

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MÓVEL PARA MANIPULAÇÃO
DE ARTEFATOS PERIGOSOS**

HENRIQUE MARTINS TEIXEIRA

JOÃO PAULO SILVA JUNQUEIRA

UBERLÂNDIA

2018

HENRIQUE MARTINS TEIXEIRA
JOÃO PAULO SILVA JUNQUEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MÓVEL PARA MANIPULAÇÃO
DE ARTEFATOS PERIGOSOS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito total
para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Ciências Exatas

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Braga dos Santos

UBERLÂNDIA

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Henrique Martins Teixeira

João Paulo Silva Junqueira

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MÓVEL PARA MANIPULAÇÃO DE ARTEFATOS PERIGOSOS

Presidente da banca (orientador): Prof. Dr. Marcelo Braga dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito total
para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Banca Examinadora

Titular: Prof. Dr. José Antônio Ferreira Borges

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Titular: Prof. Dr. Francisco Paulo Lé pore Neto

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos nossos professores orientadores, Marcelo Braga dos Santos e José Antônio Ferreira Borges, por todo o apoio, dedicação e paciência durante a realização do projeto de pesquisa e pela oportunidade do conhecimento nessa área tão pouco explorada. Agradecemos também à Faculdade de Engenharia Mecânica por toda a bagagem teórica fornecida e estimulada ao longo de todo o curso.

Agradecemos a todos os nossos familiares, amigos e colegas que nos apoiaram durante toda a graduação, em especial, neste momento de conclusão do curso e inicialização da carreira profissional.

Agradecemos aos agentes da Polícia Federal, que nos receberam para análise e avaliação dos equipamentos envolvidos no projeto e pelos ensinamentos sobre como lidar em situações de risco de atentados com artefatos perigosos.

RESUMO

Introdução: Nas últimas décadas, a preocupação com a segurança de profissionais que trabalham em funções de alto risco vem aumentando consideravelmente, visto alguns casos de acidentes envolvendo explosões a bombas, ataques terroristas e guerras civis espalhadas pelo mundo. **Objetivo:** A partir da necessidade de segurança e estabilidade mais apuradas no transporte de artefatos perigosos, foi idealizado um braço telescópico montado e com articulação motorizada, que permite melhor precisão na captura de objetos e maior proteção do operador. **Metodologia:** O equipamento idealizado conta com um suporte móvel com rodízios para o carregamento do braço, além de atuador rotativo (que contempla o motor, redutor e freio), bateria, servo drive, dispositivo controlador e o escudo balístico. Os desenhos dos componentes não existentes no mercado foram elaborados por meio de CAD e os cálculos necessários foram obtidos na literatura e no manual dos componentes. **Resultados:** Verificou-se que o aparelho possui condições adequadas de estabilidade estática, assegurando-se seu não tombamento. Notou-se uma grande discrepância em relação às reações de apoio entre as rodas dianteira e traseira, de modo que a reação dianteira ficou muito mais acentuada. Porém, uma força externa ao sistema pode causar a suspensão da roda traseira, caso haja um descuido na intensidade e no local de sua aplicação. Seria interessante um aperfeiçoamento da distribuição de massa do equipamento para diminuir o risco de tombamento. **Conclusão:** Por meio das informações apresentadas, pôde-se concluir que o manipulador telescópico montado é uma alternativa viável para estabilizar a movimentação do artefato, proporcionando maior segurança ao usuário. É importante ressaltar que este trabalho é pioneiro na criação deste equipamento, com poucas referências na literatura sobre esse tema.

Palavras – chave: manipulador telescópico; artefatos explosivos; esquadrão antibomba; segurança militar.

ABSTRACT

Introduction: In recent decades, the concern with the safety of professionals who work in high risk functions has increased considerably, since some cases of accidents involving explosions bombs, terrorist attacks and civil wars throughout the world. **Objective:** from the need for security and stability more cleared on the transport of dangerous artifacts, was idealized a telescopic arm mounted and with motorized linkage, which allows for better accuracy in the capture of objects and greater protection of the operator. **Methodology:** The equipment idealized account with a mobile stand with casters for the loading of the arm, in addition to Rotary Actuator (which includes the motor, reducer and brake), Battery, servo drive, device driver and the ballistic shield. The drawings of the components do not exist on the market were produced by means of CAD and the necessary calculations were obtained from the literature and in the manual of the components. **Results:** It was found that the unit has adequate conditions of static stability, ensuring its not tipping. There was a large discrepancy in relation to the reactions of support between front and rear wheels, so that the front reaction was much more pronounced. However, an external force to the system can cause the suspension of the rear wheel, if there is an oversight on the intensity and location of your application. **Conclusion:** By means of the information submitted, it could be concluded that the tele handler mounted is a viable alternative to stabilize the movement of the artifact, providing greater security to the user. It is important to emphasize that this work is a pioneer in the creation of this equipment, with a few references in literature on this theme.

Keywords: telescopic manipulator; explosive devices; bomb squad; military security.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Protótipo do manipulador telescópico montado e com escudo.	17
FIGURA 2. Principais dimensões do protótipo do manipulador telescópico.....	18
FIGURA 3. Manipulador telescópico TM600 da marca Allen-Vanguard Corp.©.....	19
FIGURA 4. Braço telescópico readaptado para o modelo do projeto.	19
FIGURA 5. Garra original do manipulador telescópico da marca Allen-Vanguard Corp©.	20
FIGURA 6. Componentes do atuador rotativo modelo SHA32160-CG fabricado pela Harmonic Drive®.	21
FIGURA 7. Gráfico dos limites de operação do atuador rotativo SHA32A160CG.....	23
FIGURA 8. Desenho estrutural do Battle Bunker© fabricado pela empresa ATT-TacticalTM	24
FIGURA 9. Esboço do suporte móvel.....	25
FIGURA 10. Roda 820-mancal com rolete-485kgf fabricado pela empresa BAKELITSUL®.	25
FIGURA 11. Esboço do apoio do braço telescópico.....	26
FIGURA 12. Esboço do escudo idealizado para o projeto.....	27
FIGURA 13. Exemplar de escudo de proteção balística de 18”x34” (0,4m ²) com 6,8kg da empresa Venture Ballistic Composites®.....	27
FIGURA 14. Bateria modelo UP12COMPACT da empresa Unipower®.	28
FIGURA 15. Linhas de ação dos pesos nos componentes.	29
FIGURA 16. Distribuição das tensões calculadas ao longo da estrutura.	31
FIGURA 17. Deformações elásticas avaliadas ao longo da estrutura.	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características operacionais pretendidas ao equipamento.....	21
TABELA 2. Características do atuador rotativo modelo SHA32A.....	22
TABELA 3. Capacidade de operação do freio do atuador rotativo SHA32A.....	23

LISTA DE SÍMBOLOS

m_{art} :	Máxima massa do artefato;
m_{garra} :	Massa da garra;
$m_{braço}$:	Massa do braço;
m_c :	Massa do carrinho;
m_{esc} :	Massa do escudo;
m_{bat} :	Massa do conjunto de baterias;
m_{mot} :	Massa do atuador rotativo com freio;
m_{gir} :	Massa da girafa;
$massa_{tot}$:	Massa total da estrutura;
Rb:	Reação de apoio das rodas dianteiras;
Ra:	Reação de apoio das rodas traseiras;
g:	Aceleração da gravidade;
Kgf:	Unidade de força;
N:	Unidade de força Newton;
Mpa:	Unidade de pressão Megapascal;
Sy:	Limite de escoamento;
Sut:	Limite de resistência à tração;
I:	Momento de inércia transversal da secção;
I_0 :	Momento de inércia do atuador com freio;
d_1 :	Distância do centro de rotação ao centro de massa do braço;
d_2 :	Distância do centro de rotação à extremidade do braço;
d_{arta} :	Distância do centro de gravidade do artefato ao ponto a;
$d_{braçoa}$:	Distância do centro de gravidade do braço ao ponto a;
d_{ca} :	Distância do centro de gravidade do carro ao ponto a;
d_{esca} :	Distância do centro de gravidade do escudo ao ponto a;
d_{bata} :	Distância do centro de gravidade das baterias ao ponto a;
d_{mota} :	Distância do centro de gravidade do atuador ao ponto a;
d_{Rb} :	Distância do apoio b ao ponto a;
Ah:	Unidade de carga elétrica Ampere-hora;
V:	Unidade de tensão elétrica Volt.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Aumento da violência no Brasil e no Mundo	13
2.2 Tipos de bombas utilizadas em conflitos	13
2.3 Artefatos explosivos utilizados no Brasil	14
2.4 Equipamento de segurança do esquadrão antibomba	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Componentes do manipulador telescópico montado e suas características	17
3.1.1 Manipulador telescópico.....	18
3.1.2 Atuador rotativo.....	20
3.1.3 Suporte móvel com rodízios	24
3.1.4 Escudo balístico	26
3.1.5 Baterias	28
3.2 Cálculo das reações de apoio devido às massas dos componentes	29
3.3 Análise estática pelo método dos elementos finitos.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÃO.....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
7. ANEXOS.....	38

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a preocupação com a segurança de profissionais que trabalham em funções de alto risco vem aumentando consideravelmente, visto alguns casos de acidentes envolvendo explosões a bombas, ataques terroristas e guerras civis espalhadas pelo mundo. Dados recentes mostram que mais de 180.000 pessoas foram mortas em guerras e conflitos, sem contar as que foram afetadas por consequências indiretas dessa situação, como mortes por doenças, má nutrição e colapsos no sistema de saúde (WHS, 2018).

O Brasil vive uma situação semelhante às guerras civis, porém a criminalidade vem de comunidades com extensa vulnerabilidade social, domínio de traficantes em morros e favelas e aumento crescente no número de homicídios e crimes violentos, com forte atuação da polícia civil no controle desses acontecimentos. A crise econômica que assola o país nos últimos anos, somado ao crescimento expressivo da população fez com que esses índices de criminalidade aumentassem em um grau alarmante, e a pobreza e falta de recursos piorassem essa situação. Além disso, a falta de investimentos em segurança pública, estrutura penitenciária e reforma de leis e estatutos fez com que a situação de criminalidade chegasse a níveis preocupantes (DE LIMA, BUENO e MINGARDI, 2016).

Em relação a crimes violentos, no mundo todo tem crescido a atuação de grupos terroristas que reivindicam suas pautas à base de ataques com armas de fogo, químicas ou bombas, causando um grande impacto de destruição, além da morte de profissionais da segurança e também de civis. O número de ataques aumentou nos últimos anos, principalmente devido às guerras no Oriente Médio, onde grupos extremistas retaliaram países que foram contrários aos regimes totalitários, envolvendo ou não crenças religiosas, ou que não apoiaram grupos de oposição que promoveram ofensivas ao governo (FREITAS, 2016).

Ataques a bomba são comuns nessa situação, devido ao seu maior poder de destruição e facilidade na criação de dispositivos caseiros (FREITAS, 2016). Os profissionais que precisam lidar com esses artefatos devem ser altamente treinados e capacitados, a fim de neutralizar a ameaça e causar o mínimo de impacto possível para as pessoas envolvidas. Os equipamentos de segurança empregados devem ter tecnologia atualizada e trazer proteção efetiva ao seu usuário. Um dos dispositivos mais utilizados é

o robô com braço telescópico móvel, com o qual o operador pode manter uma distância segura do objeto e ao mesmo tempo neutralizá-lo (SOUTO et al., 2016).

O acesso cada vez mais amplo a informações na internet pode influenciar no aumento de ataques violentos, principalmente aqueles perpetrados por terroristas radicais e que atuam sem o apoio de grupos estruturados. O acesso a manuais de instrução e vídeos que ensinam a construção de uma bomba com fabricação caseira é relativamente fácil, podendo ser encontrado em sites de uso sem restrições. A camada mais profunda da internet, geralmente constituída de informações e conteúdos impróprios para a comunidade em geral, fornece instruções detalhadas dos materiais que podem ser utilizados para a fabricação da bomba e o nível de destruição que ela pode causar (SILVA, BEZERRA e SANTOS, 2016).

Por mais que o esquadrão antibomba já conte com equipamentos de alta qualidade para o manuseio de artefatos, é sempre importante pesquisar melhorias que podem ser aplicadas para trazer maior segurança ao profissional, além de maior praticidade na execução do serviço. A criação de um manipulador telescópico móvel com escudo tem a possibilidade trazer maior comodidade para o usuário, favorecendo o uso de roupas de proteção menos pesadas, já que costumam trazer desconforto, além do fato de que em uma situação extrema, onde haja conflito aberto, pode trazer maior segurança para o profissional.

Existem poucos estudos na área de engenharia mecânica ou robótica que discutem sobre inovações na área de segurança militar, principalmente relacionados a mecanismos antibomba. Em vista de recentes ataques terroristas envolvendo bombas, de fabricação caseira ou não, como o atentado perpetrado na Maratona de Boston, em 2013, e o uso de bombas em civis na Síria e no Iraque, é de extrema importância que pesquisas sejam realizadas para melhorar os equipamentos de segurança utilizados em situações de risco, e que possam fornecer maior comodidade e flexibilidade para a realização deste trabalho, que envolve esforço físico extremo, alto controle psicológico e treinamento especializado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aumento da violência no Brasil e no Mundo

A crescente percepção do aumento da violência e da criminalidade no Brasil e em algumas regiões do mundo tem colocado em debate quais as melhores alternativas para reversão desse cenário. Investimentos em segurança pública, como aumento do efetivo de policiais, treinamento para situações de risco, controle de fronteiras e investigação sobre planejamentos de ataques terroristas vem sendo implantados, a fim de diminuir os impactos para a população. Novas tecnologias são necessárias para fornecer um suporte adequado ao manejo de situações de risco, e mais pesquisas na área de segurança devem ser realizadas de modo que novos equipamentos de apoio sejam elaborados (DE LIMA, BUENO e MINGARDI, 2016).

Alguns países que abrigam grupos rebeldes e extremistas sofrem constantemente com atentados a bomba. O Iraque, por exemplo, sofre há anos com conflitos entre grupos a favor e contrários ao governo, e após a invasão dos Estados Unidos em 2001, o terrorismo se intensificou no país, tomando grandes proporções. O Estado Islâmico se tornou o principal grupo rebelde responsável por ataques em massa, com uso de mulheres e homens bomba, carros com explosivos e até mesmo crianças – bomba, proporcionando uma crise humanitária sem precedentes na Síria, que levou milhares de pessoas a fugir da guerra e migrar para outros países (CALFAT, 2015).

2.2 Tipos de bombas utilizadas em conflitos

Existem vários tipos de bombas empregadas em guerras e conflitos, com diferentes variedades de materiais e níveis de periculosidade. As minas terrestres Claymore são muito utilizadas pela força militar americana desde a Guerra do Vietnã e tem alto poder de destruição. O que a diferencia de outras minas convencionais é que elas podem ser controladas remotamente, disparando cerca de 700 bolas de aço de modo direcional. As bombas de fragmentação também são utilizadas, e quando acionadas, liberam uma certa quantidade de projéteis ou fragmentos menores, com a finalidade de causar um grande número de vítimas, pois os estilhaços são lançados a grandes distâncias (ABREU, 2011). É importante destacar que alguns explosivos lançados podem não detonar no momento do ataque, permanecendo intactos durante anos, representando um perigo iminente para a população, principalmente para as crianças, que podem manusear os artefatos encontrados no solo.

As bombas caseiras, também conhecidas como Improvised Explosive Device (IED) são dispositivos extremamente engenhosos que podem causar destruição importante, principalmente porque podem ser utilizados diferentes tipos de objetos capazes de causar ferimentos graves e até a morte. Sua construção é rudimentar, relativamente barata e seu impacto vai depender da habilidade de quem irá produzi-lo. Podem ser construídos com projéteis, produtos tóxicos ou químicos e variam de tamanho, podendo ser colocadas em cartas ou até grandes veículos. São mais difíceis de serem neutralizadas, pois seu desarmamento pode se tornar mais complicado, pela dificuldade em se descobrir com precisão os tipos de materiais empregados no artefato (ESTES, 2011).

Apesar do número de ataques terroristas ter diminuído 23% em 2017 a nível mundial, ainda existem vários grupos terroristas que atuam na disseminação do terror, principalmente nos países do Oriente Médio. Soldados de diferentes países precisam lidar com a segurança dos civis, neutralização de artefatos explosivos e ações de inteligência na prevenção de possíveis novos ataques, o que pode gerar uma sobrecarga na realização do trabalho. Além disso, o uso de equipamentos de segurança contra projéteis e fragmentos de bombas e mísseis é de extrema importância nessas situações (FREITAS, 2016).

2.3 Artefatos explosivos utilizados no Brasil

No Brasil, o uso de artefatos explosivos não é comumente utilizado, surgindo poucas ocorrências relacionadas, constituindo apenas casos isolados. Porém, a maioria dos estados conta com um esquadrão antibomba treinado e capacitado para atuar em situações de risco, com uso do traje antibomba e de manipulador telescópico para captura e possível neutralização do artefato. O Grupo de Ações Táticas Especiais (GATE) da polícia militar é o responsável, no Brasil, por manusear, desativar e alocar a bomba em condições de segurança. A maior parte das ocorrências registradas envolvem emulsão (explosivo a base de nitrato de amônia) usada na mineração e na construção civil para desmonte de rochas e abertura de caminhos em túneis. Por ser comum e barata, a emulsão se torna de fácil acesso para criminosos, que a utilizam, em sua maioria, para explosões de caixas eletrônicos (SOUTO et al., 2016).

Com relação a outros artefatos explosivos, como dinamite, é possível rastrear a origem desse material através do número de série de produção, o que torna seu controle

mais eficaz. Entretanto, é possível fabricar um artefato explosivo a partir de materiais improvisados, como fogos de artifício ou pólvora, o que dificulta o rastreamento e controle. Uma das maiores dificuldades no manuseio desse tipo de material, segundo dados do próprio GATE, é o isolamento do local de risco quando um artefato é encontrado, pois as pessoas têm uma tendência a querer observar e ficar por perto para acompanhar as ações dos explosivistas. Isso dificulta o trabalho de manuseio e neutralização do objeto, porque muitas pessoas ficam no entorno. Como no Brasil existem poucas ocorrências de explosões e atentados, a população não tem a cultura de se afastar do problema e permitir um trabalho mais seguro, já que a maioria das lesões ocasionadas por explosões está relacionada à fragmentação de vidros de prédios e estabelecimentos ao redor do local (JUNIOR, 2018).

Em eventos de grande porte, o grupo de operações especiais realiza treinamentos para melhor atendimento da população. Um grande exemplo ocorreu durante a Copa do Mundo de 2014, onde o Brasil foi o anfitrião, recebendo vários países que, direta ou indiretamente, estavam envolvidos em conflitos e que poderiam ser alvos de ataques por parte de terroristas. Foram feitos investimentos em equipamentos e treinamentos, com a obtenção de escudos e trajes antibomba produzidos no exterior. Além dos equipamentos, os policiais realizaram cursos com o Grupamento de Manuseio de Artefatos Explosivos (MARTE) da Polícia Militar, com treinamento para o uso adequado do traje de proteção e do braço manipulador telescópico robótico (JUNIOR, 2018).

Apesar de o Brasil não sofrer com ataques terroristas e possuir poucos registros de uso de bombas, figura como um dos exportadores de bombas cluster (fragmentação) para países em guerras civis. O uso desse tipo de bomba foi proibido na Convenção de Oslo, em 2008, em que vários países assinaram a Convenção sobre Munições de Dispersão, porém o Brasil participou apenas como observador, e juntamente com os Estados Unidos e a Grã-Bretanha, aparece como um dos três principais fornecedores das bombas de fragmentação empregadas em pelo menos dezenove ataques da coalizão liderada pela Arábia Saudita (que também não aderiu ao tratado) contra forças xiitas no Iêmen, entre abril de 2015 e fevereiro de 2016. A justificativa do governo brasileiro em manter a fabricação, armazenamento e exportação desse tipo de bomba é a de que elas são necessárias para a defesa nacional, reforçando a atuação da indústria militar no país (SILVA, 2014).

2.4 Equipamento de segurança do esquadrão antibomba

Os equipamentos de proteção utilizados pelo esquadrão antibomba são extremamente importantes para manutenção da segurança física do explosivistas e que podem aguentar grandes impactos, como a fibra aramida, de origem sintética, que possui grande resistência a abrasão, sendo muito utilizada em estruturas e objetos que sofrerão impactos pontuais, como em coletes à prova de balas, cinto de segurança e até mesmo blindagem de veículos. Além da armadura, como é chamada a vestimenta antibomba, o traje é composto de capacete, também produzido com núcleo de aramida e material antibalístico; colarinho para proteção do pescoço, se estendendo até o capacete; galochas, que são presas ao traje e se encaixam sob o calçado do explosivista, e tiras que se soltam facilmente, caso o usuário precise retirar o traje rapidamente. Como o calor dentro da armadura pode ser insuportável, existem mecanismos de resfriamento interno, que circulam a água coletada de uma bolsa de gelo através de uma rede de tubos de um coletor posicionado abaixo do traje. Apesar da extensa proteção que a armadura proporciona, seu peso total (em torno de 35kg) pode demandar muito esforço físico do usuário, o que talvez possa ser repensado com o uso de materiais mais leves ou na criação de equipamentos externos que proporcionem maior segurança (CABRAL, 2016).

O manipulador telescópico é um equipamento que fornece uma boa proteção para o explosivista, pois permite que ele manipule o objeto a uma distância segura, diminuindo os riscos. Para o seu manuseio, é necessário que o usuário seja bem capacitado e treinado, pois depende de uma boa estabilidade e controle das mãos. Por mais que o braço seja extensível e alcance grandes distâncias, ainda é necessário que o manipulador esteja perto o suficiente para que possa avaliar a situação e traçar estratégias para uma melhor retirada do artefato para neutralização em local adequado (JUNIOR, 2018).

A proposta desta pesquisa foi a de criar um suporte móvel com rodízios, que funciona como um apoio para o braço. Ele garante maior estabilidade na movimentação de artefatos perigosos no ambiente, e contempla um escudo balístico, com a intenção de fornecer melhor seguridade, além de proporcionar estabilidade para o carrinho. Em situações de risco, onde vidas humanas estão envolvidas, todos os cuidados com segurança devem ser adotados, para que não haja perdas. Além disso, um aparato de preservação que seja mais robusto e economicamente viável apresenta maior vantagem, pois os robôs utilizados para pegar e neutralizar bombas são muito onerosos e nem todos os países têm condições de investir nesse tipo de tecnologia.

O protótipo apresentado nesse projeto ainda está em fase de elaboração e adaptação, requerendo o auxílio técnico de outros profissionais da área, porém é evidente que novas tecnologias e equipamentos são sempre necessários, visto a onda de ataques que ocorreram nos últimos anos. Terroristas e criminosos desenvolvem mecanismos cada vez mais sofisticados, que desafiam os setores de segurança. A prioridade deve ser sempre a manutenção da integridade física da população e dos profissionais de segurança, e novas pesquisas devem ser realizadas para que uma proteção mais eficaz seja proporcionada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Componentes do manipulador telescópico montado e suas características

A partir da necessidade de segurança e estabilidade mais apuradas no transporte de artefatos perigosos, já que normalmente as cargas manipuladas se tratam de produtos sensíveis a movimentos bruscos, foi idealizado um braço telescópico montado e com articulação motorizada, o que permite melhor precisão na captura de objetos e maior proteção do operador. O equipamento conta com um suporte móvel com rodízios para o carregamento do braço, além de atuador rotativo (que contempla o motor, redutor e freio), bateria, servo drive, dispositivo controlador e o escudo balístico.

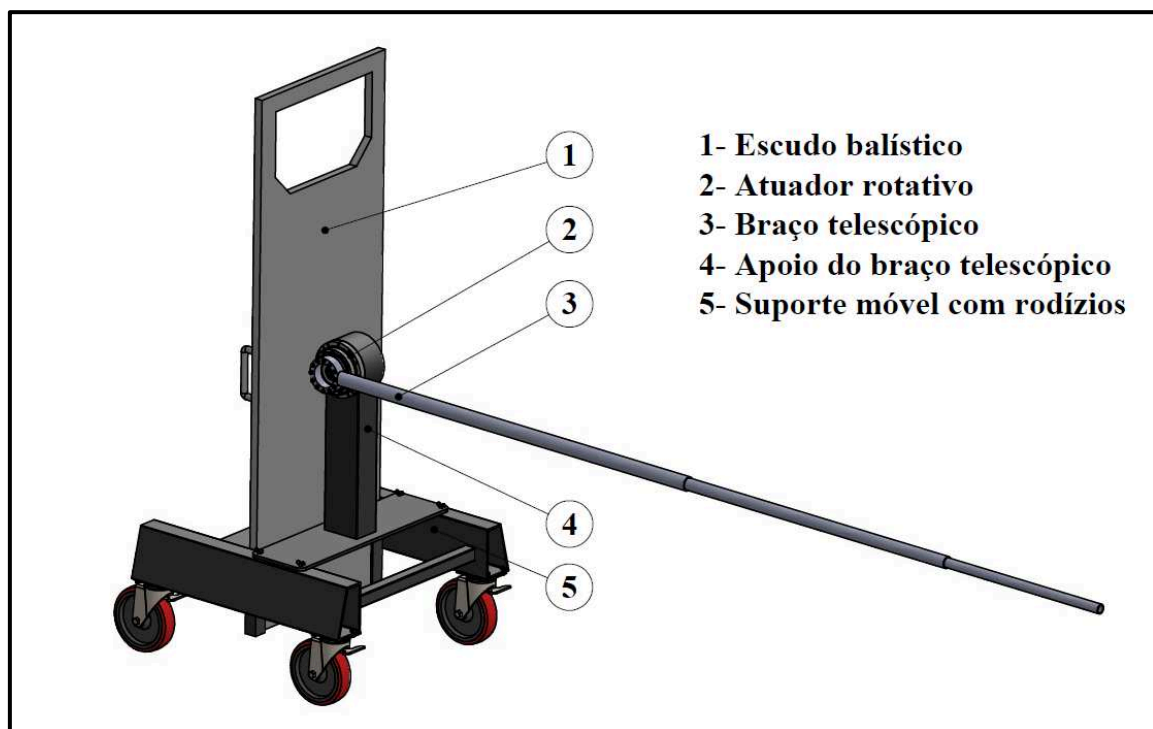


Figura 1. Protótipo do manipulador telescópico montado e com escudo.

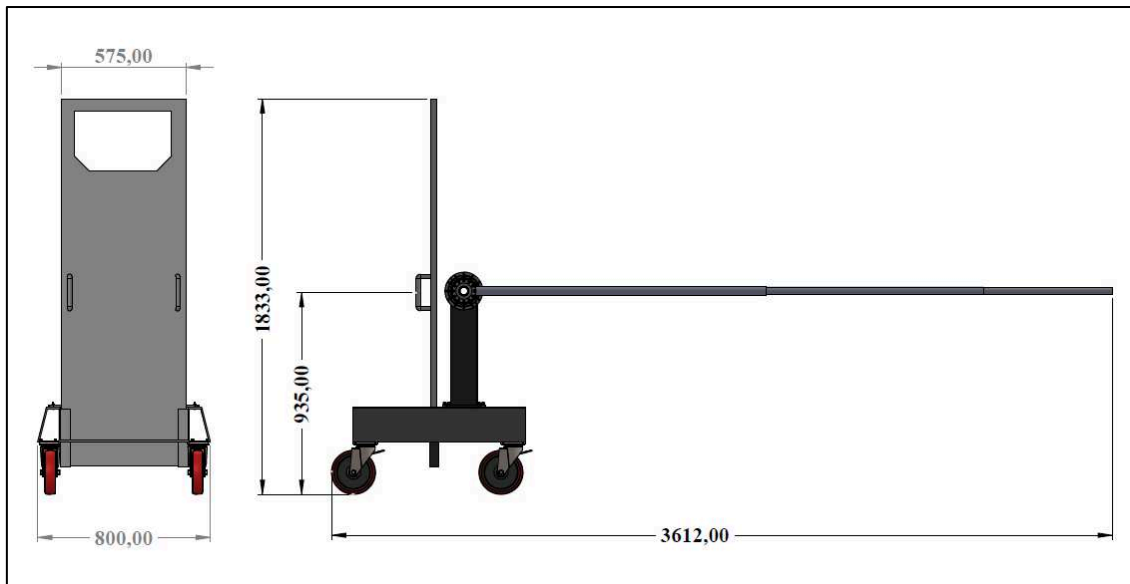


Figura 2. Principais dimensões do protótipo do manipulador telescópico.

3.1.1 Manipulador telescópico

Este dispositivo compreende um braço telescópico, mantendo uma distância segura entre o usuário e o artefato, e uma garra, essencial para a captura do objeto suspeito. Para sua criação, foi utilizado como modelo inicial um manipulador já empregado na indústria, da marca Allen-Vanguard Corp.©. Foram realizados alguns ajustes, dentre eles, parte do produto original, que foi descartada, pois não haveria necessidade no modelo atual e foi idealizado um encaixe para o atuador rotativo. O braço telescópico é constituído de três hastes que são embutidas de modo que possam se compactar para melhorar a portabilidade. Em seu interior, há vias de alimentação e controle para a garra. O material estrutural utilizado nestas hastes pelo fabricante é fibra de carbono, sendo projetado para suportar em sua extremidade 6,8Kg mais a massa da garra. Sua massa é de 1,82Kg e seu centro de gravidade fica a aproximadamente 1300mm do eixo de rotação.



Figura 3. Manipulador telescópico TM600 da marca Allen-Vanguard Corp.©

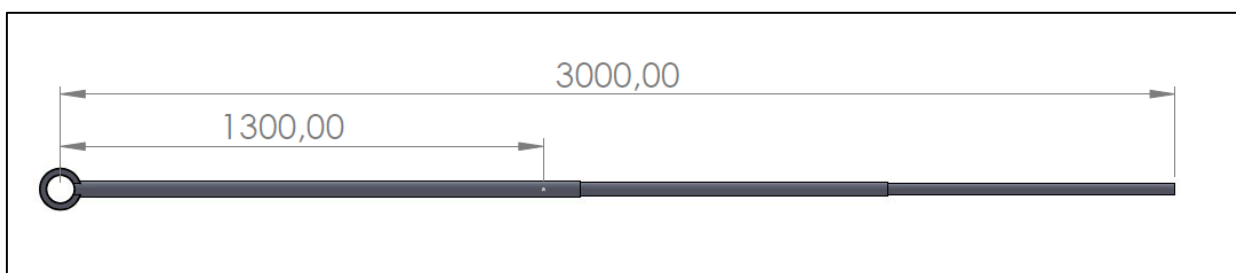


Figura 4. Braço telescópico readaptado para o modelo do projeto.

Quanto à garra, não houve alterações em relação ao projeto original por se encaixar nas especificações exigidas. Ela possui controle de rotação, abertura e fechamento para pinçar objetos. A força máxima de aperto é de 18,1Kgf e sua alimentação e controle devem ser desenvolvidos para os novos componentes do sistema. Sua massa é de 1,62kg e segundo o manual do fabricante, o material utilizado em sua fabricação é liga de alumínio de alta resistência.



Figura 5. Garra original do manipulador telescópico da marca Allen-Vanguard Corp©.

3.1.2 Atuador rotativo

Este componente tem a função de controlar o braço telescópico por meio de um dispositivo controlador ligado ao servo drive, que é essencial para governar o atuador rotativo, permitindo ajustes de velocidade, posição e controle de torque. Fundamentados no comprimento do braço, na massa pré-determinada a ser erguida por ele e na velocidade das operações, foi então selecionado o atuador rotativo SHA32A160-CG da Harmonic Drive®, sendo o melhor a se enquadrar nas necessidades do projeto. Com relação a este fabricante, este modelo é o de maior capacidade de torque dos que funcionam com corrente direta, ou seja, que podem ser alimentados por baterias, limitando assim a 3Kg a massa total permissível ao artefato.

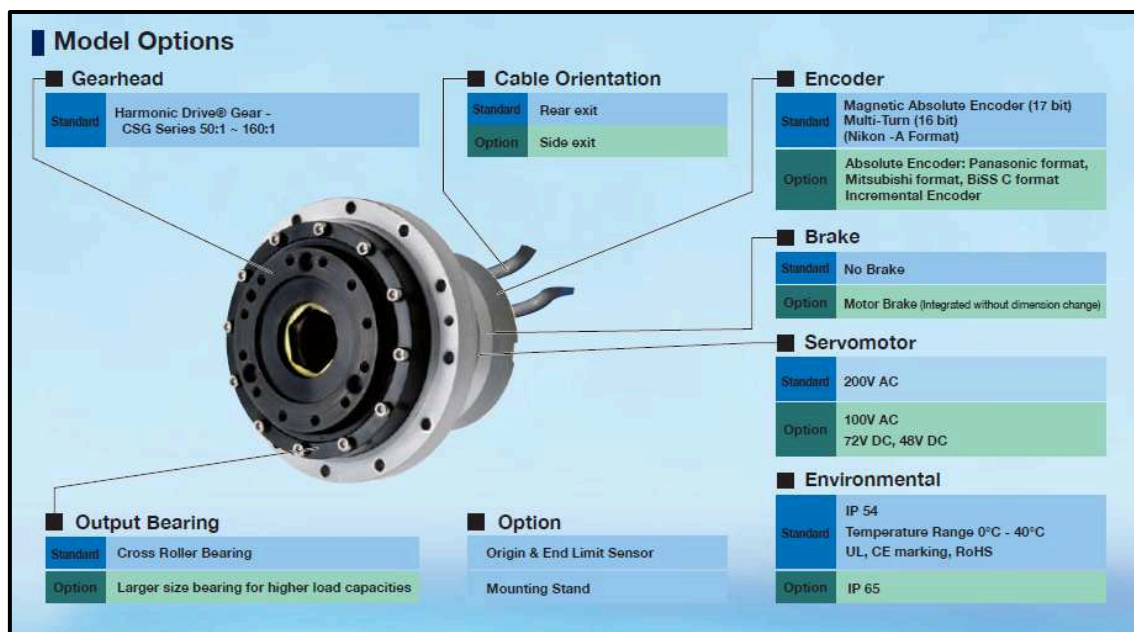


Figura 6. Componentes do atuador rotativo modelo SHA32160-CG fabricado pela Harmonic Drive®.

As características para a seleção do atuador foram obtidas conforme as especificações de operação do braço, ou seja, de acordo com o momento de inércia dos componentes, torque contínuo, velocidade de atuação, tipo de corrente elétrica e capacidade de frenagem. Todos estes fatores foram calculados em conformidade com equações fornecidas pelo próprio fabricante, inseridas em seu manual juntamente aos gráficos para análise e comparação.

Tabela 1. Características operacionais pretendidas ao equipamento.

Massa máxima do objeto a ser erguido	3Kg
Comprimento do braço telescópico	3m
Velocidade de operação	5°/s

Segundo o manual do fabricante, a primeira etapa do processo de seleção é realizar o cálculo do momento de inércia. Com os valores encontrados, asseguraram-se nos gráficos e tabelas os limites de operação do atuador rotativo.

Cálculo do momento de inércia da carga acionada pelo atuador:

$$I = I_0 + m_{braço} * d_1^2 + (m_{art} + m_{garra}) * d_2^2$$

$$I = 20 + 1,82 * 1,30^2 + (3 + 1,62) * 3,00^2$$

$$I = 64,7Kg * m^2$$

Tabela 2. Características do atuador rotativo modelo SHA32A.

Actuator model		SHA32A				
		50	80	100	120	160
Reduction ratio		50:1	80:1	100:1	120:1	160:1
Max. speed	(rpm)	96	60	48	40	30
Actuator inertia (without brake)	kg·m ²	1.7	4.3	6.7	9.7	17
	kgf·cm·s ²	17	44	68	99	175
Actuator inertia (with brake)	kg·m ²	2.0	5.1	7.9	11	20
	kgf·cm·s ²	20	52	81	116	207
Max allowable load inertia	kg·m ²	20	32	40	50	70
	kgf·cm·s ²	200	320	400	510	710

Cálculo do somatório dos momentos em relação ao eixo de rotação do braço:

$$\sum M = m_{braço} * d_1 + (m_{art} + m_{garra}) * d_2$$

$$\sum M = 1,82 * 1,30 + (3 + 1,62) * 3,00$$

$$\sum M = 16,2Kgf * m$$

ou

$$\sum M = 159N * m$$

Com o valor do torque contínuo necessário, analisaram-se então os outros gráficos de operação do atuador e sua capacidade de freio, para bloquear o movimento do braço durante a operação e o deslocamento do equipamento. Conforme é possível observar no gráfico e na tabela a seguir, para o torque de $159N * m$ e velocidade de rotação de 0,83rpm (5°/s), o atuador rotativo SHA32A160CG se encaixa nas devidas especificações.

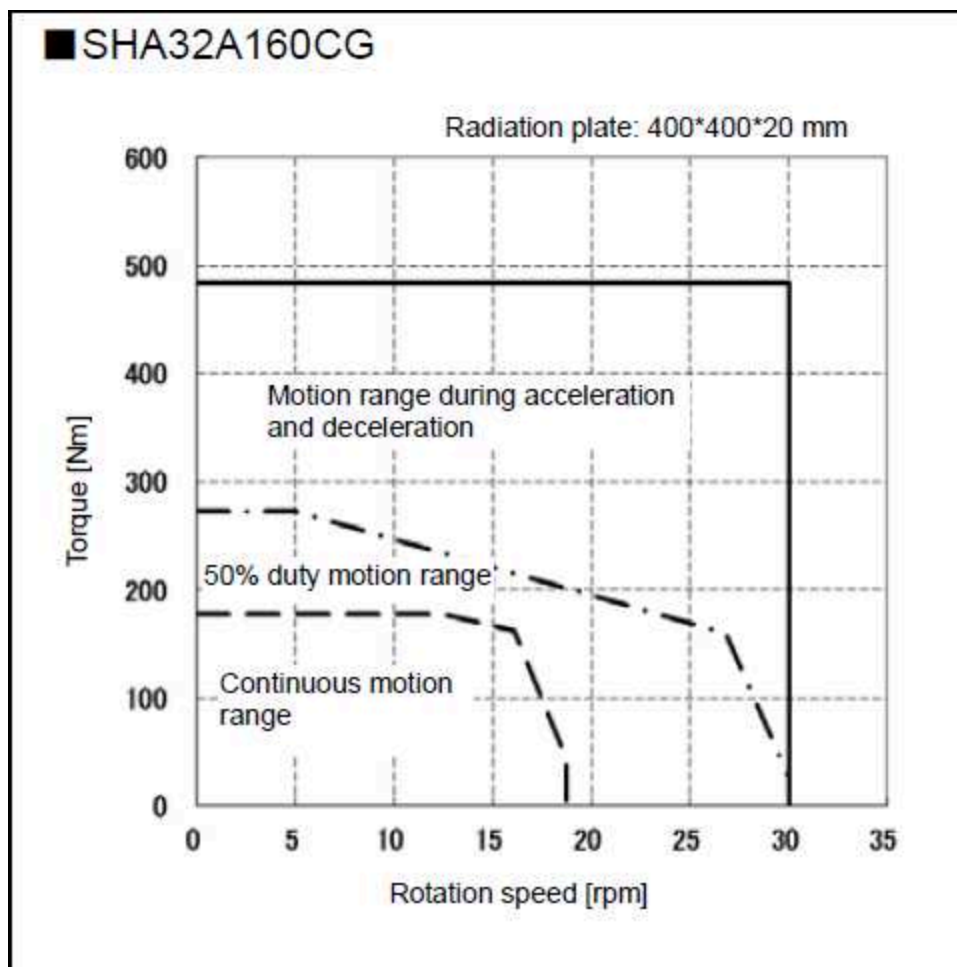


Figura 7. Gráfico dos limites de operação do atuador rotativo SHA32A160CG

Tabela 3. Capacidade de operação do freio do atuador rotativo SHA32A.

Item \ Model		SHA32A				
		50	80	100	120	160
Holding torque ^{*3}	Nm	100	160	200	240	320
	kgf·m	10	16	20	24	33
Inertia moment ^{*3} (Actuator total) (With brake)	(GD ² /4) kg·m ²	2.0	5.1	7.9	11	20
	(J) kgf·cm·s ²	20	52	81	116	207
Mass (with brake) ^{*4}	kg	8.0				

3.1.3 Suporte móvel com rodízios

Devido à massa do atuador rotativo, 8Kg, concluiu-se que não seria viável carregar de forma segura o manipulador telescópico apoiado somente em uma bandoleira. Por isso, decidiu-se projetar um suporte para o seu uso, baseado em um produto chamado Battle Bunker©, produzido pela empresa ATT-Tactical™, já utilizado em equipes táticas de guerra e policiamento para a segurança do operador.

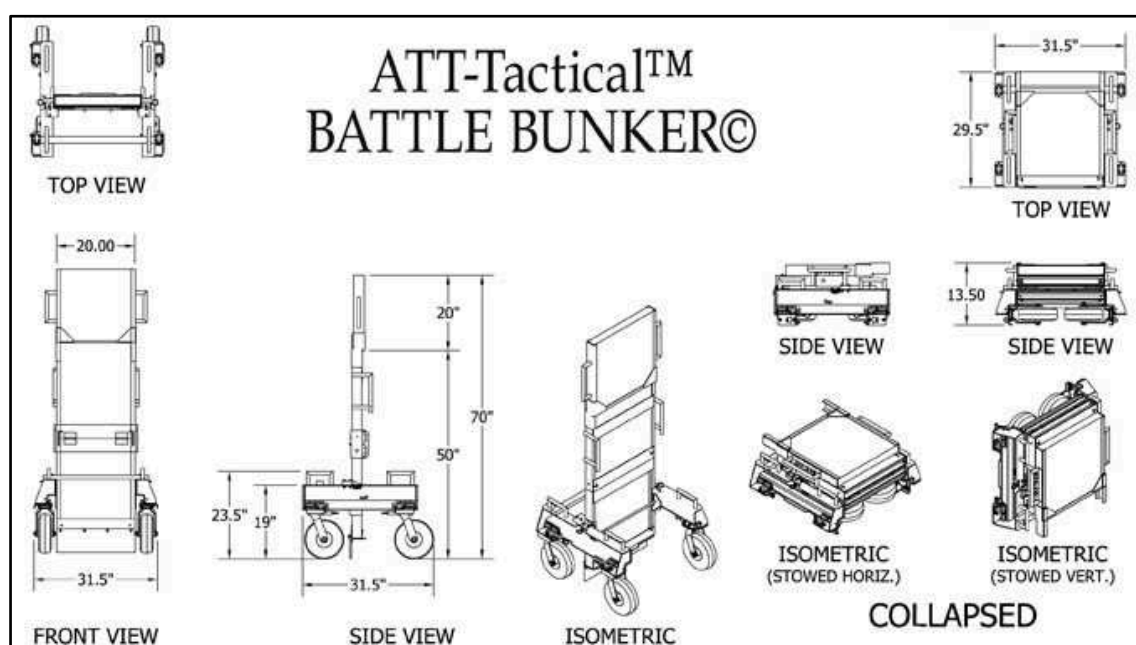


Figura 8. Desenho estrutural do Battle Bunker© fabricado pela empresa ATT-Tactical™.

O material selecionado para este componente foi a liga de alumínio DIN 3.0505 (ENAW-AlMn0.5Mg0.5), por ser resistente e leve, trazendo viabilidade ao projeto. Ele foi escolhido da tabela proposta no software de CAD 3D SolidWorks®, possui um limite de escoamento (S_y) de 220MPa e resistência a tração (S_{ut}) de 240MPa. Sua massa final é de 19Kg e suas proporções podem ser visualizadas na imagem a seguir.

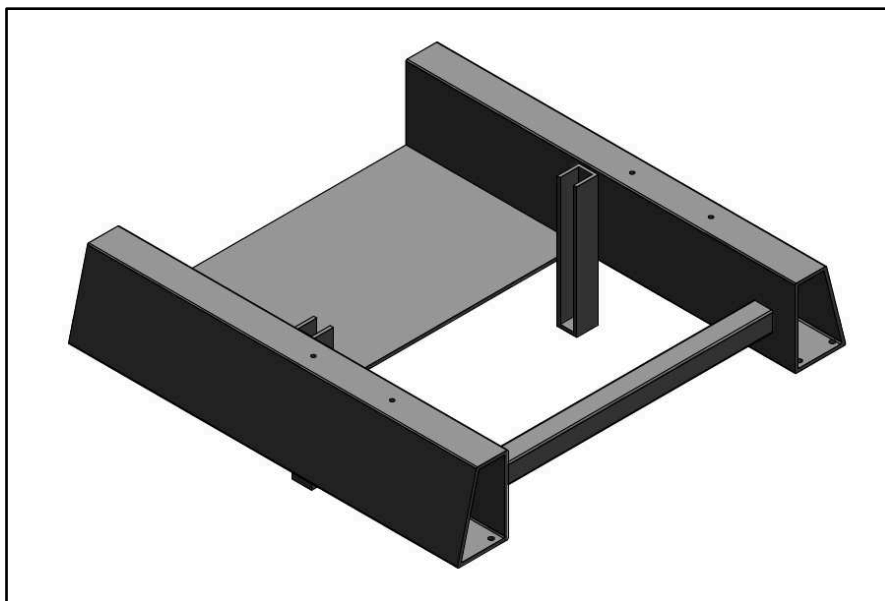


Figura 9. Esboço do suporte móvel.

Os rodízios seleccionados possuem, em seu diâmetro, 203mm (8 polegadas), massa aproximada de 0,5Kg e capacidade de suportar 485Kgf cada. São fabricadas com material composto de polímero e fibras de algodão. Segundo o fabricante, possuem excelentes propriedades mecânicas, sendo leves e resistentes, e não deformam com cargas estáticas. Eles contêm travas para bloqueio da roda, o que se faz importante na hora da montagem e operação do equipamento.

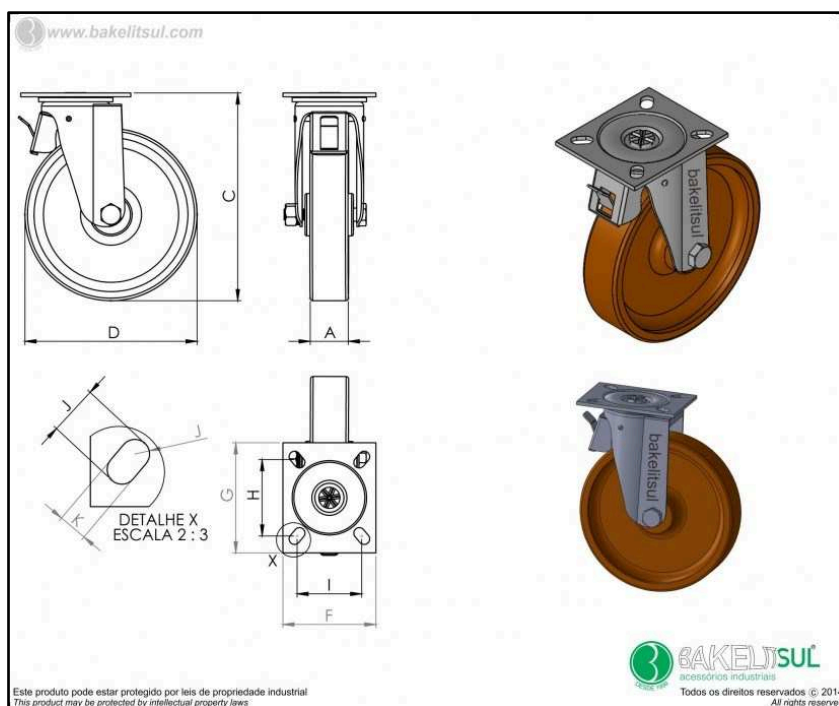


Figura 10. Roda 820-mancal com rolete-485kgf fabricado pela empresa BAKELITSUL®.

Para a sustentação do braço telescópico, foi projetado um apoio diretamente fixado ao suporte móvel (denominada “girafa” neste projeto), por meio de parafusos borboleta, e com a utilização do mesmo tipo de liga de alumínio do suporte móvel. A massa deste componente é de 6,7Kg.

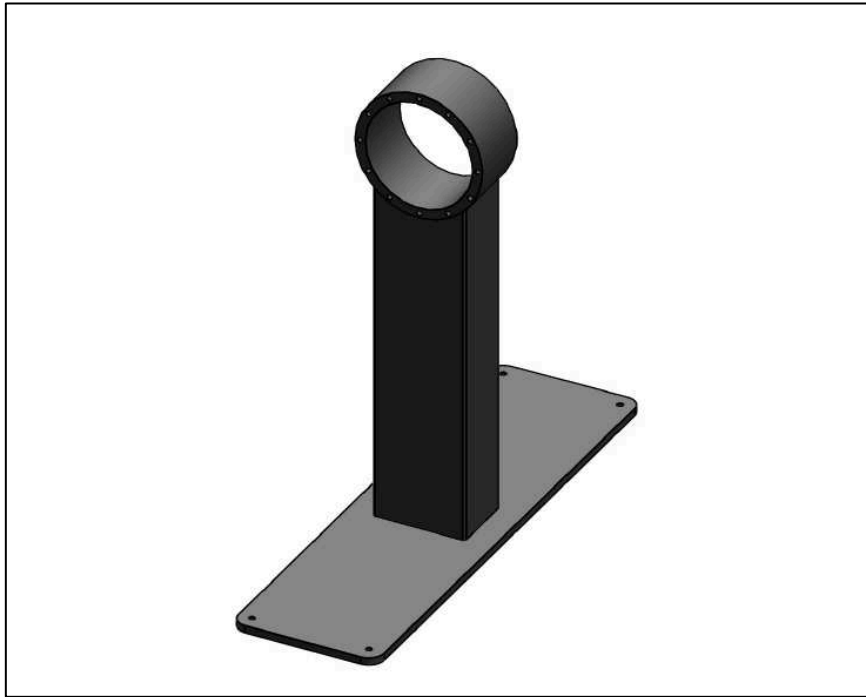


Figura 11. Esboço do apoio do braço telescópico.

3.1.4 Escudo balístico

O escudo balístico foi idealizado para proteger o usuário de possíveis fragmentos decorrentes de explosões. Ele foi escolhido de acordo com sua massa, material e nível de proteção, a fim de proporcionar mobilidade, mas com garantia de segurança. A área correspondente ao escudo é aproximadamente $0,93\text{m}^2$, o que resultaria em uma massa de 16,0Kg com nível IIIA de proteção balística, comumente utilizado em ações contra atentados envolvendo homens-bomba. Os valores calculados para este escudo foram baseados em equipamentos já existentes na indústria militar, produzidos com fibras de polietileno de ultra alta massa molar (UHMWPE). Esse material apresenta uma excelente capacidade de absorver energia cinética e uma ótima relação resistência/peso.

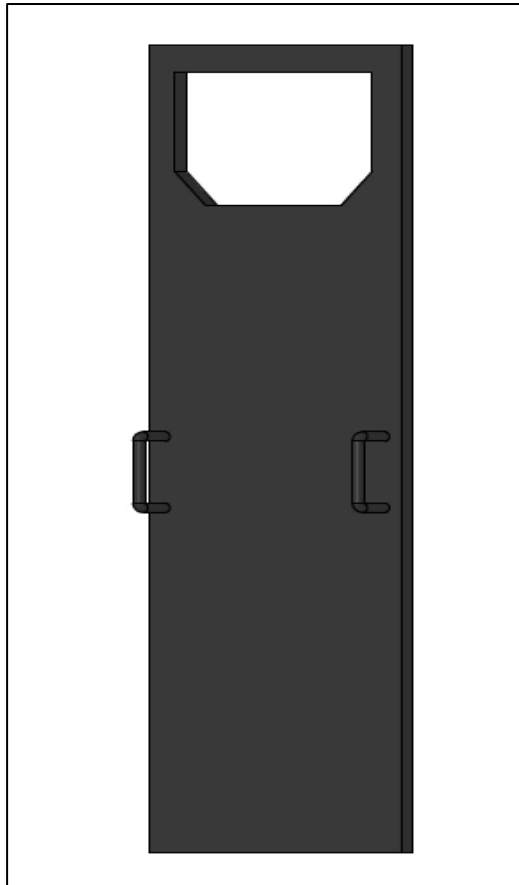


Figura 12. Esboço do escudo idealizado para o projeto.



Figura 13. Exemplar de escudo de proteção balística de 18''x34'' (0,4m²) com 6,8kg da empresa Venture Ballistic Composites®.

3.1.5 Baterias

Para a alimentação dos componentes elétricos do equipamento (servo drive, atuador rotativo e a garra pertencente ao manipulador telescópico) serão necessárias quatro baterias acopladas ao suporte móvel. A bateria escolhida foi a estacionária VRLA, com 12V de tensão nominal e capacidade de 5Ah. Elas serão ligadas em série, gerando um potencial de 48V, que é necessário para a operação do atuador. Suas dimensões são: 151x65x100mm, massa de 1,7Kg totalizando 6,8Kg, conforme se observa na imagem a seguir.



Figura 14. Bateria modelo UP12COMPACT da empresa Unipower®.

3.2 Cálculo das reações de apoio devido às massas dos componentes

Com o intuito de verificar a estabilidade do equipamento enquanto estático, foi necessário analisar o centro de gravidade de cada componente e sua respectiva massa para o cálculo dos momentos. Com isso, obtiveram-se as reações de apoio nos rodízios frontais e traseiros, concluindo o não tombamento da estrutura.

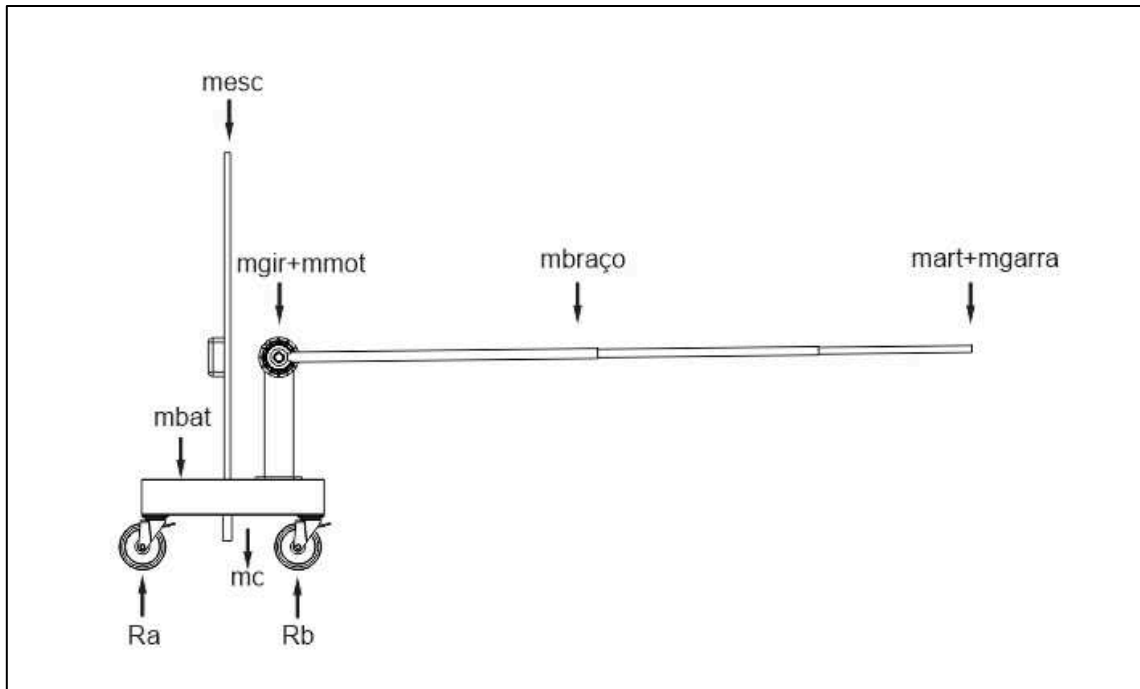


Figura 15. Linhas de ação dos pesos nos componentes.

Sabendo que os valores das massas dos componentes são: $m_{art} = 3\text{Kg}$; $m_{garra} = 1,6\text{Kg}$; $m_{braço} = 1,8\text{Kg}$; $m_c = 19\text{Kg}$; $m_{esc} = 16\text{Kg}$, $m_{bat} = 6,8\text{Kg}$; $m_{mot} = 8\text{Kg}$; $m_{rodas} = 2\text{Kg}$ e $m_{gir} = 6,7\text{Kg}$, foi possível encontrar a $massa_{tot}$.

$$massa_{tot} = m_{art} + m_{garra} + m_{braço} + m_c + m_{esc} + m_{bat} + m_{mot} + m_{gir} + m_{rodas}$$

$$massa_{tot} = 3 + 1,6 + 1,8 + 19 + 16 + 6,8 + 8 + 6,7 + 2$$

$$\therefore massa_{tot} = 64,9 \text{ Kg}$$

Considerando o sistema estático, imóvel e na sua máxima capacidade de carregamento, foi calculado o momento em relação ao eixo a, para obtenção das reações de apoio nas rodas dianteiras (R_a) e traseiras (R_b). Para este cálculo, foram considerados os seguintes valores para os braços de momento: $d_{arta} = 3,6\text{m}$; $d_{braço a} = 1,9\text{m}$; $d_{ca} = 0,4\text{m}$; $d_{esca} = 0,375\text{m}$; $d_{bata} = 0,2\text{m}$; $d_{mota} = 0,6\text{m}$ e $d_{Rb} = 0,8\text{m}$:

$$\sum Ma = 0$$

$$\sum Ma = \left[d_{arta} * (m_{art} + m_{garra}) + d_{bra\c{c}oa} * m_{bra\c{c}o} + d_{ca} * m_c + d_{esca} * m_{esc} + d_{bata} * m_{bat} + d_{mota} * (m_{mot} + m_{gir}) + d_{Rb} * \frac{m_{rodas}}{2} \right] * g - Rb * d_{Rb}$$

$$Rb * 0,8 = [3,6 * (3 + 1,6) + 1,9 * 1,8 + 0,4 * 19 + 0,375 * 16 + 0,2 * 6,8 + 0,6 * (8 + 6,7) + 0,8 * 1] * 9,81$$

$$\therefore Rb = 546,42N$$

Com (R_b) já conhecido, basta fazer o somatório das forças totais e igualar a zero, para se obter a reação de apoio (R_a):

$$\sum F = 0$$

$$\sum F = Ra + Rb - (massa_{tot}) * g$$

$$Ra = (64,9) * 9,81 - 545,86$$

$$\therefore Ra = 90,25N$$

Com os valores das reações de apoio, os quais são maiores que zero, é possível concluir que o manipulador telescópico móvel não tombará quando estiver operando com carga máxima. Utilizando os mesmos métodos, calcularam-se as reações de apoio para o equipamento desconsiderando a massa do artefato. Foram encontrados os valores de $R_b = 414N$ e $Ra = 193N$, ou seja, diminuiria o risco de tombamento.

3.3 Análise estática pelo método dos elementos finitos

Utilizando a ferramenta do software SolidWorks®, foi possível fazer uma análise estática, pelo método dos elementos finitos, das principais estruturas do equipamento. Com este programa, é possível ter uma percepção da intensidade das tensões distribuídas no equipamento, deformações e seus principais pontos de atuação. Os cálculos foram realizados considerando as principais forças atuantes no sistema e com a carga máxima do artefato.

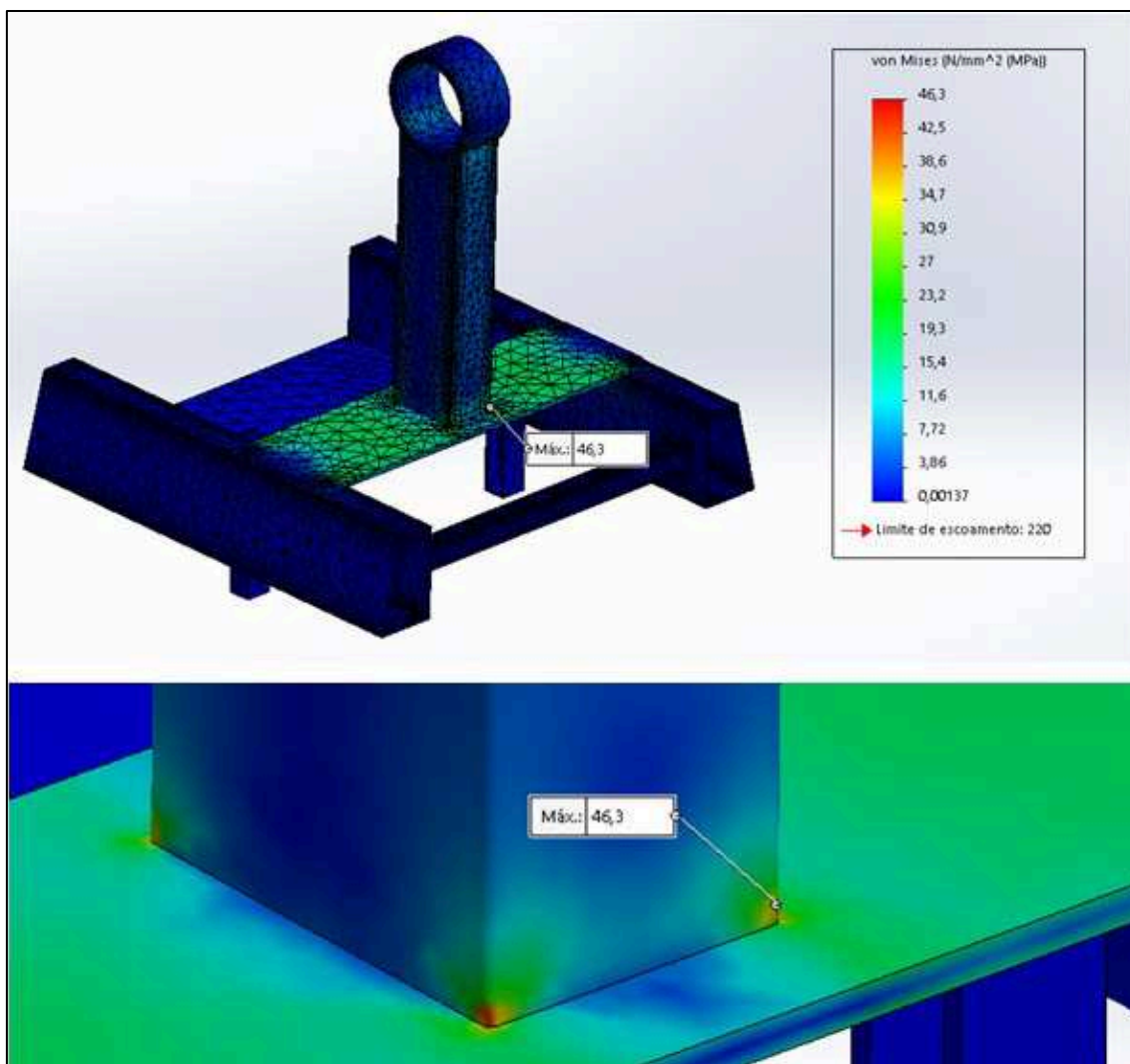


Figura 16. Distribuição das tensões calculadas ao longo da estrutura.

Com essa análise, nota-se que a máxima tensão calculada, via software, foi de 46,3MPa e ocorreu em uma quina, ou seja, em um ponto esperado de concentração de tensão. Este resultado indica que o material escolhido para compor o equipamento não sofreu deformação plástica, pois seu limite de escoamento corresponde a 220MPa. Portanto, constata-se que o coeficiente de segurança equivale a 4,75.

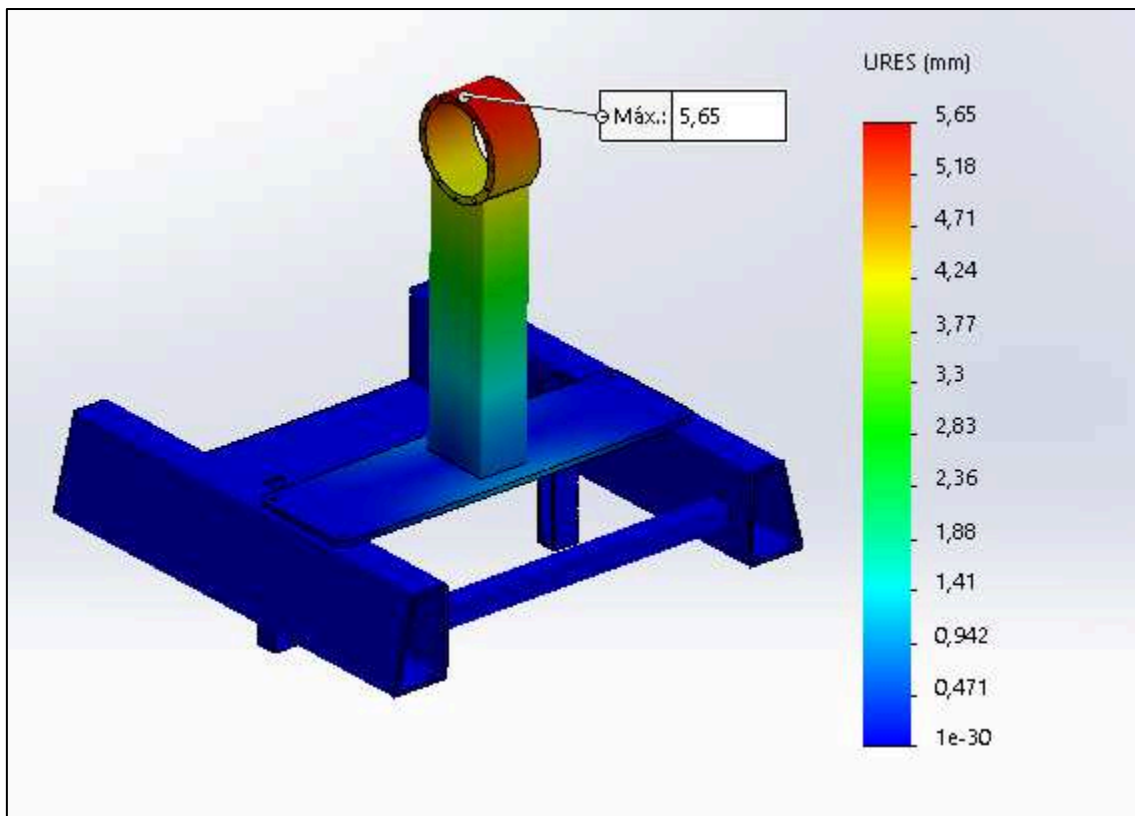


Figura 17. Deformações elásticas avaliadas ao longo da estrutura.

Ao analisar a imagem, percebe-se uma deformação máxima de 5,65mm na parte superior da girafa e pode-se considerar um deslocamento pequeno em relação à totalidade da estrutura. Afirma-se que esta deformação ocorreu no regime elástico, visto que a tensão máxima verificada no material é menor que seu limite de escoamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme se pode perceber ao longo do projeto, o manipulador telescópico teve como objetivo a segurança e estabilidade no transporte de artefatos perigosos, especialmente cargas sensíveis. O equipamento possui articulação motorizada, escudo para proteção do operador, sistema para captura de objetos e suporte móvel para seu deslocamento. É possível notar que algumas partes do equipamento foram utilizadas originalmente conforme sua fabricação, outras foram readaptadas segundo as necessidades do projeto.

A peça genuína oriunda diretamente do comércio foi o atuador rotativo da Harmonic Drive®, o qual foi selecionado segundo orientações e especificações do próprio fabricante. Os parâmetros de funcionamento foram calculados de acordo com o manual de montagem e operação, pelo qual também foi possível verificar a velocidade de operação e a capacidade do freio do atuador. Outros componentes que não precisaram ser modificados foram os rodízios e a bateria.

Já o braço telescópico, cujo fabricante é a Allen-Vanguard Corp.©, foi adaptado consoante à forma de utilização em relação aos usuais no mercado, pois ele é fixado diretamente ao atuador rotativo neste projeto. Ressalta-se que as vias de alimentação e controle da garra passam internamente às hastes do dispositivo, sendo necessária uma modificação na extremidade mais próxima ao atuador. Em relação à garra, proveniente da mesma marca, houve alterações em sua forma alimentação, que neste projeto se dá por meio de baterias estacionárias. Também é necessário desenvolver um dispositivo de controle tanto da garra quanto do atuador, entretanto, este processo não foi realizado na presente pesquisa, sendo importante criá-lo em estudos posteriores.

A bandoleira, que originalmente integra o manipulador telescópico, seria inviável para este projeto, portanto foi removida, de modo que seu deslocamento passa a ser promovido pelo suporte móvel. Para tanto, utilizou-se como modelo o Battle Bunker©, cujo uso original se faz para táticas de guerra e policiamento. Por fim, outro elemento importante foi o uso do escudo balístico, baseado em equipamentos da indústria militar, que garante proteção ao usuário. Ele não existe nas proporções sugeridas por esta pesquisa, porém, é possível de ser encomendado.

A alimentação dos componentes elétricos do manipulador montado foi modelada a partir das necessidades de fornecimento das peças. O conjunto de baterias fornece 48V, ligadas em série, para alimentar o sistema elétrico e com elas conseguem-se 5Ah de

capacidade. É necessária uma análise melhor para apurar o tempo de uso com uma carga inteira desse conjunto.

Para a efetivação deste projeto, foram criados um carrinho e uma “girafa” (denominação criada na presente pesquisa), de modo a reunir todos estes elementos e proporcionar a mobilidade e portabilidade do equipamento. As peças foram descritas com precisão, tendo suas proporções delimitadas e especificações esclarecidas, de modo que o aparelho possa ser modelado para testes e análises.

Por fim, foi verificado se o aparelho possui condições adequadas de estabilidade estática, notando-se uma grande discrepância em relação às reações de apoio entre as rodas dianteiras e traseiras, de modo que a reação dianteira ficou muito mais acentuada. Por serem maiores que zero, certifica-se que não há o risco de tombamento do equipamento. Porém, uma força externa ao sistema pode causar a suspensão da roda traseira, caso haja um descuido na intensidade e no local de sua aplicação. Seria interessante um aperfeiçoamento na distribuição de massa do equipamento para diminuir tal risco.

Como se pode perceber, foram utilizados componentes de marcas diversas e com alterações necessárias para deixar esta proposta viável. Toda a construção foi feita tendo como base os princípios de leveza, resistência, segurança e portabilidade, de modo que o aparelho seja confiável e eficaz.

Ao fazer a análise da composição substancial e estrutural do equipamento, nota-se a viabilidade de uma permuta de material, que levaria a uma maior leveza em sua totalidade, bem como uma economia de custos de fabricação. Como exemplo, pode-se pensar no emprego de polímeros em regiões com menores solicitações mecânicas e no uso de rodas pneumáticas, que podem ser utilizadas em maior variedade de ambientes.

O intuito do manipulador telescópico montado é implementar a segurança em operações que envolvam verificação e movimentação de pequenas cargas perigosas. O atuador rotativo, comandado por meio de um controle e servo drive, dá maior estabilidade no manejo da carga, já o escudo balístico representa uma barreira a mais contra fragmentos oriundos de uma possível explosão. Na busca de um material mais leve para a estrutura do aparato, foi selecionada a liga de alumínio DIN 3.0505 para compô-lo, trazendo maior portabilidade na hora do transporte e assegurando uma boa resistência para a operação. Mesmo com a escolha de um material relativamente leve, que é uma opção economicamente mais onerosa em relação aos aços, a massa compreendida pelos componentes estruturais (suporte móvel e apoio do braço) é de 26Kg, que torna o

transporte um tanto dificultoso. Ao mesmo tempo, esta massa garante uma estabilidade maior para o não tombamento do equipamento.

Pensando no transporte e na acomodação do manipulador, seus componentes podem ser facilmente montados e desmontados para cada operação. Para fins comerciais, seria possível a função adicional de escudo móvel, assim como o Battle Bunker©, apenas com a retirada das baterias, braço telescópico e seus periféricos.

5. CONCLUSÃO

Inicialmente, o intuito do presente trabalho era modificar um manipulador telescópico (TM600) de forma a garantir, ao usuário, melhor estabilidade no deslocamento de pequenos artefatos perigosos. Para tal objetivo, seria necessária a implementação de um motor e um redutor em sua estrutura, mas as dificuldades surgiram devido às grandes dimensões que estes componentes deveriam possuir para atender aos princípios operacionais desejados. Encontrou-se, então, um atuador rotativo que contempla motor, redutor e freio para satisfazer às exigências, entretanto, devido à sua massa e necessidade energética, foi exigida a modelação de um suporte móvel para seu transporte. Acertadamente, acrescentou-se um escudo balístico a esta estrutura para trazer mais segurança ao operador, transformando-se em um manipulador telescópico montado. Este aparato não garante a isenção do uso de outros equipamentos de segurança, como o traje antibomba, mas estimula novos estudos para verificar a possibilidade de torná-los mais leves e flexíveis.

Por meio das informações apresentadas, pôde-se concluir que o manipulador telescópico montado é uma proposta viável para estabilizar a movimentação do artefato, e juntamente com a adição de um escudo balístico, proporcionaria maior segurança ao usuário. O modelo necessita de modificações oriundas da contribuição de profissionais de outras áreas e mais pesquisas devem ser realizadas para tornar o projeto viável para sua utilização no campo de atuação. É importante ressaltar que tal trabalho é pioneiro na criação deste equipamento, com poucas referências na literatura sobre esse tema. Por se tratar de um dispositivo de segurança pública, poucas informações estão disponíveis com livre acesso à população, sendo necessária uma pesquisa mais aprofundada em fontes permitidas por agências de proteção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

World health Statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: **World Health Organization; 2018**. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

ABREU, Aline Fernandes Vasconcelos de. A política internacional de controle de armamentos: novos atores, novos referenciais. **Proceedings of the 3rd ENABRI 2011 3 Encontro Nacional ABRI 2001**, 2011.

CABRAL, Danilo Cezar. Como é a armadura do esquadrão antibomba? Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-armadura-do-esquadrão-antibomba/>.
Acessado em: 09/11/2018.

CALFAT, Natalia Nahas. O Estado Islâmico do Iraque e do Levante: Fundamentos políticos à violência política. **Conjuntura Austral**, v. 6, n. 31, p. 6-20, 2015.

DE LIMA, Renato Sérgio; BUENO, Samira; MINGARDI, Guaracy. Estado, polícias e segurança pública no Brasil. **Revista Direito GV**, v. 12, n. 1, p. 49-85, 2016.

ESTES, Kenneth W. improvised explosive devices. **The Encyclopedia of War**, 2011.

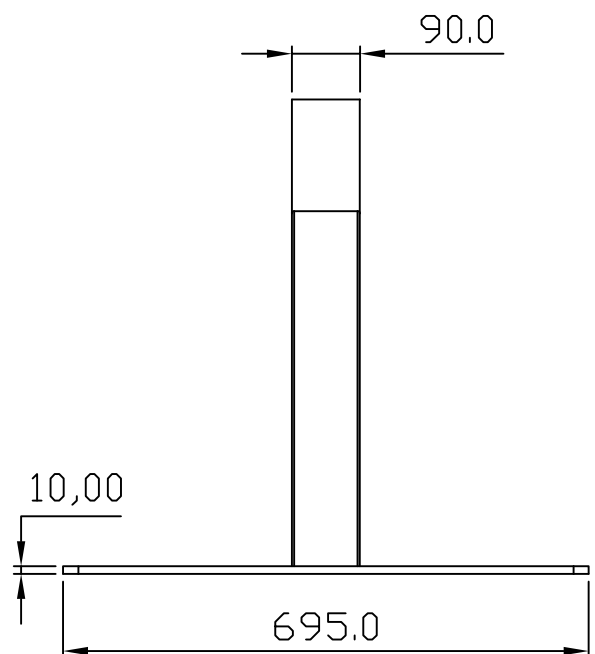
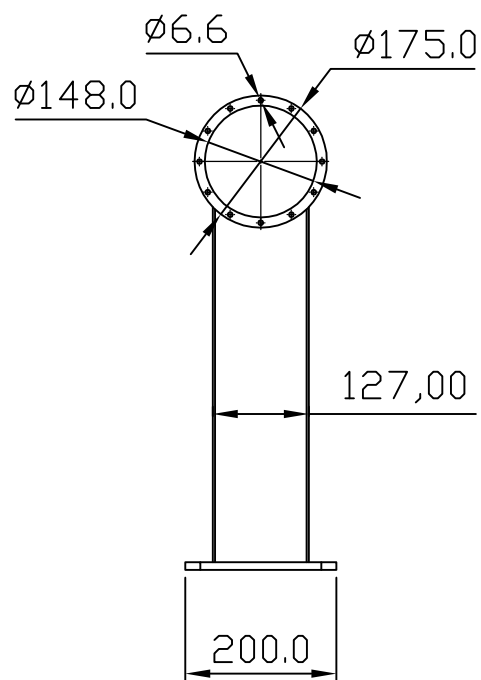
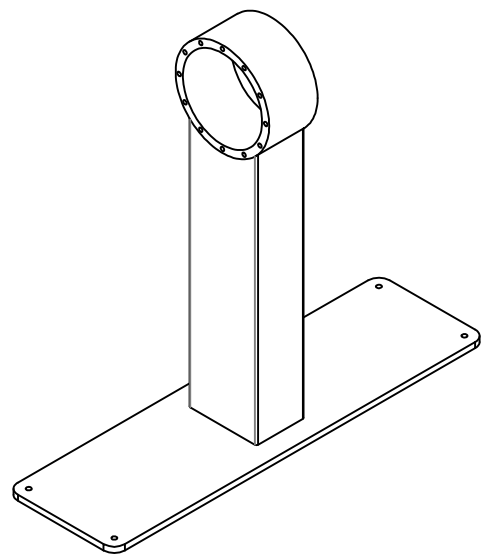
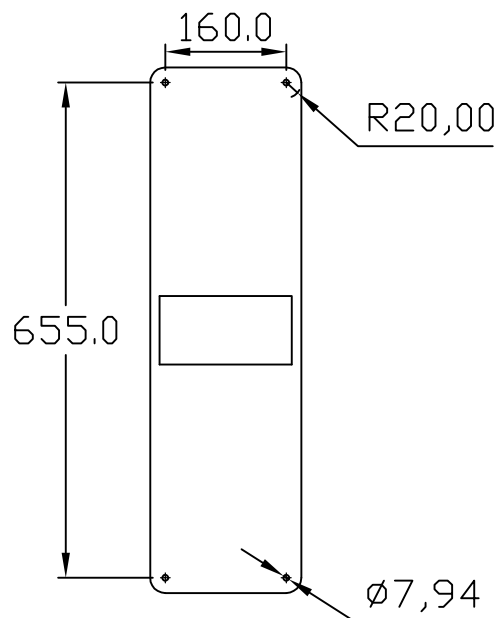
FREITAS, Ricardo. A internacionalização do terrorismo: o desafio terrorista no mundo globalizado. **Caderno de Relações Internacionais**, v. 7, n. 12, 2016.

SILVA, Gabriel Francisco. O Brasil e os regimes de desarmamento humanitário: um estudo dos casos de minas terrestres (1997) e de munições cluster (2008). **Revista de Estudos Internacionais**, v. 5, n. 2, p. 104-116, 2014.

SILVA, Aurélia Carla Queiroga; BEZERRA, Margaret Darling; SANTOS, Wallas Tomaz. Relações Jurídicas Virtuais: Análise de Crimes Cometidos por meio do uso da Internet. **Revista Cesumar–Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 21, n. 1, p. 7-28, 2016.

SOUTO, Anna Maria Barreto et al. Novas tecnologias na segurança nacional. **REVISTA FAIPE**, v. 6, n. 1, p. 64-70, 2017.

JUNIOR, Carlos Bozzo. Esquadrão antibomba da PM-SP faz 30 anos quase “invicto” em operações. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/08/esquadrão-antibomba-da-pm-sp-faz-30-anos-quase-invicto-em-operacoes.shtml>. **Acessado em: 09/11/18.**



TÍTULO:

Apoio do braço telescópico

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Henrique M. Teixeira / João Paulo S. Junqueira

ASSUNTO:

ESCALA:

1:10

FOLHA:

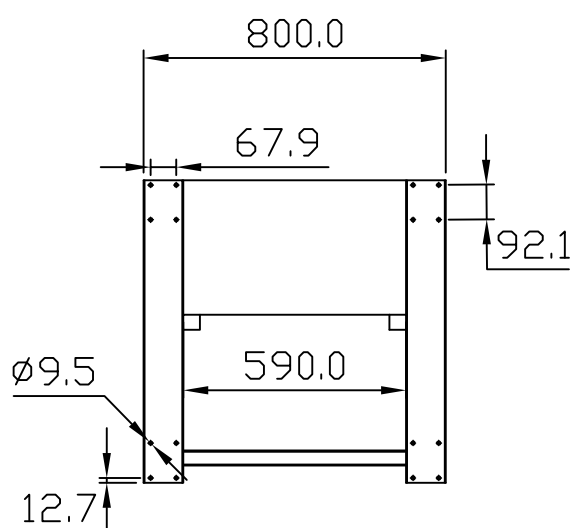
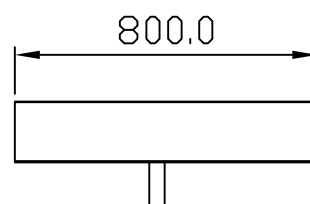
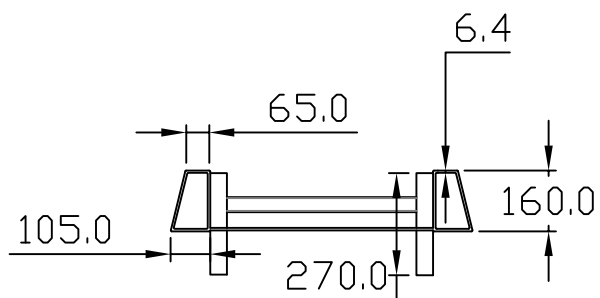
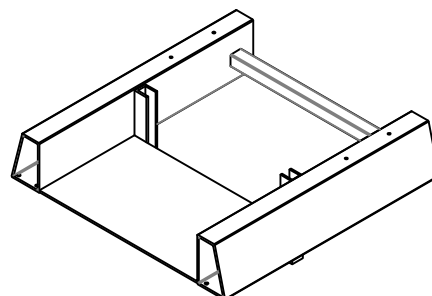
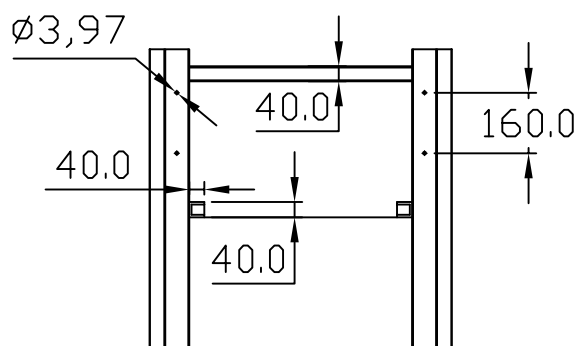
01

CLIENTE:

CÓDIGO:

DATA:

Dez/2018



TÍTULO:

Suporte móvel

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Henrique M. Teixeira / João Paulo S. Junqueira

ASSUNTO:

ESCALA:

1:20

FOLHA:

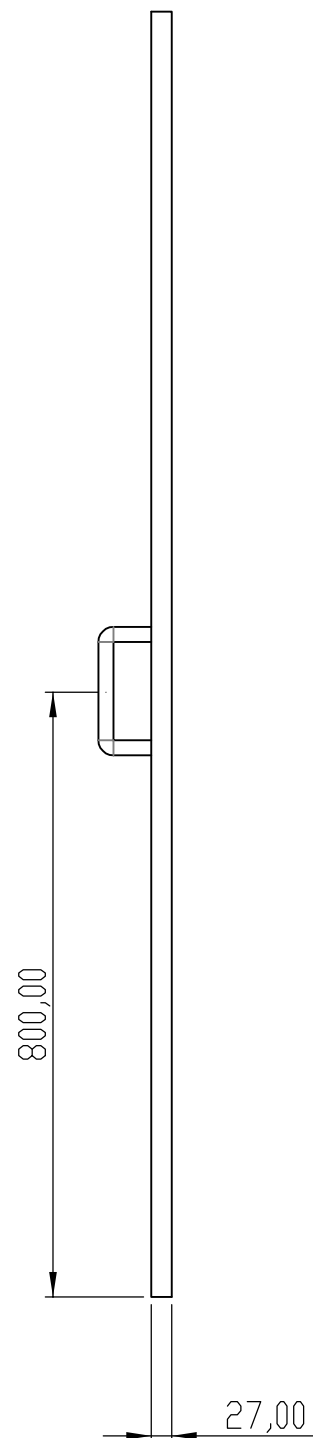
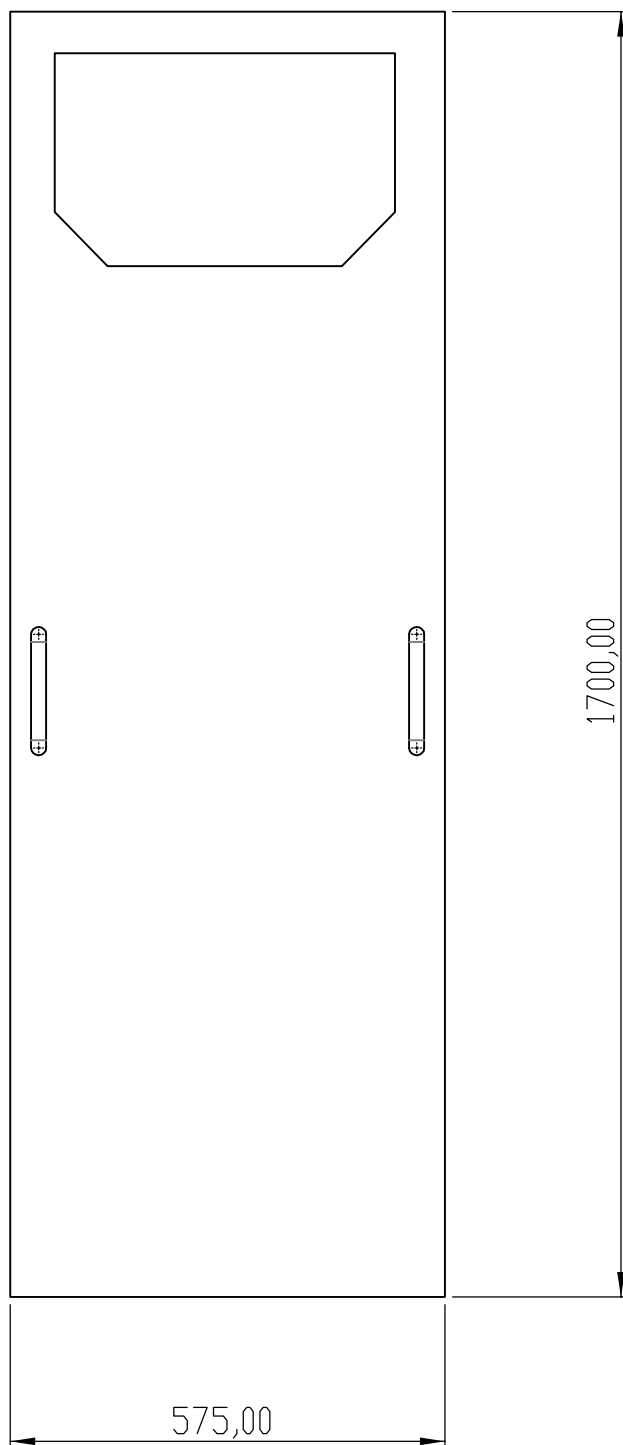
01

CLIENTE:

CÓDIGO:

DATA:

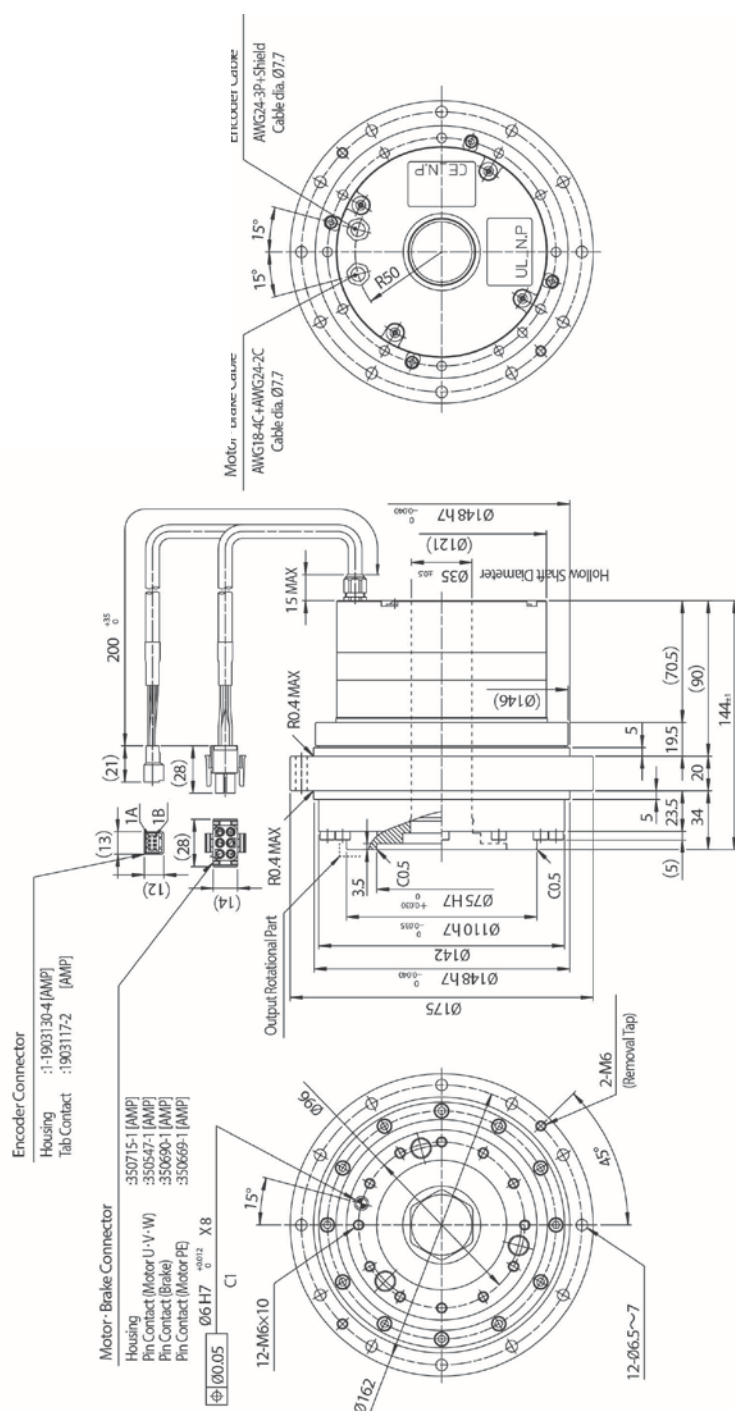
Dez/2018



TI TULO:	RESPONSEVEL T S CNICO:		
Escudo bal stico	Henrique M. Teixeira/Jo o Paulo S. Junqueira		
ASSUNTO:	ESCALA:	FOLHA:	
	1:10	01	
CLIENTE:	C F D IGO:	DATA:	
		Dez/2018	

- **SHA32A-CG**

Unit: mm



Note: The dimension tolerances that are not specified vary depending on the manufacturing method. Please check the confirmation drawing or contact us for dimension tolerances not shown