

ARTIGO ORIGINAL

**TENSÕES EM DESVIOS DE ANCORAGEM:
A PERCEPÇÃO DOS MILITARES DAS ALAS OPERACIONAIS DO CBMMG/RMBH**



Diogo Stefenoni dos Passos

<https://lattes.cnpq.br/8870135610494462> – <https://orcid.org/0009-0005-8608-4886>

diogostefenoni@gmail.com

Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo

Roger Tauschek Berger Oliveira

<https://lattes.cnpq.br/7869271990119896> – <https://orcid.org/0009-0005-0671-1019>

roger.oliveira@bombeiros.mg.gov.br

Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

RESUMO

O estudo visa identificar, por meio de um questionário, o conhecimento dos militares do Corpo de Bombeiros Militares de Minas Gerais (CBMMG) empenhados nas alas operacionais da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), sobre a relação entre a força aplicada e o ângulo em desvios de ancoragem. A justificativa para este estudo está no fato de que, em ocorrências de salvamento em altura, essa relação pode gerar sobrecargas nas ancoragens, podendo trazer consideráveis riscos aos militares. A pesquisa é classificada como empírica, tendo uma abordagem quantitativa e objetivo exploratório. Para o embasamento do questionário, foram realizados cálculos de equilíbrio estático a fim de determinar a relação entre a força e ângulo. Ainda, procedeu-se um ensaio prático para avaliar como esses resultados se comportam em situações reais. Foi aplicado o questionário com o objetivo de medir o conhecimento dos militares do CBMMG na RMBH sobre o tema, obtendo-se a resposta de 143 militares. Os resultados indicam um conhecimento variado sobre desvios de ancoragem, com 60,14% de acertos, evidenciando que os bombeiros militares possuem uma compreensão geral sobre segurança e carga em diferentes ângulos. No entanto, também revelam algumas lacunas de entendimento, com 39,86% de respostas incorretas. Assim, conclui-se que uma parte significativa dos militares do CBMMG da RMBH possuem um nível de conhecimento ou familiaridade com as tensões em desvios de ancoragem, enquanto outra parte necessita de mais esclarecimentos ou treinamento para melhorar sua compreensão sobre o tema.

Palavras-chave: desvios de ancoragem; corpo de bombeiros; força e ângulo.



ARTIGO ORIGINAL

**TENSIONS IN ANCHORAGE DEVIATIONS:
THE PERCEPTION OF FIREFIGHTERS FROM THE OPERATION SECTOR**

ABSTRACT

The study seeks to identify, through a questionnaire, the actual knowledge from the Minas Gerais Fire Department (CBMMG), those working in operational shifts at Belo Horizonte metropolitan area (RMBH), about the correlation between applied force and anchoring points' angle turns. The justification for this study lies in the fact that, in high-altitude rescue operations, this correlation can generate overloads on anchor points, posing considerable risks to firefighters. The research is classified as empirical, employing a quantitative approach with an exploratory objective. To subsidize the survey, calculations related to static balance were made to assess the correlation between force and angle. After that, a practical test was made to assess these results behavior in real situations. Following that, a survey was applied to measure knowledge over the topic, obtaining 143 answers from firefighters. The results show multiple levels of knowledge about anchoring points' angle rotations, with 60,14% correct answers, highlighting that the military firefighters possess an overall comprehension about loads and safety at different angles. However, they also revealed some understanding lapses, with 39,86% wrong answers. Therefore, the conclusion is that a significant portion of the firefighters that work at RMBH have some familiarity or knowledge about tensions on anchoring points' angle turns, while others need more training or clarifications to improve their understanding of the theme.

Keywords: angle turns; fire department; force and angle.

Recebido em: 30/04/2024.
Aprovado em: 21/03/2025.
Publicado em: 04/04/2025.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Constituição Federal de 1988, em seu art. 144, §5º, os Corpos de Bombeiros Militares têm a responsabilidade de desempenhar atividades relacionadas à defesa civil, ou seja, incumbe a eles a missão de atuar nas ações de proteção e assistência à população em situações de desastres e emergências (Brasil, 2023).

Seguidamente, a Constituição Estadual de Minas Gerais atribui a obrigação de defesa civil ao CBMMG. No seu artigo 142, inciso II, define que é responsabilidade da instituição a coordenação e ações da defesa civil, dentre elas, a prevenção, combate e perícia a incêndio; busca e salvamento; estipulação de normas destinadas a garantir a segurança das pessoas e de seus bens contra incêndios e outros tipos de catástrofes (Minas Gerais, 2023a).

Desse modo, a missão fundamental do CBMMG é servir à sociedade mineira por meio de uma ampla gama de atividades, contribuindo, assim, para o desenvolvimento do estado. Além disso, tem a visão de atingir a excelência nos serviços prestados à sociedade (Minas Gerais, 2023b).

Para isso, foram definidos os objetivos estratégicos na 5ª edição do Plano de Comando do CBMMG, que refletem uma ênfase em buscar excelência no atendimento por meio do eixo de suporte um, fortalecimento das atividades. O propósito é solidificar a instituição como uma referência, através de várias medidas, incluindo o desenvolvimento de doutrinas e conhecimentos, bem como o estabelecimento de padrões de atuação de acordo com normas e práticas reconhecidas tanto nacional quanto internacionalmente (Minas Gerais, 2023b).

O CBMMG é reconhecido pelo desempenho em várias atividades, sendo que uma dessas áreas é o trabalho em altura, caracterizado como a atividade na qual o indivíduo não está em contato direto com o solo, encontrando-se suspenso no ar mediante o uso de cabos ou cordas. Como exemplos, incluem trabalhos realizados em árvores, encostas, poços e fachadas externas de edificações (Minas Gerais, 2005).

A atividade de salvamento em altura envolve a remoção de pessoas, animais ou bens de situações anormais com o objetivo de preservar a integridade física e mental. Isso a torna uma atividade altamente especializada, que requer amplo

conhecimento profissional por parte dos socorristas, devido à variedade de situações e materiais envolvidos (Goiás, 2017).

Em Minas Gerais, de acordo com os dados apresentados no anuário estatístico do CBMMG, a corporação registrou 1.850 atendimentos de salvamento em altura no ano de 2022, representando cerca de 3,28% das ocorrências de Busca e Salvamento. Essas ocorrências são estritamente limitadas à natureza de Salvamento em Altura (S03) do Registro de Eventos de Defesa Social (Minas Gerais, 2022).

O atendimento a uma ocorrência em altura apresenta várias peculiaridades devido ao fato de ocorrer em um ambiente isolado, frequentemente com a vítima suspensa em locais de difícil acesso. Isso torna a ocorrência bem distinta de outros trabalhos, nos quais os membros da guarnição geralmente estão próximos e trabalhando juntos. Portanto, o bombeiro responsável pela intervenção deve estar confiante em suas habilidades, ter um domínio completo das técnicas e do uso de equipamentos, agindo com rapidez, precisão e segurança (São Paulo, 2006).

O *Manual de Salvamento em Altura* do Corpo de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro, dita que “as técnicas de Salvamento em Altura constituem-se de um correto dimensionamento do número, das formas e do perfeito manuseio dos equipamentos a serem empregados para ser alcançando o êxito total nesse tipo de operação” (Rio de Janeiro, 2019).

O ponto inicial do trabalho em altura é a ancoragem, assim, o profissional deve ser capaz de escolher o melhor ponto e técnica a ser utilizada na atividade (Aguiar, 2016). Ela pode ser definida como um sistema para fixar uma corda ou um indivíduo em um ponto específico, podendo ser realizada de várias maneiras, em diferentes locais, tanto naturais, como árvores e rochas, quanto artificiais, como pilares, pinos e chapeletas (Santa Catarina, 2017).

No cotidiano das atuações dos bombeiros, as improvisações podem ser necessárias. Estas são conhecidas como meios de fortuna, que podem ser descritos como a improvisação na substituição de materiais específicos por materiais disponíveis, frequentemente empregados na ancoragem de cordas. Essa prática improvisada é comum no cotidiano das atividades de salvamento. No entanto, é fundamental destacar que o conhecimento técnico dos profissionais é sempre necessário (Santa Catarina, 2017).

Em cenários nos quais não há pontos de ancoragem confiáveis, é preciso recorrer à criatividade aliada à técnica. Pode-se improvisar ao perfurar paredes e ao utilizar materiais como machados e alavancas para criar um ponto de ancoragem. Além disso, é possível empregar a própria equipe como ancoragem humana (Minas Gerais, 2005).

Na ancoragem, é essencial levar em consideração três critérios: a localização do objeto de interesse, para que a corda fique diretamente nele; o local mais apropriado para a equipe de resgate; o risco de causar danos à corda. No entanto, em situações cotidianas, às vezes não é possível encontrar um ponto que satisfaça todos esses requisitos, tornando necessário desviar a corda para atender às exigências (Aguiar, 2016).

O Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros dos Açores complementa que o desvio é realizado com o propósito de reposicionar as cordas, a fim de contornar um obstáculo ou perigo. Nesse posicionamento, deve-se levar em consideração os ângulos formados, pois podem causar sobrecargas indesejadas (Açores, 2022). Com isso, Beneyto (2009) acrescenta que há dois fundamentos no desvio: o primeiro é impedir o atrito e o segundo, direcionar a corda para o local de interesse.

A montagem de um sistema de desvio é constituída com a utilização de fita ou cordelete ancorados na lateral da ancoragem principal, sendo unido por um mosquetão. A corda de rapel é passada pelo mosquetão, não a fixando, permitindo uma passagem desimpedida, com o peso da carga sendo transmitido diretamente ao ponto de ancoragem (Menin; Viana, 2008).

Beneyto (2009) descreve três tipos de sistemas de desvio. O primeiro é o sistema fixo, que é composto por cordas ou fitas e mosquetões, não sendo possível o ajuste dinâmico do comprimento. Em seguida, há o sistema ajustável, que tem a mesma finalidade do fixo, mas é composto de um nó dinâmico, assim sendo possível ajustar o comprimento do desvio. Por fim, o sistema humano é um desvio utilizando o próprio indivíduo para evitar o atrito, tendo a mesma finalidade que os anteriores.

Considerando os riscos que os bombeiros militares podem enfrentar devido à potencial sobrecarga nos pontos de desvios em atividades de salvamento em altura, esta pesquisa busca responder a seguinte questão: os bombeiros militares do

CBMMG da RMBH possuem conhecimento acerca da relação entre o ângulo formado em desvios de ancoragem e a carga gerada no ponto de desvio?

A hipótese levantada é que os militares do CBMMG da RMBH, mais precisamente os das alas operacionais, não possuem amplo conhecimento sobre a potencial sobrecarga em desvios de ancoragem de acordo com o ângulo trabalhado.

A presente pesquisa se justifica devido à frequente exposição dos militares em ocorrências em altura, situações que podem exigir a realização de desvios na ancoragem, sendo que a falta de conhecimento sobre como lidar com sobrecargas durante essas ocorrências trazem riscos consideráveis.

Como objetivo geral, pretende-se avaliar o conhecimento dos militares das alas operacionais da RMBH sobre a carga que ocorre devido à angulação da ancoragem. Como objetivos específicos, intenta-se comprovar, através de cálculos, a relação entre a sobrecarga no desvio e o ângulo da ancoragem; experimentar de forma prática o comportamento dos ângulos em situações reais; aplicar um questionário nas alas operacionais das unidades do CBMMG, da RMBH, sobre essa carga no desvio; e produzir base teórica para embasar doutrinas da corporação.

2 MÉTODO

2.1 Técnica de pesquisa realizada

O artigo científico é classificado como empírico, visto que sua definição encontra-se na Instrução Técnica 44 do CBMMG, a qual o descreve como o resultado de uma pesquisa original fundamentada em observações, experimentos ou coleta de dados (Minas Gerais, 2021).

A pesquisa seguiu uma abordagem quantitativa, pois “utiliza a coleta de dados para testar hipóteses, baseando-se na medição numérica e na análise estatística para estabelecer padrões e comprovar teorias” (Sampieri; Collado; Lucio, 2013, p.30).

O objetivo da metodologia foi exploratório, ao aplicar um questionário nas alas operacionais das unidades do CBMMG, localizadas na RMBH, sobre o conhecimento dos militares em desvios em ancoragem e suas possíveis sobrecargas, visto que possivelmente não há amplo entendimento prévio sobre a compreensão do assunto. Esse tipo de pesquisa tem o objetivo de “proporcionar

maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (Gil, 2002, p. 41).

2.2 Coleta de dados e instrumentos utilizados

Inicialmente, para dar uma base à pesquisa, foi necessário estabelecer parâmetros que fundamentassem o questionário. Assim, foram realizados cálculos de equilíbrio estático para determinar a relação entre o ângulo formado na corda de ancoragem e a carga causada no ponto de desvio. Os cálculos foram demonstrados utilizando o software *PTC Mathcad 9.0 Prime*.

Após os resultados dos cálculos, procedeu-se a um ensaio prático para avaliar como esses resultados se comportam em situações reais. Esse ensaio foi conduzido na torre de treinamento em altura do 2º Batalhão de Bombeiros Militares - Contagem. Os dados dos ensaios foram coletados por meio da utilização de dois dinamômetros modelo *Enforcer Load Cell Rock Exótica*, que foram calibrados na data de 13 de novembro de 2023, conforme Anexo A. Os dinamômetros possuem uma acurácia de +/- 2%.

Posteriormente, buscou-se a avaliação do nível de conhecimento dos militares das alas operacionais do CBMMG, lotados na RMBH, sobre essa relação. Para alcançar esse objetivo, foi aplicado um questionário contendo perguntas sobre a técnica de desvio, os riscos envolvidos e as situações práticas do cotidiano em que essa técnica poderia ser utilizada. O questionário foi disponibilizado de forma online com a utilização do *Google Forms*. Os resultados foram analisados com a utilização do *Google Sheets*.

2.3 População e amostra

O questionário foi disponibilizado no período de novembro/2023 a fevereiro/2024, e endereçado aos militares do serviço operacional das unidades do CBMMG da RMBH, a saber: 1º, 2º e 3º Batalhão de Bombeiros Militares (BBM), além do Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres (BEMAD).

Foram obtidas respostas das seguintes unidades: 1ºBBM - Sede, 1ºBBM/1Cia/5Pel - Centro, 1ºBBM/1Cia/6Pel - Saudade, 1ºBBM/1Cia/7Pel - Santa Lúcia, 2ºBBM - Sede, 2ºBBM/1Cia/7Pel - Barreiro, 3ºBBM - Sede, 3ºBBM/2Cia/2Pel - Sabará, 3ºBBM/2Cia/2Pel/PA - Nova União, 3ºBBM/2Cia/3Pel - Vespasiano e BEMAD.

Para o cálculo da população e amostra, foram considerados os efetivos das unidades que responderam ao questionário. Desta forma, utilizando os dados disponíveis no Índice de Atendimento a Pronta Resposta - IAPR (Minas Gerais, 2024), atualizado em 31 de dezembro de 2023, tem-se que a soma da média diária de efetivo das unidades do 1º Comando Operacional de Bombeiros é de 73,09 militares, conforme Tabela A.1 do Apêndice A.

Ademais, para obter a soma média diária de efetivo do BEMAD, foram empregados os dados disponibilizados pela própria unidade, conforme Anexo B, tendo-se uma média diária de 19 militares.

Portanto, levando em consideração que há cerca de 92,09 militares entrando de serviço diariamente e que cada unidade possui quatro alas operacionais revezando em turnos de 24 horas, há um total de 368,36 militares nas alas das unidades supracitadas.

Empregando a equação para determinação do tamanho mínimo da amostra, conforme descrita por Barbetta (2012), para uma população de 368,36 militares, na qual 143 responderam ao questionário, foi possível alcançar uma confiabilidade do estudo de 95%, em que o erro amostral da pesquisa não ultrapassa 6,54%.

2.4 Aspectos éticos

A submissão do projeto de pesquisa ao sistema Comitê de Ética e Pesquisa não foi necessária, uma vez que a pesquisa está em conformidade com a Resolução 674/2022, art. 26º, inciso VII: “Pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o indivíduo” (Brasil, 2022).

Com isso, o presente estudo tem o foco em investigar o conhecimento dos militares sobre a técnica de desvio de ancoragem que pode acontecer durante o atendimento a ocorrências de salvamento em altura. É importante ressaltar que no questionário são abordadas apenas questões técnicas, não sendo possível a identificação do militar.

Os voluntários da pesquisa tiveram acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), contendo todas as informações necessárias para o esclarecimento sobre a pesquisa, além de assegurar o anonimato dos participantes e a possibilidade de desistência a qualquer tempo.

3 RESULTADOS

Para alcançar os parâmetros que embasam o questionário, foi indispensável efetuar cálculos a fim de avaliar a carga presente no desvio, conforme o ângulo formado entre a ancoragem e o desvio. Para isso, inicialmente, foi realizada uma pesquisa visando respaldar os cálculos.

3.1 Fundamentos para a realização dos cálculos

Neste tópico, foram abordados os princípios e conceitos fundamentais obtidos a partir das literaturas que serviram como base para a realização dos cálculos.

Diferente de equalização de força em que o sistema montado distribui as forças de forma igual nas ancoragens (Minas Gerais, 2005), os desvios de ancoragem, conforme descrito por Menin e Viana (2008), tem a única finalidade de desviar a rota, enquanto a carga é transmitida ao ponto de ancoragem. Esse sistema é composto basicamente por uma corda de rapel com um mosquetão, que está fixado por fitas ou cordeletes na lateral, transpassado nela.

Para os cálculos das cargas geradas nesse ponto de desvio, foram realizados cálculos de equilíbrio estático, que de acordo com Hibbeler (2011), para determinar a força resultante (F_r) em um sistema com forças coplanares, é possível decompor as forças em suas componentes x e y . Após essa decomposição, é aplicado o teorema de Pitágoras para calcular a intensidade da força resultante (F_r).

Conforme o autor supracitado, o ângulo formado a essa força pode ser obtido por meio da trigonometria, especificamente calculando o arco tangente entre as componentes x e y . Ainda define que, para o equilíbrio de um sistema de forças coplanares, as somatórias das forças nas componentes x e y devem resultar em uma força igual a zero.

Na montagem do sistema do desvio são usados mosquetões ou polias, sendo importante diferenciar o sistema móvel do fixo. De acordo com o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, as roldanas móveis atuam como multiplicadores de força no sistema, ou seja, reduzem a força aplicada necessária em função da quantidade de polias; enquanto as roldanas fixas têm a função de apenas redirecionar o sentido da força (São Paulo, 2006). No caso de aplicação em desvios de ancoragem, são utilizadas polias fixas, assim não havendo redução da força na ancoragem.

Sobre a angulação na ancoragem, Açores (2022) relata que na montagem de sistemas de ancoragem, deve-se atentar aos ângulos formados na corda, pois há chance da ocorrência de sobrecargas indesejadas no conjunto.

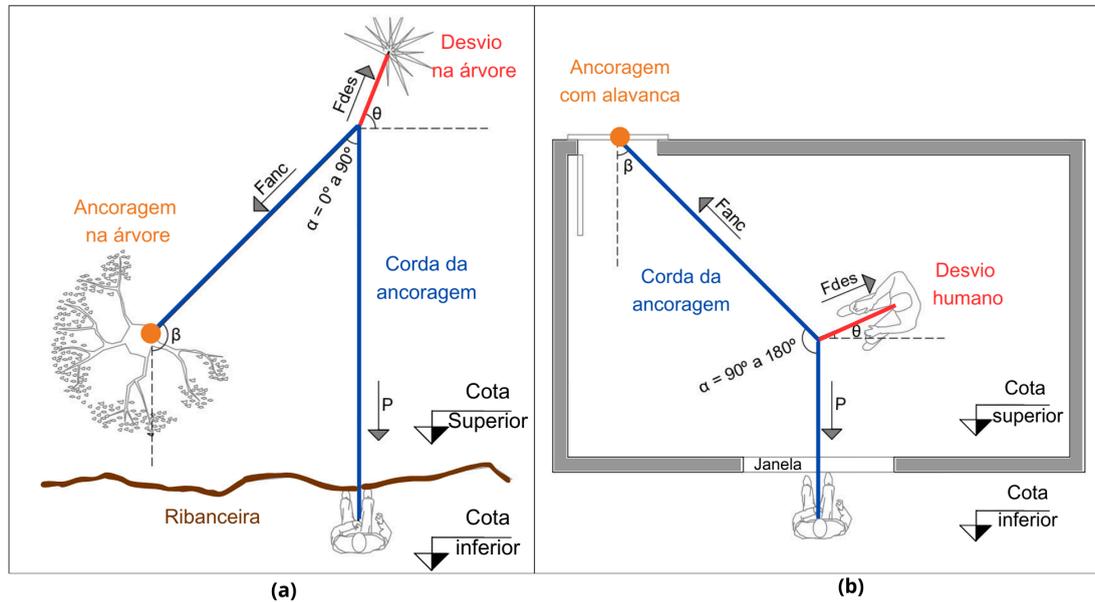
3.2 Cálculos e parâmetros para o questionário

Com essa base teórica, foram realizados os cálculos das forças em cenários pré-definidos. Inicialmente, foi necessário determinar quais parâmetros de carga estavam envolvidos. Para isso, as forças nos desvios foram analisadas com base no ângulo formado na corda de ancoragem (α), e então foram efetuados cálculos para obter o resultado desejado. Para o estudo, foram definidos ângulos variando de 0° a 180° , sendo adotados intervalos de 15° .

Para ilustrar em situações reais a aplicação dos ângulos estudados, foram escolhidos dois cenários. O primeiro cenário, demonstrado na Figura 1 (a) envolve a prática de rapel em um ambiente natural, utilizando como desvio uma árvore, com ângulos variando de 0° a 90° . O segundo, demonstrado na Figura 1 (b), um rapel em

edificação com meio fortuna, sendo utilizada ancoragem humana para realizar o desvio, com ângulos variando de 90° a 180° .

Figura 1 – (a) Desvio em ambiente natural (b) Desvio em edificação



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

No cálculos, conforme Apêndice B, foi considerado um peso médio (P) de 75 kgf, tendo-se obtido a força resultante no desvio (F_{des}), o ângulo (θ) e a porcentagem da carga. Os resultados dos cálculos são descritos na Tabela 1. Os dados da tabela foram ilustrados no Apêndice C para melhor compreensão.

Tabela 1 – Resultados dos cálculos

α	β	Fdes (kgf)	θ	% da carga no desvio	Figura do Apêndice C
180°	0°	0,00	-	0,00%	C.1
165°	15°	19,58	7,50°	26,11%	C.2
150°	30°	38,82	15,00°	51,76%	C.3
135°	45°	57,40	22,50°	76,54%	C.4
120°	60°	75,00	30,00°	100,00%	C.5
105°	75°	91,31	37,50°	121,75%	C.6
90°	90°	106,07	45,00°	141,42%	C.7
75°	105°	119,00	52,50°	158,67%	C.8
60°	120°	129,90	60,00°	173,21%	C.9
45°	135°	138,58	67,50°	184,78%	C.10
30°	150°	144,89	75,00°	193,19%	C.11
15°	165°	148,72	82,50°	198,29%	C.12
0°	180°	150,00	90,00°	200,00%	C.13

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os dados indicam que a carga no desvio aumenta à medida em que o ângulo (α) na corda de ancoragem é menor. Observa-se que entre 120° e 180°, a carga no ponto de desvio é menor do que a carga suspensa. Ao atingir os 120°, a carga no desvio iguala-se à carga na ancoragem e, a partir desse ponto, há uma sobrecarga no ponto de desvio. Com isso, sugere-se que até o ângulo de 120° o ponto de desvio pode ter uma resistência menor que a ancoragem.

É importante salientar que com a necessidade de utilização de ângulos menores, deve-se atentar que o ponto de desvio vai ser solicitado com um aumento progressivo de carga, maior que o próprio ponto de ancoragem. Ao atingir um ângulo de 0°, o ponto de desvio sofre uma sobrecarga com o dobro da força inicial da carga.

Beneyto (2009) confirma que, quando o ângulo (β) é acima de 60°, há uma sobrecarga no desvio. Quando atinge um ângulo superior a 120°, torna-se uma situação crítica. É importante citar que a força da carga na ancoragem não é alterada, diferente da carga no desvio que altera de acordo com o ângulo. Os dados da Tabela 1, que foram calculados, são corroborados com os valores presentes na Tabela 2, proveniente da literatura de Beneyto (2009).

Tabela 2 – Relação de cargas na ancoragem do desvio em função do ângulo

α	180°	170°	150°	135°	120°	110°	90°	60°	50°	20°	0°
β	0°	10°	30°	45°	60°	70°	90°	120°	130°	160°	180°
% da carga no desvio	0%	17%	52%	77%	100%	122%	141%	172%	185%	190%	200%

Fonte: elaboração própria baseado na figura de Beneyto (2009, p. 95).

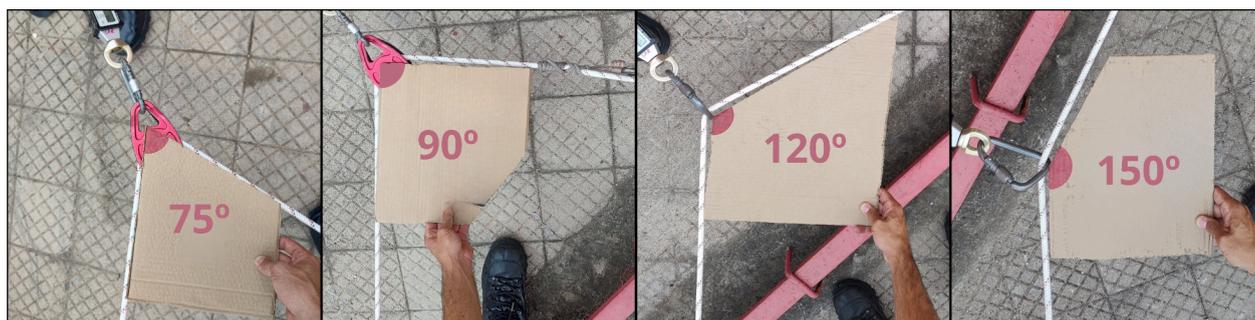
Esses resultados não inviabilizam a utilização de desvios, porém é importante que o militar leve em consideração o ângulo da corda de ancoragem e o ponto de desvio, verificando a sua resistência.

3.3 Ensaio prático

O propósito do experimento foi investigar e demonstrar, na prática, como ocorre a relação de forças em desvios de ancoragem. O teste foi realizado na torre de altura do 2º Batalhão de Bombeiros Militares, localizado no município de Contagem - MG.

Para a demonstração, foram selecionados quatro ângulos (Figura 2): um ângulo que resulta em uma carga no desvio menor que a suspensão, a 150°; um ângulo que causa a mesma carga no desvio, a 120°; e dois ângulos que geram uma sobrecarga, sendo estes 75° e 90°.

Figura 2 - Demonstração dos ângulos utilizados no ensaio



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A figura 3 (a) e (b) demonstram como foi a configuração de montagem da rota de rapel com desvio, sendo composta de uma ancoragem feita na caixa do elevador, e, para realizar os desvios, foi feita uma ancoragem humana envolvendo dois militares. Dois dinamômetros foram posicionados para medir as forças envolvidas:

um na corda da ancoragem, entre o desvio e a ancoragem, e outro entre a ancoragem humana do desvio e a corda de ancoragem.

Figura 3 - (a) Composição da configuração da rota de rapel (b) Posição do socorrista (c) Carga na corda de ancoragem



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Antes de iniciar os testes, os militares foram pesados, sendo que na ancoragem humana os militares pesavam 96 kgf e 82 kgf, e o socorrista com peso de 74 kgf, conforme Figura D.1 do Apêndice D. Utilizando um guincho de alavanca titor, foi realizado o teste de arraste para determinar a força necessária para arrastar a ancoragem humana, obtendo um peso de 134 kgf no teste, conforme Figura D.2 do Apêndice D.

É importante destacar que, devido a configuração do ensaio, a corda de ancoragem ficou em contato com a mureta, gerando atrito na corda. Assim, foi realizado um teste sem o desvio para verificar o peso real sustentado na corda de ancoragem, chegando ao valor de 46 kgf, conforme Figura 3 (c).

O ensaio prosseguiu com a utilização dos quatro ângulos previamente descritos, utilizando polias e mosquetões no desvio, resultando nos dados da Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados obtidos no ensaio

Equipamento	Ângulo	Carga Desvio (kgf)	Carga Ancoragem (kgf)	% da carga no desvio cálculo	% da carga no desvio ensaio	Diferença entre cálculo / ensaio
Polia	150°	26	46	51,76%	56,52%	4,76%
	120°	44	46	100,00%	95,65%	4,35%
	90°	66	46	141,42%	143,48%	2,06%
	75°	76	46	158,67%	165,22%	6,55%
Mosquetão	150°	24	42	51,76%	52,17%	0,41%
	120°	46	34	100,00%	100,00%	0,00%
	90°	58	32	141,42%	126,09%	15,33%
	75°	66	28	158,67%	143,48%	15,19%

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Observa-se que os valores da porcentagem de carga no desvio foram bastante semelhantes com os valores calculados, especialmente quando se utilizou a polia, que gera menos atrito no sistema. Pode-se perceber a diminuição da carga presente na ancoragem ao se utilizar o mosquetão, isso é explicado graças ao maior atrito gerado no seu uso. Algumas distorções podem ocorrer por causa das inúmeras variáveis presentes no experimento, as quais são ignoradas nos cálculos devido às condições ideais estabelecidas.

3.4 Respostas do questionário

Com base nos dados obtidos por meio das respostas do questionário (Apêndice E), buscou-se verificar o conhecimento das alas operacionais do CBMMG na RMBH sobre a percepção da relação entre o ângulo formado e as cargas envolvidas em desvios em ancoragem, além dos riscos associados às operações de salvamento em altura.

No total foram recebidas 151 respostas, mas tendo em vista que o foco do trabalho é especificamente a percepção das alas operacionais, foi indagado se o militar realizou ao menos um serviço operacional nos últimos três meses, dos quais 8 responderam que não. Com isso, essas respostas foram desconsideradas da análise, deixando um total de 143 questionários para serem avaliados.

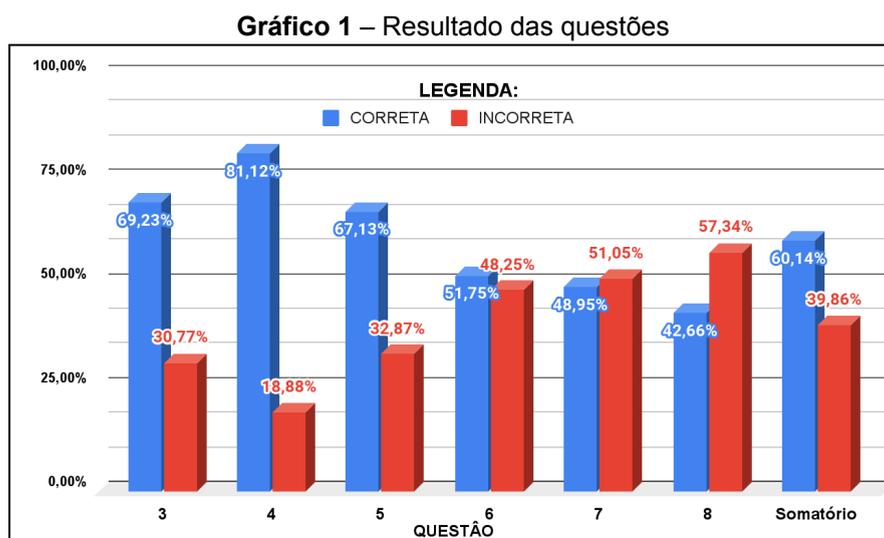
As respostas foram distribuídas entre as unidades do 1° BBM (38,46%), 2° BBM (8,39%), 3° BBM (23,78%) e BEMAD (29,37%). É importante ressaltar que as

respostas não se limitaram apenas à sede, abrangendo também as unidades destacadas da região metropolitana.

Na primeira questão, foi perguntado se os militares tinham conhecimento sobre o que é um desvio de ancoragem: 82,52% afirmaram ter conhecimento, enquanto 17,48% declararam não estarem familiarizados. Isso é relevante, pois indica um nível de conhecimento prévio, o que pode influenciar as respostas nas questões posteriores.

Na seguinte, foi questionado se alguma vez o militar utilizou desvios de ancoragem em operações de altura, sendo que mais da metade dos participantes (53,15%) afirmaram terem utilizado, os outros 46,85% declararam não. Assim, sugerindo que uma parte significativa da amostra possui experiência com a técnica.

A partir deste ponto, foram abordadas questões relacionadas à técnica, com respostas tanto corretas quanto incorretas, demonstrada no Gráfico 1.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A terceira questão apresenta um cenário de salvamento envolvendo a prática de rapel em um ambiente natural, utilizando como desvio uma árvore com os ângulos de 75°, 120° e 150°. É questionado qual o ângulo que confere a maior segurança, 69,23% responderam corretamente que o ângulo de 150° é o mais seguro, enquanto 17,48% optaram pelo ângulo de 75° e 13,29% escolheram o ângulo de 120°.

Utilizando a mesma situação da questão anterior, foi indagado agora sobre o ângulo que conferia a menor segurança, sendo que 81,12% afirmaram corretamente

que o ângulo de 75° era o menos seguro, enquanto 17,48% escolheram o ângulo de 150° e apenas 1,40% escolheram o ângulo de 120°.

Os três próximos questionamentos, cinco a sete, utilizaram um cenário de rapel em edificação. Foi indagado qual intervalo de ângulo ocasiona uma menor carga no desvio, sendo que dos participantes, 67,13% responderam corretamente o intervalo de ângulo de 180° a 120°, enquanto 8,39% escolheram o intervalo de 150° a 90°, 4,90% optaram pelo intervalo de 120° a 60°, 4,20% selecionaram o intervalo de 90° a 30° e 15,38% indicaram o intervalo de 60° a 0°.

Ao serem perguntados sobre qual ângulo resulta em uma carga no desvio igual à carga na ancoragem, 51,75% responderam corretamente 120°, 9,79% escolheram 180°, nenhum mencionou 150°, 18,88% optaram por 90°, 6,99% indicaram 60°, 4,20% selecionaram 30° e 8,39% afirmaram 0°.

Quando questionado sobre qual intervalo de ângulo resulta em uma maior carga no desvio, 48,95% responderam corretamente o intervalo de 0° a 60°, 27,97% para o intervalo de 30° a 90°, 2,88% para o intervalo de 60° a 120°, 6,99% para o intervalo de 90° a 150° e 13,29% para o intervalo de 120° a 180°.

Por último, foi perguntado se ocorre equalização de cargas com o uso de desvios de ancoragem, 57,34% responderam incorretamente que sim, enquanto 42,66% responderam corretamente que não há equalização.

4 DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa indicam um nível variado de compreensão sobre desvios de ancoragem, entretanto, com o nível de acertos no questionário (60,14%) é possível afirmar que a maioria dos militares demonstrou conhecimento sobre situações de segurança e carga associadas a diferentes ângulos. No entanto, também revelam algumas lacunas de entendimento, tendo em vista a considerável porcentagem de respostas incorretas, 39,86%.

Foi notado que a maior parte dos participantes (82,52%) afirmaram que possuem conhecimento do que é um desvio de ancoragem. Isso é relevante, uma vez que indica que os militares possuem algum nível de familiaridade com a técnica.

Sobre as questões envolvendo a segurança do cenário demonstrado, perguntas 3 e 4, três quartos dos militares responderam corretamente (75,17%)

quais são os cenários mais seguros e inseguros. Em contraponto, um quarto respondeu incorretamente (24,83%), isso sugere que não se deve ignorar o fato de que uma quantidade significativa optou pelo cenário mais inseguro, o que poderia propiciar acidentes em uma situação real.

Nas questões que relacionam os ângulos e a quantidade de carga no desvio, que resultam em menor, maior ou igual carga içada, perguntas 5 a 7, embora tenha ocorrido maior parte de acertos (55,94%) do que erros (44,06%), nota-se que a diferença entre respostas corretas e incorretas foi mínima, o que é preocupante, pois os militares podem enfrentar dificuldades para identificar as situações em que pode ocorrer uma sobrecarga no ponto de desvio, resultando em potenciais inseguranças durante as operações.

Um ponto importante a se considerar é que as imagens podem ter influenciado os participantes a responderem com base em suas percepções visuais, mesmo que não tenham compreendido completamente a teoria por trás dos desvios de ancoragem.

A questão em que houve maior quantidade de erros do que acertos foi aquela que questionava se, em desvios de ancoragem, ocorre equalização de forças, com 57,34% das respostas incorretas. Os desvios de ancoragem podem criar uma falsa impressão de que há equalização de forças, que não existe, pois não ocorre a divisão de cargas. Nas técnicas de equalização de forças, como as do tipo V, W ou M, dois ou três pontos de ancoragem dividem a carga, ao contrário do que acontece nos desvios, em que há apenas um ponto de ancoragem e a corda que sustenta a carga içada apenas passa livremente pela polia ou mosquetão do ponto de desvio.

A não equalização foi comprovada por meio de cálculos (Tabela 1), além dos dados obtidos no ensaio prático (Tabela 3). Neste, observou-se que a carga de ancoragem permaneceu praticamente constante com o uso de polias, enquanto com o uso de mosquetões houve o aumento do atrito, assim havendo uma pequena redução na carga da ancoragem.

Ademais, os militares, durante os cursos de formação, ou mesmo durante aulas de física, aprendem que nas equalizações, dependendo do ângulo na corda, as forças são distribuídas de maneira diferente. Conforme Aguiar (2016), nas equalizações de forças, normalmente a carga é dividida igualmente, entretanto, de acordo com o ângulo na corda, quanto maior ele é, maior é a carga nos pontos de

ancoragem. Com isso, os militares podem deduzir de forma errônea que os ângulos em desvios de ancoragem funcionam de forma semelhante.

Outro ponto que pode induzir a dúvidas refere-se à confecção do polipasto em Z. Nas instruções de altura do CBMMG é abordada a regra dos 15°. Essa regra dita que o ângulo entre o plano horizontal e o cabo tracionado não pode ser menor que 15°, pois isso resultaria em sobrecarga nos pontos de ancoragem. Isso pode levar a um equívoco, pois no caso do polipasto em Z, quanto maior o ângulo na corda, menor será o ângulo entre o plano horizontal e o cabo, assim trazendo maior sobrecarga nas ancoragens. Por outro lado, nos desvios de ancoragem, quanto maior o ângulo, menor a sobrecarga.

Por fim, ao analisar o número de questões respondidas corretamente e erroneamente, levando em consideração as questões três a oito, foi possível constatar 516 respostas corretas (60,14%) e 342 respostas incorretas (39,86%). Com isso, é possível afirmar que há uma certa dificuldade no entendimento dos militares quanto ao comportamento das tensões em desvios de ancoragem.

É importante salientar que mesmo que ocorra uma sobrecarga nos ponto de desvios em ângulos entre 0° e 120°, a técnica não é inviabilizada. Contudo, o militar deve estar ciente dos riscos envolvidos e de que o ponto de desvio estará submetido a um esforço maior que o próprio ponto de ancoragem. Com isso, será necessário que o militar utilize um ponto de desvio robusto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a pesquisa e o levantamento de dados apresentados, é possível afirmar que os militares do CBMMG empenhados nas alas operacionais da RMBH possuem certo conhecimento, mesmo que possa ser tácito, dos comportamentos das tensões envolvidas em desvios em ancoragem de acordo com o ângulo trabalhado. Entretanto, é possível afirmar que uma parcela significativa dos militares não têm tal conhecimento.

Essa compreensão é importante, pois em situações reais, a utilização de desvios de ancoragem pode ser fundamental para alcançar os objetivos desejados, seja para retirar uma corda de uma situação de risco ou para alcançar uma vítima. Os militares precisam estar atentos às tensões que podem surgir durante a sua

aplicação. Se o militar usar um ponto com pouca resistência e utilizar ângulos fechados, isso pode resultar em sobrecarga no desvio, podendo levar a uma ruptura.

Da mesma forma, é importante distinguir a técnica dos desvios de ancoragem de outras, como a equalização de forças ou o polipasto em Z. Embora possam compartilhar conceitos semelhantes, cada técnica possui suas particularidades e aplicações específicas, sendo necessário reconhecer essas diferenças.

Considerando os resultados obtidos, pode-se afirmar que o objetivo geral do estudo foi respondido, demonstrando a percepção dos militares frente a relação dos ângulos no desvio. A hipótese inicial da pesquisa era de que os militares não possuíam amplo conhecimento sobre o tema, entretanto, restou demonstrado que eles possuem certo conhecimento, embora com algumas lacunas de entendimento. Com isso, a hipótese pode ser confirmada.

Os objetivos específicos auxiliaram no alcance do objetivo geral, por meio da elaboração dos cálculos relativos à angulação nos desvios, além da corroboração dos dados obtidos por meio do ensaio prático. Os dados adquiridos podem servir como base para a produção de doutrinas da corporação.

É importante destacar que existiram limitações quanto à disponibilidade de bibliografia sobre o tema, havendo pouca literatura específica a respeito. Além disso, houve dificuldade para a obtenção de respostas ao questionário online, necessitando a visita às diversas alas para fomentar a participação.

O estudo, no entanto, não esgota a discussão acerca do tema, principalmente por ser pouco estudado pela corporação, o que abre oportunidades para analisar a ementa da disciplina de salvamento em altura dos cursos de formação e explorar mais a fundo a técnica em futuras pesquisas da instituição.

REFERÊNCIAS

AÇORES. **Manual de Salvamento em Grande Ângulo**. 4. ed. Açores: Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros dos Açores, 2022.

AGUIAR, Eduardo José Slomp. **Resgate Vertical**: aprender, praticar, salvar. 2. ed. Curitiba: Associação da Vila Militar - Departamento de Cultura, 2016. 297 p.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 8. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. 318 p.

BENEYTO, Delfín Delgado. **Rescate Urbano en Altura**. 4. ed. Madrid: Ediciones Desnivel, 2009.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 30 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 674**. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 6 mai. 2022. Assunto: tipificação da pesquisa e a tramitação dos protocolos de pesquisa no Sistema CEP/Conep.

GIL. A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOIÁS. Corpo de Bombeiros Militar de Goiás. **Manual Operacional de Bombeiros: Salvamento em Altura**. Goiânia: Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017. 334 p.

HIBBELER. R.C. **Estática: Mecânica para Engenharia**. Tradução Daniel Vieira. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

MATO GROSSO. Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso. **Manual de Salvamento em Altura**. 1. ed. Cuiabá: Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso, 2021.

MENIN, D.; VIANA, D. A. **Técnicas Verticais para Espeleologia: Manual de Referência**. São Paulo: Redespeleo, 2008. 192 p.

MINAS GERAIS. [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado de Minas Gerais**. 32. ed. atual. Minas Gerais: Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2023a. 497 p.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Anuário Estatístico 2022**. 15.ed. Belo Horizonte: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2022.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Índice de Atendimento à Pronta Resposta - IAPR**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiM2Y4N2I2OWQtOWM2Zi00NzlwLWVhMGEtMjM1Yjk4MjNhZjg0liwidCI6IjM3ODAwZTIhLThkM2UtNDdiNS05NjJiLWRjNDBhNmRiMTBiYSJ9>. Acesso em: 18 fev. 2024.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica de Ensino 44**. Belo Horizonte: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2021.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Manual de Salvamento em Altura e Redução de Forças do CBMMG**. 1.ed. Belo Horizonte: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2005.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de Comando 2015/2026**. 5.ed. Belo Horizonte: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2023b. 88 p.

RIO DE JANEIRO. Corpo de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro. **Manual de Salvamento em Altura**. 1. ed. Cuiabá: Corpo de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro, 2019.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Curso de Capacitação de Salvamento em Altura**. 1. ed. Florianópolis: Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, 2017. 271 p.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros: Manual de Salvamento em Altura**. 1. ed. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006.

APÊNDICE A – Média Diária de Efetivo (MDE) das unidades

Tabela A.1 - Média Diária de Efetivo das unidades

Município	Unidade	MDE
Belo Horizonte	1BBM - Sede	12,72
Belo Horizonte	1BBM/1Cia/5Pel - Centro	5,74
Belo Horizonte	1BBM/1Cia/6Pel - Saudade	4,81
Belo Horizonte	1BBM/1Cia/7Pel - Santa Lúcia	4,69
Contagem	2BBM - Sede	11,59
Belo Horizonte	2BBM/1Cia/7Pel - Barreiro	5,53
Belo Horizonte	3BBM - Sede	15,13
Sabará	3BBM/2Cia/2Pel - Sabará	4,14
Nova União	3BBM/2Cia/2Pel/PA - Nova União	4,50
Vespasiano	3BBM/2Cia/3Pel - Vespasiano	4,24
Soma MDE		73,09

Fonte: Elaboração própria baseada nos dados disponíveis no Índice de Atendimento a Pronta Resposta - IAPR, atualizado em 31/10/2023 (2024).

APÊNDICE B – Cálculos de carga no desvio

Ângulo de 180°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \cos(\alpha - 90) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \sin(\alpha - 90) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 0.00^2 + 0.00^2 \\ -75 \cdot \cos(180 - 90) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \sin(180 - 90) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 0.00 \text{ kgf} \\ Fdesx = 0.00 \text{ kgf} & & Fdesy = 0.00 \text{ kgf} & & \end{aligned}$$

$$Carga.Desvio = \frac{0.00 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 0.00\%$$

Ângulo de 165°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \cos(\alpha - 90) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \sin(\alpha - 90) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 19.41^2 + 2.56^2 \\ -75 \cdot \cos(165 - 90) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \sin(165 - 90) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 19.58 \text{ kgf} \\ Fdesx = 19.41 \text{ kgf} & & Fdesy = 2.56 \text{ kgf} & & \end{aligned}$$

$$arctg(\theta) = arctg\left(\frac{Fdesy}{Fdesx}\right) = arctg\left(\frac{2.56}{19.41}\right) = 7.50^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{19.58 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 26.10\%$$

Ângulo de 150°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \cos(\alpha - 90) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \sin(\alpha - 90) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 37.50^2 + 10.05^2 \\ -75 \cdot \cos(150 - 90) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \sin(150 - 90) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 38.82 \text{ kgf} \\ Fdesx = 37.50 \text{ kgf} & & Fdesy = 10.05 \text{ kgf} & & \end{aligned}$$

$$arctg(\theta) = arctg\left(\frac{Fdesy}{Fdesx}\right) = arctg\left(\frac{10.05}{37.50}\right) = 15.00^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{38.82 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 51.76\%$$

Ângulo de 135°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \cos(\alpha - 90) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \sin(\alpha - 90) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 53.03^2 + 21.97^2 \\ -75 \cdot \cos(135 - 90) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \sin(135 - 90) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 57.40 \text{ kgf} \\ Fdesx = 53.03 \text{ kgf} & & Fdesy = 21.97 \text{ kgf} & & \end{aligned}$$

$$arctg(\theta) = arctg\left(\frac{Fdesy}{Fdesx}\right) = arctg\left(\frac{21.97}{53.03}\right) = 22.50^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{57.40 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 76.54\%$$

Ângulo de 120°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \cos(\alpha - 90) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \sin(\alpha - 90) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 64.95^2 + 37.50^2 \\ -75 \cdot \cos(120 - 90) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \sin(120 - 90) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 75.00 \text{ kgf} \\ Fdesx = 64.95 \text{ kgf} & & Fdesy = 37.50 \text{ kgf} & & \end{aligned}$$

$$arctg(\theta) = arctg\left(\frac{Fdesy}{Fdesx}\right) = arctg\left(\frac{37.50}{64.95}\right) = 30.00^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{75.00 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 100.00\%$$

Ângulo de 105°

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{anc} \cdot \cos(\alpha) + F_{desx} = 0$$

$$-75 \cdot \cos(105 - 90) + F_{desx} = 0$$

$$F_{desx} = 72.44 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{anc} \cdot \sin(\alpha) - P + F_{desy} = 0$$

$$75 \cdot \sin(105 - 90) - 75 + F_{desy} = 0$$

$$F_{desy} = 55.59 \text{ kgf}$$

$$F_{des}^2 = F_{desx}^2 + F_{desy}^2$$

$$F_{des}^2 = 72.44^2 + 55.59^2$$

$$F_{des} = 91.31 \text{ kgf}$$

$$\arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{F_{desy}}{F_{desx}}\right) = \arctg\left(\frac{55.59}{72.44}\right) = 37.50^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{91.31 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 121.75\%$$

Ângulo de 90°

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{anc} \cdot \cos(\alpha) + F_{desx} = 0$$

$$-75 \cdot \cos(0) + F_{desx} = 0$$

$$F_{desx} = 75.00 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{anc} \cdot \sin(\alpha) - P + F_{desy} = 0$$

$$75 \cdot \sin(0) - 75 + F_{desy} = 0$$

$$F_{desy} = 75.00 \text{ kgf}$$

$$F_{des}^2 = F_{desx}^2 + F_{desy}^2$$

$$F_{des}^2 = 75.00^2 + 75.00^2$$

$$F_{des} = 106.07 \text{ kgf}$$

$$\arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{F_{desy}}{F_{desx}}\right) = \arctg\left(\frac{75.00}{75.00}\right) = 45.00^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{106.07 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 141.42\%$$

Ângulo de 75°

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{anc} \cdot \sin(\alpha) + F_{desx} = 0$$

$$-75 \cdot \sin(75) + F_{desx} = 0$$

$$F_{desx} = 72.44 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{anc} \cdot \cos(\alpha) - P + F_{desy} = 0$$

$$75 \cdot \cos(75) - 75 + F_{desy} = 0$$

$$F_{desy} = 94.41 \text{ kgf}$$

$$F_{des}^2 = F_{desx}^2 + F_{desy}^2$$

$$F_{des}^2 = 72.44^2 + 94.41^2$$

$$F_{des} = 119.00 \text{ kgf}$$

$$\arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{F_{desy}}{F_{desx}}\right) = \arctg\left(\frac{94.41}{72.44}\right) = 52.50^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{119.00 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 158.67\%$$

Ângulo de 60°

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{anc} \cdot \sin(\alpha) + F_{desx} = 0$$

$$-75 \cdot \sin(60) + F_{desx} = 0$$

$$F_{desx} = 64.95 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{anc} \cdot \cos(\alpha) - P + F_{desy} = 0$$

$$75 \cdot \cos(60) - 75 + F_{desy} = 0$$

$$F_{desy} = 112.50 \text{ kgf}$$

$$F_{des}^2 = F_{desx}^2 + F_{desy}^2$$

$$F_{des}^2 = 64.95^2 + 112.50^2$$

$$F_{des} = 129.90 \text{ kgf}$$

$$\arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{F_{desy}}{F_{desx}}\right) = \arctg\left(\frac{112.50}{64.95}\right) = 60.00^\circ \quad Carga.Desvio = \frac{129.90 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 173.21\%$$

Ângulo de 45°

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{anc} \cdot \sin(\alpha) + F_{desx} = 0$$

$$-75 \cdot \sin(45) + F_{desx} = 0$$

$$F_{desx} = 53.03 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{anc} \cdot \cos(\alpha) - P + F_{desy} = 0$$

$$75 \cdot \cos(45) - 75 + F_{desy} = 0$$

$$F_{desy} = 128.03 \text{ kgf}$$

$$F_{des}^2 = F_{desx}^2 + F_{desy}^2$$

$$F_{des}^2 = 53.03^2 + 128.03^2$$

$$F_{des} = 138.58 \text{ kgf}$$

$$\arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{F_{desy}}{F_{desx}}\right) = \arctg\left(\frac{128.03}{53.03}\right) = 67.50^\circ \quad \frac{138.58 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 184.78\%$$

Ângulo de 30°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \sin(\alpha) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \cos(\alpha) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 37.50^2 + 139.95^2 \\ -75 \cdot \sin(30) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \cos(30) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 144.89 \text{ kgf} \\ Fdesx = 37.50 \text{ kgf} & & Fdesy = 139.95 \text{ kgf} & & \\ \arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{Fdesy}{Fdesx}\right) = \arctg\left(\frac{139.95}{37.50}\right) = 75.00^\circ & & Carga.Desvio = \frac{144.89 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 193.19\% \end{aligned}$$

Ângulo de 15°

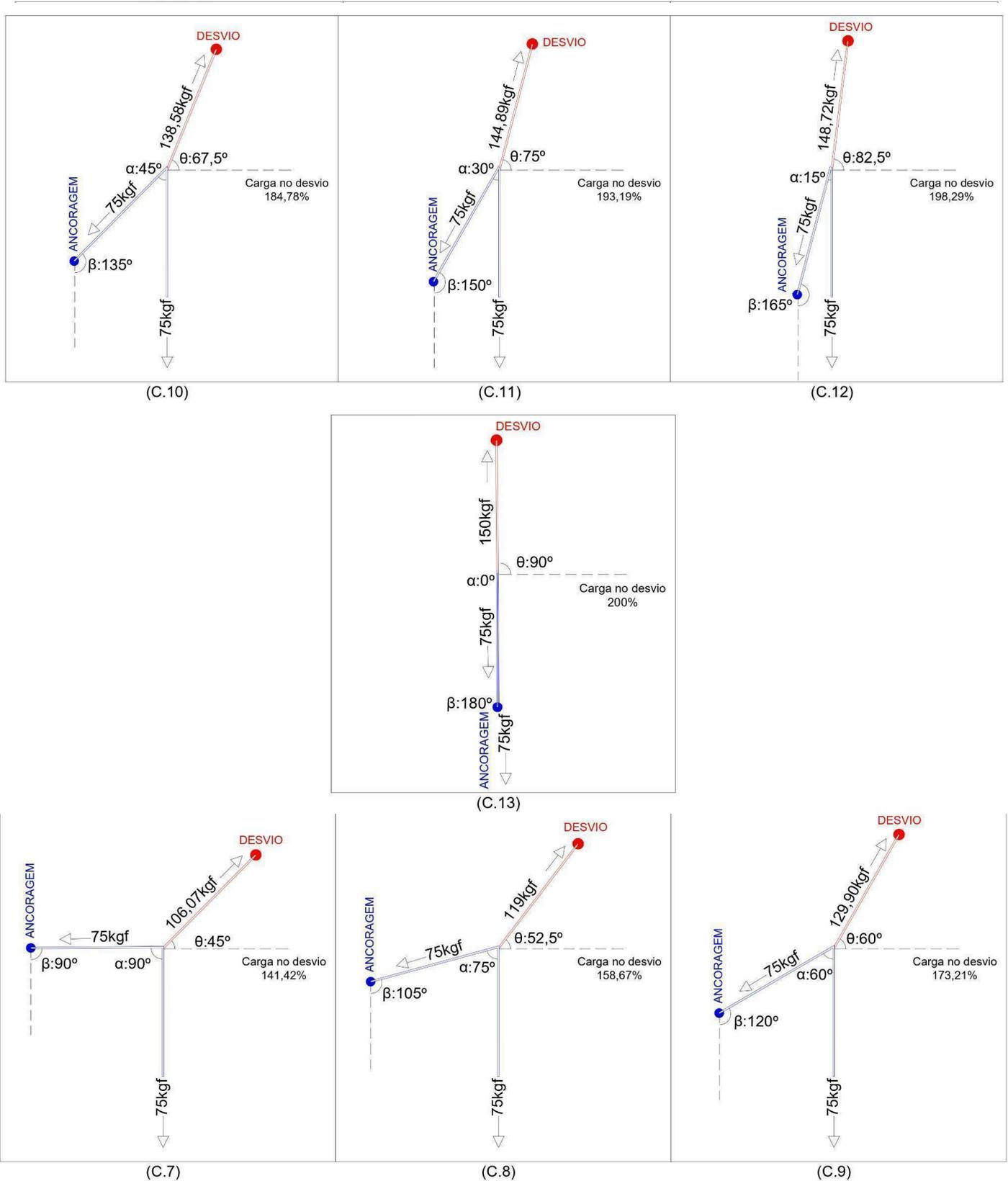
$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \sin(\alpha) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \cos(\alpha) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 19.41^2 + 147.44^2 \\ -75 \cdot \sin(15) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \cos(15) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 148.72 \text{ kgf} \\ Fdesx = 19.41 \text{ kgf} & & Fdesy = 147.44 \text{ kgf} & & \\ \arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{Fdy}{Fdesx}\right) = \arctg\left(\frac{147.44}{19.41}\right) = 82.50^\circ & & Carga.Desvio = \frac{148.72 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 198.29\% \end{aligned}$$

Ângulo de 0°

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & & \Sigma F_y = 0 & & Fdes^2 = Fdesx^2 + Fdesy^2 \\ -Fanc \cdot \sin(\alpha) + Fdesx = 0 & & Fanc \cdot \cos(\alpha) - P + Fdesy = 0 & & Fdes^2 = 0.00^2 + 150.00^2 \\ -75 \cdot \sin(0) + Fdesx = 0 & & 75 \cdot \cos(0) - 75 + Fdesy = 0 & & Fdes = 150.00 \text{ kgf} \\ Fdesx = 0.00 \text{ kgf} & & Fdesy = 150.00 \text{ kgf} & & \\ \arctg(\theta) = \arctg\left(\frac{Fdesy}{Fdesx}\right) = \arctg\left(\frac{150.00}{\sim 0.00}\right) = 90.00^\circ & & Carga.Desvio = \frac{150.00 \text{ kgf}}{75.00 \text{ kgf}} \cdot 100 = 200.00\% \end{aligned}$$

APÊNDICE C – Ilustração dos cálculos de sobrecarga

Figura C - Ilustração dos cálculos



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

APÊNDICE D – Figuras do ensaio

Figura D.1 – Pesagem das ancoragens humanas e socorrista



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Figura D.2 – Teste de arraste



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

APÊNDICE E – Questionário

Questionário

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "Percepção dos militares do CBMMG acerca das sobrecargas ocasionadas em desvios de ancoragem".

Este TCLE foi redigido em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Instituição promotora: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

Instituição onde será realizada a pesquisa: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

Pesquisador responsável: Cadete BM Diogo Stefenoni dos Passos (27) 99998-9808

Orientador: Capitão BM Roger Tauschek Berger Oliveira (31) 98729-0314

Endereço: Avenida Santa Rosa, 10, São Luiz, Belo Horizonte/MG.

Antes de decidir se deseja participar, leia atentamente as informações a seguir. Em caso de dúvida, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis através dos telefones e endereços eletrônicos fornecidos neste termo.

Objetivo: pretende-se identificar o conhecimentos dos militares sobre os efeitos causados devido a angulação em desvios de ancoragem.

Procedimentos: você será convidado(a) a responder o questionário sobre o seu conhecimento em desvios de ancoragem em operações de altura.

Riscos e Benefícios: esta pesquisa não apresenta riscos conhecidos e diretos para os participantes. No entanto, ao participar, você pode contribuir para o avanço do conhecimento científico na área para a segurança dos militares em operações de salvamento em altura.

Confidencialidade: todas as informações coletadas serão mantidas estritamente confidenciais. Nenhum dado pessoal identificável será divulgado ou utilizado para fins individuais.

Participação voluntária: sua participação é totalmente voluntária. Você tem o direito de recusar-se a participar ou de interromper sua participação a qualquer momento, sem sofrer qualquer tipo de penalidade ou consequência.

Ao clicar no botão "**Aceito**", você estará indicando que:

- Li e compreendi as informações fornecidas neste TCLE.
- Fui informado(a) sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa.
- Minhas informações serão tratadas de forma confidencial.
- Estou ciente de que minha participação é voluntária e posso retirar meu consentimento a qualquer momento.

diogostefenoni@gmail.com [Mudar de conta](#)



Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

Clique em "**Aceito**" para confirmar sua participação na pesquisa ou em "**Não Aceito**" para recusar o convite. *

- Aceito
- Não aceito

[Próxima](#)

Página 1 de 3

[Limpar formulário](#)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

Questionário

diogostefenoni@gmail.com [Mudar de conta](#)



Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Qual a sua unidade? *

Escolher

Você tirou ao menos um serviço operacional nos últimos três meses? *

Sim

Não

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Página 2 de 3 [Limpar formulário](#)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

Questionário

diogostefenoni@gmail.com [Mudar de conta](#)



✉ Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

QUESTIONÁRIO SOBRE DESVIOS DE ANCORAGEM

O questionário abrange oito questões relacionadas ao entendimento de desvios de ancoragem em operações em altura. Seu propósito é avaliar o conhecimento da ala operacional acerca da relação entre forças e ângulos.

1) Você sabe o que é um desvio de ancoragem? *

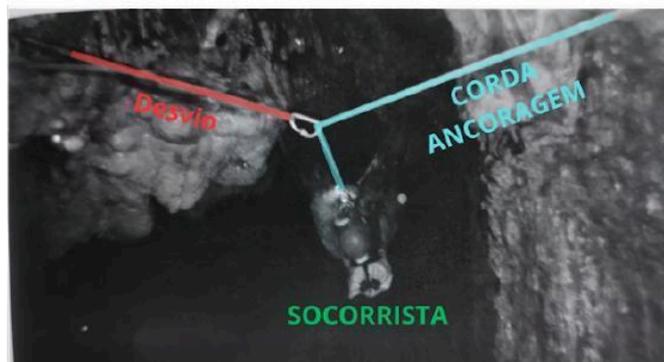
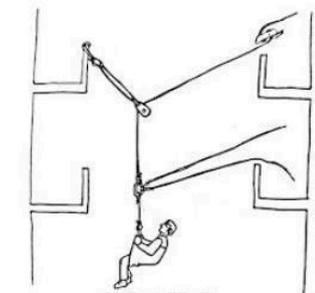


Foto: Daniel Menin

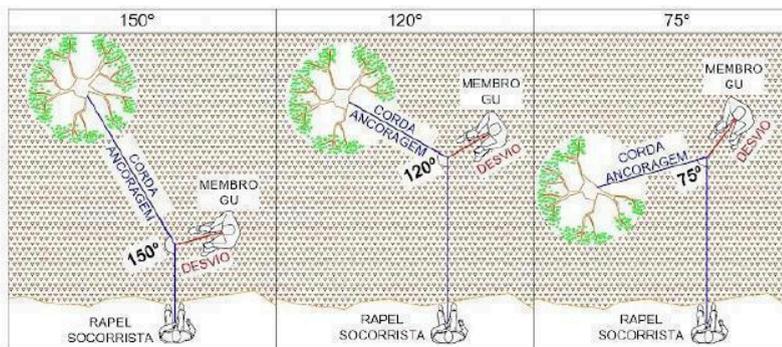
- Sim
 Não

2) Alguma vez você utilizou desvios de ancoragem em operações de altura? *



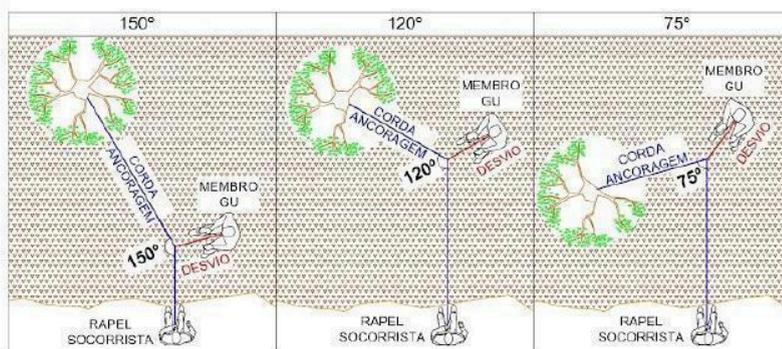
- Sim
 Não

3) Qual você entende ser a situação de **maior segurança**? *



- 150°
- 120°
- 75°

4) Qual você entende ser a situação de **menor segurança**? *



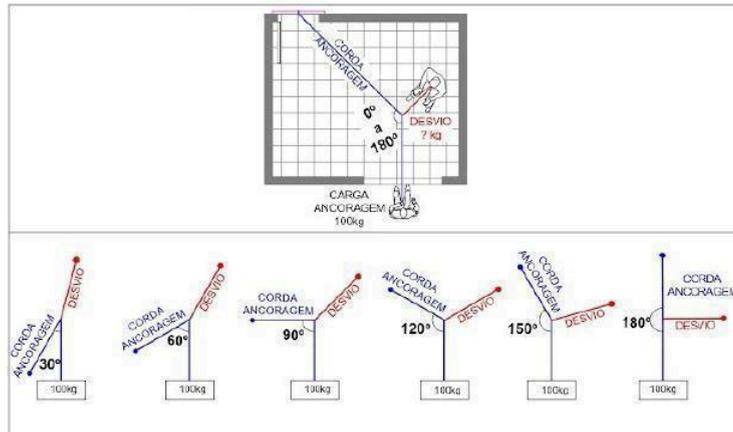
- 150°
- 120°
- 75°

5) Qual intervalo de ângulo ocasiona uma **menor** carga no desvio? *

Exemplo:

Carga na ancoragem= 100kg

Carga no desvio = abaixo de 100kg



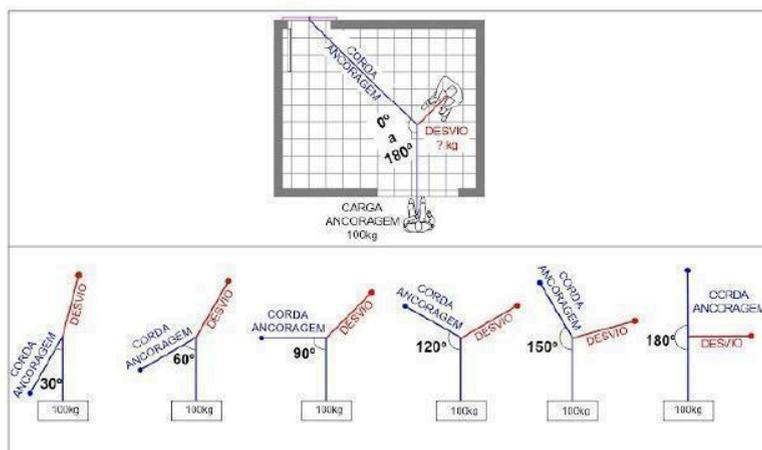
- 0° a 60°
- 30° a 90°
- 60° a 120°
- 90° a 150°
- 120° a 180°

6) Qual é o ângulo que resulta em uma carga no desvio igual à carga na ancoragem?

Exemplo:

Carga na ancoragem = 100kg

Carga no desvio = 100kg



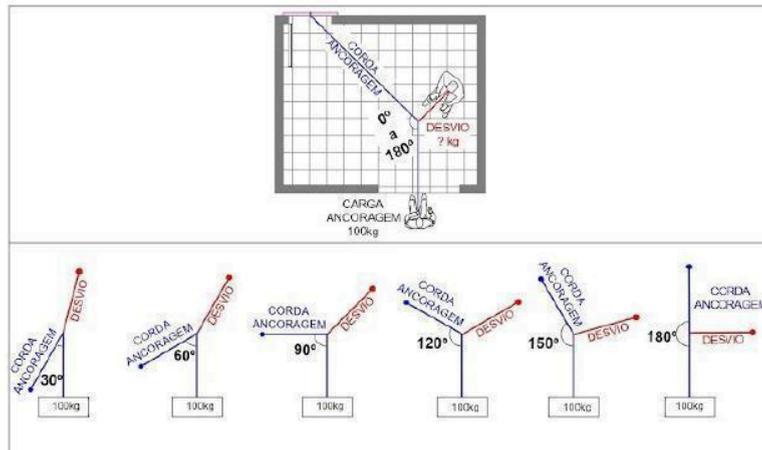
- 0°
- 30
- 60°
- 90°
- 120°
- 150°
- 180°

7) Qual intervalo de ângulo que resulta em uma **maior carga no desvio**? *

Exemplo:

Carga na ancoragem= 100kg

Carga no desvio = acima de 100kg



- 120° a 180°
- 90° a 150°
- 60° a 120°
- 30° a 90°
- 0° a 60°

8) Ocorre equalização de cargas com o uso de desvios de ancoragem? *

- Sim
- Não

[Voltar](#)

[Enviar](#)

Página 3 de 3

[Limpar formulário](#)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

ANEXO A – Certificado de calibração dos dinamômetros



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M040930/2023

Pág. 1/2

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M040930/2023

1. Dados do Solicitante

1. Requestor Data

Cliente: DIRETORIO ACADEMICO DOIS DE JULHO
Customer:
Endereço: RUA PIAUI 1815 - SAVASSI - Belo Horizonte-MG
Address:
Solicitante: DIRETORIO ACADEMICO DOIS DE JULHO
Requestor:
Endereço: RUA PIAUI 1815 - SAVASSI - Belo Horizonte-MG
Address:

2. Dados do Instrumento Calibrado

2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Dinamômetro Digital Instrument Type:	Faixa de Indicação: 0 a 36 kN Indication Range:
Identificação: DIN-001 Identification:	Resolução: 0,01 kN Precision:
Número de Série: 18210M0015 Serial Number:	Local da Calibração: Laboratório Calibration Location:
Modelo: S/m Instrument Model:	Data de Recebimento: 25/10/2023 Receivment Date:
Fabricante: ROCK EXOTICA Manufacturer:	Data da Calibração: 13/11/2023 Calibration Date:
Ordem de Serviço: 012447/2023 Service Order:	Data da Emissão: 13/11/2023 Emission Date:

3. Dados do Ambiente

3. Environment Conditions

Temperatura: 23,0°C ± 5,0°C
Temperature: **Umidade Relativa:** 50,0% ± 20,0%
Relative Umidity:

4. Padrões Utilizados

4. Standards Used

Código Code	Descrição Description	Certificado Certificate	Rastreabilidade Traceability	Validade Validity
JPP_028	Jogo de Pesos Padrão	M013003/2022	Calibracenter	02/2024
THE_004	Termohigrômetro Digital	M003944/2023	Calibracenter	01/2024

5. Método Utilizado

5. Method Used

5.1 Procedimento

5.1 Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.017 - conforme última revisão, onde houve a comparação entre a indicação do instrumento e a leitura apresentada pelo padrão. A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.017 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument. Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M040930/2023
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M040930/2023

Pág. 2/2

6. Resultados

6. Results

Sentido de Tração - Resultados

Indicação Padrão	Indicação Instrumento	Erro	Incerteza de medição	k	Veff	Erro Total
Standard Indication	Instrument Indication	Error	Measurement Uncertainty			Total Error
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)			(kN)
4,00	4,00	0,00	0,03	2,00	∞	0,03
8,00	8,00	0,00	0,03	2,00	∞	0,03
12,00	12,00	0,00	0,03	2,00	∞	0,03
16,00	16,00	0,00	0,03	2,00	∞	0,03
20,00	20,00	0,00	0,03	2,00	∞	0,03

7. Notas

7. Notes

Nota: Instrumento Calibrado Sem Ajuste

U = Incerteza expandida de medição

k = Fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional)

Veff = Graus de liberdade efetivos

Erro = (Indicação no Instrumento - Indicação no Padrão)

Erro Total = (|Erro| + |Incerteza de medição|)

Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.

Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.

Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica, no caso de instrumento regulamentado.

Este certificado está em conformidade com a norma ABNT NBR-ISO/IEC - 17025/2017.

Note: Calibrated Instrument Without Adjustment

U = Expanded measurement uncertainty

k = Coverage factor (dimensionless multiplicative factor)

Veff = Effective degrees of freedom

Error = (Indication on the Instrument - Indication on the Standard)

Total Error = (|Error| + |Measurement Uncertainty|)

The results of this certificate are valid only for the calibrated instrument described, under the specified conditions, and are not extended to any others, even if similar.

Partial reproduction of this certificate is not permitted.

This calibration does not exempt the instrument from the metrological control established in the Metrological Regulation, in the case of a regulated instrument.

This certificate complies with the ABNT NBR-ISO / IEC - 17025/2017 standard.

Filipe Simoes Belmiro
"Técnico Executante"
"Performer Technician"

Willian Douglas Martins Paulino
"Signatário Autorizado"
"Authorized Signatory"

- (31) 3398 9022
- www.calibracenter.com.br
- calibracenter@calibracenter.com.br
- Av. Severino Ballesteros Rodrigues, 2.999, Ressaca, Contagem/MG CEP 32.110-005





CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M041013/2023
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M041013/2023

Pág. 1/2

1. Dados do Solicitante

1. Requestor Data

Cliente: DIRETORIO ACADEMICO DOIS DE JULHO
Customer:
Endereço: RUA PIAUI 1815 - SAVASSI - Belo Horizonte-MG
Address:
Solicitante: DIRETORIO ACADEMICO DOIS DE JULHO
Requestor:
Endereço: RUA PIAUI 1815 - SAVASSI - Belo Horizonte-MG
Address:

2. Dados do Instrumento Calibrado

2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Dinamômetro Digital	Faixa de Indicação: 0 a 36 kN
Instrument Type:	Indication Range:
Identificação: DIN-002	Resolução: 0,01 kN
Identification:	Precision:
Número de Série: 19210M0002	Local da Calibração: Laboratório
Serial Number:	Calibration Location:
Modelo: S/m	Data de Recebimento: 25/10/2023
Instrument Model:	Receivment Date:
Fabricante: ROCK EXOTICA	Data da Calibração: 13/11/2023
Manufacturer:	Calibration Date:
Ordem de Serviço: 012447/2023	Data da Emissão: 13/11/2023
Service Order:	Emission Date:

3. Dados do Ambiente

3. Environment Conditions

Temperatura: 23,0°C ± 5,0°C	Umidade Relativa: 50,0% ± 20,0%
Temperature:	Relative Umidity:

4. Padrões Utilizados

4. Standards Used

Código Code	Descrição Description	Certificado Certificate	Rastreabilidade Traceability	Validade Validity
JPP.028	Jogo de Pesos Padrão	M013003/2022	Calibracenter	02/2024
THE.004	Termohigrômetro Digital	M003944/2023	Calibracenter	01/2024

5. Método Utilizado

5. Method Used

5.1 Procedimento

5.1 Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.017 - conforme última revisão, onde houve a comparação entre a indicação do instrumento e a leitura apresentada pelo padrão. A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.017 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument. Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.

ANEXO B – Média Diária de Efetivo do BEMAD



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais
Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres

Ofício CBMMG/BEMAD nº. 300/2024

Belo Horizonte, 07 de março de 2024.

Assunto: Envio de efetivo Médio Diário do BEMAD.

Referência: Ofício 239 (83404826)

Ao Cap BM Roger Tauschek Berger Oliveira orientador,

Conforme solicitação contida no Ofício 239 (83404826), segue informação sobre a média do efetivo diário do BEMAD para realização dos cálculos de confiabilidade da pesquisa.

Pelotão	Efetivo por dia por pelotão
PBS	04
PCIF	06
PQBRN	06
PRESC	03
Total	19

Atenciosamente,

Mardell da Silva Alves, Major BM
Subcomandante do BEMAD



Documento assinado eletronicamente por **Mardell da Silva Alves, Major**, em 07/03/2024, às 15:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **83569532** e o código CRC **5BE20CFF**.

Referência: Processo nº 1400.01.0051494/2023-41

SEI nº 83569532

Av. Santa Rosa, 10 - Bairro Pampulha - Belo Horizonte - CEP 31270-750