



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Engenharia Automotiva

**Adaptação de um Auto Transporte de Tropa:  
Projeto de um sistema de armazenamento e  
bombeamento de água na carroceria das  
viaturas ATT do CBMDF**

Autor: Alisson Henrique Sousa de Carvalho  
Orientador: Dr. Rhander Viana

Brasília, DF  
2023





Alisson Henrique Sousa de Carvalho

**Adaptação de um Auto Transporte de Tropa: Projeto de um sistema de armazenamento e bombeamento de água na carroceria das viaturas ATT do CBMDF**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia Automotiva) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia Automotiva).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Dr. Rhander Viana

Brasília, DF

2023

---

Alisson Henrique Sousa de Carvalho

Adaptação de um Auto Transporte de Tropa: Projeto de um sistema de armazenamento e bombeamento de água na carroceria das viaturas ATT do CBMDF/  
Alisson Henrique Sousa de Carvalho. – Brasília, DF, 2023-

85 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Dr. Rhander Viana

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA , 2023.

1. ATT. 2. CBMDF. I. Dr. Rhander Viana. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Adaptação de um Auto Transporte de Tropa: Projeto de um sistema de armazenamento e bombeamento de água na carroceria das viaturas ATT do CBMDF

CDU 02:141:005.6

---

Alisson Henrique Sousa de Carvalho

# **Adaptação de um Auto Transporte de Tropa: Projeto de um sistema de armazenamento e bombeamento de água na carroceria das viaturas ATT do CBMDF**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia Automotiva) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia Automotiva).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 21 de julho de 2023:

---

**Dr. Rhander Viana**  
Orientador

---

**Danilo dos Santos Oliveira**  
Convidado 1

---

**Paolo Gessini**  
Convidado 2

Brasília, DF  
2023



**Este trabalho é dedicado a todos aqueles que me apoiaram.**



# Agradecimentos

Quero agradecer a todos aqueles que participaram na minha jornada nessa faculdade em si, quero agradecer especificamente ao Yago Vencerlencio e Marcelo Philipe por serem meus amigos desde o primeiro semestre a este último. Agradeço a todos os amigos e colegas que fiz durante essa jornada árdua.

Agradeço meus pai Paulo Haroldo e minha mãe Iracema por me apoiarem e me educarem para me tornar o que sou.

Quero agradecer a minha noiva Jully minha motivadora para voltar atrás e finalizar este curso que até então já teria desistido.

Quero agradecer meu orientador Rhander Viana e ao Danilo por me apoiarem e me orientar a retornar este projeto.

Quero agradecer ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal por ser uma corporação que apoia e investe em seus militares. Agradeço especificamente ao Capitão Morselli por me apoiar e guiar nessa integração CBMDF e UnB.



*“Suporte comigo os meus sofrimentos, como bom soldado de Cristo Jesus.  
Nenhum soldado se deixa envolver pelos negócios da vida civil, já que deseja agradar  
àquele que o alistou.  
Semelhantemente, nenhum atleta é coroado como vencedor, se não competir de acordo  
com as regras.  
O lavrador que trabalha arduamente deve ser o primeiro a participar dos frutos da  
colheita. (Bíblia Sagrada, Timóteo 2, 2)*



# Resumo

Este trabalho aborda uma modificação veicular em uma viatura da frota do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), o automóvel é o "Auto Transporte de Tropa" no qual detém de uma carroceria com expectativa de transporte de 16 pessoas. Porém, foi visto que este espaço é desperdiçado, sabendo que uma guarnição de combate a incêndio florestal normalmente é composta por 5 a 8 combatentes. O objetivo do projeto visa o projeto e rearranjo do interior da carroceria, trocando 4 fileiras de 2 cadeiras por 2 tanques de 1000 L e acoplando no espaço entre a cabine e carroceria uma motobomba Mark-3 devido a este recurso já ser utilizado pelo CBMDF. Para validar o projeto foi buscado nas legislações vigentes e constatou que o projeto não afetará nenhum artigo do Conselho Nacional de Trânsito. Por fim, foi feita uma listagem de materiais para os responsáveis de cada departamento da corporação para implementar o projeto.

**Palavras-chaves:** CBMDF. ATT. Modificação-Veicular.



# Abstract

This work deals with a vehicle modification in a fleet vehicle of the Military Fire Brigade of the Federal District (MFBFD), the car is the "Auto Troop Transport" in which it has a body with the expectation of transporting 16 people. However, it has been noticed that this space is wasted, knowing that a forest fire fighting crew is usually composed of 5 to 8 fighters. The objective of the project is the design and rearrangement of the interior of the bodywork, replacing 4 rows of 2 chairs for 2 tanks of 1000 L and attaching a Mark-3 motor pump in the space between the cabin and bodywork, as this feature is already used by the MFBFD. In order to validate the project, current legislation was sought and it was found that the project will not affect any National Traffic Council article. Finally, a list of materials was made for those responsible for each department of the corporation to implement the project.

**Key-words:** CBMDF. ATT. Vehicle Modification.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Combate direto com abafador e bomba costal.(CBMDF, 2020b) . . . . .	48
Figura 2 – Combate direto com soprador e bomba costal.(CBMDF, 2020a) . . . . .	49
Figura 3 – ATT arranjo original em 3D. . . . .	59
Figura 4 – Arranjo real do interior do ATT. . . . .	60
Figura 5 – Rearranjo interior sugerido: A) Vista Posterior, B) Vista Lateral Esquerda e C) Vista Isométrica. . . . .	61
Figura 6 – Tanques IBC de 1000 L pertencentes ao GPRAM. . . . .	62
Figura 7 – Sloshing longitudinal devido à frenagem do veículo (NICOLSEN; WANG; SHABANA, 2017) . . . . .	63
Figura 8 – Atenuação do efeito Slosh. A) Sem camadas, b)1 camada, c)2 camadas, d)3 camadas; e e)4 camadas.(ZHANG; SU; NING, 2019) . . . . .	63
Figura 9 – Estrutura Tubular tanque IBC. . . . .	64
Figura 10 – Braçadeira tipo U. . . . .	64
Figura 11 – Braçadeira tipo U na contenção de movimento da estrutura do IBC. . . . .	65
Figura 12 – Cantoneiras Laminadas. . . . .	65
Figura 13 – Cantoneiras laminadas para contenção dos tanques. . . . .	66
Figura 14 – Bomba Mark-3 A) Lateral esquerda B) Lateral direita. . . . .	66
Figura 15 – Espaço lateral esquerda ATT. . . . .	67
Figura 16 – Arranjo situacional da Mark-3. . . . .	68
Figura 17 – Base de sustentação da Mark-3. . . . .	69
Figura 18 – Braçadeira tipo U para Mark-3. . . . .	69
Figura 19 – Layout final do projeto. . . . .	71



# Lista de tabelas

Tabela 1 – Recursos Plano da OPVV 2022 . . . . .	36
Tabela 2 – Materiais Plano da OPVV 2022 . . . . .	37



# Lista de abreviaturas e siglas

CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
ATT	Auto Transporte de Tropa
ABTF	Auto Bomba Tanque Florestal
ARF	Auto Rápido Florestal
OPVV	Operação Verde Vivo
CGA	Centro de Gerenciamento Ambiental
GSV	Gratificação por Serviço Voluntário
GBM	Grupamento Bombeiro Militar
SCI	Sistema de Comando de Incidentes
GEPRAM	Grupamento de Proteção Ambiental
CEMEV	Centro de Manutenção de Equipamentos e Viaturas



# Lista de símbolos

L	Litro
m	Metro



# Sumário

<b>I</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>25</b>
<b>1</b>	<b>CBMDF</b>	<b>27</b>
<b>1.1</b>	<b>Histórico</b>	<b>27</b>
<b>1.2</b>	<b>Missão, Visão e Valores</b>	<b>28</b>
<b>1.3</b>	<b>Viaturas</b>	<b>29</b>
1.3.1	Viaturas Florestais	31
1.3.1.1	ABTF	31
1.3.1.2	ATT	32
1.3.1.3	ARF	32
1.3.1.4	Aeronaves	32
<b>1.4</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>32</b>
<b>1.5</b>	<b>Operação Verde Vivo</b>	<b>34</b>
1.5.1	Plano Operação OPVV 2022	34
1.5.2	Fases da OPVV	35
1.5.3	Distribuição de Viaturas na OPVV	35
1.5.4	Materiais da OPVV	37
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA DO TRABALHO</b>	<b>39</b>
<b>2.1</b>	<b>Alta demanda</b>	<b>39</b>
<b>2.2</b>	<b>Ampliação de viaturas</b>	<b>39</b>
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>41</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS GERAIS</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>43</b>
<b>III</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Tipos de combate</b>	<b>48</b>
4.1.1	Ataque direto	48
4.1.2	Combate indireto	48
4.1.3	Combate paralelo ou intermediário	50
<b>4.2</b>	<b>ATT</b>	<b>50</b>
<b>4.3</b>	<b>MARK-3</b>	<b>52</b>

4.4	Caminhões tanque . . . . .	54
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>55</b>
5	MODELAGEM CAD . . . . .	57
5.1	CAD . . . . .	57
6	ESTRUTURA . . . . .	59
6.1	Projeto . . . . .	59
6.2	Tanques IBC . . . . .	62
6.2.1	Sustentação dos tanques IBC . . . . .	63
6.3	Bombeamento . . . . .	66
6.3.1	Localização e sustentação da MARK-3 . . . . .	67
6.4	Tubulações . . . . .	70
6.5	Aprimoramento . . . . .	70
6.6	Layout final . . . . .	70
<b>V</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>73</b>
7	CONCLUSÃO . . . . .	75
	REFERÊNCIAS . . . . .	77
	ANEXOS	79
	ANEXO A – VISTAS TÉCNICAS . . . . .	81

Parte I

Introdução



# 1 CBMDF

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) é uma instituição pública no qual visa o atendimento de ocorrências de natureza amplas que são descritas de acordo com o artigo 2º da Lei nº 12.086, de 6 de novembro de 2009, no que diz: “(...) execução de serviços de perícia, prevenção e combate a incêndios, de busca e salvamento, e de atendimento pré-hospitalar e de prestação de socorros nos casos de sinistros, inundações, desabamentos, catástrofes, calamidades públicas e outros em que seja necessária a preservação da incolumidade das pessoas e do patrimônio”(BRASIL, 1986). Sendo tal instituição necessitando de materiais e viaturas para emprego da missão fim.

## 1.1 Histórico

Em 1856 foi exposto pelo Inspeto do Arsenal de Marinha das Cortes, o CMG Joaquim José Inácio, a necessidade da criação de uma brigada de Serviço de Extinção de Incêndios nos arsenais de Marinha e Guerra, nas repartições de obras públicas e casa de correção e assinada pelo Imperador Dom Pedro II em 2 de Julho de 1856, criando assim o Corpo Provisório de Bombeiros da Corte sob a jurisdição do Ministério da Justiça.(CBMDF, 2023c)

Em 1960 com a criação da nova capital federal, foi criada a partir da Lei 3.752 e do Decreto-Lei nº 9, de 25 de Junho de 1966, que estabelecia 1238 homens para a organização do Corpo de Bombeiros do Distrito Federal em Brasília. Sendo assim, foi mobilizado a grande Marcha General Riograndino Kruel feita a pé com partida as 1 hora do dia 2 de Junho de 1965 no qual o "Contingente Comandante Moraes Antas"saíram da Praça Mauá, no Rio de Janeiro, e chegaram em Brasília dia 27 de Junho de 1965 no Eixo Rodoviário Sul, cujo o propósito da marcha era demonstrar o valor do "Soldado do Fogo". Em 28 de março de 1967, o primeiro Quartel de Bombeiros foi inaugurado em Brasília, feito em alvenaria, que foi chamado de “Quartel da Asa Sul”, e o seu primeiro Comandante o então Major Gilberto Baptista de Almeida. Uma ano depois foi alterado para "Quartel Central Provisório"denominado "Quartel Sede do 1º Grupamento de Incêndio". Naquele mesmo ano foi inaugurado o 2º Grupamento de Incêndio, localizado no Eixo Monumental Leste, Vila Planalto. O 3º Grupamento de Incêndio foi inaugurado em 1968 em Taguatinga. Em 1969 foi inaugurado o nº 2 em Sobradinho e nº 3 no Gama.(CBMDF, 2023c)

Em 1971 foi reafirmada a condição de Militar ao Corpo de Bombeiros do Distrito Federal. Mas somente em 1976 foi regulamentada a Lei de organização Básica do CBMDF. Com a promulgação da Constituição Brasileira, em 1988, atendendo ao disposto no Artigo 144, o Corpo de Bombeiros do Distrito Federal, passou a ter a seguinte denominação,

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL.(CBMDF, 2023c)

## 1.2 Missão, Visão e Valores

O CBMDF tem como missão a proteção de vidas, patrimônio e meio ambiente e tem como visão até 2024 realizar ações de prevenção e investigação de incêndio e atenderá as ocorrências emergenciais nos padrões internacionalmente consagrados com foco no cidadão e com responsabilidade socioambiental.

Um bombeiro militar é um cidadão que adentrou na corporação por meio de concurso público e foi treinado e instruído com a doutrina militar para atuar em casos de incêndios, resgate de pessoas em acidentes de trânsito, desmoronamentos, desastres naturais, salvamentos aquáticos e outras atividades de risco. Tal doutrina tem como foto gerar os seguinte valores no bombeiro militar descritos no manual do CBMDF(CBMDF, 2023b):

- **Bravura:** Todo bombeiro militar é corajoso e firme de espírito para enfrentar situações emocionalmente ou moralmente difíceis.
- **Dignidade:** Todo bombeiro militar é digno no modo de proceder ou de se apresentar, inspirando respeito, honra e brio por parte de seus superiores, pares, subordinados e sociedade brasileira.
- **Disciplina:** Todo bombeiro militar é disciplinado no cumprimento dos deveres militares, de modo a não se desviar da conduta padrão esperada de todos os membros do CBMDF, desejável para o bem comum da tropa, mesmo em situações críticas de pressão.
- **Ética:** Todo bombeiro militar é ético em suas ações, ensejando o respeito entre os bombeiros militares e entre estes profissionais e a sociedade.
- **Hierarquia:** É a base da organização a qual pertence todo bombeiro militar, visando a ordenação da autoridade, em níveis diferentes, de modo a possibilitar maior agilidade na mobilização e emprego do efetivo da Instituição.
- **Respeito à vida:** Todo bombeiro militar é consciente de que a vida é o bem mais importante dentre todos os outros e para tanto não hesitará em sacrifícios para preservá-la.
- **Patriotismo:** Todo bombeiro militar é patriota, valorizando, respeitando e amando a Pátria e os seus símbolos nacionais.
- **Tradição:** O CBMDF busca conservar, respeitar e transmitir as boas práticas e valores forjados pelas gerações de bombeiros militares.

- **Responsabilidade socioambiental:** O CBMDF possui o compromisso de contribuir para a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável do Distrito Federal. O CBMDF tem o compromisso com o desenvolvimento social, trabalhando em conjunto com os seus integrantes, suas famílias, a comunidade local e a sociedade em geral para melhorar sua qualidade de vida.

## 1.3 Viaturas

Os veículos terrestres do CBMDF são categorizados em dois tipos: Viaturas operacionais e viaturas de apoio, dentre as operacionais, também se classificam como: Viaturas operacionais emergenciais e viaturas operacionais não-emergenciais(CBMDF, 2023a). Dentre as viaturas emergenciais existem viaturas específicas sendo uma delas a prevenção e combate a incêndios florestais, atividade fim de meio específico necessitando emprego de equipamentos e automóveis peculiares.

As viaturas são descritas de acordo com o site do CBMDF(CBMDF, 2023d):

- **ABT - AUTO BOMBA TANQUE:** Viatura destinada a extinção de incêndio. Capacidade de 3.750 litros de água e 250 litros de espuma.
- **ASE - AUTO SALVAMENTO E EXTINÇÃO:** Viatura destinada ao serviço de salvamento e extinção de incêndio. Capacidade de 3.000 litros de água e 200 litros de espuma.
- **AEM - AUTO ESCADA MECÂNICA:** Viatura destinada ao serviço de combate a incêndio e salvamento em grandes alturas. Alcance de 55 metros de altura
- **ABE – AUTO BOMBA E ESCADA:** Viatura destinada ao serviço de extinção de incêndio e salvamento em altura. Capacidade de 2.500 litros de água, 100 litros de espuma e alcance de 25 metros de altura.
- **AT – AUTO TANQUE:** Viatura destinada ao transporte de água para combate a incêndios e em apoio a outras viaturas AUTO BOMBA. Esta viatura possui capacidade de 10.000 litros de água.
- **APM – AUTO PLATAFORMA MECÂNICA:** Viatura destinada ao serviço de combate a incêndio e salvamento em grandes alturas. Alcance de 70 metros de altura.
- **ABTF – AUTO BOMBA TANQUE FLORESTAL:** Viatura destinada ao combate a Incêndios Florestais com água. Capacidade de 3.000 litros.
- **ATT – AUTO TRANSPORTE DE TROPA:** Viatura destinada ao transporte de tropas para combates a incêndios florestais.

- **APP – AUTO PRODUTOS PERIGOSOS:** Viatura destinada ao atendimento a ocorrências envolvendo produtos perigosos.
- **AGM – AUTO GUINCHO MECÂNICO:** Viatura destinada ao içamento de objetos.
- **APSG – AUTO PLATAFORMA DE SERVIÇOS GERAIS:** Viatura destinada a salvamento, corte de árvores, e serviços gerais.
- **ABSL – AUTO BUSCA E SALVAMENTO LEVE:** Viatura destinada ao serviço de busca e salvamento avançado.
- **AR – AUTO RÁPIDO:** Viatura destinada ao transporte de pessoal em socorro, serviço de salvamento e apoio operacional.
- **ARF – AUTO RÁPIDO FLORESTAL:** Viatura destinada ao transporte de pessoal para combate a incêndios florestais.
- **ABSC – AUTO BUSCA E RESGATE COM CÃES:** Viatura destinada ao transporte de cães especializados em busca e resgate.
- **MR – MOTO RESGATE:** Viatura destinada ao atendimento pré-hospitalar de emergência.
- **UR – UNIDADE DE RESGATE:** Viatura destinada ao transporte de vítimas e suporte básico em atendimento pré-hospitalar.
- **AA – AUTO AMBULÂNCIA:** Viatura para transporte de pacientes clínicos.
- **ASO – AUTO SERVIÇO ODONTOLÓGICO:** Viatura consultório, destinada ao atendimento móvel.
- **AOF – AUTO OPERAÇÃO DE FISCALIZAÇÃO:** Viatura destinada ao serviço de vistorias técnicas.
- **ASM – AUTO SOCORRO MECÂNICO:** Viatura destinada ao serviço de manutenção de emergência.
- **ATC – AUTO TANQUE COMBUSTÍVEL:** Viatura destinada para transporte de combustível.
- **ACI – AUTO COMANDO DE INCIDENTES:** Viatura destinada ao Posto de Comando em eventos e operações especiais.
- **APS – AUTO PESSOAL EM SERVIÇO:** Viatura destinada ao deslocamento de pessoal para serviço administrativo.

- **AE – AUTO ESCOLA:** Viatura destinada à treinamento e avaliação de condutores.
- **ASG – AUTO SERVIÇO GERAIS:** Viatura administrativa para serviços gerais.
- **AC – AUTO CAMINHÃO:** Viatura destinada ao transporte de cargas em geral.
- **AO – AUTO ÔNIBUS:** Viatura destinada ao transporte de passageiros em perímetro urbano.
- **AO – AUTO ÔNIBUS EXECUTIVO:** Viatura destinada ao transporte de passageiros em viagens.
- **RESGATE 3 – Helicóptero – EC 135 T2:** Aeronave destinada ao atendimento aéreo de emergência pré-hospitalar e transporte de vítimas graves. Kit aero médico completo instalado
- **NIMBUS – 02:** Aeronave destinada ao combate de incêndios florestais – Capacidade de 800 galões de água.
- **RESGATE 07:** Aeronave destinada ao transporte de pessoal e vítimas em deslocamentos longos.
- **JETSKI:** Viatura destinada ao salvamento aquático.
- **L – LANCHIA:** Viatura destinada ao salvamento aquático.

### 1.3.1 Viaturas Florestais

O combate a incêndio florestal é um exercício da função que é extremamente desgastante e específica, demandando assim a necessidade de viaturas especializadas para tal fim, que são:

#### 1.3.1.1 ABTF

O ABTF é um caminhão da SCANIA da serie P 360 CB 4X4 HHZ no qual tem capacidade 360 cv tendo 19500 kg de peso bruto total e capaz de transportar 3000 litros de água em seu reservatório. O caminhão porta uma bomba centrífuga da GODIVA P2A-3010 capaz de bombear água para diversas aplicabilidades, como encher bombas costais, combate direto ao fogo, combate indireto e etc. (JACINTO, 2007); Tal veículo possui 2 gavetas traseiras e 4 compartimentos laterais com persianas ROLL-UP capazes de armazenar mangueiras, ferramentas e equipamentos; possui também 1 compartimento traseiro com persiana ROLL-UP para proteger o sistema hidráulico de bombas. O ABTF é capaz de levar 6 militares tendo como versatilidade o desenrolamento de mangueiras para o combate direto do fogo com a água vinda da viatura.(GEPRAM, 2023b)

### 1.3.1.2 ATT

O ATT é uma viatura offroad que tem como o objetivo o transporte de tropa, com capacidade de transporte de até 16 militares na sua carroceria, além do transporte de equipamentos para o combate e água para hidratação. Composto por um caminhão da marca mercedes-bens modelo ATEGO 1726 4X4 (Integral), imbuído de carroceria aberta com 16 assentos na carroceria traseira e 3 assentos na cabine contando com o motorista. O caminhão tem um compartimento logo a frente dos assentos traseiros capaz de armazenar ferramentas de sapa.([GEPRAM, 2023b](#))

### 1.3.1.3 ARF

O ARF é uma viatura de intuito ser rápida às ocorrências florestais tendo parâmetro de agilidade e robustez, chegando rapidamente no local do incêndio para iniciar ou dar apoio no combate, ou até mesmo para monitoramento do incêndio. Esta é uma caminhonete adaptada, podendo ser uma Hilux ou uma S10 o objetivo principal desta, assim como diz o próprio nome é ser uma viatura de resposta rápida no qual necessita uma tecnologia maior de controle de tração e modos 4x4 para poder adentrar em ambientes Off-Road. Além das tecnologias embarcadas o ARF possui em sua carroceria estruturas metálicas adaptadas para que consiga transportar os materiais necessário para o combate a incêndios florestais.([GEPRAM, 2023b](#))

### 1.3.1.4 Aeronaves

Tem-se o zangão que é um Drone ou conhecido como Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) que é bastante útil na monitorização de áreas à distância,otimizando o tempo resposta, decisões e conseqüentemente o combate nas ocorrências.([GEPRAM, 2023b](#))

As aeronave de asa fixa são os Air Tractor's AT-802 com capacidade de voar carregando pouco mais de 3.000 litros de água no apoio ao combate a incêndios florestais.([GEPRAM, 2023b](#))

Por fim, tem-se os RESGATE 03 e 04 que são helicópteros, aeronaves de asa rotativa destinada prioritariamente ao socorro de pessoas, no caso dos IF o auxílio deste recurso é empregado para deslocamento de tropas, monitoramento e resfriamento de áreas quentes. Nossos modelos são: EC 130 B4 (Resgate 04) e EC 135 T2 (Resgate 03).( [GEPRAM, 2023b](#))

## 1.4 Equipamentos

O desenvolver de uma ocorrência demanda conhecimento técnico por parte dos bombeiros, tornando-se necessário o uso de equipamentos e viaturas, sendo estas se es-

tiverem com danos ou inconformidades isto afetara a atuação e pode colocar em risco e bem-estar do militar e da população e patrimônios que serão prejudicados(GEPRAM, 2023b). Sendo os principais equipamentos para uma guarnição de combatentes a incêndios florestais:

- Abafador
- Soprador
- Bomba costal com esguicho
- Pinga-fogo
- Material de sapa (Enxada, pá, machado, rastelo,etc.)
- Capacete
- Óculos de proteção
- Balaclava
- Gandola e calça para combate a incêndio florestal
- Coturno
- Luvas resistente a temperatura
- Lanterna

Outros equipamentos menos utilizados em operações de extinção de incêndios florestais são: Mangueiras (de 1, 1 1/2, e 2 1/2 polegadas), esguichos (regulável, canhão, proporcionador de espuma, agulheta e pistola), ferramentas (chaves de mangueira, chaves de mangote e chave tipo T), acessórios hidráulicos (divisor, coletor, reduções, adaptadores e tampões) e aparelhos extintores portáteis. De acordo com a NBR 11861 (ABNT, 1998), as mangueiras de incêndio são equipamentos de combate a incêndio, constituídos essencialmente por um duto flexível dotado de uniões. As mangueiras são utilizadas para transportar água e espuma, ligando a viatura (ou hidrantes) à cena do incêndio. Elas podem ser de fibras sintéticas ou naturais, de lona simples, dupla ou revestida por material sintético. Elas se conectam através das juntas de união do tipo storz e possuem tamanho padronizado de 15 e 30 metros, podendo ter diâmetro de 1, 1 1/2, e 2 1/2 polegadas.(FERRAZ; LACERDA, 2020)

Os mangotes são tubos de borracha reforçados com arame de aço utilizados geralmente no abastecimento de viaturas.

Os esguichos são equipamentos utilizados para regular e direcionar o fluxo de água dispositivos fabricados em latão, ferro fundido, bronze ou plástico de alta resistência sendo acoplados numa das extremidades das mangueiras de hidrante ou mangotinhos.

Para o manuseio e utilização dos hidrantes podem ser utilizadas as seguintes ferramentas:

- Chave de hidrante: utilizada para abrir e fechar tampões de hidrantes;
- Chave de mangote: utilizada para conectar e desconectar juntas de mangote;
- Chave de mangueira: utilizada para conectar e desconectar juntas de união tipo storz;
- Chave tipo T: utilizada para abertura e fechamento do registro da válvula do hidrante;
- Adaptador: adaptar saída de registro de hidrantes para juntas do tipo storz;
- Redução: redução de uma junta storz de maior polegada para menor polegada
- Tampão: vedador e ferramenta para proteger hidrantes ou boca de expurgo quando não estão sendo utilizados;
- Divisor: divide uma entrada de água, normalmente vinda da viatura, para duas linhas de combate, podendo ser controlado com um registro independente;
- Coletor: Ao contrário do divisor este canaliza duas entradas para uma saída;
- Luva de hidrante: acessório que permite o encaixe da chave do tipo T ao registro de abertura do hidrante

## 1.5 Operação Verde Vivo

A Operação Verde Vivo (OPVV) é uma ação coordenada pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal em resposta as situações de emergência ambiental causada pelos incêndios florestais e objetiva executar serviços de prevenção e combate aos incêndios florestais no Distrito Federal, com vistas à proteção do meio ambiente e da população, e desenvolver na comunidade a consciência de preservação da fauna e da flora do cerrado do DF.([GEPRAM, 2023a](#))

### 1.5.1 Plano Operação OPVV 2022

A fim de minimizar tempo-resposta, a Operação Verde Vivo funcionará de forma proporcional à escalada das demandas provocadas pelo avanço da estiagem no DF. Para

isso, será balizada por fases que serão diferentes entre si nos aspectos quantitativo e qualitativo de: pessoal; viaturas e equipamentos.

Basicamente, quanto maior a quantidade de ocorrências de incêndio florestal, maior será o poder operacional empregado na OpVV e mais ampla a sua distribuição. Esse poder operacional aumenta de forma pulverizada, para alcançar a maior área possível considerando o impacto no tempo-resposta. A cada fase da OpVV, haverá um incremento de postos avançados e, conseqüentemente, pessoal, viaturas e material.(CBMDF, 2023a)

### 1.5.2 Fases da OPVV

- Fase I - Preparação e Prevenção (20ABR/31MAI) - Aqui ocorrem os últimos ajustes nas viaturas e seus equipamentos, treinamento de pessoal, distribuição nos postos 24h e a maior parte das ações de prevenção.
- Fase II - Combate Inicial (01JUN/14JUN) - Expansão dos postos avançados nas unidades multi-empregos. Estabelecimento do CGA, da função de Gestor Ambiental e Gerente Ambiental.
- Fase III - Combate Intermediário (15JUN/31JUL) - Reforço dos postos 24h com as cotas de GSV. Expansão dos postos avançados nas unidades multi-empregos. Início das escalas de Oficial de Área Ambiental (leste/oeste) e Coordenador de Incêndio Florestal.
- Fase IV - Combate Avançado (01AGO/14OUT) - Reforço dos postos 24h com as cotas de GSV e início das cotas de 8h. Expansão dos postos avançados nos GBMs. Início das escalas de acionamento do SCI e Sobreaviso.
- Fase V - Desmobilização (15OUT/31OUT) - Permanecem apenas os postos 24h; Recolhimento das Viaturas dos Postos de GSV.

Fonte: (CBMDF, 2023a)

### 1.5.3 Distribuição de Viaturas na OPVV

Temos pela Tabela 1.5.3 os recursos da Operação Verde Vivo de 2021

Fase	Pessoal/Diário	Viaturas		
I – PREPARAÇÃO E PREVENÇÃO	GCIF	5	ARF	5
	SECOM (12H)	4	ABTF	3
	ADJUNTO	2	ATT	3
Total para Fase I		QBMG-1: 26 QBMG-2: 5 Oficial: 0	Viaturas: 11	
II - COMBATE INICIAL	GCIF	9	ARF	11
	SECOM (12h)	4	ABTF	7
	ADJUNTO	2	ATT	7
	CGA	3		
	GERENTE AMB.	1		
Total para Fase II		QBMG-1: 45 QBMG-2: 10 Oficial: 1	Viaturas: 23	
III - COMBATE INTERMEDIÁRIO	GCIF	19	ARF	17
	SECOM (12h)	4	ABTF	13
	ADJUNTO	2	ATT	13
	CGA	3	AO	2
	GERENTE AMB.	1	AT	2
	COORDENADOR	1		
	OF. DE ÁREA	2		
Total para Fase III		QBMG-1: 85 QBMG-2: 20 Oficial: 4	Viaturas: 47	
IV - COMBATE AVANÇADO	GCIF	28	ARF	17
	SECOM (12h)	4	ABTF	13
	ADJUNTO	2	ATT	19
	CGA	3	AO	2
	GERENTE AMB.	1	AT	2
	COORDENADOR	1		
	OF. DE ÁREA	2		
Total para Fase IV		QBMG-1: 120 QBMG-2: 30 Oficial: 4	Viaturas: 53	
V - DESMOBILIZAÇÃO	GCIF	5	ARF	5
	SECOM (12h)	4	ABTF	3
	ADJUNTO	2	ATT	3
	GERENTE AMB.	1		
	COORDENADOR	1		
	OF. DE ÁREA	2		
Total para Fase V		QBMG-1: 26 QBMG-2: 6 Oficial: 4	Viaturas: 11	

Tabela 1 – Recursos Plano da OPVV 2022

### 1.5.4 Materiais da OPVV

Sendo assim, temos na Tabela 1.5.4 os materiais obrigatórios para uma guarnição que irá a um combate florestal de acordo com o o Boletim Geral 96 do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal de 24 de maio de 2022.

Recurso	Material Obrigatório
Individual	1 Óculos de proteção
	1 Par de luvas
	2 Balaclavas por especialista/1 balaclava para os demais
	2 EPI's por especialista / 1 EPI para os demais
	1 Soprador
	2 Rastelos
	1 Facão
ARF	1 Pá
	1 Enxada
	1 Pinga-fogo
	2 McLoud
	4 Mochilas Costais
	6 Abafadores
	4 Mangueiras de 1 polegada
	2 Esguichos de vazão regulável
	1 Divisor
	2 Reduções de 1/2 polegada para 1 polegada
1 Chave de mangueira para ABTF	
ABTF	1 Soprador
	2 Rastelos
	2 Facões
	2 Pás
	2 Enxadas
	1 Pinga-fogo
	1 McLoud
	4 Mochilas costais
	6 Abafadores
	6 Mochilas Costais
ATT	6 Abafadores
	2 Rastelos
	2 Facões
	2 Pás
	2 Enxadas
	1 McLoud
	2 Sopradores

Tabela 2 – Materiais Plano da OPVV 2022



## 2 Justificativa do trabalho

### 2.1 Alta demanda

Avaliando o relatório anual da Operação Verde Vivo de 2021 temos que neste ano houve um crescimento de 215 acionamentos para ocorrências em Abril, para 2922 acionamentos para ocorrências em Setembro; conseqüentemente uma área queimada de 55 hectares em abril para 7104 hectares em relação a dezembro. De acordo com o relatório temos um total 10008 acionamentos no ano de 2021, sendo que para o Grupamento de Proteção Ambiental – GEPRAM, foram 907 anual; Sendo assim, notório a alta necessidade de recursos para a distribuição de militares em tais ocorrências.

Contando que no pico da estiagem é recorrente o acionamento de mais de 2 ocorrências no mesmo dia, obrigando assim, o uso de mais recursos simultaneamente para o emprego do combate. (GEPRAM, 2023a)

### 2.2 Ampliação de viaturas

De acordo com o Plano de Operações da Verde Vivo de 2022 o período mais crítico da seca é a Fase IV que acontece entre dia 01 de agosto e 14 de Outubro. onde é caracterizada por aplicar o Combate Avançado aos incêndios florestais tendo como reforço e expansão de postos 24h e maiores cotas para serviços voluntários de militares do CBMDF. Tal período conta com 53 viaturas distribuídas em todo o Distrito Federal, sendo 17 ARF, 13 ABTF, 19 ATT e entre outros.

Portanto é notório a necessidade de total emprego dos recursos do CBMDF na fase crítica da seca no DF, tendo em vista que somente 13 das 53 viaturas possuem sistema de armazenamento e bomba de água infere-se a necessidade de obtenção de novos meios de melhorar a praticidade do serviço; Uma forma prática e inteligente de se melhorar tal ponto é a adaptação dos veículos ATT para que eles possam portar água em algum reservatório e se caso possível algum sistema de bombeamento d'água para que ele se equipare com os ABTF's já ativados



Parte II

Objetivos



## 3 Objetivos gerais

O projeto visa implementar o sistema de reserva de água nas viaturas tipo ATT para amplificar o catálogo de viaturas aptas a combater incêndios florestais sem necessidade de reforço, como o ABTF.

O trabalho tem como objetivo projetar tal sistema e para isso será necessário um estudo de localização no interior do veículo sendo visto onde é possível fazer adaptações, suportes, saídas e entradas.

Inicialmente será feito um estudo teórico legislação comum de veículos avaliando se o sistema irá mudar a tipificação de veículo.

### 3.1 Objetivos específicos

Será analisado a ergonomia e funcionalidade do sistema, sabendo que deverá ter formas práticas de ser abastecido e utilizado em campo, sendo este no mínimo por um militar, devido aos outros poderem estar fora ou dentro da viatura em combate ou não.



## Parte III

### Revisão bibliográfica



## 4 Combate a incêndios florestais

Todos os anos, as queimadas na época seca ocorrem em grande quantidade, e é de grande importância a presença de profissionais qualificados na atuação.

Os incêndios florestais são devastadores e provocam diversas formas de danos no ecossistema, estes podem afetar de forma irreversível o solo em aspectos físicos, químicos e biológicos, abrangendo para a fauna, água, ar e flora.

Assim sendo, técnicas e métodos de prevenção e combate aos incêndios florestais deverão sempre ser distribuídas e repassadas tanto para a população quanto para a tropa. Uma população consciente do controle do fogo contribui para a redução de ocorrências e as consequências do uso errôneo das queimadas que evoluem para incêndios.

Os incêndios florestais no Brasil são causados por: Queimas periódicas de matos densos e/ou capim para queima de resíduos florestais (restos de cortes) e restolhos (resíduos agrícolas), com objetivos de renovar pastagens, limpeza de terrenos, desmatamento, invasão e criação de domicílio em terreno irregular. É necessário entender que as queimadas tornaram-se ilegais e conseqüentemente deixaram de ser assistidas, sendo assim a queimada é feita e propagada livremente causando danos em locais que não devem ser perturbadas por motivos antrópicos como em nascentes, fenômenos naturais também são interferidos como a geada, seca e os incêndios sazonais; tais perturbações recorrentes são por negligência, estruturais, acidentais ou intencionais.(CEMIG, 2020)

- Negligência: Uso de fogo sem o intuito de causar um incêndio florestal. Exemplo: queimas de resíduos agrícolas e florestais, fogueiras para sobrevivência, conforto ou festividades e fumadores.(CEMIG, 2020)
- Estruturais: Origem em comportamentos e atitudes reativas aos condicionalismos ou com origem em conflitos relacionados com o uso do solo, como os incêndios originados por conflitos motivados pelas restrições dos parques nacionais e terras indígenas.(CEMIG, 2020)
- Acidentais: Acidentes que geram ignições, podem ser vindas de acidentes de viação, linha do trem, linhas elétricas, acidentes com máquinas agrícolas e florestais, tubos de escape, entre outras fontes de ignição.(CEMIG, 2020)
- Intencionais: Ação premeditada, com múltiplas motivações como a queima não autorizada, ilegal e descontrolada ou pela ação de vandalismo, piromania ou de conflitos.(CEMIG, 2020)

## 4.1 Tipos de combate

### 4.1.1 Ataque direto

Compreende no ataque direto às chamas, refere-se à uma tática ofensiva, sempre que for cabível sem colocar em risco a segurança, na cabeça do incêndio preferencialmente começando pelos flancos com potencial de propagação de um grande incêndio, de forma a impedir o seu desenvolvimento. Se essa ação não for segura e possível, devido à intensidade e radiação, o ataque inicia-se pelas demais frentes, na direção da frente principal, de modo a empurrar as chamas para onde for mais favorável, com vista a dominar e extinguir a frente do incêndio. Compreende-se também necessário avaliar o relevo se o incêndio está em aclave ou declive, velocidade e direção do vento, também diferencia o ataque direto dependendo do material disponível para o combate. (CEMIG, 2020)

Podemos ver pela Figura 1 e pela Figura 2, respectivamente um combate direto por meio de abafador e bomba costal e soprador e bomba costal.



Figura 1 – Combate direto com abafador e bomba costal. (CBMDF, 2020b)

### 4.1.2 Combate indireto

Quando o ataque direto não for possível ou o combate indireto implicará em um maior rendimento, usa-se o combate indireto que tem como objetivo impedir a propagação das chamas de forma a contê-la em uma área podendo retardar e/ou diminuir as labaredas



Figura 2 – Combate direto com soprador e bomba costal.(CBMDF, 2020a)

para o combate direto ou diretamente extingui-las(CEMIG, 2020). As forma de contenção ou retardamento são chamados de aceiros que são faixas de contenção constituídas por:

- Barreiras previamente existentes: estradas, campos de cultivo (verdes), etc.(CEMIG, 2020)
- Barreiras construídas durante o incêndio: mediante a eliminação de combustível até ao solo mineral (abertura com máquina pesada ou manual).(CEMIG, 2020)

Essas linhas podem ser alvo de ampliação e consolidação, mediante a aplicação de retardantes, bloqueadores químicos ou água sobre a vegetação adjacente, ou através de uso de contra-fogo (Linha negra).([CEMIG, 2020](#))

### 4.1.3 Combate paralelo ou intermediário

Combate simultâneo dos métodos direto e indireto. Inicialmente recorrer a máquinas pesadas aceirando ou por meio de rebaixamento de vegetação, podendo fazer uma linha fria (água) ou linha negra (fogo) para o combate indireto, e imediatamente percorrida por guarnições com abafadores e bombas costais aplicando o ataque direto. ([CEMIG, 2020](#))

## 4.2 ATT

Conforme apresentado anteriormente o ATT é uma viatura offroad de transporte de tropa, com capacidade de transporte de até 16 militares na sua carroceria, além de equipamentos para o combate e água para hidratação.

A viatura é um caminhão da marca Mercedes Benz modelo ATEGO 4X4 (Integral) ANO 2012. Viatura com tecnologia BlueTec5, que exige somente a utilização de diesel combustível S-50. Obrigatório também a utilização de componente ARLA 32, Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo. ([MERCEDES-BENZ, 2013](#))

A caixa de transferência proporciona ao veículo duas opções de marchas: normal ou reduzida. A marcha normal é indicada para operação do veículo em vias de solo firme e regular, principalmente, em rodovias pavimentadas. A marcha reduzida é indicada para operação do veículo em condições fora de estrada, tais como: terrenos de topografia acidentada, carregadores e palhadas em canaviais, terrenos de pouca consistência e também, para vencer subidas íngremes com o veículo carregado. ([MERCEDES-BENZ, 2013](#))

Modos de operação da caixa de transferência: A caixa pode ser operada por dois modos: desbloqueado ou bloqueado. O modo de operação desbloqueado é indicado para utilização do veículo em condições normais (terrenos planos, firmes e regulares); No modo bloqueado é indicado para operação do veículo em situações extremas, tais como pistas escorregadias e terrenos sem consistência ([MERCEDES-BENZ, 2013](#)). O guincho, cujo cabo de aço possui 27 m, possui a seguinte capacidade de carga:

- I - 5440 kg na primeira camada de cabo;
- II - 4170 kg na segunda camada de cabo;
- III - 3640 kg na terceira camada de cabo;

- IV - 3125 kg na quarta camada.

FONTE: Manual do Centro de Manutenção de Equipamentos e Viaturas do CBMDF

**Dados Técnicos:**

- Motor MERCEDES BENS 906 L.A
- Potência: 245 cavalos
- Rodas: 7,50 x 20 polegadas
- Pneu: 12.00 R 20
- Câter do motor: 28 litros com filtro
- Diferencial dianteiro: 5,25 litros
- Diferencial traseiro: 10 litros
- Óleo da transmissão: 10 litros
- Caixa da transferência (modelo G-85-6): 4 litros
- Direção hidráulica: 3,3 litros
- Reservatório de combustível: 210 litros de óleo diesel (diesel S-50)
- Distancia entre eixos 4,190 metros
- Comprimento: 7,760 metros
- Largura: 2,534 metros
- Altura: 2,70 metros
- Peso da viatura mais carroceria: 7.620 kilogramas
- Peso bruto total de carga: 17.100 kilogramas

FONTE: Manual do Centro de Manutenção de Equipamentos e Viaturas do CBMDF

### 4.3 MARK-3

O CBMDF detém de diversos equipamentos sendo um deles é a a bomba MARK-3 que foi adquirida no qual tenha que cumprir os requisitos de controle de incêndios florestais.

A moto-bomba MARK-3 contém uma bomba centrífuga horizontal de 4 estágios com resistência a corrosão; possui um conector de sucção com rosca macho de 50,2 mm (2”), como a descarga de rosca macho de 38,1 mm (1 1/2”).

Sua versatilidade pode ser usada tanto para apagar incêndios como para encher tanques, devido a bomba ter um mangote de sucção com filtro e válvula anti-retorno, podendo assim ser levada para succionar de córregos ou mananciais, devido ao seu peso leve, bombeando diretamente para o combate ao incêndio ou abastecimento de viaturas e/ou bombonas. Sua grande utilidade para a proteção contra os incêndios em áreas rurais e municipais é pertinente pois ela emite um grande volume de água com alta pressão podendo ser estendida por grandes metragens; se necessário, pode-se acoplar bombas em série para levar água a maiores distâncias ou alturas independente do terreno.

Outro fator importante a se observar na Mark-3 é a presença da válvula de alívio, também conhecida como ladrão de água, que é uma mangueira de baixo calibre acoplada na saída d’água, permitindo que o operador da Mark-3 possa combater nas proximidades algum foco de incêndio ou abastecer uma bomba costal sem a necessidade de trazer a ponta das linhas de mangueiras.

#### **Dados Técnicos:**

- Motobomba portátil
- Marca: Wildfire
- Motor Centrífuga Wildfire de 4 estágios desacoplável
- Motor: Rotax® 2 tempos
- Potência: 10 Hp
- Cilindrada: 185 cc
- Peso: 26,3 Kg.
- Peso líquido bomba: 6,8 kg
- Vazão máxima: 370 l/min
- Pressão máxima: 380 psi
- Alcance máximo: 25m (82,02 ft)

- Combustível: Gasolina x Óleo 2 tempos(24:1)
- Sucção: 2 pol
- Descarga: 1 1/2 pol
- Tanque de combustível externo: 20 L
- Interruptor de parada automática
- Bomba não é auto escorvante
- Consumo aproximado: 4,5 L/h
- Sucção: 7,5 metros
- Giro do motor: 2200 – 6300 rpm

Fonte: ([GUARANY, 2023](#))

#### **Conjunto de Acessórios**

- 1 Tanque de Combustível de 20 L, com Filtro Interno
- 1 Mangueira de Combustível
- 1 Protetor de Rosca de 2”
- 1 Protetor de Rosca de 1 1/2”
- 1 Mangote de Sucção de 2”
- 1 Válvula de Pé Crivada de 2”
- 1 Escovadeira
- 1 Engate Rápido Universal (de rosca interna de 1 1/2”)
- 1 Engate Rápido Universal (de rosca externa de 1 1/2”)
- 1 Válvula de Retenção de 1 1/2”
- 1 Ladrão de Água de 1 1/2”
- 10 Lances de Mangueira de 30m (de 1” ou 1 1/2”)
- 1 Bifurcador de Mangueira (unificação ou duplicação)
- 1 Bico de Jato Sólido
- 1 Bico de Jato Regulável

- 1 Chave de Engate Universal
- 1 Estrangulador de Mangueira

Fonte: (GEPRAM, 2023c)

## 4.4 Caminhões tanque

Para que seja feita uma modificação nas viaturas foi necessário um estudo bibliográfico nas legislações, no qual os caminhões-bombeiros são classificados de acordo com a Resolução 916 de 28 de Março de 2022, como um tipo de carroceria específica, podendo ela ser em: Motocicleta, Triciclo, Automóvel, Micro-Ônibus, Ônibus, Reboque, Semirreboque, Camioneta, Caminhão, Caminhão-trator, Caminhonete e Utilitário. Sendo que este tipo de carroceria é definido como:

*"Carroceria BOMBEIRO: Veículo ou mecanismo operacional de segurança destinado à prevenção, proteção e extinção de incêndio."*(INFRAESTRUTURA, 2022)

Com relação a transporte de cargas líquidas foi visto pela resolução Contran N° 882, de 13 de Dezembro de 2021, que dizia:

*"Estabelece os limites de pesos e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres, referenda a Deliberação CONTRAN n° 246, de 25 de novembro de 2021, e dá outras providências."*(INFRAESTRUTURA, 2022)

Sendo que o seu Artigo 16º especifica o valor máximo de cargas líquidas, sendo:

*Art. 16. Ao veículo ou combinação de veículos utilizados no transporte de cargas líquidas ou gasosas, licenciados de 1º de janeiro de 2000 até 31 de dezembro de 2007, cujos tanques fabricados nesse período apresentem excesso de até 5 por cento nos limites de PBT ou PBTC fixados nesta Resolução, será concedida, pelo OEER, AE de porte obrigatório para circulação do implemento rodoviário do tipo tanque, com validade até o seu sucateamento (...)*(INFRAESTRUTURA, 2022)

## Parte IV

# Resultados e Discussões



# 5 Modelagem CAD

## 5.1 CAD

Para modelagem CAD primeiramente foi buscado um CAD da viatura no qual se encaixasse melhor no projeto, sendo assim foi utilizado o modelo da Mercedes 1078 4x4 feito por Sean O'Brien carregado no site "GrabCad". Modelo no qual equiparou-se em medidas ao Mercedes 1726 4x4 utilizado pelo CBMDF, porém foi necessário fazer algumas alterações no modelo base para fins estéticos e semelhança.(O'BRIEN, 2021)

Os reservatórios de água também foram buscadas na internet e encontrou-se o modelo "Vanity for IBC Bulk Container"feito por Dařena Miroslav carregado no site "GrabCad". Tal modelo não foi necessário mudanças devido a ser exatamente igual em medidas. (MIROSLAV, 2016)

A carroceria adaptava para os Bombeiros feita pela Rosseti foi feita de acordo com o ATT 116 localizado no 16º Grupamento Bombeiro Militar do Gama.



## 6 Estrutura

### 6.1 Projeto

O trabalho tem como objetivo projetar tal sistema e para isso será necessário um estudo de localização no interior do veículo, para ver onde é possível fazer adaptações, suportes, saídas e entradas.

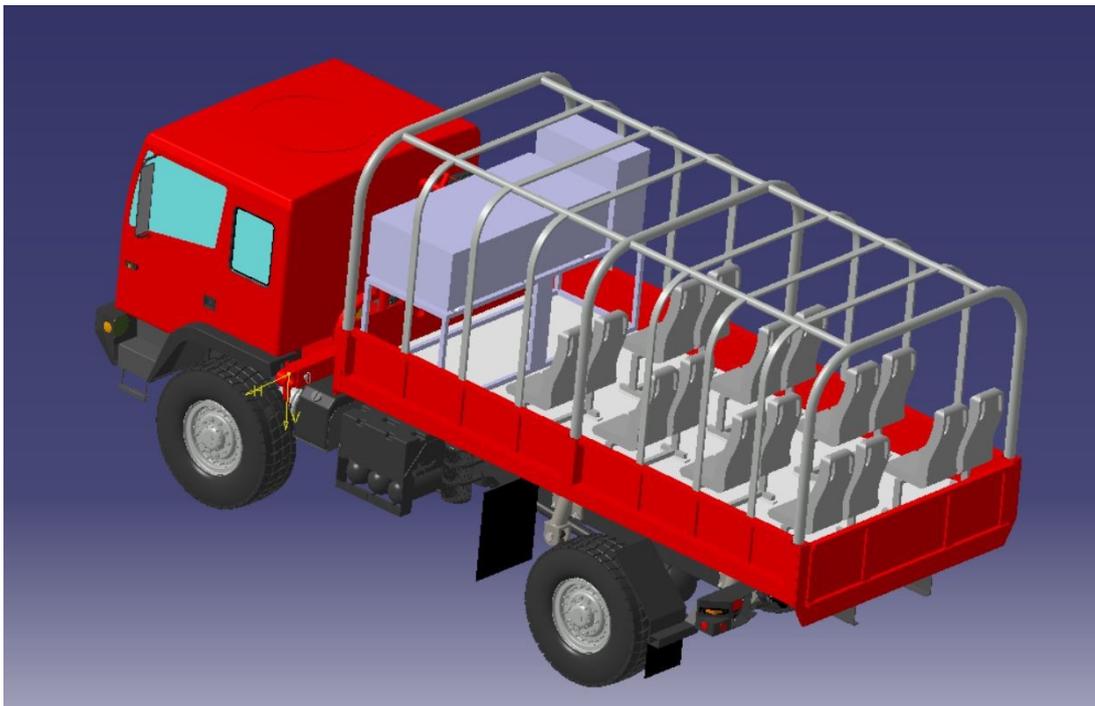


Figura 3 – ATT arranjo original em 3D.

Visando o design original do ATT consiste em 4 fileiras de 2 colunas com bancos duplos e na parte da frente possui um suporte de ferramentas a meia altura com abertura do tipo “baú” e um protótipo de armazenador de água para hidratação. Podemos ver na modelagem 3D o arranjo original na Figura 3 e na 4 temos uma fotografia real.

Visando que uma guarnição no máximo chega a 8 pessoas temos a mais 8 bancos que normalmente são inutilizados.

Sendo assim, foi visto que para utilização simples de uma guarnição padrão florestal terão espaços livres no qual pode ser alocado o novo sistema de bombeamento.

Para melhor organização do espaço interno, será adiantado o suporte de ferramenta tomando o local das duas primeiras fileiras de bancos. A Figura 5 mostra a nova distribuição de espaço interno na viatura.

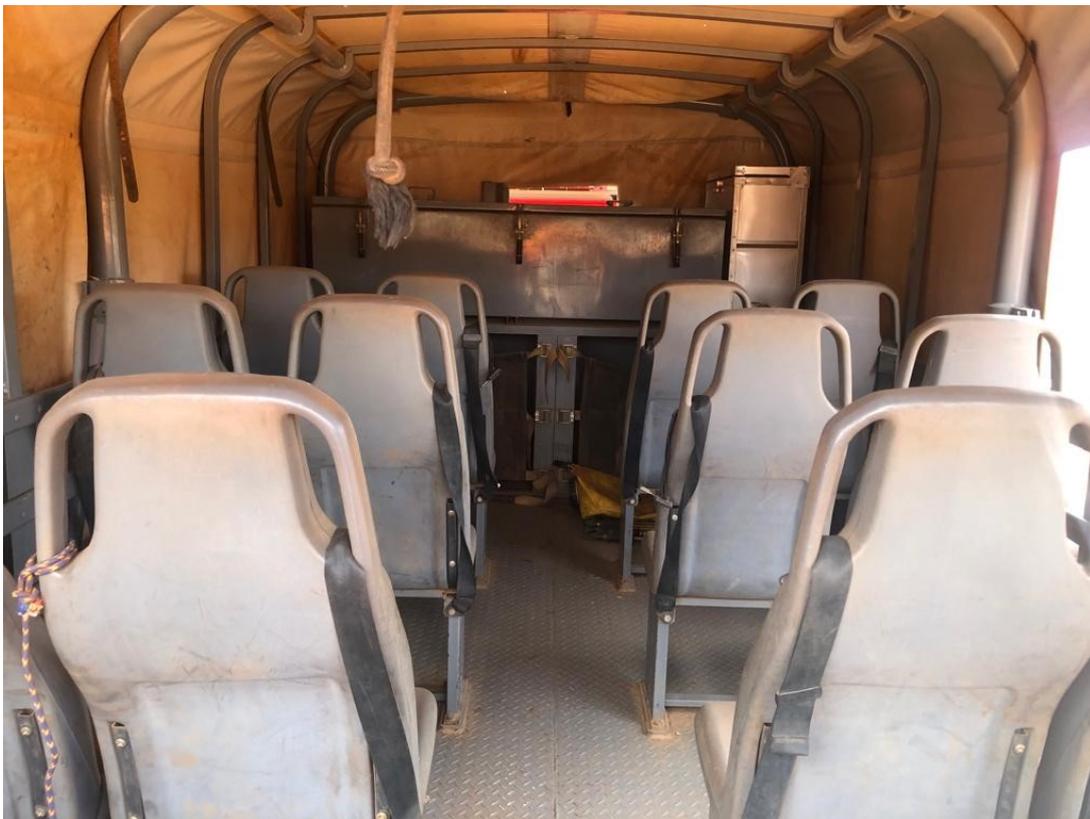


Figura 4 – Arranjo real do interior do ATT.

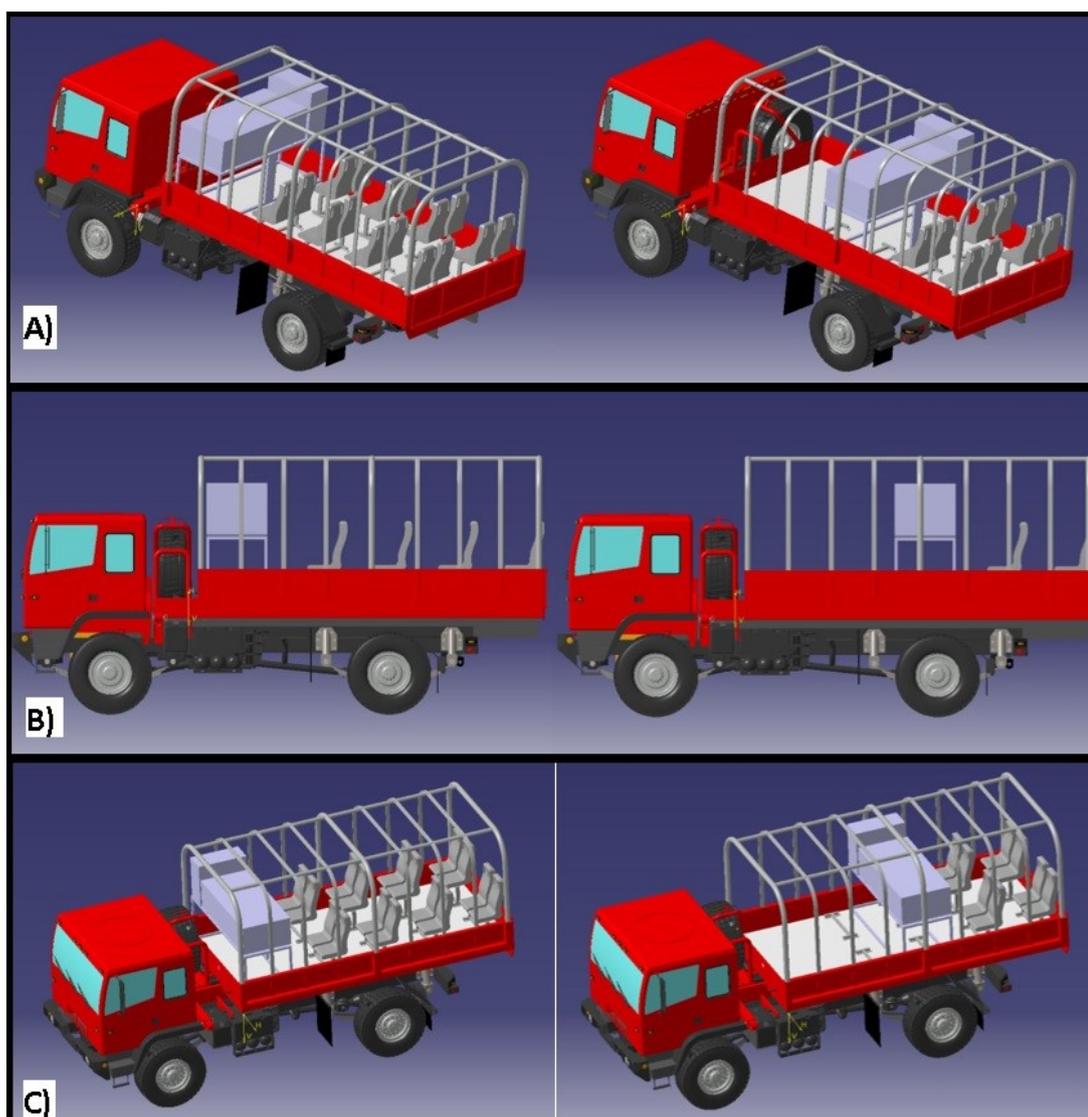


Figura 5 – Rearranjo interior sugerido: A) Vista Posterior, B) Vista Lateral Esquerda e C) Vista Isométrica.

## 6.2 Tanques IBC

Tendo como pré-requisito a utilização de tanques IBC de 1000L (Figura 6) já existentes e tendo no patrimônio do GEPRAM para protótipo.



Figura 6 – Tanques IBC de 1000 L pertencentes ao GPRAM.

Uma problemática encontrada no transporte de cargas líquidas é o efeito Slosh, este termo significa quando um líquido move-se ruidosamente no fundo de um recipiente, ou faz com que o líquido se mova dessa maneira fazendo movimentos bruscos, ou também quando um líquido bate contra o interior de um recipiente ou faz com que o líquido se mova desta maneira a bater. Ou seja, é quando um líquido no interior de um reservatório devido a forças externas colide com o reservatório (Figura 7).

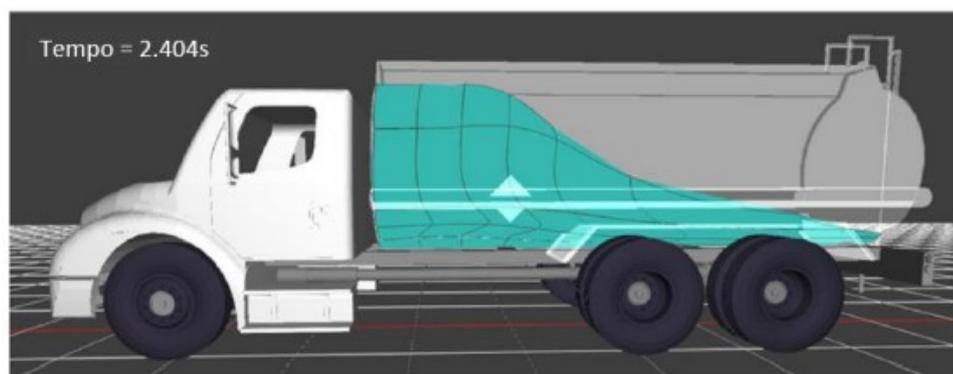


Figura 7 – Sloshing longitudinal devido à frenagem do veículo (NICOLSEN; WANG; SHABANA, 2017)

Para atenuar esse efeito será utilizado a técnica estudada por (ZHANG; SU; NING, 2019) que consiste em adicionar camadas de esferas de plástico na superfície do líquido Figura 8. Foi concluído pelo autor que com a maior adição de camadas de esferas plásticas maior a suavização do efeito slosh.

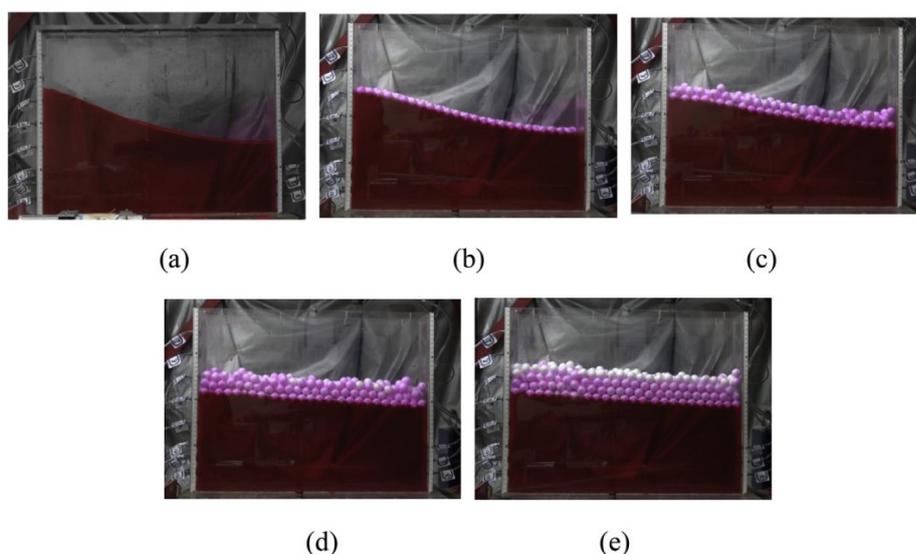


Figura 8 – Atenuação do efeito Slosh. A) Sem camadas, b)1 camada, c)2 camadas, d)3 camadas; e e)4 camadas.(ZHANG; SU; NING, 2019)

### 6.2.1 Sustentação dos tanques IBC

Os tanques IBC possuem uma estrutura tubular em volta dela e uma base de proteção (Figura 9). Será aproveitado e fixado por braçadeiras tipo U (Figura 10) parafusadas no assoalho da carroceira, podendo ser soldadas na versão definitiva (Figura 11).

Para restringir a movimentação dos tanques devido às forças exercidas pelas acelerações e freios no serviço diário será colocado cantoneiras laminadas (Figura 12), soldadas



Figura 9 – Estrutura Tubular tanque IBC.

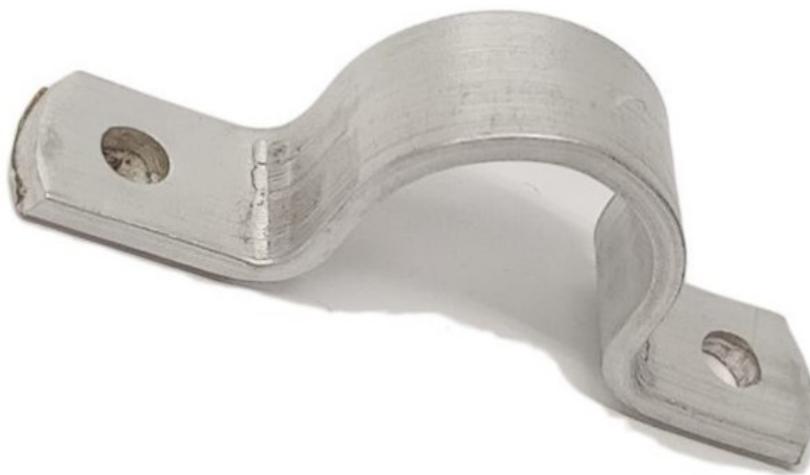


Figura 10 – Braçadeira tipo U.

ou parafusadas (Figura 13). Tal reforço terá o objetivo de ser uma proteção de backup caso as braçadeiras ou os tubos falhem.

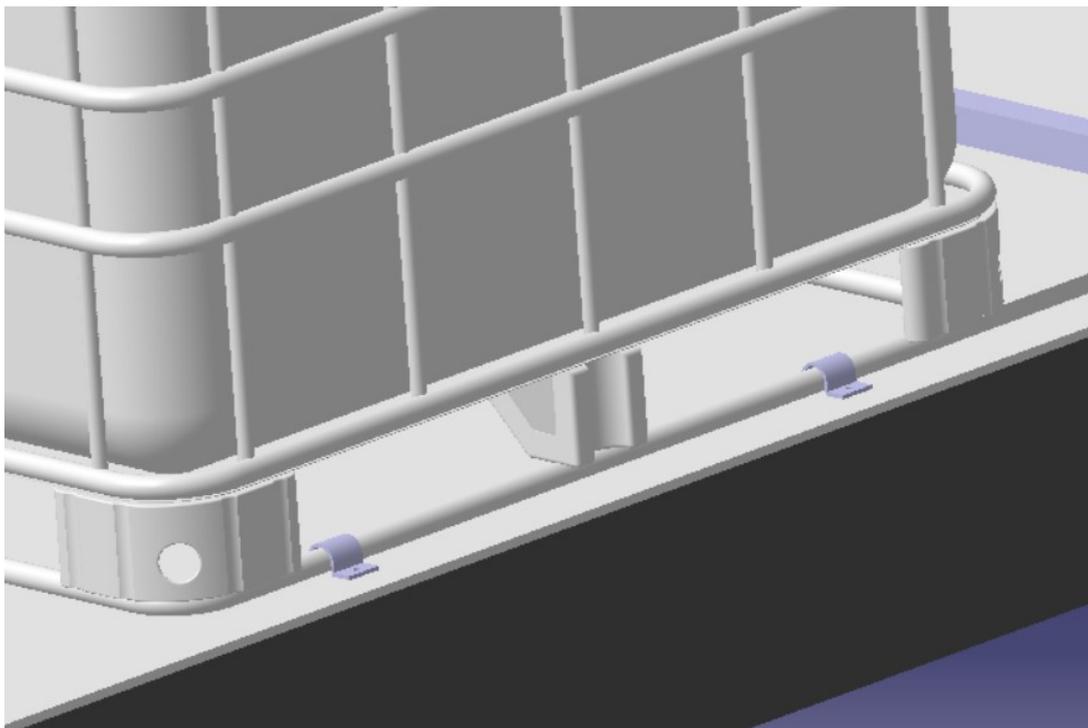


Figura 11 – Braçadeira tipo U na contenção de movimento da estrutura do IBC.



Figura 12 – Cantoneiras Laminadas.

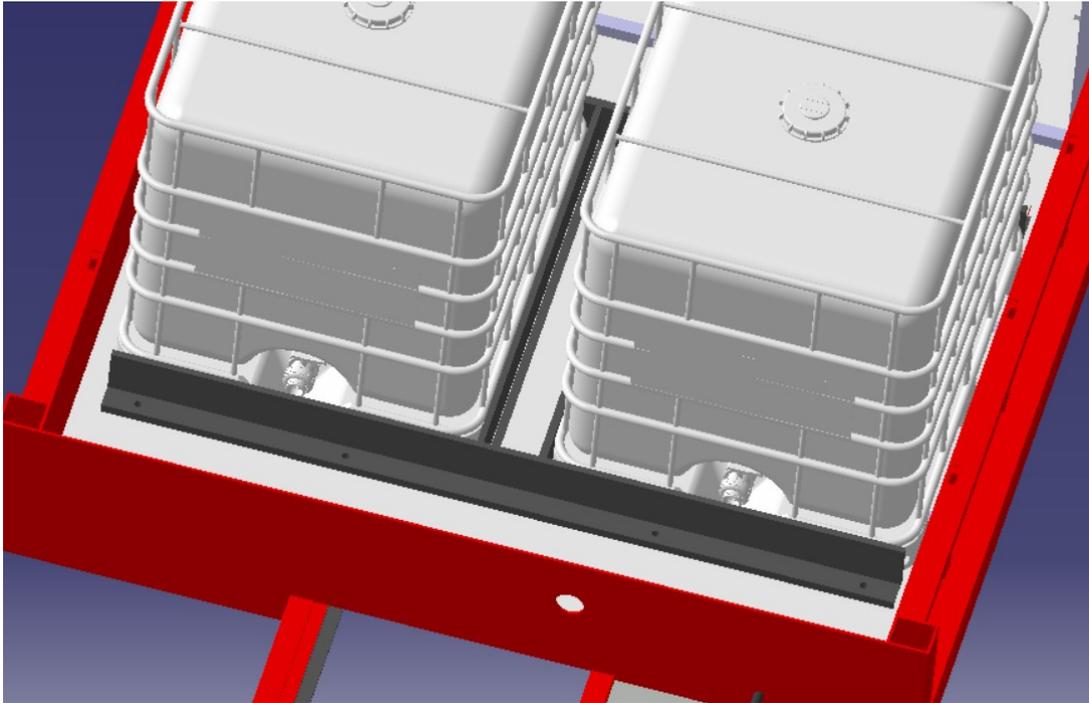


Figura 13 – Cantoneiras laminadas para contenção dos tanques.

### 6.3 Bombeamento

Para fins de protótipo se utilizará um motor já utilizado pelo CBMDF, este contém as devidas demandas e funcionalidades compatíveis com a atividade. A moto-bomba MARK-3 (Figura 14) contém uma bomba centrífuga horizontal de 4 estágios com resistência a corrosão; possui um conector de sucção com rosca macho de 50,2 mm (2”), como a descarga de rosca macho de 38,1 mm (1 1/2”).



Figura 14 – Bomba Mark-3 A) Lateral esquerda B) Lateral direita.

Sua versatilidade pode ser usada tanto para apagar incêndios como para encher tanques, devido a bomba ter um mangote de sucção com filtro e válvula anti-retorno, podendo assim ser levada para succionar de córregos ou mananciais, devido ao seu peso leve, bombeando diretamente para o combate ao incêndio ou abastecimento de viaturas e/ou bombonas. Sua grande utilidade para a proteção contra os incêndios em áreas rurais e municipais é pertinente pois ela emite um grande volume de água com alta pressão

podendo ser estendida por grandes metragens; se necessário, pode-se acoplar bombas em série para levar água a maiores distâncias ou alturas independente do terreno.

Outro fator importante a se observar na Mark-3 é a presença da válvula de alívio, também conhecida como ladrão de água, que é uma mangueira de baixo calibre acoplada na saída d'água, permitindo que o operador da Mark-3 possa combater nas proximidades algum foco de incêndio ou abastecer uma bomba costal sem a necessidade de trazer a ponta das linhas de mangueiras.

### 6.3.1 Localização e sustentação da MARK-3

Devido a guarnição de combate a incêndio necessitar nas maiorias das vezes deslocar grandes distâncias será necessário que a Mark-3 esteja localizado em um local de fácil acesso e que não precise o operador embarcar na viatura, outro fator importante é que o motor deverá ser alocado em um ambiente onde não compartilhe gases nocivos com passageiros. Sendo assim, foi designado o local na lateral esquerda entre a cabine e a carroceria para protótipo (Figura 15), neste local o operador de viatura poderá tanto controlar a bomba d'água quanto estar próximo da entrada da cabine do próprio ATT, sabendo que as vezes é necessário movimentar este se o incêndio oferte algum perigo para o veículo. Vemos na Figura 16 uma simulação da localização da Mark-3 em um ATT.



Figura 15 – Espaço lateral esquerda ATT.



Figura 16 – Arranjo situacional da Mark-3.

Para a Mark-3 ser colocada em tal local será necessário fazer certas alterações estruturais no ATT, as alterações serão a princípio a soldagem de uma chapa de metal e sua respectiva base de sustentação e reforço (Figura 17).

Da mesma forma utilizada nas tubulações do tanque IBC, a Mark-3 será presa na chapa metálica por meio de braçadeira tipo U (Figura 18).

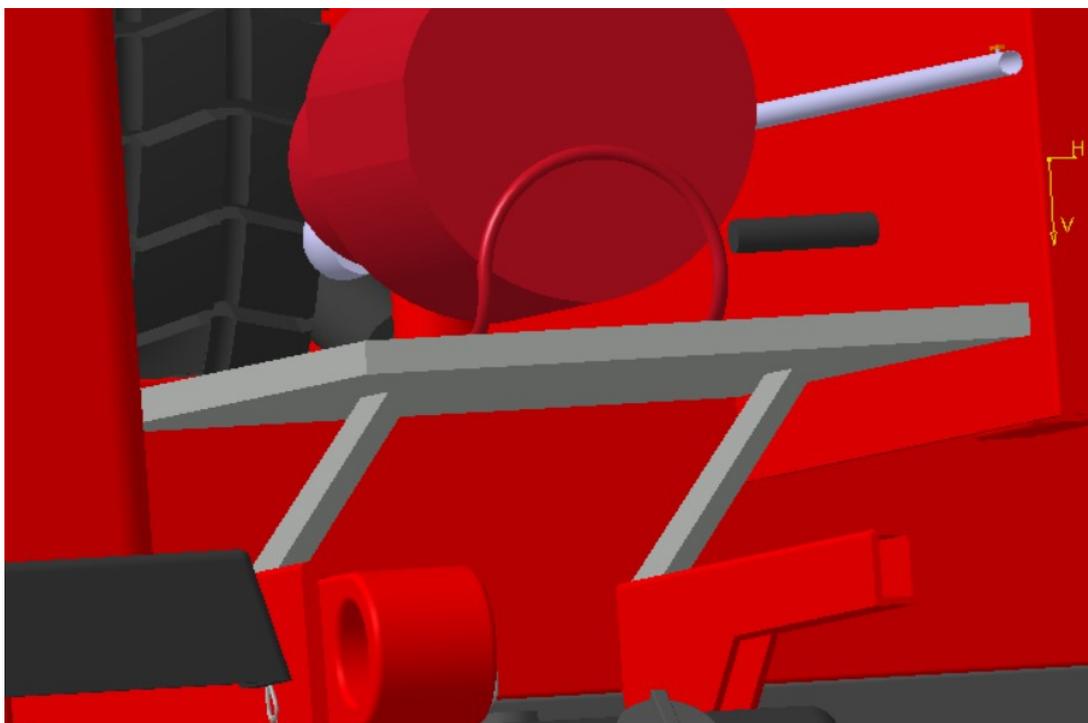


Figura 17 – Base de sustentação da Mark-3.

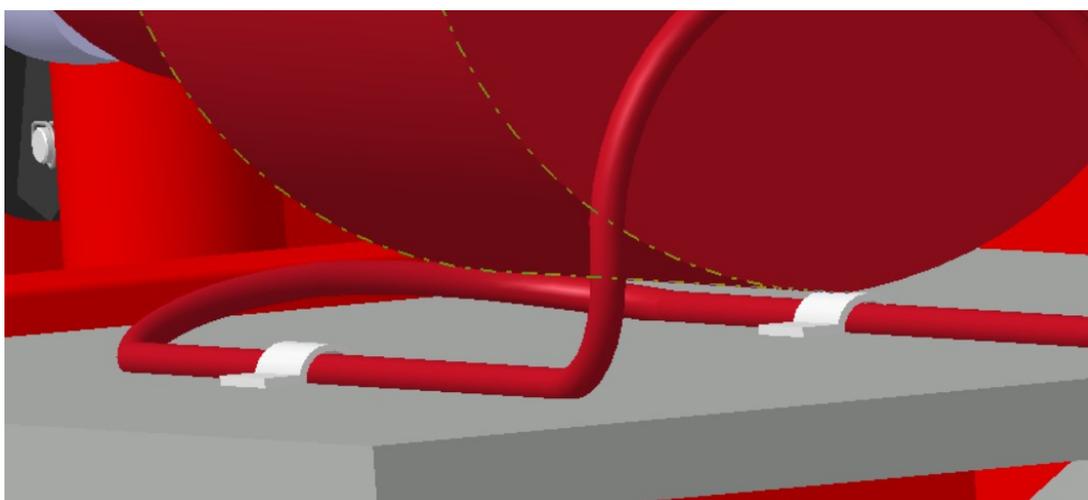


Figura 18 – Braçadeira tipo U para Mark-3.

## 6.4 Tubulações

Como o protótipo terá um cunho de testes para uma versão definitiva será feito inicialmente por meio de tubos de PVC as conexões entre os tanques IBC e a Mark-3.

## 6.5 Aprimoramento

A intenção da modificação é melhorar o serviço de toda a tropa, sendo assim, visando a possibilidade de melhorias e aprimoramento por meio de outros militares experientes ou especialistas em tais assuntos, será colocado um QR Code com um Google Forms na viatura para que toda guarnição que utilizar do projeto e queira contribuir com material, projeto e ideias possa ter um canal de comunicação com o comando.

## 6.6 Layout final

Por fim, temos na Figura 19 o Layout final do projeto. Poderá ser visto nos Anexos as vistas técnicas do projeto.

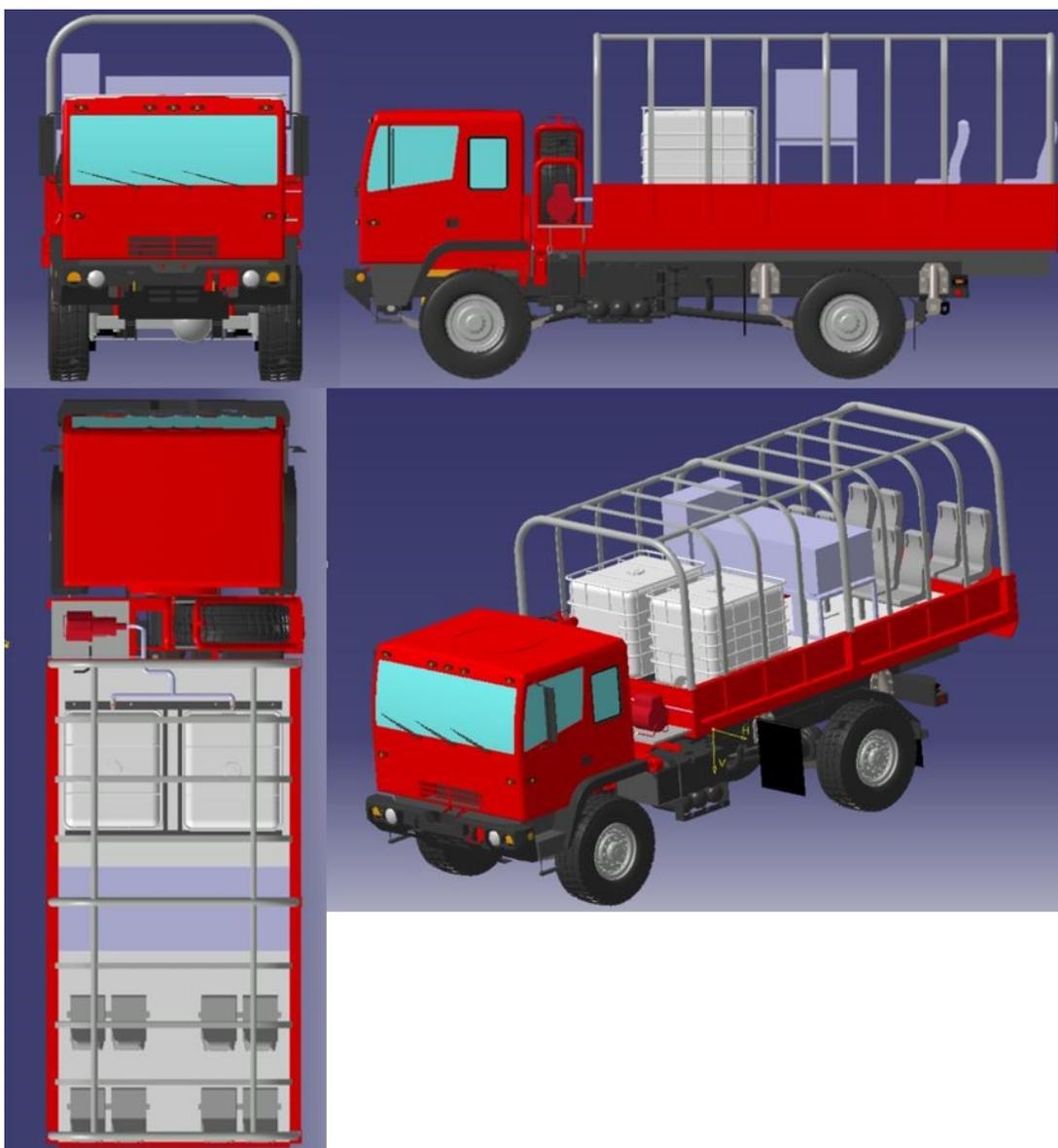


Figura 19 – Layout final do projeto.



Parte V

Conclusão



## 7 Conclusão

A Carga Máxima de Tração (CMT) é o peso máximo que o veículo pode tracionar incluindo o PBT da unidade de tração, sendo então máximo de carga que pode ser rebocada. (Fonte: Portal Auto). Sendo assim, o CMT do veículo Mercedes Benz modelo ATEGO 4X4 (Integral) ano 2012 é de 30000 kg, tendo em vista que os tanques cheios e os adicionais de ferragens/materiais não excedem mais que 3000 kg; As cargas adicionadas não afetarão o chassi estrutural e conseqüentemente não será necessário simulações e projetos de melhorias estruturais.

Nota-se também que a modificação referida está de acordo com a resolução do CONTRAN nº 882 de 13 de Dezembro de 2021, haja vista que com a implementação de 2000 Litros de reservatório de água não excederá o PBT do veículo.

Para que o projeto seja iniciado, será necessário:

Por parte do GPRAM:

- Disponibilizar 1 ATT com a possibilidade de modificação estrutural;
- Disponibilizar 1 bomba e conjunto da Mark-3 ou com função similar;
- Disponibilizar 2 tanques IBC com grade;
- Disponibilizar componentes metálicos do tipo: Chapas de ferro, 6 braçadeiras do tipo U e 4 cantoneiras laminadas;
- Disponibilizar militar responsável pela mobilização da viatura se for necessário ao CEMEV;

Por parte do CEMEV:

- Disponibilizar mão de obra;
- Disponibilizar equipamentos de solda e outros se necessário.

Por fim, o projeto tem como o intuito o aprimoramento e evolução dos equipamentos já existentes para resultar num combate menos desgastante acrescentando um novo formato de combate e a ampliação de viaturas, tal iniciativa poderá servir como base para uma abertura de uma licitação para que seja obtido materiais específicos e empresas de modificações veiculares para transformações em diversas unidades de ATT.

Vemos que o CBMDF possui diversas técnicas de combate, porém todas elas incluem a necessidade de um veículo de transporte, de ferramentas ou pessoas, e armazenamento de água. Uma viatura contendo água e podendo bombeá-la para as chamas, influencia diretamente o desgaste físico dos bombeiros e o tempo de atuação em cada ocorrência.

Portanto, a implementação do projeto acarretaria um aumento de 13 para 32 viaturas que possuem sistema de armazenamento e bombeamento de água. Resultando assim a eficiência no combate de cada guarnição devido a estes possuírem outro método de combate direto mais eficiente: combate direto com água.

## Referências

- BRASIL. Lei nº 7.479, de 2 de junho de 1986. aprova o estatuto dos bombeiros-militares do corpo de bombeiros do distrito federal, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1986. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7479compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7479compilado.htm)>. Citado na página 27.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. *Manual de Prevenção e Combate de Incêndios Florestais*. Minas Gerais, 2020. 179 p. Citado 4 vezes nas páginas 47, 48, 49 e 50.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. *Força Tarefa - Corumba/MS*. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/CGk2PhTghkr/>>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 49.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. *Incêndio em vegetação*. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <[https://www.instagram.com/p/CExiCmmAR1m/?img\\_index=2](https://www.instagram.com/p/CExiCmmAR1m/?img_index=2)>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 48.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. *Boletim Geral 096, de 22 de Maio de 2013*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/>>. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 35.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. *Missão, Visão e Valores do Corpo de Bombeiros*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/missao-visao-e-valores-do-corpo-de-bombeiros/>>. Citado na página 28.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. *Sobre o CBMDF*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/sobre-o-cbmdf/>>. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. *Viaturas do CBMDF*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/viaturas-do-cbmdf/>>. Citado na página 29.
- FERRAZ, F. U. Z.; LACERDA, J. de. Equipamentos de combate a incêndio urbano: Verificação da necessidade de atualização do manual de combate a incêndio urbano do corpo de bombeiros militar do distrito federal. Brasília-DF, Brasil, p. 107, 2020. Citado na página 33.
- GRUPAMENTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. *Conheça a maior operação do CBMDF*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <<https://ambiental.cbm.df.gov.br/?p=715>>. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 39.
- GRUPAMENTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. *Equipamentos e Viaturas*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <[https://ambiental.cbm.df.gov.br/?page\\_id=1004](https://ambiental.cbm.df.gov.br/?page_id=1004)>. Citado 3 vezes nas páginas 31, 32 e 33.

GRUPAMENTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. *Motobomba Mark-3*. Brasília-DF, 2023. Disponível em: <<https://ead.cbm.df.gov.br/login/index.php>>. Citado na página 54.

GUARANY. Motobomba mark-3. 2023. Disponível em: <<https://www.guaranyind.com.br/equipamento/motobomba-mark-3>>. Citado na página 53.

INFRAESTRUTURA, M. da. Resolução contran nº 916, de 28 de março de 2022. dispõe sobre a concessão de código de marca/modelo/versão, bem como sobre a permissão de modificações em veículos previstas nos arts. 98 e 106 da lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o código de trânsito brasileiro (ctb). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-contran-n-916-de-28-de-marco-de-2022-390300530>>. Citado na página 54.

JACINTO MARQUES DE OLIVEIRA, SUCRS, LTDA. *AUTO BOMBA TANQUE FLORESTAL*: Manual de operação e manutenção. Esmoriz Portugal, 2007. Citado na página 31.

MERCEDES-BENZ. *ATEGO 1726 4X4*. São Paulo, 2013. Disponível em: <[https://m.mercedes-benz.com.br/resources/files/documentos/caminhoes/atego/dados-tecnicos/2019/Atego%201726%204x4%20Plataforma%20-%20V2\\_18\\_site.pdf](https://m.mercedes-benz.com.br/resources/files/documentos/caminhoes/atego/dados-tecnicos/2019/Atego%201726%204x4%20Plataforma%20-%20V2_18_site.pdf)>. Citado na página 50.

MIROSLAV, D. Vanity for ibc bulk container. 2016. Disponível em: <<https://grabcad.com/library/vanity-for-ibc-bulk-container-1>>. Citado na página 57.

NICOLSEN, B.; WANG, L.; SHABANA, A. Nonlinear finite element analysis of liquid sloshing in complex vehicle motion scenarios. In: *Journal of Sound and Vibration*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 405, p. 208–233. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 63.

O'BRIEN, S. M1078 4x4. 2021. Disponível em: <<https://grabcad.com/library/m1078-4-x-4-1>>. Citado na página 57.

ZHANG, C.; SU, P.; NING, D. Hydrodynamic study of an anti-sloshing technique using floating foams. In: *Ocean Engineering*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 175, p. 62–70. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 63.

# Anexos



# ANEXO A – Vistas Técnicas

