

**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 **MILENA MOREIRA PAIVA DA SILVA**



**PRÁTICA SEGURA DOS MOSQUETÕES NAS ATIVIDADES DE SALVAMENTO EM
ALTURA: UM ESTUDO UTILIZANDO MÉTODOS DESTRUTIVOS PARA CÁLCULO
DE RESISTÊNCIA EM SITUAÇÕES ESPECIAIS.**

BRASÍLIA
2022

Cadete BM/2 **MILENA MOREIRA PAIVA DA SILVA**

**PRÁTICA SEGURA DOS MOSQUETÕES NAS ATIVIDADES DE
SALVAMENTO EM ALTURA: UM ESTUDO UTILIZANDO MÉTODOS
DESTRUTIVOS PARA CÁLCULO DE RESISTÊNCIA EM SITUAÇÕES
ESPECIAIS.**

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
2022

Cadete BM/2 **MILENA MOREIRA PAIVA DA SILVA**

**PRÁTICA SEGURA DOS MOSQUETÕES NAS ATIVIDADES DE
SALVAMENTO EM ALTURA: UM ESTUDO UTILIZANDO MÉTODOS
DESTRUTIVOS PARA CÁLCULO DE RESISTÊNCIA EM SITUAÇÕES
ESPECIAIS.**

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: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

VICTOR GONZAGA DE MENDONÇA – Maj. QOBM/Comb.
Presidente

RAFAEL COSTA GUIMARÃES – 1º Ten. QOBM/Compl.
Membro

MATHEUS DE SOUZA JUNQUEIRA – 1º Ten. QOBM/Comb.
Membro

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

RESUMO

Este trabalho analisou a segurança do uso dos mosquetões em situações não previstas nas normas, porém realizadas nas atividades de salvamento em altura no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, a fim de identificar se a operação ainda pode ser considerada segura mesmo que não certificado o uso do equipamento daquele modo. Foram realizados testes destrutivos dos equipamentos muito usados e anteriormente descartados para uso, após sofrerem uma queda da torre principal do Centro de Treinamento Operacional – CTO. Foi utilizado um dinamômetro para medir a resistência de cada um dos equipamentos até seu rompimento, sendo que para cada teste foram utilizados 3 mosquetões. Calculou-se o desvio padrão e foi utilizada a regra do 3-sigma, para delimitar o intervalo em que 99,73% dos equipamentos se rompem. Observou-se que os mosquetões que foram reprovados inicialmente em inspeção visual não passaram nos testes destrutivos, sendo um bom parâmetro de descarte de mosquetões. Os mosquetões que foram aprovados em inspeção visual se romperam com valores acima dos indicados no aparelho, sendo considerados seguros para uso nas atividades de salvamento.

Palavras-chave: Mosquetão. Salvamento em altura. Segurança. Resistencia.

**SAFETY PRACTICE O CARABINERS IN HEIGH RESCUE: A STUDY USING
DESTRUCTIVE METHODS TO CALCULATE RESISTANC IN SPECIAL
SITUATIONS**

ABSTRACT

This work analyzed analyzed the safety of carabiners in cases not reported in the standards, but performed in height rescue in Brazilia Firefighter to identify or in order to if the operation is still safe, in despite of don't have certification the use of the carabiner in that way. It was performed destructive tests in old and very used carabiners, that was discarded for use and after were thrown from the Building of CTO – Centro de Treinamento Operacional. It was used a dynamometer to scale the capacity of each one, until break the carabiner, and for each test was used 3 carabiners. The patern deviation was calculated, and the 3-sigma rule as aplicated, to delimitate the gap that 99,73% was break. The condemn carabiners in visual inspection do not passed in break tests, that mens this is a good parameter to discard the equipament. The approved carabiners in visual inspection, break over the capacity of the equipamento, being considered safe for use in height rescue.

Keywords: Carabiner. Height rescue. Safety. Capacity.

1. INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal é o órgão que possui a competência de realizar atividades de busca e salvamento, além de outras. Dentro das atividades de salvamento que são desempenhadas pelos militares, está o salvamento em altura.

Dentre diversas atividades desempenhadas pelo CBMDF, a atividade de salvamento em altura é uma das atividades que mais exige atenção. A segurança é o principal pilar em uma operação de salvamento em altura, seja em instruções, treinamentos ou ocorrências reais. Isso requer prática, precisão e uso de materiais adequados e seguros para a atividade.

Um dos materiais mais utilizados na prática de salvamento, é o mosquetão. Ele é um conector metálico destinado a prender equipamentos e garantir a segurança do socorrista nas atividades realizadas no desempenho de sua função. Eles possuem um segmento móvel de ação por mola, conhecido como gatilho, e são fabricados basicamente em aço ou duralumínio (CBMDF, 2017, p. 23). É feito de diferentes materiais e possuem alta resistência à ruptura. (CBMMG, 2006, p. 28). De acordo com o manual do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo “Os mosquetões são desenhados para suportarem carga unidirecional ao longo do dorso com a trava fechada” (PMESP, 2006, p. 32). Ou seja, o mosquetão só garante a resistência ao ser tracionado ao longo desse eixo. Durante o uso diário desse equipamento, também podem ocorrer pequenas, e até mesmo grandes quedas. Nada se sabe qual o grau de perda de resistência após quedas sucessivas de baixas alturas ou até mesmo uma única queda diante de uma altura elevada. Ainda, os mosquetões informam a carga de ruptura, mas até que ponto eles são seguros ou devem ser descartados caso sejam submetidos a cargas muito elevadas, ainda que não venham a causar a sua ruptura?

Diante do exposto, este trabalho pretende testar a resistência de mosquetões diante de situações diferentes do emprego ideal – mas que em uma operação real podem vir a acontecer, bem como desmistificar se as quedas e o

uso em situações especiais justificam o descarte do equipamento, ou inviabilizam uma operação segura.

A pergunta norteadora do presente trabalho é: **É segura a prática do salvamento em altura utilizando mosquetões em situações diferentes das testadas nas normas e certificações?** O CBMDF possui a competência, segundo a Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, de “Realizar serviços de busca e salvamento” (BRASIL, 1991). A prática de salvamento é iniciada pelos militares desde os cursos de formação no CBMDF, sendo provável que em algum momento de suas carreiras estes colocarão em prática as técnicas adquiridas. O salvamento em altura é uma das atividades que exigem maior atenção à segurança, devido ao perigo constante de queda.

Para atuar nas diversas ocorrências de salvamento em altura, bem como nas instruções dos diversos cursos ministrados no CBMDF, é necessário garantir a segurança das guarnições. Para isso, é necessário que os equipamentos adquiridos pela corporação sejam normatizados e certificados. A normatização diz como o equipamento deve ser construído e testado, já a certificação se trata do teste de um laboratório que garante que o equipamento atenda a determinada norma.

Para o mosquetão existem normas brasileiras, como a NBR 15837, normas Europeias, como a EN 362 (“*Personal protective equipment against falls from a height – Connectors*”, ou “*EPI contra queda – conectores*” em livre tradução) e EN 12275 (“*Mountaineering equipment. Connectors. Safety requirements and test methods*” – *Equipamento de Montanhismo, Conectores, requisitos de segurança e métodos de teste*), e normas norte-americanas, como a NFPA 1983 (“Standard on Life Safety Rope and Equipment for Emergency Services”, Norma de corda de segurança e equipamentos para serviços de emergência), entre outras. Destaca-se que o CBMDF normalmente faz a aquisição desses equipamentos conforme exigências das normas Europeias.

As normas que tratam de mosquetões, trazem testes de resistência apenas em seus eixos longitudinal, latitudinal e com o gatilho aberto, porém, nem sempre o uso do aparelho nas diversas atividades de salvamento abrange

apenas essas situações. A atividade de salvamento em altura muitas vezes exige o uso do mosquetão de uma forma que não está contemplada em nenhuma dessas normas, mas ainda assim tem-se a preocupação com a segurança, pois em altura sempre há o risco de queda.

O presente trabalho visa explorar as diferentes aplicações de força em situações especiais, as quais não há normatização, pois, apesar de trabalhar com a afirmação de que o eixo longitudinal é o eixo com maior resistência, nem sempre o uso do mosquetão se dará dessa forma. Tem-se o princípio que ao ser tracionado de forma diferente da norma, ele suporta menos carga. Porém, é necessário saber se essa diminuição de resistência pode trazer risco a guarnição.

O Plano Estratégico do CBMDF está em alinhamento com as razões que motivaram o presente trabalho, de acordo com seu 6º objetivo: “Garantir a infraestrutura apropriada às atividades operacionais e administrativas.” (CBMDF, 2016, p. 30). Ainda segundo o plano estratégico, o CBMDF deve prover os materiais necessários para o andamento das atividades operacionais e garantir as condições adequadas de trabalho e segurança de seus militares. Também pode-se citar o 10º objetivo: “Desenvolver pesquisas e a gestão do conhecimento.” A Lei 8.255 de 20 de novembro de 1991, estabelece como competência do CBMDF realizar pesquisas técnico científicas, com vistas à obtenção de produtos e processos.

Desta forma, na presente pesquisa serão feitos testes destrutivos com mosquetões bastante usados, visando avaliar a segurança do emprego desses mosquetões e nas situações queda considerável do material. Esses testes serão feitos com mosquetões amplamente utilizados nas atividades de salvamento em altura

O objetivo geral do presente trabalho é **analisar a segurança dos mosquetões em atividades corriqueiras de salvamento em altura, após passarem por situações não previstas nos testes normativos de certificação dos equipamentos**. Os objetivos específicos foram:

- a) identificar os tipos de mosquetões utilizados no CBMDF e suas classificações;
- b) identificar como a tensão de ruptura dos mosquetões é determinada nas normas;
- c) verificar se os mosquetões bastante utilizados e ainda em uso no CBMDF apresentam índices de segurança aceitáveis;
- d) testar e avaliar se os mosquetões ainda são seguros após sofrerem queda considerável.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi dividida nos seguintes tópicos: salvamento em altura, mosquetões e mosquetões utilizados no CBMDF, e serve para estruturar e embasar o trabalho.

2.1 Salvamento em altura

No Brasil, segundo Imbrosio, (2016, p.14) a atividade de salvamento em altura pode ser considerada recente, principalmente quando comparada com a atividade de combate a incêndio. Com o aumento da verticalização das edificações, foi vista a importância da atividade e cada vez mais se investiu em equipamentos e especialização nesta área para continuar atendendo as necessidades e servindo a população.

A Lei nº 12.086, de 6 de Novembro de 2009, que fala sobre as atribuições do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, traz a atividade de salvamento como uma atividade exercida pelo CBMDF, segundo seu artigo 2:

Art. 2º: O **Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**, instituição permanente, essencial à segurança pública e às atividades de defesa civil, fundamentada nos princípios da hierarquia e disciplina, e ainda força auxiliar e reserva do Exército nos casos de convocação ou mobilização, organizada e mantida pela União nos termos do inciso XIV do art. 21 e dos §§ 5º e 6º do art. 144 da Constituição Federal, subordinada ao Governador do Distrito Federal, **destina-se à execução de serviços de** perícia, prevenção e combate a incêndios, **de busca e salvamento**, e de atendimento pré-hospitalar e de prestação de socorros nos casos de sinistros, inundações, desabamentos, catástrofes, calamidades públicas e outros em que seja necessária a preservação da incolumidade das pessoas e do patrimônio. (BRASIL, 2009, grifo nosso)

Segundo a apostila de salvamento do Curso de Formação de Oficiais, o salvamento pode ser classificado em diversos tipos, que são salvamento terrestre, salvamento em altura e salvamento aquático (CBMDF, 2018, p.5). O salvamento terrestre é toda atividade realizada no ambiente terrestre, como por exemplo resgate veicular, captura de animais, resgate em estruturas colapsadas.

Já o salvamento em altura são atividades com maior risco, pois são desenvolvidas em pontos elevados, sendo que a própria altura traz sérios riscos aos resgatistas. A atividade de salvamento aquático é aquela cujo foco é o salvamento de afogados, e são desenvolvidas em meio aquático.

Segundo o manual técnico operacional do CBMDF, o conceito da atividade de salvamento é “toda e qualquer atividade realizada por equipe especializada, com conhecimentos táticos e técnicos adequados, com o objetivo de salvaguardar vidas e bens.” (CBMDF, 2006, p. 27)

A atividade de salvamento deve prezar pela segurança. E o manual técnico operacional do CBMDF traz que “a segurança é realizada quando utilizamos procedimentos, materiais e/ou equipamentos que possibilitem a permanência e a realização dos trabalhos em locais de risco” (CBMDF, 2006, p 32). O manual (CBMDF, 2006, p.33) também traz que:

Segurança dos materiais: quando se empregam materiais de forma adequada e dentro dos procedimentos técnicos para os quais foram desenvolvidos, estes passam a ser fatores básicos de segurança e proteção para a guarnição na operação e são elementos essenciais para o bom desempenho e funcionamento dos materiais e equipamentos utilizados. A guarnição desenvolverá melhor o seu papel quando conservar todos os materiais e equipamentos, pois a existência de riscos dentro da operação será menor.

Pode-se considerar salvamento em altura como toda operação cujo risco de queda seja acima de 2 metros. A apostila de salvamento utilizada no CBMDF (CBMDF, 2018, p. 6), traz a definição de salvamento em altura como:

Atividade de bombeiro especializada no salvamento de vítimas em local elevado, através do uso de equipamentos e técnicas específicas com vistas à localização, acesso, estabilização e remoção do local ou solução da condição de risco à vida, em auxílio de quem não consiga sair em segurança por si só.

2.2 Mosquetões

Segundo o manual do Curso de Especialização em Salvamento em Altura do CBMDF, “os conectores são elos metálicos, feitos em aço ou

duralumínio para proteção individual e união entre dois ou mais equipamentos. São exemplos de conectores: mosquetões e maillons”. (CBMDF, 2017, p. 24)

Os mosquetões são comumente utilizados nas atividades de altura do CBMDF, especialmente em ancoragens e em sistemas de segurança do militar. Eles são um equipamento metálico que possuem um fecho móvel, e podem ou não possuir trava. Dentre os tipos de fecho que são comumente compostos, existem os sem trava, com trava, com trava de rosca, trava automática, entre outros, e sua utilização será de acordo com a necessidade de seu operador. Funcionam também como elemento de ligação entre um ou vários sistemas.

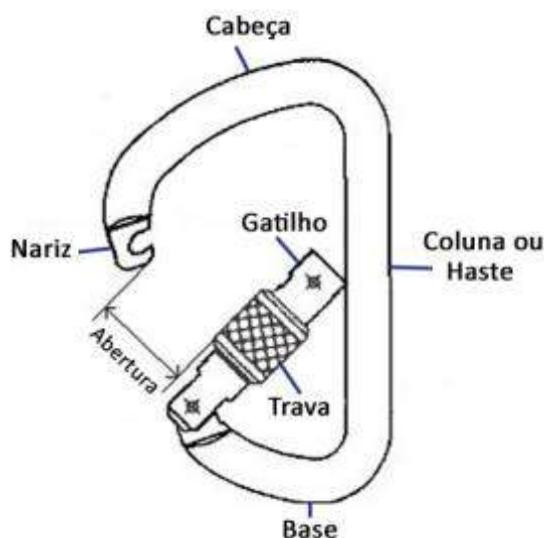
O mosquetão possui em seu corpo, uma coluna onde se encontram informações sobre o mosquetão, como o fabricante, cargas de ruptura estática, norma certificadora, e são fabricados de modo a atender as especificações contidas na EN 12275, UIAA 121 ou NFPA 1983 (CBMDF, 2017, p. 24).

Os mosquetões são fabricados a partir de materiais resistentes e duradouros como duralumínio e aço. O mosquetão de Duralumínio é feito de liga de Alumínio 7065, também conhecida como “Zicral”, acrescida de 6% de zinco, 88% de alumínio, 2% de cobre e 4% de magnésio (CBMDF, 2017, p. 25). Segundo o manual de salvamento em altura do CBMRJ (CBMRJ, 2019, p. 90), o mosquetão é “ submetido a tratamento térmico para atingir resistências próximas a 686,5 MPa” Segundo o manual de equipamentos do CBMDF, esse tipo de mosquetão tem a vantagem de ser leve e possuir cerca de 30 a 50% do peso de um mosquetão de aço, possuir boa dispersão de calor, não enferrujar e possuir boa resistência à tração, porém são difíceis de encontrar fissuras e são suscetíveis a fadiga com o uso contínuo. São mais indicados para uso individual (CBMDF, 2017, p. 25).

Os mosquetões fabricados em aço são amplamente utilizados nas atividades de salvamento por terem grandes resistências a tração e ao atrito, além de possuírem grande resistência ao desgaste por contato com outros materiais. Uma característica desse tipo de mosquetão é que ele se deforma antes de romper, dando um alerta ao profissional de resgate. Em relação aos mosquetões fabricados em alumínio, ele possui a desvantagem de ser mais

pesado, demora para dissipar o calor e sofre efeito da oxidação. São amplamente utilizados em operações de salvamento como materiais de uso coletivo. As principais informações e características são gravadas em seu dorso.

Figura 1 - Partes do mosquetão



Fonte: CBMDF, 2017, p. 24

A NBR 15837 (BRASIL, 2010) traz o conceito de cada sistema de fecho que possui um mosquetão. Segundo a norma, fecho é a parte do equipamento que permite sua abertura e fechamento, que se move em torno de uma dobradiça ou gatilho, no qual é deslizado sobre uma guia ou é fechado como um parafuso. O mosquetão com fecho automático é aquele que ao soltá-lo, volta automaticamente a posição fechada, e se difere do mosquetão de fecho com trava automática apenas pelo fato de que este, além de voltar para posição fechada, também tem um sistema de trava automático que confere o travamento dele no momento que seu fecho é solto. Já o mosquetão de fecho com trava manual é aquele cujo fecho é automático, porém sua trava deve ser acionada manualmente.

Os mosquetões podem ser classificados em simétricos e assimétricos. Os mosquetões simétricos facilitam a utilização com polia, por possuir uma forma oval. É fácil de girar e muito utilizado em placas fixas devido a divisão do esforço e do contato em seu eixo longitudinal. Os mosquetões assimétricos possuem um

formato que faz com que a carga seja aplicada em sua extremidade próxima ao seu corpo ou dorso e esse formato garante uma resistência maior que o mosquetão simétrico, pois a força é aplicada no eixo oposto ao do gatilho, que é a parte mais frágil do mosquetão.

De acordo com as normas NBR 15837 (BRASIL, 2010) e EN 362 (BSI, 2004), o mosquetão é dividido em 5 classes, que são:

- Classe A: Conector de Ancoragem
- Classe B: Conector de Base
- Classe M: Conector Multiuso
- Classe Q: Malha Rápida
- Classe T: Conector terminal

Segundo a NBR 15837 (BRASIL, 2010), o conceito desses conectores é:

- Classe A: (Conector de ancoragem) conector de fechamento automático, destinado a ser utilizado como componente e concebido para ser unido diretamente a um tipo específico de ancoragem”
- Classe B: (conector básico) conector de fechamento automático, destinado a ser utilizado como componente”
- Classe M: (conector multiuso) conector básico ou conector de elo rápido destinado a ser utilizado como componente e que pode ser aplicado conforme o seu maior ou menor eixo”
- Classe Q: (conector de elo rápido) conector destinado a ser utilizado em aplicações a longo prazo ou permanentes, cujo fechamento é obtido por um fecho de rosca, sendo esta parte estrutural da sustentação do conector, quando completamente atarraxado”.
- Classe T: (conector terminal de sistema manufaturado) conector de fechamento automático, concebido como elemento terminal de um subsistema, que permite a fixação em uma única direção”

Os mosquetões de uso esportivo são muito parecidos com os modelos profissionais trazidos pela NBR 15837 (BRASIL, 2010) e são regulamentados pela EN 12275 (ABNT, 2013). De acordo com a EN 12275 (ABNT, 2013) eles são divididos em 4 classes, que são: Mosquetão Tipo B, Mosquetão Tipo HMS ou Tipo H, Mosquetão Tipo K e Mosquetão Tipo X. O manual de equipamentos do CBMDF fala que “O formato do mosquetão tem influência sobre sua resistência no eixo maior, a distribuição da carga, o tamanho da abertura do gatilho e a facilidade de uso.” (CBMDF, 2017, p. 24).

Os mosquetões tipo X (oval), possuem o formato original do mosquetão. São adequados para atividades de resgate em geral, são os mais recomendados

para uso com polias, ou seja, são polivalentes graças ao seu formato. Quando comparado com o mosquetão tipo B, oferece menor resistência e menor abertura do gatilho. Os mosquetões tipo B, conhecidos como básicos, possuem o formato simétrico ou assimétrico e tem o formato da letra “D”. Por possuírem uma coluna maior, a carga é posicionada próxima a esta coluna, que é o local mais resistente. Já os mosquetões tipo H, ou HMS, são conhecidos como “Pêra”, devido ao seu formato. São mais utilizados para rapel e segurança de escaladas, e graças ao seu formato, possuem uma maior abertura proporcionando uma rápida conexão de objetos no equipamento. Os mosquetões tipo K são muito resistentes à abrasão com aço, podem ser de engate rápido ou tradicionais e são os únicos a possuírem certificação de resistência para forças perpendiculares ao seu eixo longitudinal. (CBMDF, 2014, p. 24).

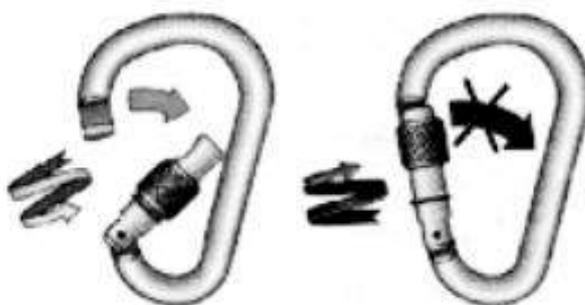
O manual de instrução técnico operacional do CBMDF também traz a ilustração de cada tipo de mosquetão nele elencado.

Figura 2 - Mosquetão tipo B com gatilho reto



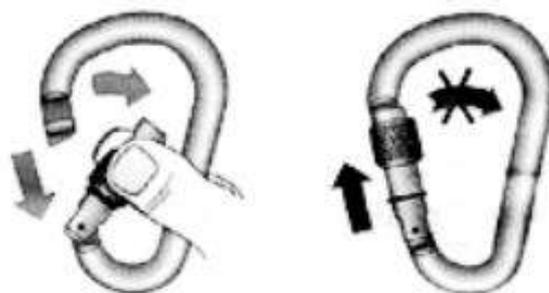
Fonte: CBMDF, 2006, p. 605

Figura 3 - mosquetão tipo H com trava de rosca



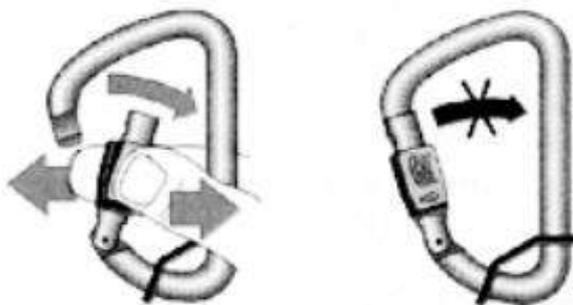
Fonte: CBMDF, 2006, p. 606

Figura 4 - Mosquetão tipo H com trava automática



Fonte: CBMDF, 2006, p. 607

Figura 5 - Mosquetão tipo k



Fonte: CBMDF, 2006, p. 607

Figura 6 - mosquetão tipo X oval



Fonte: CBMDF, 2006, p. 608.

Os mosquetões possuem também tipos de gatilho, que são gatilho reto, curvo e de arame. O tipo mais tradicional deles, o gatilho reto, é aquele que permite a existência de travas do tipo rosca e automática. O mosquetão com

gatilho curvo consegue criar uma abertura maior e é mais ergonômico, permitindo colocar equipamentos com mais facilidade. Já o gatilho de arame, existente apenas nos mosquetões sem trava, são mais leves e facilitam a colocação de cordas (CBMDF, 2017, p. 26).

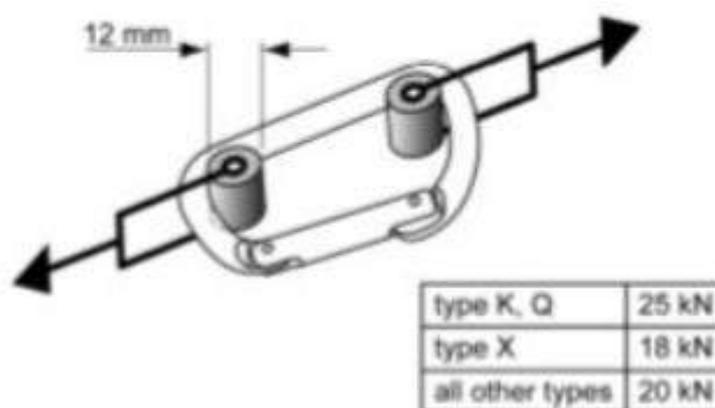


Fonte: CBMDF, 2017, p. 26.

Segundo a NBR 15837 (BRASIL, 2010), os ensaios padrão para resistência estática são: ensaio segundo o eixo maior, que consiste em tracionar o aparelho sob seu eixo maior, ensaio segundo seu eixo menor, que traciona no sentido de seu eixo menor e ensaio de tracionamento ao longo de seu eixo maior com seu gatilho aberto. A Norma EN 12275 (ABNT, 2013) estabelece uma resistência mínima para cada tipo de mosquetão, e cada tipo de eixo de trabalho. Essas informações devem vir na coluna do mosquetão.

Por ser o uso mais comum, o ensaio sobre o eixo maior é o principal ensaio que o mosquetão é submetido. Ele é tracionado até ser rompido sob seu eixo maior, engatado e com a trava fechada, se houver. É o uso correto do mosquetão, onde sua maior resistência é conferida e deve ser a empregada nas atividades de salvamento. A Figura 2 demonstra a aplicação de duas forças sobre o eixo maior, conforme testes da norma EN 12275 (ABNT, 2013).

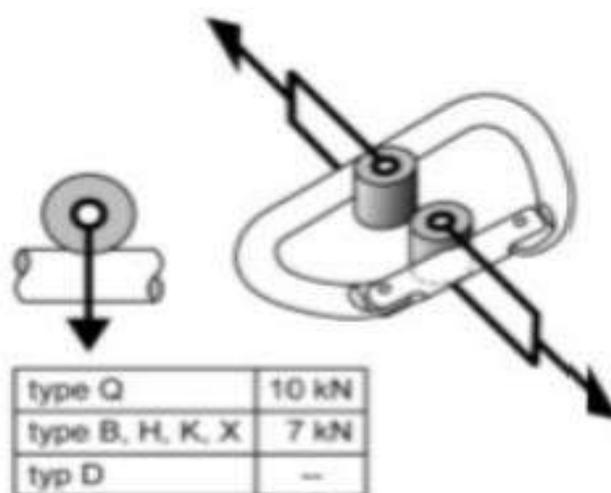
Figura 8 - ensaio sobre o eixo maior



Fonte: EN 12275 (ABNT, 2013).

Já no ensaio sobre o eixo menor, o mosquetão é engatado, travado e tracionado ao longo de seu eixo menor, ou seja, tracionando contra o corpo do mosquetão e o seu gatilho. Sua resistência é menor que a de seu eixo maior.

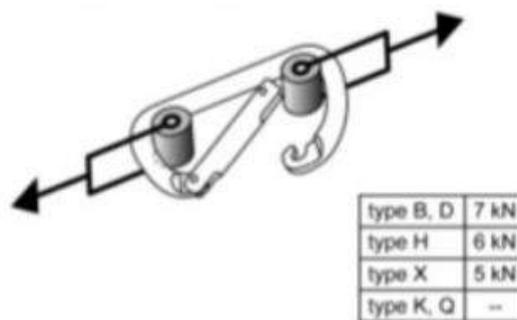
Figura 9 - ensaio sobre o eixo menor



Fonte: EN 12275 (ABNT, 2013)

O terceiro ensaio também é sob seu eixo maior, porém, a tração é feita com seu gatilho aberto, o que resulta em uma significativa perda de resistência do mosquetão.

Figura 10 - ensaio sobre o eixo maior com o mosquetão aberto



Fonte: EN 12275 (ABNT, 2013).

O manual de equipamentos do CBMDF traz um quadro resumo com os valores mínimos que a norma traz para os ensaios de resistência de cada teste.

Figura 11 - Quadro resumo de resistências

	Longitudinal	Transversal	Longitudinal Gatilho aberto
Tipo X	18 kN	7 kN	5 kN
Tipo B	20 kN	7 kN	7 kN
Tipo H	20 kN	7 kN	6 kN
Tipo K	25 kN	7 kN	8 kN

Fonte: CBMDF, 2017, p. 27

O manual de salvamento em altura do CBMRJ (2019, p. 95) alerta que se o mosquetão sofrer quedas importantes ou se forem visualizadas trincas e rachaduras, o mesmo deve ser inutilizado. O manual de equipamentos do CBMDF (2017, p. 27) afirma que quando tensionados em seu eixo maior, com seu gatilho fechado e travado, os mosquetões são muito resistentes, e que a operação pode se tornar extremamente perigosa caso haja situações que fujam dessas condições.

Apesar de serem divulgadas essas informações, não foram realizados testes de tensão após quedas do mosquetão, sejam elas quedas sucessivas de baixas alturas ou uma queda de uma altura maior. Também não foram testados os mosquetões em diferentes eixos de tração, como por exemplo com a

aplicação de três forças simultâneas, conforme figura 12. Muitas vezes ele é submetido a trações em diferentes eixos dos previstos nas normas, e pouco se sabe quão confiável ele pode ser.

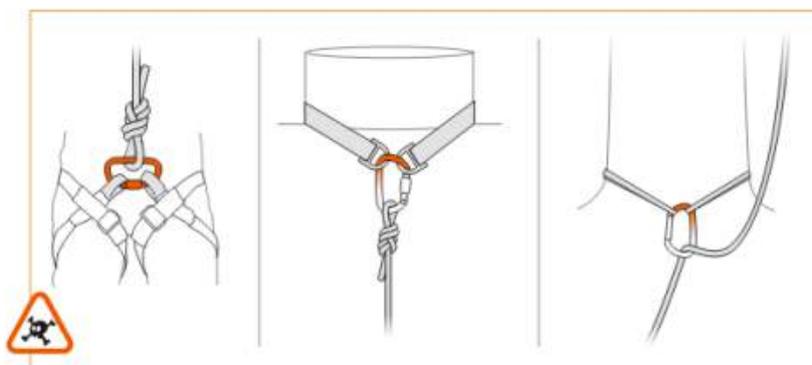
Figura 12 - Mosquetão sofrendo ação de três forças em eixos distintos



Fonte: A autora.

O mosquetão é um aparelho metálico que possui alta resistência, porém, a segurança só é garantida nos casos certificados pelas normas. Situações que fujam das normais podem ser consideradas perigosas, tendo em vista que não possuem testes, e por isso devem ser evitadas. Uma situação especial, é quando um mosquetão é tracionado com cargas em diferentes direções, com mais de dois pontos de aplicação de tensão, conforme imagem a seguir:

Figura 13 - Mosquetão tracionado em vários eixos



Fonte: CBMDF, 2017, p. 27

Um mosquetão também pode ser utilizado por vários anos e não há nenhum tipo de certificação do seu tempo de vida, e segundo a empresa Quality

Fix do Brasil (QUALITY FIX, 2021), o tempo de vida de um mosquetão dependerá da frequência, intensidade, uso e ambiente no qual ele está exposto. Alguns fatores podem diminuir sua vida útil, como desgaste geral, deformação mecânica, corrosão, falhas no manuseio e uso com cargas de alto impacto. O produto pode ser reduzido a uma única utilização em casos extremos, como por exemplo ao cair de uma grande altura ou quando expostos a temperaturas extremas. Também é recomendado o descarte de um mosquetão caso sejam identificadas fraturas aparentes em seu corpo, porém, se ele sofrer uma queda, e não houver fissuras, não se tem garantia de que ainda é seguro seu uso na atividade. Essas são as situações mais comuns que podem ocorrer na prática do salvamento em altura, e serão o objeto principal dos testes deste trabalho.

2.3 Mosquetões utilizados no CBMDF

Os mosquetões utilizados nos testes do presente trabalho são os equipamentos atualmente utilizados na corporação. Trata-se de aparelhos das marcas Climbing Technology - CT e Side Up, os quais possuem as seguintes especificações:

Tabela 1 – Mosquetões utilizados nos testes

Classificação	Marca			
Oval em aço	CT	30 kN	15 kN	10 kN
Oval em alumínio	CT	24 kN	10 kN	7 kN
HMS em aço	Side Up	41 kN	10 kN	15 kN
HMS em alumínio	CT	30 kN	10 kN	11 kN

Fonte: A autora (2022).

2.4 Regra de 3-sigma

A Regra ou Teste de 3-sigma é uma ferramenta utilizada na estatística para cálculo da probabilidade considerando uma curva normal de Gauss. São realizadas sequências de testes, e com os resultados calcula-se a média e o desvio padrão. A partir da média são adicionados três desvios padrões para mais e para menos. Partindo desse cálculo, estima-se a probabilidade de 99,73%

desse evento ocorrer novamente, tendo assim uma alta confiabilidade (EWING, 2021).

No caso dos testes em salvamento, fabricantes de mosquetões seguem as normas, que trazem como teste de resistência cinco amostras, levando cada uma delas a ruptura, calculando-se a média e o desvio padrão, fazendo o cálculo da regra de 3-sigma. A probabilidade de outros mosquetões romperem no intervalo encontrado é de 99,73% ou mais (EWING, 2021).

3. METODOLOGIA

A seção 3 foi dividida nas seguintes subseções: classificação de pesquisa, universo e amostra e instrumento de pesquisa.

3.1. Classificação de pesquisa

A natureza deste estudo é o de pesquisa aplicada, pois tem a proposta de gerar conhecimentos a partir de outras fontes de estudo, coletar dados e aplicar os resultados conforme as necessidades da corporação, visando a solução de problemas específicos e sendo aplicado em situações particulares em relação ao uso do mosquetão nas atividades de salvamento em altura no CBMDF (PORTO, 2016).

O método científico que será utilizado no presente projeto é o método indutivo, primeiramente observando os testes destrutivos feitos no CETOP com o uso do dinamômetro, e partindo desses dados, que serão comparados aos das normas, observar e avaliar a segurança dos mosquetões mais utilizados no CBMDF para a atividade de salvamento em altura.

Quanto ao propósito, a pesquisa é exploratória, pois “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.” (GIL, 2002, p. 41). Para melhor compreensão do tema, possuirá um embasamento teórico, e quanto ao procedimento, será feita uma pesquisa documental (NBR e EN), pois, diferentemente da pesquisa bibliográfica, esta pesquisa baseia-se em documentos que não foram submetidos à um tratamento analítico e “na pesquisa documental, as fontes são muito mais diversificadas e dispersas” (GIL, 2002, p. 46). Ainda segundo Gil, a pesquisa documental aborda documentos conservados em arquivos de órgãos públicos, incluindo regulamentos, boletins, entre outros, que serão o objeto de pesquisa do presente trabalho. Também será feita uma pesquisa bibliográfica nos manuais de salvamento e manual de equipamentos do Curso de Salvamento em Altura em uso no CBMDF.

O estudo será delineado através de uma pesquisa experimental, que consiste em “determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes

de influenciá-lo e definir as formas de controle e se observação dos efeitos que a variável produz no objeto.” (GIL, 2002, p.47). A pesquisa proposta abordará o método destrutivo para comparação dos dados obtidos com os definidos pelo fabricante, que segue o padrão normativo.

3.2. Universo e amostra

Tendo em vista que o único método de testar a resistência do mosquetão é o método destrutivo, e que os equipamentos são utilizados nas instruções dos mais diversos cursos, sejam eles de formação, especialização e de carreira, a disponibilidade de material inviabiliza o teste com muitas amostras, e por isso foi definido que para cada teste e tipo de mosquetão, serão utilizadas 3 amostras. Dessa forma, o universo da pesquisa será o próprio espaço amostral.

Para melhor abordagem, a amostra estudada foi dividida em 2 grupos. No primeiro, foram testados os mosquetões bastante utilizados e no segundo foram analisados os mosquetões novos após caírem da torre principal do Centro de Treinamento Operacional. Para o grupo 1, serão analisados os aparelhos ovais de aço e HMS de alumínio. Para o grupo 2 serão analisados aparelhos novos fabricados em diferentes materiais, sendo em aço e alumínio e no formato oval e HMS, totalizando 15 mosquetões.

Os testes que o presente trabalho abordará, serão descritos na tabela a seguir:

Tabela 2 – Quantidade de amostras e tipos de teste

Grupo de teste	Classificação	Nº de amostras
1	Oval de aço	3
2	Oval de aço	3
2	Oval de alumínio	3
2	HMS de Alumínio	3
2	HMS de aço	3
TOTAL		15

Fonte: A autora (2022).

3.3. Instrumento de pesquisa

Desenvolveu-se a metodologia de tracionar com o equipamento alargador da marca HOLMATRO até o rompimento de cada amostra, medindo a sua resistência através de um dinamômetro. Cada mosquetão foi ancorado em um ponto fixo, preso ao dinamômetro e ao alargador, através de fitas de carga e da própria corrente do equipamento da HOLMATRO.

Todo o sistema foi fixado com backups para garantir a segurança no local. Também foram fixados protetores nas laterais, para evitar que pequenos fragmentos pudessem causar algum ferimento devido a alta força aplicada para rompimento dos aparelhos. Para a segurança da autora e de seu orientador, que estavam realizando os testes, foi utilizado capacete F2 com a viseira abaixada e uniforme 3º A com a gandola desdobrada.

Como limitador de tração, tem-se a capacidade do dinamômetro, que mede forças de até 5 toneladas. Para preservar o equipamento e a segurança, foi acrescida uma margem de 10%, e os testes serão interrompidos caso a tração de 4,5 toneladas seja atingida.

Figura 14 - Sistema de tracionamento desenvolvido



Fonte: A autora (2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção 4 foi dividida em 2 subseções: mosquetões de aço desgastados e mosquetões após sofrerem queda do 12º andar da torre principal

4.1 Mosquetões de aço desgastados

Foram escolhidos do depósito do Centro de Treinamento Operacional as três amostras mais desgastadas dos equipamentos, sendo que elas já haviam sido condenadas através de inspeção visual, por apresentarem desgaste excessivo ou corrosão em seus corpos. Os testes foram realizados tracionando os mosquetões sob seu eixo maior, que oferece a maior resistência. Todos os mosquetões possuem a mesma resistência, de 30kN ou 3059,15 Kgf, e possuem datas de fabricação diferentes.

Figura 15 - Tres amostras utilizadas nos testes



Fonte: A autora (2022).

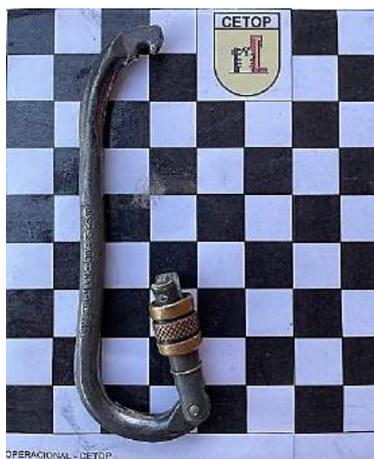
A primeira amostra, é um mosquetão fabricado em 09/2010, o qual rompimento deu-se com 4036 Kgf.

Figura 16 - Amostra 1 - teste com mosquetões desgastados



Fonte: A autora (2022).

Figura 17 - Amostra 1: teste com mosquetões desgastados após rompimento



Fonte: A autora (2022).

A segunda amostra, é um mosquetão fabricado em 04/2006, o qual rompimento deu-se com 4116 Kgf.

Figura 18 - Amostra 2: teste com mosquetões desgastados



Fonte: A autora (2022).

Figura 19 - Amostra 2: teste com mosquetões desgastados após rompimento



Fonte: A autora (2022).

A terceira amostra, é um mosquetão fabricado em 01/2011, o qual rompimento deu-se com 3888 Kgf.

Figura 20 - Amostra 3: teste com mosquetões desgastados



Fonte: A autora (2022).

Figura 21 - Amostra 3: teste com mosquetões desgastados após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 3 – Resultados do teste com mosquetões em aço desgastados

Amostra 1	4036 Kgf
Amostra 2	4116 Kgf
Amostra 3	3888 Kgf
Média	4013,33 kgf
Desvio Padrão	115,67
3-Sigma	3666,32 kgf – 4360,34 kgf

Fonte: A autora (2022).

Os mosquetões escolhidos para este teste têm pelo menos 10 anos de contínuo uso no Centro de Treinamento Operacional, sendo utilizados em diversas instruções ministradas neste Centro. Embora a resistência em seu eixo longitudinal seja de 30 kN, todos romperam com uma tensão bem maior, mesmo aqueles que apresentavam desgaste excessivo. Percebe-se que a resistência mais baixa após a aplicação do método 3-sigma ainda é superior a resistência dos mosquetões em seu eixo longitudinal, ou seja, para o universo analisado, o desgaste do equipamento devido ao constante uso não diminuiu a sua capacidade de resistência, por isso é imprescindível uma avaliação visual minuciosa do aparelho, para que não haja descarte de materiais ainda em condições de uso.

4.2 Mosquetões após sofrerem queda do 12º andar da torre principal

Existe um mito na corporação em que se ouve dizer que a queda de um mosquetão de alumínio, mesmo que de uma altura baixa, pode ocasionar microfissuras em sua estrutura, e que isso pode comprometer a segurança do equipamento, e por isso decidiu-se lançar da estrutura mais alta do CBMDF os mosquetões. A torre principal do CTO, chamada de torre Tókyo, possui 12 andares e cerca de 42 m de altura. No uso de uma atividade de treinamento, um mosquetão pode vir a cair da torre, e nada se sabe sobre seu comportamento. Foram lançados do 12º andar da referida torre, 3 amostras novas, nunca utilizadas em quaisquer atividades para cada tipo de mosquetão, que passaram por inspeção visual após a queda, e algumas foram condenadas através desse método. Posteriormente os mosquetões foram rompidos a fim de testar sua resistência após a queda.

4.2.1 Mosquetão oval em aço

Todos os mosquetões são novos e foram coletados do depósito do CETOP, e possuem as mesmas especificações. Os equipamentos são da marca Climbing Technology (CT), e têm como carga suportada em seu eixo maior de 30kN, ou seja, suportam 3059,15 Kgf e foram fabricados em 04/2016.

Figura 22 - Amostras do mosquetão oval em aço antes da queda



Fonte: A autora (2022).

Após inspeção visual, o mosquetão 1 foi reprovado, pois seu gatilho engatava, porém não travava completamente, com a rosca não fechando totalmente. O mosquetão 2 foi reprovado devido a mola do gatilho ter danificado, ficando com o gatilho solto ao ser engatado. Já o mosquetão 3 foi considerado aprovado em sua inspeção visual, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 23 - Amostras do mosquetão oval em aço após a queda



Fonte: A autora (2022).

A figura a seguir mostra os mosquetões ovais em aço após serem rompidos:

Figura 24 - Amostras do mosquetão oval em aço após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 4 – Resultados do teste com mosquetões ovais em aço após queda da torre

Amostra 1	2298 Kgf
Amostra 2	2724 Kgf
Amostra 3	3200 Kgf
Média	2740.66 kgf
Desvio Padrão	451,23
3-Sigma	1386,97 kgf – 4093,69kgf

Fonte: A autora (2022).

As amostras 1 e 2 foram reprovadas na inspeção visual, e apresentaram resistências menores que 30 kN após a queda. Já a amostra 3, que foi aprovada em inspeção visual, também obteve resultado satisfatório no teste de resistência. Analisando o 3-Sigma para o caso em questão, 99,73% dos mosquetões romperiam no intervalo de 1386,97 kgf a 4093,69 kgf. Considerando que o mosquetão para ser aprovado pelas normas certificadoras deve resistir a no mínimo 20 kN, e o mosquetão analisado deveria romper apenas com 30 kN, é indicado o descarte do mosquetão oval de aço após uma queda de certa altura, especialmente se o aparelho apresentar defeitos e for reprovado em avaliação visual prévia.

4.2.2 Mosquetão oval em alumínio

Todos os mosquetões são novos e foram coletados do depósito do CTO, e possuem as mesmas especificações. Os equipamentos são da marca CT,e

têm como carga suportada em seu eixo maior 24kN, ou seja, suportam 2447,32 Kgf e foram fabricados em 08/2016.

Figura 25 - Amostras do mosquetão oval em alumínio antes da queda



Fonte: A autora (2022).

Após inspeção visual, o mosquetão 1 foi considerado aprovado, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. O mosquetão 2 também foi considerado aprovado em sua inspeção visual, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. O mosquetão 3 foi reprovado devido gatilho ter danificado, ficando levemente empenado, porém travava normalmente. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 26 - Amostras do mosquetão oval em alumínio após a queda



Fonte: A autora (2022).

O alumínio, diferentemente do aço que se deforma até se romper, quebra em vários estilhaços, sem deformação prévia. A figura a seguir mostra os mosquetões ovais em alumínio após serem rompidos

Figura 27 - Amostras do mosquetão oval em alumínio após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 5 – Resultados do teste com mosquetões ovais em alumínio após queda da torre

Amostra 1	3048 Kgf
Amostra 2	2816 Kgf
Amostra 3	3216 Kgf
Média	3026.66 kgf
Desvio Padrão	200,85
3-Sigma	2424,11 kgf – 3628,86 kgf

Fonte: A autora (2022).

As amostras 1 e 2 foram aprovadas na inspeção visual, pois não apresentaram defeitos detectados em inspeção visual. A amostra 3 apresentou um pequeno defeito no engate do aparelho, porém, não interferiu no travamento. Verificou-se que as 3 amostras resistiram a tensão maior que a de fabricação do aparelho. Analisando o 3-Sigma para o caso em questão, 99,73% dos mosquetões romperiam no intervalo de 2424,11 kgf a 3628,86 kgf. Considerando que o mosquetão para ser aprovado pelas normas certificadoras deve resistir a no mínimo 20 kN, e o mosquetão analisado deveria romper apenas com 24 kN, infere-se que o mosquetão oval em alumínio apresenta boa resistência mesmo após a queda, e a inspeção visual foi efetiva.

4.2.3 Mosquetão HMS em alumínio

Todos os mosquetões são novos e foram coletados do depósito do CTO, e possuem as mesmas especificações. Os equipamentos são da marca CT tem como carga suportada em seu eixo maior de 30kN, ou seja, 3059,15 Kgf e foram fabricados em 03/2008.

Figura 28 - Amostras do mosquetão HMS em alumínio antes da queda



Fonte: A autora (2022).

O mosquetão 1 foi reprovado devido a mola do gatilho ter danificado, porém o equipamento ainda engatava e travava normalmente. O mosquetão 2 foi reprovado devido gatilho ter danificado e empenado, porém o equipamento ainda engatava e travava normalmente. Após inspeção visual, o mosquetão 3 foi considerado aprovado, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 29 - Amostras do mosquetão HMS em alumínio após queda



Fonte: A autora (2022).

A figura a seguir mostra os mosquetões HMS fabricados em alumínio após serem rompidos:

Figura 30 - Amostras do mosquetão HMS em alumínio após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 6 – Resultados do teste com mosquetões HMS em alumínio após queda da torre

Amostra 1	3698 Kgf
Amostra 2	3280 Kgf
Amostra 3	3514 Kgf
Média	3497,33 kgf
Desvio Padrão	209,49
3-Sigma	2862,86 kgf – 4125,8 kgf

Fonte: A autora (2022).

As amostras 1 e 2 foram reprovadas na inspeção visual, mas apresentaram resistências maiores que 30 kN após a queda. Já a amostra 3, que foi aprovada em inspeção visual, também obteve resultado satisfatório no teste de resistência. Analisando o 3-Sigma para o caso em questão, 99,73% dos mosquetões romperiam no intervalo de 2862.86 kgf a 4125.8 kgf. Considerando que o mosquetão para ser aprovado pelas normas certificadoras deve resistir a no mínimo 20 kN, e o mosquetão analisado deveria romper apenas com 30 kN, é indicado o descarte do mosquetão HMS de alumínio após uma queda de certa altura, pois, embora eles tenham apresentado individualmente resistências acima de 30 kN, a menor resistência que ele pode apresentar no 3-sigma é inferior a resistência do próprio mosquetão.

4.2.4 Mosquetão HMS em aço

Todos os mosquetões foram coletados do depósito do CTO, e possuem as mesmas especificações. O mosquetão da marca Side Up tem como carga suportada em seu eixo maior de 41kN, ou seja, 4180.84 Kgf.

Figura 31 - Amostras queda HMS em aço antes da queda



Fonte: A autora (2022).

Após inspeção visual, o mosquetão 1 foi condenado, pois seu gatilho foi danificado e não foi possível engatar nem travar o mosquetão. Após inspeção visual, o mosquetão 2 foi considerado aprovado, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. A amostra 3 foi condenada em sua inspeção visual, pois seu gatilho engatava, porém não travava completamente. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 32 - Amostra 3 do mosquetão HMS em aço após queda



Fonte: A autora (2022).

O mosquetão 1, devido ao defeito que apresentou em sua trava, ao ser tracionado teve a resistência testada como se fosse um teste com gatilho aberto. O dinamômetro utilizado nos testes mede forças de até 5 toneladas. Caso ele sofra tração acima desse valor, o equipamento pode ser danificado. Foi acrescida uma margem de segurança de 10% desse valor com o intuito de preservar o equipamento e a segurança da cena, tracionando-o até 4,5 toneladas, o que ainda assim satisfaria a norma, que traz a resistência do mosquetão de 41 kN. Ao chegar em 45kN os testes foram interrompidos e as amostras 2 e 3 não romperam. A figura a seguir mostra os mosquetões após teste de tração com o equipamento HOLMATRO:

Figura 33 - Amostras do mosquetão HMS em aço após testes



Fonte: A autora (2022).

Tabela 7 – Testes com mosquetões HMS em aço após queda da torre

Amostra	Força (Kgf)
1	2349
2	-
3	-

Fonte: A autora (2022).

Os mosquetões HMS de aço 1 e 3 foram reprovados na inspeção visual, porém, apenas o primeiro rompeu com uma força menor que 41kN, e isso foi devido a trava não ter sido fechada pois foi danificada.

Os mosquetões foram submetidos a uma queda extrema, que no caso em questão foi do último andar da principal torre de treinamento do CBMDF, que

possui cerca de 42 metros de altura. Foi realizada uma inspeção visual minuciosa em cada um dos aparelhos após a queda, verificando rachaduras, deformidades, funcionamento e travamento normal do gatilho. Foram considerados reprovados aqueles que possuíam defeitos em seus gatilhos e travas, e os aparelhos que apenas apresentavam arranhões e o gatilho funcionou perfeitamente foram considerados aprovados na inspeção.

Ao tracioná-los até seu rompimento, constatou-se que quando ele apresentou algum pequeno defeito apenas em seu corpo, não houve perda de resistência do aparelho, porém, quando o defeito ocorreu na trava ou no gatilho, além de reprovado na avaliação visual do aparelho, sofreu perda considerável de resistência. Com isso, entende-se que um mosquetão deve ser rigorosamente inspecionado, e caso apresente danos visuais não deve ser indicado para uso na atividade de salvamento em altura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decurso do presente trabalho, o objetivo principal era avaliar a segurança do equipamento perante situações não testadas nas normas, mas que podem ocorrer durante as atividades de salvamento em altura, e para isso, foram identificados os tipos de mosquetão que a corporação possui atualmente. Foi apontado como a norma testa a capacidade de resistência do aparelho, para assim testar se os mosquetões muito gastos ainda possuem resistência satisfatória, e se um mosquetão ainda resiste o suficiente para garantir a segurança mesmo após queda do último andar da torre Tokyo do Centro de Treinamento Operacional (CTO), que possui 42 metros de altura. Para cada caso do teste, foram utilizadas 3 amostras, totalizando 18 amostras.

Foram testados os mosquetões bastante gastos que havia no depósito do Centro de Treinamento Operacional – CTO, sendo que todos passaram no teste de resistência, resistindo a tração acima do que deveria suportar. No caso do teste após a queda da torre, foi realizada uma inspeção visual minuciosa em cada um dos aparelhos, e foram considerados reprovados aqueles que possuíam defeitos em seus gatilhos e travas, e os aparelhos que não possuíam nenhuma avaria foram considerados aprovados na inspeção, sendo que estes também foram aprovados no teste de tração, resistindo a valores superiores aos determinados pelo fabricante.

É importante ressaltar que para maior segurança de uma operação, o mosquetão deve ser utilizado da forma que foi testado pela norma, e sempre antes de utilizá-lo é imprescindível que se faça uma inspeção visual detalhada, a fim de identificar se não há nenhum dano que corrobore com o descarte do equipamento.

Dessa forma, pode-se afirmar que o objetivo principal do presente trabalho foi alcançado, pois foi possível avaliar a segurança dos mosquetões em cada um dos casos testados, através do teste de tração. O mosquetão que for reprovado em inspeção visual deve ser imediatamente descartado. É importante ressaltar que o mito de que um mosquetão de alumínio deve ser condenado caso

caia no chão, pois pode apresentar microfraturas que comprometem sua resistência, não é verídico, visto que todos suportaram cargas superiores as descritas pelo fabricante, sendo que seu descarte deve se dar através de inspeção visual detalhada.

Como produto da presente pesquisa, foi elaborado um Boletim Informativo Técnico Profissional, a fim de apresentar todos os testes realizados e sugerir a forma que uma inspeção visual deve ser realizada, além de recomendações de uso, armazenamento e conservação do mosquetão.

REFERÊNCIAS

Áreas de atuação. Governo do Tocantins. Disponível em: <https://www.to.gov.br/bombeiros/areas-de-atuacao/4fxqpamcn46e>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma brasileira 15837**: Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Conectores. 1º ed. ABNT, 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.086, de 06 de novembro de 2009**. Dispõe sobre os militares do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/l12086.htm>. Acesso em: 29 mai. 2021.

BSI. **CONNECTORS** - EN 12275. Inglaterra: BSI Standards Limited, 2004.

Certificados de qualidade: o que são? GERDAU, 2020. Disponível em: <<https://www2.gerdau.com.br/blog-acos-especiais/o-que-sao-certificados-de-qualidade>>. Acesso em: 25 out. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual de instruções técnico operacional: salvamento**. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/downloads/edocman/legislacoes/manuaisoperacionais/manual%20de%20salvamento.pdf>>. Acesso em 01 jun. 2021

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual de Salvamento em Altura - Equipamentos**. 1. Ed. Brasília. 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Planejamento Estratégico 2017-2024. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/2012-11-12-17-42-33/2012-11-13-16-14-57?task=document.viewdoc&id=11718>>. Acesso em 8 ago. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de Salvamento em Altura**. 1. Ed. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: [SALVAMENTO EM ALTURA - Google Drive](#). Acesso em 29 mai. 2021

EWING, Jim. What is 3-Sigma? Biddeford: Sterling Rope Company, Inc. Disponível em: <<https://sterlingrope.com/logbook/223-what-is-3-sigma#:~:text=The%20three%2Dsigma%20value%20is,average%20of%20the%20entire%20series>> Acesso em 6 jun. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

IMBROSIO, Marcus de Aguiar. **Resgate em ambiente vertical: uma proposta de adaptação do modelo NFPA para procedimentos operacionais do CBMSC**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais). Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

Disponível em:

<https://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/cat_view/47-trabalhos-de-conclusao-de-curso/43-curso-de-formacao-de-oficiais/101-cfo-2016>. Acesso em 18 mar. 2021

Qual é a função de um mosquetão. QUALITY FIX do Brasil, 2021. Disponível em: <<https://qualityfix.com.br/artigo/qual-e-a-funcao-de-um-mosquetao/>>.

Acesso em: 01 nov. 2021.

APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

1. **Aluno:** Cadete BM/2 **Milena** Moreira Paiva da Silva
2. **Nome:** Proposta de Boletim Informativo Técnico Profissional.
3. **Descrição:** O produto é um Boletim Informativo Técnico Profissional que versa sobre os testes realizados com o aparelho mosquetão.
4. **Finalidade:** Tem o objetivo de disseminar conhecimento acerca do aparelho mosquetão, de forma a divulgar os testes realizados, bem como uma proposta de inspeção visual a ser realizada no aparelho antes de seu uso.
5. **A quem se destina:** Toda a corporação do CBMDF, bem como usuários do aparelho mosquetão.
6. **Funcionalidades:** Informar aos bombeiros militares do Distrito Federal a importância da inspeção visual do equipamento e como deve ser feita, além da divulgação dos resultados dos testes.
7. **Especificações técnicas:** PDF, impressão em A4, 18 páginas.
A publicação de BITPs está prevista na portaria n.º 21, de 28 de maio de 2002 (BG 101, de 29 de maio de 2002).
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/2022-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: Outubro/2022

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF

1. OBJETIVO

O presente Boletim de Informação Técnico-Profissional visa **analisar a segurança dos mosquetões em atividades corriqueiras de salvamento em altura, após passarem por situações não previstas nos testes normativos de certificação dos equipamentos**

2. INTRODUÇÃO / FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Mosquetões

Segundo o manual do Curso de Especialização em Salvamento em Altura do CBMDF, “os conectores são elos metálicos, feitos em aço ou duralumínio para proteção individual e união entre dois ou mais equipamentos. São exemplos de conectores: mosquetões e maillons”. (CBMDF, 2017, p. 24)

Os mosquetões são comumente utilizados nas atividades de altura do CBMDF, especialmente em ancoragens e em sistemas de segurança do militar. Eles são um equipamento metálico que possuem um fecho móvel, e podem ou não possuir trava. Dentre os tipos de fecho que são comumente compostos, existem os sem trava, com trava, com trava de rosca, trava automática, entre outros, e sua utilização será de acordo com a necessidade de seu operador. Funcionam também como elemento de ligação entre um ou vários sistemas.

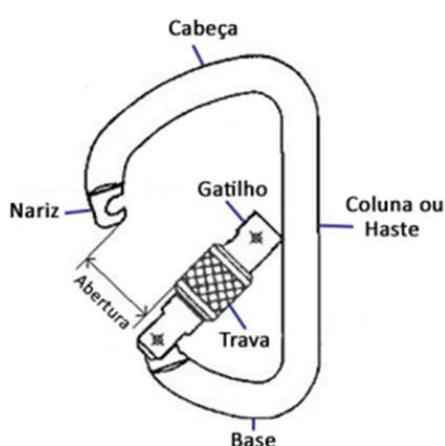
O mosquetão possui em seu corpo, uma coluna onde se encontram informações sobre o mosquetão, como o fabricante, cargas de ruptura estática, norma certificadora, e são fabricados de modo a atender as especificações contidas na EN 12275, UIAA 121 ou NFPA 1983 (CBMDF, 2017, p. 24).

Os mosquetões são fabricados a partir de materiais resistentes e duradouros como duralumínio e aço. O mosquetão de Duralumínio é feito de liga de Alumínio 7065, também conhecida como “Zicral”, acrescida de 6% de zinco, 88% de alumínio, 2% de cobre e 4% de magnésio (CBMDF, 2017, p. 25). Segundo o manual de salvamento em altura do CBMRJ (CBMRJ, 2019, p. 90), o mosquetão é “submetido a tratamento térmico para atingir resistências próximas a 686,5 Mpa” Segundo o manual de equipamentos do CBMDF, esse tipo de mosquetão tem a vantagem de ser leve e possuir cerca de 30 a 50% do peso de um mosquetão de aço, possuir boa dispersão de calor, não enferrujar e possuir boa resistência à tração, porém são difíceis de encontrar fissuras e são suscetíveis a fadiga com o uso contínuo. São mais indicados

para uso individual (CBMDF, 2017, p. 25).

Os mosquetões fabricados em aço são amplamente utilizados nas atividades de salvamento por terem grandes resistências a tração e ao atrito, além de possuírem grande resistência ao desgaste por contato com outros materiais. Uma característica desse tipo de mosquetão é que ele se deforma antes de romper, dando um alerta ao profissional de resgate. Em relação aos mosquetões fabricados em alumínio, ele possui a desvantagem de ser mais pesado, demora para dissipar o calor e sofre efeito da oxidação. São amplamente utilizados em operações de salvamento como materiais de uso coletivo. As principais informações e características são gravadas em seu dorso.

Figura 1 - Partes do mosquetão



Fonte: CBMDF, 2017, p. 24

O manual de equipamentos do CBMDF traz um quadro resumo com os valores mínimos que a norma traz para os ensaios de resistência de cada teste.

Figura 2 - Quadro resumo de resistências

	Longitudinal	Transversal	Longitudinal Gatilho aberto
Tipo X	18 kN	7 kN	5 kN
Tipo B	20 kN	7 kN	7 kN
Tipo H	20 kN	7 kN	6 kN
Tipo K	25 kN	7 kN	8 kN

Fonte: CBMDF, 2017, p. 27

2.1.1. Mosquetões utilizados no CBMDF

Os mosquetões utilizados nos testes do presente trabalho são os equipamentos atualmente utilizados na corporação. Trata-se de aparelhos das marcas Climbing Technology - CT e Side Up, os quais possuem as seguintes especificações:

Tabela 1 – Mosquetões utilizados nos testes

Classificação	Marca			
Oval em aço	CT	30 kN	15 kN	10 kN
Oval em alumínio	CT	24 kN	10 kN	7 kN
HMS em aço	Side Up	41 kN	10 kN	15 kN
HMS em alumínio	CT	30 kN	10 kN	11 kN

Fonte: A autora (2022).

3. METODOLOGIA

Tendo em vista que o único método de testar a resistência do mosquetão é o método destrutivo, e que os equipamentos são utilizados nas instruções dos mais diversos cursos, sejam eles de formação, especialização e de carreira, a disponibilidade de material inviabiliza o teste com muitas amostras, e por isso foi definido que para cada teste e tipo de mosquetão, serão utilizadas 3 amostras.

Para melhor abordagem, a amostra estudada foi dividida em 3 grupos. No primeiro, foram testados os mosquetões bastante utilizados e no segundo foram analisados os mosquetões após sofrerem grande queda de altura, que no caso supracitado foi da Torre do Principal do Centro de Treinamento Operacional. Para o grupo 1, serão analisados os mosquetões ovais de aço. Para o grupo 2, serão analisados aparelhos fabricados em diferentes materiais, sendo em aço e alumínio e no formato oval e HMS, totalizando 15 mosquetões.

Os testes que o presente trabalho abordará, serão descritos na tabela a seguir:

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF**Tabela 2 – Quantidade de amostras e tipos de teste**

Grupo de teste	Classificação	Nº de amostras
1	Oval de aço	3
2	Oval de aço	3
2	Oval de alumínio	3
2	HMS de Alumínio	3
2	HMS de aço	3
TOTAL		15

Fonte: A autora (2022).

Desenvolveu-se a metodologia de tracionar com o equipamento alargador da marca HOLMATRO até o rompimento de cada amostra, medindo a sua resistência através de um dinamômetro - modelo Crown DAC5000 da Oswaldo Filizola. Cada mosquetão foi ancorado em um ponto fixo, preso ao dinamômetro e ao alargador, através de fitas de carga e da própria corrente do equipamento da HOLMATRO.

Todo o sistema foi fixado com backups para garantir a segurança no local. Também foram fixados protetores nas laterais, para evitar que pequenos fragmentos pudessem causar algum ferimento devido a alta força aplicada para rompimento dos aparelhos. Para a segurança da autora e de seu orientador, que estavam realizando os testes, foi utilizado capacete F2 com a viseira abaixada e uniforme 3° A com a gandola desdobrada.

Como limitador de tração, tem-se a capacidade do dinamômetro, que mede forças de até 5 toneladas. Para preservar o equipamento e a segurança, foi acrescida uma margem de 10%, e os testes serão interrompidos caso a tração de 4,5 toneladas seja atingida.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Mosquetões de aço desgastados

Foram escolhidos do depósito do Centro de Treinamento Operacional as três amostras mais desgastadas dos equipamentos, sendo que elas já haviam sido condenadas através de inspeção visual, por apresentarem desgaste excessivo ou corrosão em seus corpos. Os testes foram realizados tracionando os mosquetões sob seu eixo maior, que oferece a maior resistência. Todos os mosquetões possuem a mesma resistência, de 30kN ou 3059,15 Kgf, e possuem datas de fabricação diferentes.

Figura 15 - Tres amostras utilizadas nos testes



Fonte: A autora (2022).

A primeira amostra é um mosquetão fabricado em 09/2010, o qual rompimento deu-se com 4036 Kgf.

Figura 16 - Amostra 1 - teste com mosquetões desgastados



Fonte: A autora (2022).

Figura 17 - Amostra 1: teste com mosquetões desgastados após rompimento



Fonte: A autora (2022).

A segunda amostra, é um mosquetão fabricado em 04/2006, o qual rompimento deu-se com 4116 Kgf.

Figura 18 - Amostra 2: teste com mosquetões desgastados



Fonte: A autora (2022).

Figura 19 - Amostra 2: teste com mosquetões desgastados após rompimento



Fonte: A autora (2022).

A terceira amostra, é um mosquetão fabricado em 01/2011, o qual rompimento deu-se com 3888 Kgf.

Figura 20 - Amostra 3: teste com mosquetões desgastados



Fonte: A autora (2022).

Figura 21 - Amostra 3: teste com mosquetões desgastados após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 3 – Resultados do teste com mosquetões em aço desgastados

Amostra 1	4036 Kgf
Amostra 2	4116 Kgf
Amostra 3	3888 Kgf
Média	4013,33 kgf
Desvio Padrão	115,67
3-Sigma	3666,32 kgf – 4360,34 kgf

Fonte: A autora (2022).

Os mosquetões escolhidos para este teste têm pelo menos 10 anos de contínuo uso no Centro de Treinamento Operacional, sendo utilizados em diversas instruções ministradas neste Centro. Embora a resistência em seu eixo longitudinal seja de 30 kN, todos romperam com uma tensão bem maior, mesmo aqueles que apresentavam desgaste excessivo. Percebe-se que a resistência mais baixa após a aplicação do método 3-sigma ainda é superior a resistência dos

mosquetões em seu eixo longitudinal, ou seja, o desgaste do equipamento devido ao constante uso não diminuiu a sua capacidade de resistência, por isso é imprescindível uma avaliação visual minuciosa do aparelho, para que não haja descarte de materiais ainda em condições de uso.

4.2 Mosquetões após sofrerem queda do 12º andar da torre principal

Existe um mito na corporação em que ouve-se dizer que a queda de um mosquetão de alumínio, mesmo que de uma altura baixa, pode ocasionar microfissuras em sua estrutura, e que isso pode comprometer a segurança do equipamento, e por isso decidiu-se lançar da estrutura mais alta do CBMDF os mosquetões. A torre principal do CTO, chamada de torre Tókyo, possui 12 andares e cerca de 42 m de altura. No uso de uma atividade de treinamento, um mosquetão pode vir a cair da torre, e nada se sabe sobre seu comportamento. Foram lançados do 12º andar da referida torre, 3 amostras novas, nunca utilizadas em quaisquer atividades para cada tipo de mosquetão, que passaram por inspeção visual após a queda, e algumas foram condenadas através desse método. Posteriormente os mosquetões foram rompidos a fim de testar sua resistência após a queda.

4.2.1 Mosquetão oval em aço

Todos os mosquetões são novos e foram coletados do depósito do CETOP, e possuem as mesmas especificações. Os equipamentos são da marca Climbing Technology (CT), e têm como carga suportada em seu eixo maior de 30kN, ou seja, suportam 3059,15 Kgf e foram fabricados em 04/2016.

Figura 22 - Amostras do mosquetão oval em aço antes da queda



Fonte: A autora (2022).

Após inspeção visual, o mosquetão 1 foi reprovado, pois seu gatilho engatava, porém não

travava completamente, com a rosca não fechando totalmente. O mosquetão 2 foi reprovado devido a mola do gatilho ter danificado, ficando com o gatilho solto ao ser engatado. Já o mosquetão 3 foi considerado aprovado em sua inspeção visual, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 23 - Amostras do mosquetão oval em aço após a queda



Fonte: A autora (2022).

A figura a seguir mostra os mosquetões ovais em aço após serem rompidos:

Figura 24 - Amostras do mosquetão oval em aço após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 4 – Resultados do teste com mosquetões ovais em aço após queda da torre

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF

Amostra 1	2298 Kgf
Amostra 2	2724 Kgf
Amostra 3	3200 Kgf
Média	2740.66 kgf
Desvio Padrão	451,23
3-Sigma	1386,97 kgf – 4093,69kgf

Fonte: A autora (2022).

As amostras 1 e 2 foram reprovadas na inspeção visual, e apresentaram resistências menores que 30 kN após a queda. Já a amostra 3, que foi aprovada em inspeção visual, também obteve resultado satisfatório no teste de resistência. Analisando o 3-Sigma para o caso em questão, 99,73% dos mosquetões romperiam no intervalo de 1386,97 kgf a 4093,69 kgf. Considerando que o mosquetão para ser aprovado pelas normas certificadoras deve resistir a no mínimo 20 kN, e o mosquetão analisado deveria romper apenas com 30 kN, é indicado o descarte do mosquetão oval de aço após uma queda de certa altura, especialmente se o aparelho apresentar defeitos e for reprovado em avaliação visual prévia.

4.2.2 Mosquetão oval em alumínio

Todos os mosquetões são novos e foram coletados do depósito do CTO, e possuem as mesmas especificações. Os equipamentos são da marca CT, e têm como carga suportada em seu eixo maior 24kN, ou seja, suportam 2447,32 Kgf e foram fabricados em 08/2016.

Figura 25 - Amostras do mosquetão oval em alumínio antes da queda

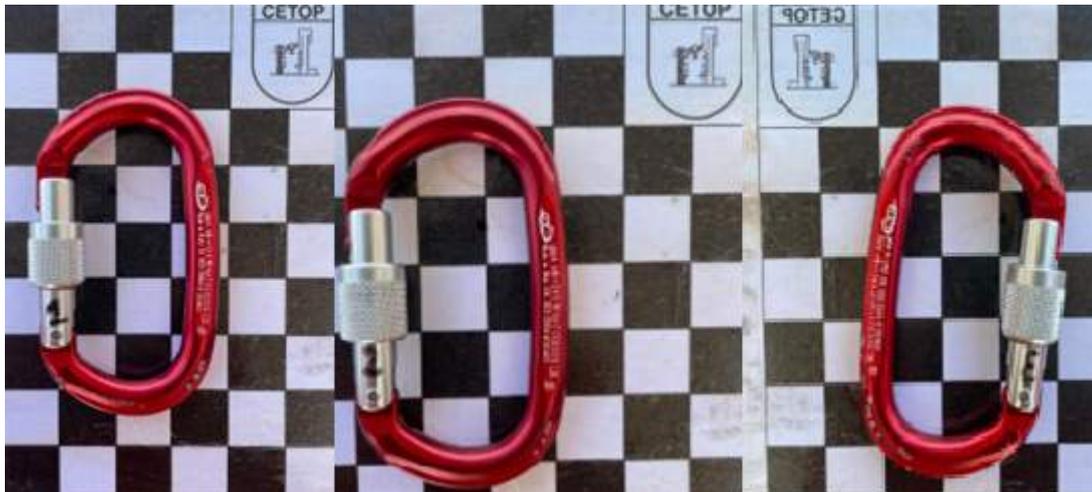


Fonte: A autora (2022).

Após inspeção visual, o mosquetão 1 foi considerado aprovado, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. O mosquetão 2 também foi considerado aprovado em

sua inspeção visual, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. O mosquetão 3 foi reprovado devido gatilho ter danificado, ficando levemente empenado, porém travava normalmente. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

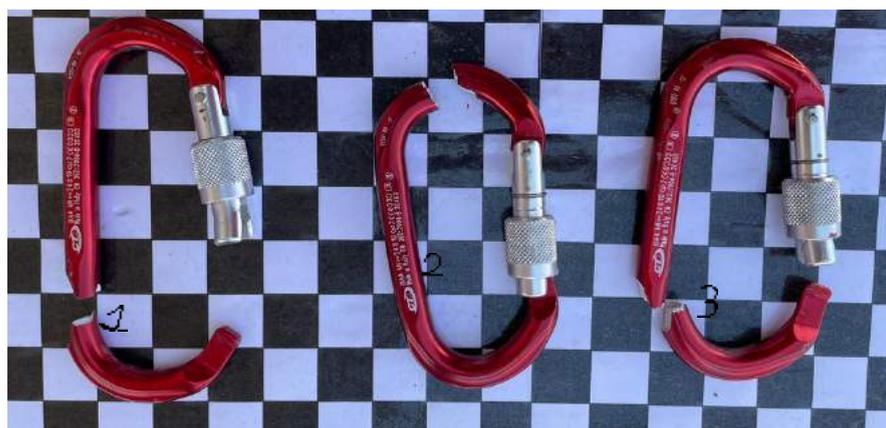
Figura 26 - Amostras do mosquetão oval em alumínio após a queda



Fonte: A autora (2022).

O alumínio, diferentemente do aço que se deforma até se romper, quebra em vários estilhaços, sem deformação prévia. A figura a seguir mostra os mosquetões ovais em alumínio após serem rompidos

Figura 27 - Amostras do mosquetão oval em alumínio após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 5 – Resultados do teste com mosquetões ovais em alumínio após queda da torre

Amostra 1	3048 Kgf
------------------	----------

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF

Amostra 2	2816 Kgf
Amostra 3	3216 Kgf
Média	3026.66 kgf
Desvio Padrão	200,85
3-Sigma	2424,11 kgf – 3628,86 kgf

Fonte: A autora (2022).

As amostras 1 e 2 foram aprovadas na inspeção visual, pois não apresentaram defeitos detectados em inspeção visual. A amostra 3 apresentou um pequeno defeito no engate do equipamento, porém, não interferiu no travamento. Verificou-se que as 3 amostras resistiram a tensão maior que a de fabricação do aparelho. Analisando o 3-Sigma para o caso em questão, 99,73% dos mosquetões romperiam no intervalo de 2424,11 kgf a 3628,86 kgf. Considerando que o mosquetão para ser aprovado pelas normas certificadoras deve resistir a no mínimo 20 kN, e o mosquetão analisado deveria romper apenas com 24 kN, infere-se que o mosquetão oval em alumínio apresenta boa resistência mesmo após a queda, e a inspeção visual foi efetiva.

4.2.3 Mosquetão HMS em alumínio

Todos os mosquetões são novos e foram coletados do depósito do CTO, e possuem as mesmas especificações. Os equipamentos são da marca CT tem como carga suportada em seu eixo maior de 30kN, ou seja, 3059,15 Kgf e foram fabricados em 03/2008.

Figura 28 - Amostras do mosquetão HMS em alumínio antes da queda



Fonte: A autora (2022).

O mosquetão 1 foi reprovado devido a mola do gatilho ter danificado, porém o equipamento ainda engatava e travava normalmente. O mosquetão 2 foi reprovado devido

gatilho ter danificado e empenado, porém o equipamento ainda engatava e travava normalmente. Após inspeção visual, o mosquetão 3 foi considerado aprovado, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 29 - Amostras do mosquetão HMS em alumínio após queda



Fonte: A autora (2022).

A figura a seguir mostra os mosquetões HMS fabricados em alumínio após serem rompidos:

Figura 30 - Amostras do mosquetão HMS em alumínio após rompimento



Fonte: A autora (2022).

Tabela 6 – Resultados do teste com mosquetões HMS em alumínio após queda da torre

Amostra 1	3698 Kgf
-----------	----------

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF

Amostra 2	3280 Kgf
Amostra 3	3514 Kgf
Média	3497,33 kgf
Desvio Padrão	209,49
3-Sigma	2862,86 kgf – 4125,8 kgf

Fonte: A autora (2022).

As amostras 1 e 2 foram reprovadas na inspeção visual, mas apresentaram resistências maiores que 30 kN após a queda. Já a amostra 3, que foi aprovada em inspeção visual, também obteve resultado satisfatório no teste de resistência. Analisando o 3-Sigma para o caso em questão, 99,73% dos mosquetões romperiam no intervalo de 2862.86 kgf a 4125.8 kgf. Considerando que o mosquetão para ser aprovado pelas normas certificadoras deve resistir a no mínimo 20 kN, e o mosquetão analisado deveria romper apenas com 30 kN, é indicado o descarte do mosquetão HMS de alumínio após uma queda de certa altura, pois, embora eles tenham apresentado individualmente resistências acima de 30 kN, a menor resistência que ele pode apresentar no 3-sigma é inferior a resistência do próprio mosquetão.

4.2.4 Mosquetão HMS em aço

Todos os mosquetões foram coletados do depósito do CTO, e possuem as mesmas especificações. O mosquetão da marca Side Up tem como carga suportada em seu eixo maior de 41kN, ou seja, 4180.84 Kgf.

Figura 31 - Amostras queda HMS em aço antes da queda



Fonte: A autora (2022).

Após inspeção visual, o mosquetão 1 foi condenado, pois seu gatilho foi danificado e não foi possível engatar nem travar o mosquetão. Após inspeção visual, o mosquetão 2 foi

considerado aprovado, pois não apresentou nenhum defeito em seu corpo ou trava. A amostra 3 foi condenada em sua inspeção visual, pois seu gatilho engatava, porém não travava completamente. A imagem a seguir apresenta as amostras 1, 2 e 3 respectivamente:

Figura 32 - Amostra 3 do mosquetão HMS em aço após queda



Fonte: A autora (2022).

O mosquetão 1, devido ao defeito que apresentou em sua trava, ao ser tracionado teve a resistência testada como se fosse um teste com gatilho aberto. O dinamômetro utilizado nos testes mede forças de até 5 toneladas. Caso ele sofra tração acima desse valor, o equipamento pode ser danificado. Foi acrescida uma margem de segurança de 10% desse valor com o intuito de preservar o equipamento e a segurança da cena, tracionando-o até 4,5 toneladas, o que ainda assim satisfaria a norma, que traz a resistência do mosquetão de 41 kN. Ao chegar em 45kN os testes foram interrompidos e as amostras 2 e 3 não romperam. A figura a seguir mostra os mosquetões após teste de tração com o equipamento HOLMATRO:

Figura 33 - Amostras do mosquetão HMS em aço após testes



Fonte: A autora (2022).

Tabela 7 – Testes com mosquetões HMS em aço após queda da torre

Amostra	Força (Kgf)
1	2349
2	-
3	-

Fonte: A autora (2022).

Os mosquetões HMS de aço 1 e 3 foram reprovados na inspeção visual, porém, apenas o primeiro rompeu com uma força menor que 45kN, e isso foi devido a trava não ter sido fechada pois foi danificada.

Ao tracioná-los até seu rompimento, constatou-se que quando ele apresentou algum pequeno defeito apenas em seu corpo, não houve perda de resistência do aparelho, porém, quando o defeito ocorreu na trava ou no gatilho, além de reprovado na avaliação visual do aparelho, sofreu perda considerável de resistência. Com isso, entende-se que um mosquetão deve ser rigorosamente inspecionado, e caso apresente danos visuais não deve ser indicado para uso na atividade de salvamento em altura, sendo a inspeção visual o critério suficiente para garantir que o mosquetão não perdeu a resistência em uma queda.

4.3 Cuidados gerais com o aparelho mosquetão:

Para melhor e maior conservação do equipamento, é importante tomar alguns cuidados com seu acondicionamento e manuseio.

- É importante ter cuidado com o equipamento e não o deixar em qualquer lugar;
- De preferência acondicioná-lo em bolsas ou embalagens próprias;
- Armazená-lo em local ventilado, longe da exposição solar direta;

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF

- Não guardar em local úmido, onde possa haver mofo;
- Não o jogar no chão;
- Não o deixar em contato com substâncias químicas nem superfícies ásperas;
- Não é permitido fazer alterações ou reparos no equipamento;
- Caso o equipamento entre em contato com água, deixa-lo secar longe ao ar livre;
- Evitar proximidade com fontes de calor, como radiadores, fogo e luz solar;
- Caso seja necessário limpar o equipamento, lavar com água e sabão neutro e enxaguar com água em abundância;
- Não usar produtos de limpeza agressivos;
- Não usar desengraxantes do tipo WD 40, pois esses produtos removem os lubrificantes e seu efeito abrasivo acelera o desgaste do aparelho;
- Não use mangueiras de água com alta pressão, pois podem remover a lubrificação e danificar a trava do equipamentos;
- Caso seja necessário lubrificar a trava do equipamento, utilizar apenas óleos fluidos de máquina, e limpar o excesso de óleo com um pano para evitar que atinja cordas e outros materiais;

4.4 Quando e como fazer uma inspeção detalhada no equipamento:

Qualquer equipamento que apresente algum tipo de deformidade ou sofra algum evento inesperado como por exemplo: queda, uso em temperaturas extremas ou modificação do equipamento sem a aprovação do fabricante, deve ser submetido a uma inspeção detalhada. No caso do mosquetão, deve-se observar:

- As condições do corpo do aparelho: marcas, rachaduras, deformidades, corrosão;
- Verificar se há desgaste causado pela passagem de cordas. Desgastes superiores a 1mm são sérios, pois podem formar bordas afiadas;
- Verificar as condições do nariz do equipamento: marcas, desgaste, rachaduras e deformação;
- Verificar as condições do gatilho do equipamento: marcas, desgaste, rachaduras e deformação;
- Verificar se o gatilho abre completamente;
- Verificar se o gatilho fecha completamente, a mola de retorno funciona normalmente e o engate alinha corretamente com o nariz do aparelho

ASSUNTO: MOSQUETÕES EM USO NO CBMDF

- Verificar as condições da trava do equipamento: marcas, desgaste, rachaduras e deformação;
- Verifique se a trava do equipamento fecha completamente sem apresentar resistência;

5. CONCLUSÃO

Deste BITP, pode-se depreender algumas conclusões:

- Para garantir a segurança de uma operação, o mosquetão deve ser utilizado da forma que foi testado na norma;
- Caso o mosquetão seja reprovado em sua inspeção visual, o mesmo deve ser inutilizado para a prática de salvamento em altura;
- Devido a diferença de resistência, o mosquetão deve ser sempre utilizado com o gatilho travado, salvo em casos específicos;
- Após sofrerem uma queda, a inspeção visual detalhada do mosquetão deve ser feita a fim de descartar possíveis danos, especialmente em seu gatilho;
- Ao retirar o mosquetão do depósito, deve-se inspecioná-lo antes de seu uso, a fim de constatar alguma avaria no aparelho;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual de Salvamento em Altura - Equipamentos**. 1. Ed. Brasília. 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de Salvamento em Altura**. 1. Ed. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: [SALVAMENTO EM ALTURA - Google Drive](#). Acesso em 29 mai. 2021