



HISEN - α

**Projeto de um robô voltado para auxiliar nas atividades
de resgate das Corporações do Corpo de Bombeiros**

Guilherme Senoo Hirata

Brasília, 2018



HISEN - α

**Projeto de um robô voltado para auxiliar nas atividades
de resgate das Corporações Corpo de Bombeiros**

Guilherme Senoo Hirata

Orientação

Prof^ª. Symone Rodrigues Jardim

Brasília, 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração a todos que me ajudaram neste projeto:

Meus amigos, por serem uma segunda família e por me darem suporte durante toda a minha trajetória na Universidade de Brasília, estando sempre ao meu lado nos dias bons e principalmente nos ruins.

Minha família, a quem eu devo tudo de bom que já me aconteceu, a todo o suporte, carinho, amor e zelo que tiveram comigo durante toda minha vida.

Meus colegas e professores, que também são amigos no final, cujas experiências, ensinamentos e inspirações foram o maior bem que eu ganhei durante minha estadia nesta Universidade, em especial a Professora **Symone Rodrigues Jardim**, que, com comprometimento e amor à profissão indiscutíveis, foi de extrema importância para me auxiliar neste projeto.

E por último, não poderia deixar de agradecer à Universidade de Brasília, local onde passei maravilhosos anos da minha vida.

RESUMO

O presente projeto consiste no **desenvolvimento de um artefato que possa ser utilizado pela corporação de bombeiros em situações de presença de gases tóxicos ou baixa visibilidade, onde a presença humana possa ser substituída por robôs buscando reduzir riscos à vida e margem de erro humano**. Este trabalho teve início em um programa de iniciação científica, que buscava propor projetos de robôs voltados para resgate, tendo esta ideia em mente, foi proposto então um projeto de robô em formato de carrinho para resolver a problemática apontada. Para o desenvolvimento do projeto foram feitas pesquisas de situações de uso, aliadas a entrevistas com bombeiros da Corporação do Distrito Federal para melhor adequar o robô às tarefas relacionadas às atividades de trabalho. Também foram feitas análise de similares, bem como revisões teóricas acerca do funcionamento de robôs de resgate já construídos, para melhor compreender todos os aspectos que por ventura se mostrem importantes para o projeto. Testes relativos a configuração formal e componentes internos foram feitos para atestar as qualidades e capacidades do robô; com o uso de tecnologias de prototipagem e processos de fabricação foi possível obter um modelo volumétrico no formato de um carrinho para realização de testes diversos para análise de resultados e posterior análise dos dados adquiridos. O robô foi chamado de HISEN- α , “HISEN” referindo-se aos sobrenomes do autor, e “ α ” por se tratar de um primeiro estudo.

Palavras-chave: Robô, resgate, bombeiros, design de produto.

ABSTRACT

*The present project consists in the **development of an artifact to be used by the Firefighter Corporation in situations with toxic gases or low visibility, where robots, in a way to reduce life risks and margins for human mistakes, can replace the human presence.** This project have begun in a scientific program, that sought to propose projects of robots aimed at rescue situations, with this idea in mind, it was proposed a robot in a car shape in order to solve the problematic indicated. Through the development, several situations were researched, allied to interviews with the firefighters from the Federal District Headquarters, in order to best suit the robot for the tasks related to their activities. In addition, competitor's analysis, as well as theoretical reviews about the operation of rescue robots already built, looking for a better comprehension over all the aspects that may be important to the project. Tests related to the formal configuration and internal components were also made to ensure all the qualities and capabilities of the robot; with the support of 3D printing technologies, and fabrication processes it was possible to make a volumetric model in the shape of a car, to do several tests and later date analysis. The robot was called HISEN- α , "HISEN" referring to author's surnames, and " α " related to the robot as being the first study.*

Keywords: Robot, rescue, firefighter, product design.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1	Motivação.....	17
1.2	Objetivos	17
2.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	18
2.1	Método de Projeto	18
2.2	Design e Engenharia	19
2.3	O uso da robótica no contexto atual.....	19
2.4	Benefícios da robótica na solução de problemas.	20
2.5	Estado da Arte	22
2.6	Classificações.....	22
2.7	Público-Alvo.....	23
	• Mapa Empático	23
	• Análise da tarefa.....	24
	• Procedimento Operacional Padrão (POP).....	24
3.	PRIMEIRA SÍNTESE.....	26
3.1	Finalidades(s) de uso	27
3.2	Situações de Uso	28
3.3	Requisitos do Projeto	29
	• Delimitar situações de uso	29
	• Entender noções básicas de eletrônica.....	30
	• Escolher formato físico do robô	30
	• Buscar conhecimentos em tecnologia de materiais	30
4.	GERAÇÃO DE ARTEFATO	32
4.1	Inspirações	32
4.2	Projetos de robôs existentes (similares e concorrentes).....	32
4.3	Estética no produto.....	34
4.4	Geração de alternativas	35
5.	PRODUTO FINAL	37
5.1	Configuração	38
5.2	Eletrônica Embarcada	38

5.3 Materiais	43
5.4 Especificações técnicas	45
5.5 Processo de Fabricação	45
5.6 Reciclagem e reutilização	45
6. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplos de robôs atualmente utilizados no mercado.

Figura 2: Exemplo de estudo de posicionamento dos componentes da eletrônica embarcada em um modelo feito a partir de material alternativo.

Figura 3: Exemplo de robô utilizado como aspirador de pó.

Figura 4: Cena do filme Tempos Modernos, de Charles Chaplin. Filme retrata as difíceis condições de trabalho dos empregados de uma fábrica (1936).

Figura 5: Linha de montagem de indústria automobilística.

Figura 6: Mapa Empático criado com base nas pesquisas realizadas.

Figura 7: POP – Combate a Incêndio em residência Unifamiliar.

Figura 8: Painel Visual de usuário.

Figura 9: Tipos de robôs apresentados na matriz de decisão.

Figura 10: Matriz de Decisão com as possíveis configurações de um robô.

Figura 11: Exemplo de situações de uso do robô.

Figura 12: Exemplo de inspiração em carros utilizados no rally.

Figura 13: Diferentes tipos de pneus utilizados na Fórmula 1, para melhorar performance nos mais variados ambientes.

Figura 14: Robô Opportunity, utilizado para exploração de Marte.

Figura 15: Robôs projetados pelo grupo Ereko.

Figuras 16: Robô Pleurobot, exemplo de robô movido por estruturas mistas, podendo se movimentar tanto na terra quanto na água.

Figuras 17: Quadro visual de elementos estéticos.

Figuras 18: Exemplo de projeto conceito para um carro urbano.

Figuras 19: Exemplo de projeto conceito para nave.

Figura 20: Estudo de alternativas e rascunhos dos primeiros conceitos.

Figura 21: Estudo de alternativas e rascunhos dos primeiros conceitos.

Figura 22: Perspectiva da modelagem finalizada do HISEN- α .

Figura 23: Detalhes da tampa inferior, vista explodida e vista lateral do robô.

Figura 24: Modelo Raspberry Pi 3+.

Figura 25: Modelo de Motor AK555 e Drive Motor Driver, respectivamente.

Figura 26: Sensores empregados no projeto: IV, Gás, Ultrassom, Câmera e Temperatura respectivamente.

Figura 27: Exemplo de drone com utilização de vários sensores.

Figura 28: Modelo de bateria 12V/20Ah.

Figura 29: Exemplos de aplicação da fibra de cerâmica.

Figura 30: Fibra de carbono em forma de tecido.

Figura 31: Modelo de roda YBS com pneu radial.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações básicas do Processador.

Tabela 2: Informações básicas do motor e do Driver respectivamente.

Tabela 3: Informações básicas sobre os diversos sensores utilizados.

Tabela 4: Informações básicas sobre a bateria utilizada.

Tabela 5: Peças que compõem o robô.

1. INTRODUÇÃO

A palavra robô¹ vem do termo eslavo *robota*, e foi primeiramente empregada pelo escritor tcheco Karel Tchépek em 1921 em uma peça de teatro chamada "*Rosumovi Univerzální Roboti*" - lançado no Brasil em formato de livro pela editora Hedra com o título "A Fábrica de Robôs", em 2013 - para designar uma criatura mecanizada capaz de realizar um trabalho compulsório, ou seja, escravo. Posteriormente, a palavra robô foi designada para qualquer ser mecânico que pudesse realizar trabalhos dos seres humanos. A ideia mais básica de qualquer robô é a substituição do homem em tarefas que requerem esforço repetitivo, ou que apresentem perigo ao ser humano.

Neste contexto, a presente pesquisa apresentada neste trabalho busca conceituar e abordar o processo de desenvolvimento de um projeto de robô para ser utilizado em ambientes adversos, de forma a diminuir os riscos trazidos à vida humana em tarefas designadas aos profissionais da Corporação de Bombeiros. Este robô poderá ser utilizado principalmente em situações de incidência de produtos tóxicos ou que haja baixa visibilidade, realizando o primeiro contato do profissional com a situação.

¹ **Robô:** Objeto criado pelo ser humano que produz movimentos, podendo exercer as funções do homem, geralmente sob o comando de outrem.

1.1 Motivação

Este projeto teve origem nos trabalhos realizados pelo grupo multidisciplinar de pesquisa da Universidade de Brasília (UnB) EREKO, do Programa de Iniciação Científica (ProIC), o grupo é formado por professores e estudantes de diversas áreas da engenharia e do design, que desde 2009 atua na área da robótica aplicada, tendo como principal motivação o desenvolvimento de robôs modulares para busca e resgates em escombros.

Inicialmente o cerne do projeto era o desenvolvimento de um robô para fins de resgate e auxílio em situações de difícil acesso humano. A partir deste projeto realizado no ProIC, surgiu a possibilidade de continuar trabalhando com a robótica, visto que há ainda muito a ser estudado na área.

Robôs são empregados nas mais diversas áreas atualmente, conforme destaca Zilli (2004) e seu uso já passou a ser cada vez mais comum no cotidiano do ser humano médio. Na figura 1 destacam-se alguns exemplos de funções desempenhadas por robôs na atualidade.

Com base no projeto iniciado pelo grupo EREKO, **buscou-se aumentar o escopo do projeto, e propor o desenvolvimento de um robô capaz de substituir o ser humano em situações que por ventura tragam risco à saúde do ser humano**, mais precisamente, trabalhando em conjunto com o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

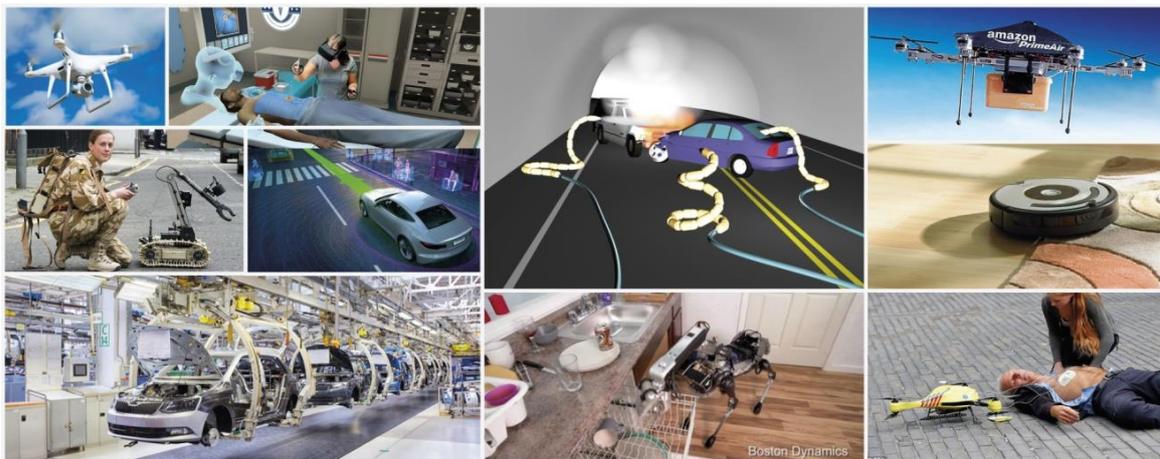


Figura 1: Exemplos de robôs atualmente utilizados no mercado.

Fonte: O autor.

1.2 Objetivos

Com base na motivação e nos estudos previamente realizados alguns objetivos foram delineados com o intuito de guiar o projeto, eles foram divididos em um objetivo geral, mais abrangente, e alguns objetivos específicos, conforme se segue:

- **Objetivo Geral**

Desenvolver um projeto de artefato que possa ser utilizado pela corporação de bombeiros em situações onde a presença humana possa ser substituída de maneira a reduzir riscos à vida e margem de erro humano.

- **Objetivos Específicos**

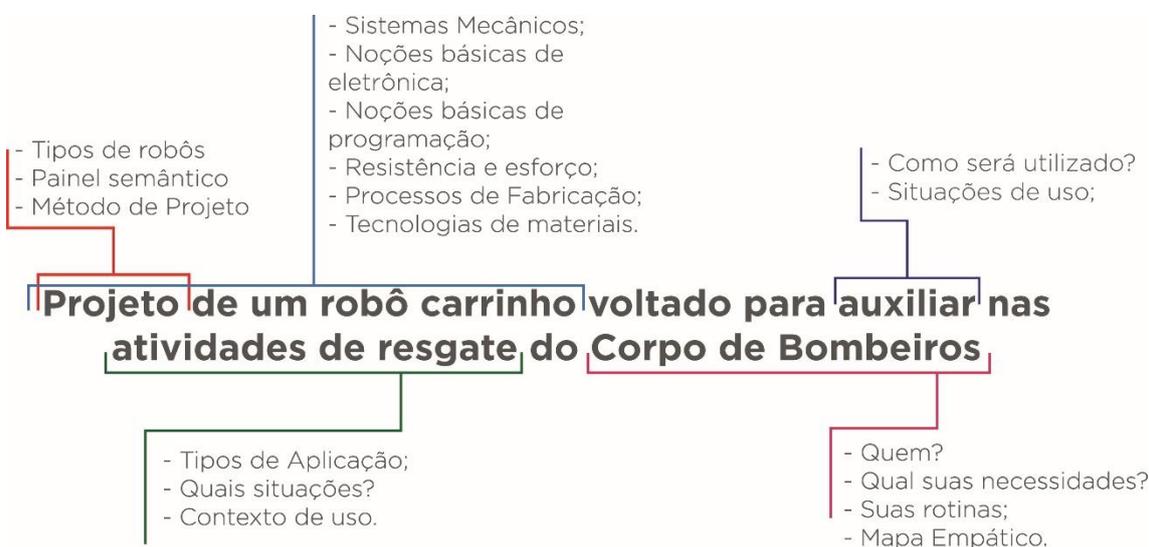
Para alcançar o objetivo geral, serão seguidos os objetivos específicos a seguir:

- Estudar processo e trabalho dos bombeiros, para melhor compreender suas necessidades;
- Escolher melhor configuração formal do artefato de forma que satisfaça as necessidades levantadas pelo público;
- Projetar estrutura que ofereça suporte e proteção à eletrônica interna embarcada.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Método de Projeto

Inicialmente, foi criado um **mapa conceitual** tendo como base o título deste trabalho que servirá como guia para o andamento do projeto.



A partir desta frase, foi possível retirar requisitos básicos para o desenvolvimento do projeto, por meio deste método foi determinado o objeto de estudo e todos os pré-requisitos necessários para completar o objetivo geral.

Após determinação do objeto de estudo foi necessário buscar uma motivação para o projeto, por meio dos estudos iniciados no grupo EREKO, buscou-se manter a ideia principal de projeto de robôs voltados para resgate e salvamento, porém modificando alguns aspectos básicos de projeto do grupo, como métodos e objetos de estudo.

Por fim, após escolha do objeto de estudo e da motivação por trás do projeto, foi primordial pesquisar e compreender o seu público-alvo. Aqui é possível fazer um paralelo com a concepção de Baxter (2005) sobre a importância do consumidor em projetos de produtos, que afirma ser necessário identificar as necessidades do consumidor, para então especificar e justificar as características do produto.

Após toda a fase de pesquisa teórica, iniciou-se a geração de alternativas, por meio de rascunhos e modelos 3D computadorizados, para estudo dos mais diversos fatores que afetam

a execução do robô. Após definidas forma e estrutura do robô, tendo como base toda a pesquisa realizada, iniciou-se a fase de seleção de proposta, seguida de estudo e teste de fabricação em material alternativo, para somente então, criar um modelo volumétrico, em escala.

2.2 Design e Engenharia

Uma vez definidos os requisitos do projeto, seguem as etapas de uma abordagem para solucioná-lo. A primeira etapa baseia-se na pesquisa teórica, tanto no campo do design quanto no campo da engenharia para melhor entender as etapas necessárias para a execução de um projeto de um robô e elaborar um referencial teórico. O desenvolvimento de um robô, em se tratando de um trabalho interdisciplinar, envolve pesquisadores de várias áreas, engenharia mecânica, mecatrônica, elétrica, computação e o design, uma vez que é constituído de dois sistemas: elétricos/eletrônicos (alimentação, comunicação, controle) e sistema mecânico (módulos e conexões). Segundo Cardoso (2016, p. 234) **uma das grandes importâncias do design está relacionada à sua capacidade de construir pontes e forjar relações em um mundo cada vez mais fragmentado pela especialização e segmentação de conhecimento.** Nesse sentido, questões relacionadas a esses sistemas podem gerar novos requisitos para a forma final e, por conseguinte, para o projeto como um todo. Para tal, é importante que haja interdisciplinaridade entre as áreas de execução e conceituação.

Estabelecida a forma física, avalia-se o seu desempenho por meio de simulações computacionais tendo em vista a reprodução de alguns movimentos básicos pré-definidos. Com o uso de materiais alternativos, é possível criar rapidamente modelos em escala para diversos testes, que vão desde o posicionamento dos componentes internos, como está demonstrado na figura 2, até alguns testes preliminares de atrito e movimentação.



Figura 2: Exemplo de estudo de posicionamento dos componentes da eletrônica embarcada. Em um modelo feito a partir de material alternativo.

Fonte: O autor.

2.3 O uso da robótica no contexto atual.

A robótica está cada vez mais próxima do cotidiano das pessoas, podemos notar os aparelhos domésticos cada vez mais inteligentes e autônomos, as televisões, por exemplo, antes tinham apenas a função de transmitir imagens por meio de conversão de luz em som e ondas eletromagnéticas seguidos de reconversão; hoje em dia até mesmo os televisores mais simples possuem acesso à internet, sistemas de gravação e até mesmo configurações mais avançadas próprias de robôs e sistemas complexos.

“Uma máquina de lavar, tão comum nos lares, é um robô que executa uma tarefa doméstica que costuma ser árdua para a maioria das pessoas – lavar roupas. As máquinas – cada vez mais automatizadas – facilitam o trabalho do homem.” (ZILLI, S. D. R. (2004)).

Segundo Gómez (2008), um dos grandes desafios da robótica é tornar os robôs os mais versáteis possível, ou seja, serem capazes de adaptar-se aos mais variados ambientes e terrenos, por pior que sejam as condições apresentadas, especialmente em ambientes desconhecidos, como é o caso de situações de exploração, navegação ou operações de busca e salvamento.

A escolha por robôs para a resolução das mais variadas tarefas, além de facilitar a reposição de peças e de alteração de sua configuração apenas com a mudança de posicionamento, diminui os riscos à vida de pessoas envolvidas em trabalhos de risco, como bombeiros, exploradores e trabalhadores braçais, por exemplo. Os robôs são sistemas modulares, de maneira que é possível subdividi-lo em partes menores, para fins de facilitar manutenção e modificação de função.

De acordo com Cardoso (2016, p. 164):

“Todo sistema modular prevê múltiplas possibilidades de uso e, portanto, gera um potencial para estender a sobrevida do artefato apenas pelo rearranjo de suas partes em novas combinações ou, então, por meio da substituição delas por peças similares ou complementares. A possibilidade de trocar peças, mantendo o sistema em operação, tange a outro princípio importantíssimo: manutenção. Se um automóvel já tem vida útil relativamente curta, imagine como seria se fosse impossível trocar peças do motor! O aperfeiçoamento de componentes, sua organização em módulos trocáveis e a simplificação dos processos de substituição são passos importantes para pensar o produto não como algo estanque, mas como artefato inserido em um sistema de uso.”

2.4 Benefícios da robótica na solução de problemas.

O uso de sistemas robóticos tem ganhado cada vez mais força no cotidiano da sociedade, como é possível notar pelo rápido aumento de robôs destinados às mais diversas áreas conforme se pode notar pela figura 3, que mostra um tipo de robô que pode auxiliar no trabalho de limpeza na remoção de poeira.



Figura 3: Exemplo de robô utilizado como aspirador de pó.

Fonte: Internet (acessado em 03/10/2018).

Várias são as razões pelo crescente emprego de robôs em tarefas antes realizadas por seres humanos, que muitas vezes são desgastantes, como por exemplo trabalhos em fábricas, onde o esforço repetitivo traz sérios riscos à saúde, conforme exemplifica-se nas figuras 4 e 5 a seguir.



Figura 4: Cena do filme Tempos Modernos, de Charles Chaplin. Filme retrata as difíceis condições de trabalho dos empregados de uma fábrica (1936).
Fonte: Internet (Acessado em 15/11/2018).



Figura 5: Linha de montagem de indústria automobilística.
Fonte: Internet (Acessado em 15/11/2018).

Podemos citar algumas razões pelo aumento do uso de robôs nestas tarefas:

- **Padrão de trabalho:** sistemas robóticos não são predispostos à fadiga muscular, como ocorre nos humanos, e, portanto, não se cansam, mantendo sempre o mesmo padrão e qualidade do trabalho executado.
- **Robustez aumentada:** por não se tratarem de sistemas orgânicos, os robôs são menos suscetíveis às situações adversas do ambiente, como a temperatura, por exemplo, e conseguem se manter funcionais em diversas situações extremas, podemos citar como exemplo robôs de exploração espacial, que podem atuar em cenários de grandes alterações de temperatura e pressão.

É importante ressaltar, entretanto, que robôs são propensos ao desgaste, como qualquer outro artefato, e necessitam de atenção e investimentos para manter sua plena função; este é um dos pontos negativos da utilização de robôs, por ser uma tecnologia específica e muitas vezes complexa. Custos geralmente altos são envolvidos na manutenção deles e geralmente conhecimentos técnicos são requisitos para manipulação de seus componentes.

2.5 Estado da Arte

Atualmente há diversos projetos de robôs em andamento, conforme supracitado nos capítulos anteriores, o uso da robótica não é mais algo inédito e cada projeto busca resolver alguma problemática da melhor maneira possível.

Partindo-se de uma abordagem holística do processo de design, entende-se que as pesquisas realizadas acerca de um tema são complementares, e, portanto, cada nova pesquisa adiciona conhecimento às anteriores. A presente pesquisa busca **expandir o conhecimento e as funcionalidades relacionadas ao design empregado à robótica aplicada por meio de um projeto de formato físico inédito para um artefato, de modo que cada característica física e disposição dos componentes internos possam extrair todo o potencial do robô proposto, em se tratando de auxiliar os profissionais do corpo de bombeiros, seja pela simplificação do manuseio, seja pela melhora no aproveitamento de material.**

2.6 Classificações

Há uma série de classificações diferentes para os robôs a depender da sua aplicação e contexto. Não cabe a este projeto delimitar todas elas, e por isso serão listadas apenas as classificações consideradas importantes para o melhor entendimento do projeto e quais as resultantes de sua escolha.

- **Forma de Locomoção:** ao analisar estruturas de locomoção, busca-se encontrar alguma que disponha maior estabilidade para o artefato. Existem várias estruturas de locomoção para cada tipo de robô, são elas: rodas, pernas, hélices, entre outros. A partir de informações obtidas com o usuário é possível determinar a estrutura de locomoção que melhor se encaixa no projeto.
- **Ambiente:** os ambientes nos quais o robô será utilizado são de primordial importância como um requisito de projeto, visto que a sua definição irá afetar completamente a escolha de materiais e componentes internos do robô. Os ambientes podem ser, aquáticos, aéreos, espaciais, subterrâneos, dentre outros.

- **Autonomia:** existem três tipos de robôs em se tratando de autonomia, aqueles totalmente autônomos, que não necessitam serem assistidos diretamente, e aqueles não autônomos que necessitam estar assistidos por alguma pessoa para controlar as funções do robô, e por último, aqueles semiautônomos, que possuem uma série de configurações independentes, porém ainda necessitam de atividades do ser humano para que os seus sistemas mantenham-se funcionando devidamente.

2.7 Público-Alvo

Este projeto busca aumentar a gama de trabalhos desempenhados pelo robô, voltados para o auxílio de profissionais em situação de risco de morte, por meio de soluções tangíveis, reunidas em um artefato. A fim de direcionar o projeto, foram utilizadas ferramentas de auxílio para traçar o perfil do usuário e melhor compreender suas necessidades e dificuldades. A seguir estão as ferramentas utilizadas:

- **Mapa Empático**

O Mapa Empático, figura 6, é uma ferramenta que auxilia na definição de perfil do usuário, com base nas entrevistas e questionários feitos com os integrantes do Corpo de Bombeiros foi possível traçar algumas características importantes para o projeto, bem como retirar informações antes não percebidas pelo método da pesquisa teórica simples.

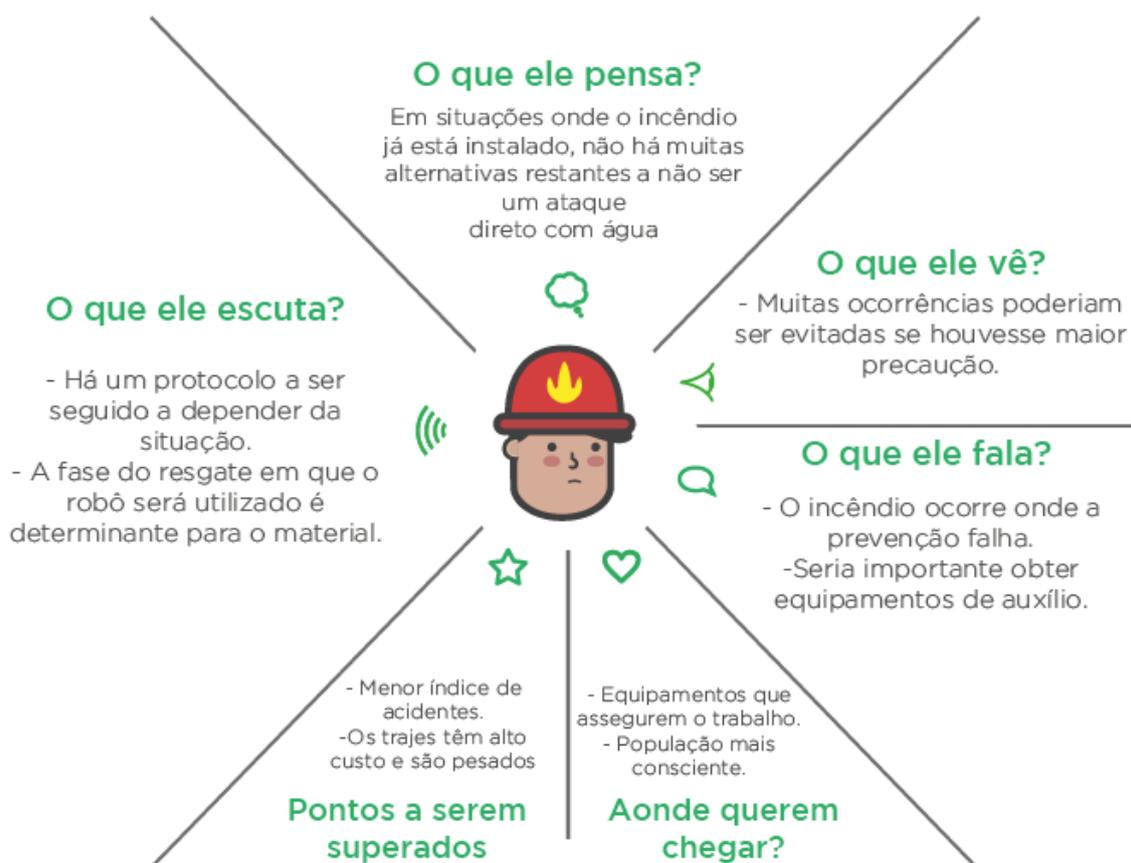


Figura 6: Mapa Empático criado com base nas pesquisas realizadas.

Fonte: O autor.

- **Análise da tarefa**

A análise da tarefa é feita para seguir o passo a passo de alguma atividade, de modo que todas as ações sejam anotadas. Os dados são compilados e deles é possível retirar percepções e problemáticas não constatadas em uma análise superficial. Pazmino (2017, p.122) afirma que uma análise de tarefas possibilita um exame detalhado do que a autora chama de interface Homem-produto, e que a utilização deste método auxilia tanto como fonte de inspiração como em descobertas de novos usos.

Foi aplicado um questionário (anexos) com alguns membros do Corpo de Bombeiros do Distrito Federal, para complementar as pesquisas teóricas e as entrevistas realizadas, deste questionário foi possível obter uma breve análise do cotidiano destes bombeiros, que se segue: Chegada ao quartel, hasteamento da bandeira, conferência e teste de materiais e viaturas, treinamento ou estudo de técnicas e táticas, atendimento às ocorrências. O questionário se mostrou uma ferramenta importante para análise do cotidiano dos bombeiros, porém esta metodologia não possibilita uma análise muito profunda pois perde-se o caráter espontâneo de uma conversa ou entrevista, visto que as respostas podem ser reformuladas antes da devolução do questionário.

- **Procedimento Operacional Padrão (POP)**

Após pesquisa em *websites* das Corporações distribuídas pelo país, foi constatado a existência de Procedimentos Operacionais Padrão (POP) específicos para situações diferentes. **Estes procedimentos devem ser estritamente seguidos pelo comandante do batalhão.** Nestes POPs consta um fluxograma de ações que devem ser seguidas durante os procedimentos de resolução da situação. A aplicação dos POPs tem relação direta com a função do comandante da equipe no local, pois ele é o profissional que aplicará as medidas cabíveis em cada situação.

As entrevistas também tiveram muita importância para compreender a questão psicológica envolvida em cada ocorrência, conforme informações colhidas nas entrevistas, a situação pode mudar a depender do envolvimento ou não de vítimas, e cabe ao comandante guiar seu esquadrão para chegar à melhor solução possível. A seguir está o exemplo de um fluxograma em caso de Incêndio em Residência Unifamiliar (figura 7).

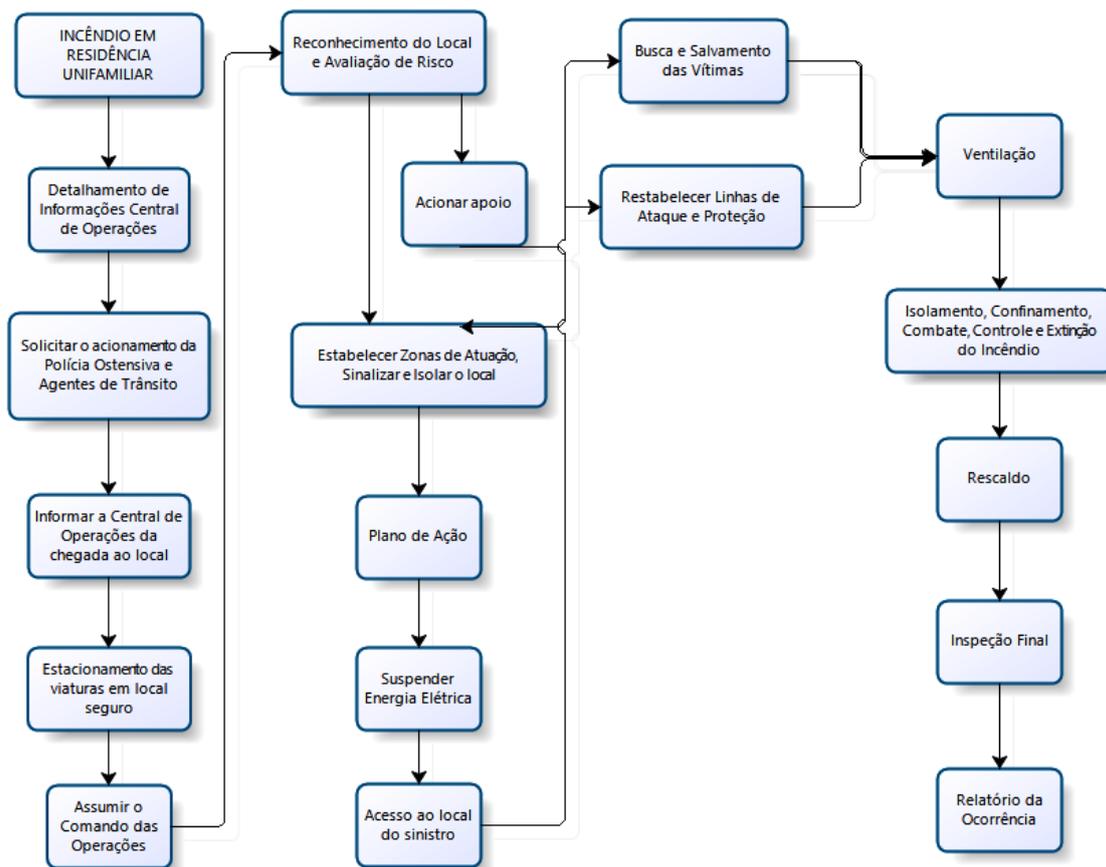


Figura 7: POP – Combate a Incêndio em residência Unifamiliar.
 Fonte: Ministério da Justiça (Acessado em 09/11/2018).

Tais ferramentas serviram de suporte para compreender as atribuições dos profissionais, bem como o funcionamento dos protocolos de ação em cada situação, pois é imprescindível para qualquer projeto de design a definição do perfil de usuário e as suas atividades cotidianas. Foi possível determinar, a partir dos estudos acima que a situação na qual o robô será utilizado afeta diretamente as suas funcionalidades, e por mais pleno que seja o funcionamento do robô, ainda é determinante a função do comandante do batalhão no momento da ação para determinar a utilização ou não do robô proposto.

Simultaneamente às pesquisas de usuário, duas entrevistas foram feitas com duas pessoas ligadas ao corpo de bombeiros, o primeiro é ex-comandante geral da corporação do distrito federal, e o segundo, atual coronel da corporação também é professor da UnB, ambos residentes no Distrito Federal. Essas entrevistas serviram como suporte para todos os requisitos do projeto não somente indicando possíveis melhorias, como também funcionando como ponte de contato com o usuário.

Um dos pontos mais importantes em relação às entrevistas foi o fato de poder compreender situações enfrentadas diariamente pelos profissionais, não conhecidas pela população em geral. Aspectos antes definidos como requisitos para o projeto sofreram grandes alterações em decorrência das entrevistas, como é o caso da função geral do robô, por exemplo. Inicialmente a ideia era projetar um robô capaz de entrar em incêndios e apagá-los de dentro para fora, entretanto foi constatado que nestas situações, o fluxo de calor chega a temperaturas muito

altas, impossibilitando o bom funcionamento dos componentes internos, sendo a melhor maneira de extinguir as chamas com um ataque direto com água ao local de incêndio.

Posteriormente aos estudos e aplicação das ferramentas citadas, foi realizado um painel visual (figura 8) a respeito dos bombeiros, para melhor visualizar algumas características-chave público alvo.

Os estudos e entrevistas realizados em conjunto com profissionais do corpo de bombeiros auxiliou para entender questões sobre o funcionamento do esquadrão, situações de uso e mais importante, o perfil geral do público alvo. O Corpo de Bombeiros é uma instituição militar cuja principal função são: prevenção, combate e investigação de incêndio, busca e salvamento, atendimento e emergência pré-hospitalar, e incidentes com produtos perigosos, além da atividade de Defesa Civil. Nota-se pelos estudos que as hierarquias e o funcionamento são semelhantes aos do exército, por serem ambos militares. Utilizam geralmente fardas específicas da profissão, entretanto quando em serviço utilizam uma grande variedade de equipamentos e acessórios, conforme consta na figura 8. Estes equipamentos muitas vezes são pesados, a fim de prover proteção, e custosos por necessitarem de tecnologia específica.



Figura 8: Painel Visual de usuário.

Fonte: O autor.

3. PRIMEIRA SÍNTESE

Após toda a conceituação, acrescida dos estudos de ambientação e público-alvo, foi possível sintetizar as informações primordiais para a continuação do projeto, e, assim, propor aplicações e configurações do robô. Foi possível eleger algumas palavras-chave para servirem de guia para as decisões tomadas, são elas: **Praticidade, resistência, adaptável, suporte**. Após esta etapa de síntese, foi possível retirar os requisitos básicos para o projeto.

3.1 Finalidades(s) de uso

Iniciou-se então a fase que buscou delimitar a finalidade de uso do artefato. Inicialmente, é necessário determinar uma configuração física do robô, para então analisar se a sua forma possui qualidades requeridas na sua finalidade de uso. Para determinar o formato físico do robô foi utilizado uma **Matriz de Decisão (figura 10)**. Esta **Matriz de Decisão é uma ferramenta que permite auxiliar no processo decisório de determinada alternativa**, neste caso, artefatos robóticos; na matriz foram atribuídas notas de 1 a 5, conforme o nível de complexidade, a diferentes configurações do robô para melhor definição de projeto a ser seguido.

A partir de um levantamento de dados base, são determinados tipos de robôs possíveis para a resolução da problemática constatada. Cada alternativa possui características próprias e foram comparadas entre si levando em consideração a viabilidade do projeto; por fim, após análise dos resultados obtidos, foi possível obter a configuração física mais viável para o projeto, tendo em vista variantes como tempo gasto, conhecimento prévio necessário, e outras características-chave, conforme é possível visualizar na figura 10.

Baxter (2000, p.200) afirma que uma Matriz de Decisões consegue comparar entre si diversas oportunidades de produtos diferentes ao passo que uma escolha equivocada poderá provocar futuros dispêndios de energia e capital muito grandes para a instituição, portanto é muito importante alinhar a comunicação com o público-alvo de forma a minimizar possíveis problemas futuros relacionados à má escolha de projeto. A seguir (figura 9) estão alguns exemplos dos robôs apresentados na matriz de decisão.

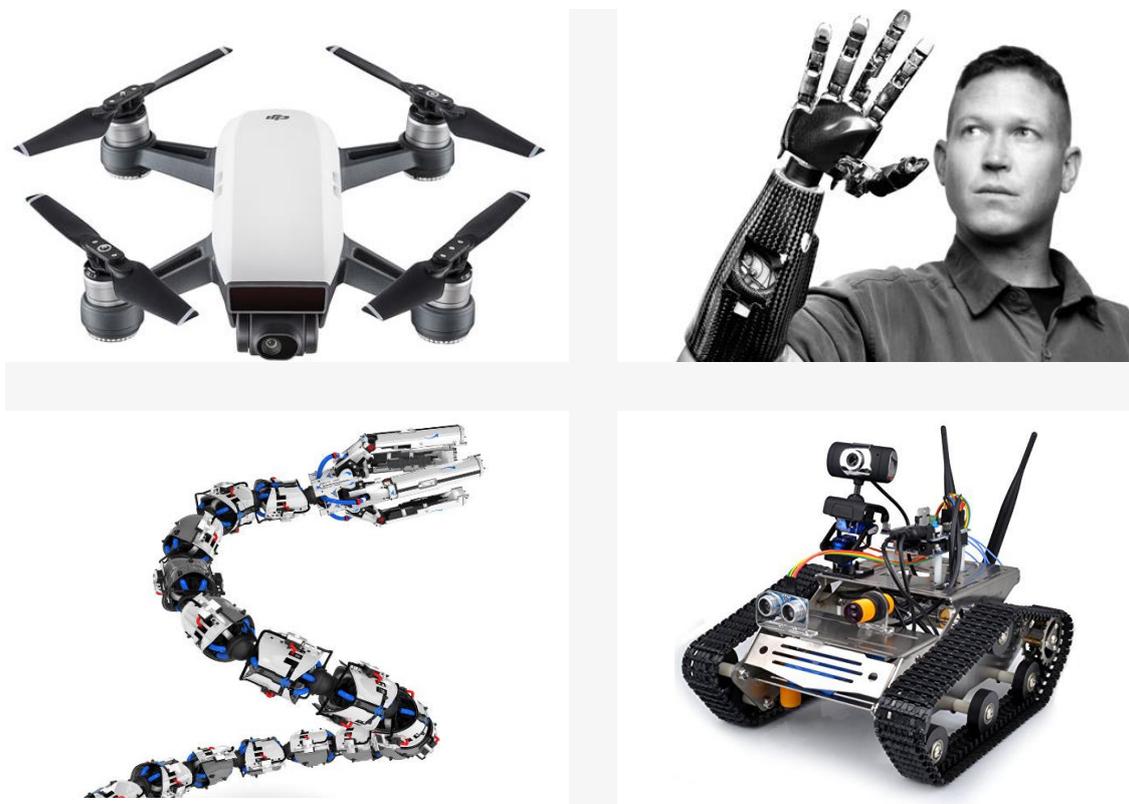


Figura 9: Tipos de robôs apresentados na matriz de decisão.

Fonte: O autor.

Matriz de Decisão								
	Nível de complexidade	Nível de Conhecimento Prévio	Produção do Modelo	Viabilidade Técnica	Mecanismo	Tipo de Comunicação	Circuito Elétrico	TOTAL
Drone	5	1	4	5	5	5	5	30
Carrinho	3	4	2	3	3	4	3	22
Membro Articulado	4	1	4	4	4	4	4	25
Serpente	4	5	3	2	3	4	3	24

Grau de Complexidade

Baixo <- **1 - 2 - 3 - 4 - 5** -> Alto

Figura 10 Matriz de Decisão com as possíveis configurações de um robô.

Fonte: O autor.

A configuração de “Carrinho” foi escolhida, pois, além de possuir menor somatório de pontos, indicando relativo menor grau de complexidade, levantou interesse por parte de suas múltiplas possibilidades de uso prático. Não obstante, as informações adquiridas com o público-alvo demonstraram que as situações de uso do artefato são suscetíveis à utilização de um robô carrinho para auxílio dos profissionais.

3.2 Situações de Uso

É necessário ter plena consciência de onde o artefato será inserido. Neste projeto, buscou-se estudar ambientes onde o público-alvo estaria inserido, ou seja, situações do cotidiano do Bombeiro onde haja riscos à vida do profissional e que a presença do homem possa ser substituída pelo robô, como: ambientes de resgate, vazamento de gases, desmoronamentos, etc.

Fundamentado nas entrevistas e questionários realizados com os bombeiros, determinou-se que o artefato será utilizado mais precisamente em situações com incidência de gases tóxicos ou onde haja baixa visibilidade. Inicialmente, este projeto propunha aplicar o robô como primeiro contato dos bombeiros com incêndios, entretanto o público-alvo foi de extrema importância para delimitar as situações de uso do robô, pois notou-se que em incêndios, principalmente em residências, as temperaturas atingem centenas de graus Celsius, e, portanto, haveria uma grande dificuldade de utilizar um robô, visto que suas estruturas teriam que possuir níveis altos de proteção ao calor tornando o projeto muito mais complexo e dispendioso, do ponto de vista financeiro. É interessante ressaltar que em situações de incêndios já instauradas, não há muitos meios a serem seguidos, a não ser um ataque direto com água para diminuição da temperatura local, e somente então um grupamento de bombeiros entra em ação.

Levando em consideração informações adquiridas com o usuário final, foi possível determinar com maior precisão as situações de uso do robô. Foi determinado que **o robô atuará em situações com incidência de gases tóxicos e/ou quando houver baixa visibilidade do local afetado; deste modo o robô funcionará como primeiro contato da equipe do Corpo de Bombeiros com a situação**, possibilitando melhor gestão da situação por parte do Comandante e possivelmente uma diminuição nos riscos aos profissionais envolvidos.

Foi feito um painel visual de possíveis situações em que o carrinho poderá ser utilizado, conforme mostra a figura 11.



Figura 11: Exemplo de situações de uso do robô.

Fonte: O autor.

3.3 Requisitos do Projeto

Como parte da síntese de projeto, é necessário determinar alguns pré-requisitos para o andamento do projeto, de forma que os objetivos propostos sejam seguidos.

- **Delimitar situações de uso**

Conforme investigado anteriormente, a atribuição da Corporação de Bombeiros é muito abrangente e as situações enfrentadas são várias, portanto é primordial delimitar situações de uso do robô para estreitar o escopo das atribuições do artefato. Principiando-se do conceito de produto mínimo viável (MVP), buscou-se aplicar o projeto em um ambiente onde haja incidência de fumaça e/ou gases desconhecidos, de forma que o robô atue como primeiro contato dos bombeiros com o local do acidente, diminuindo assim os riscos trazidos aos profissionais.

Outra questão que aborda a importância da determinação do cenário no qual o robô será aplicado relaciona-se com as dificuldades que ele irá encontrar durante o seu caminho, Marques (2017, p. 5) aponta três fatores principais, que são: a localização do robô, a geração de trajeto e o controle da sua movimentação, com base nos dados recebidos dos sensores (ultrassom, visão etc.), todas essas operações devem garantir o melhor caminho entre dois pontos distintos do ambiente, de maneira segura e sem risco de colisão com outros objetos.

- **Entender noções básicas de eletrônica**

Para este projeto, foi necessário buscar referências e estudar noções básicas de eletrônica embarcada em projetos de robótica. Neste ponto, foi de extrema importância o trabalho realizado em conjunto com o grupo de pesquisa EREKO, grupo multidisciplinar da UnB, onde foi desenvolvido um projeto de robô modular, nele também havia necessidade de trabalhar com a eletrônica embarcada, tal projeto serviu como estímulo para o projeto apresentado neste relatório. É importante ressaltar que conhecimentos mais técnicos como a programação e elétrica, por exemplo, não fazem parte do escopo deste projeto, pois trata-se de uma área específica da engenharia, porém é importante que haja um mínimo conhecimento, de modo que o projeto resulte em um produto instigante e funcional.

- **Escolher formato físico do robô**

É importante ressaltar, que existem variados tipos de robôs, cada qual focado em resolver algum problema específico, e por isso é importante determinar o formato físico do robô de modo a garantir que ele seja o ideal para o determinado uso.

Chassi: O advento de tecnologias de modelagem digital tornou possível o mais variado número de formatos possíveis para os chassis de robôs, podendo ser facilmente remodelados para melhor atender o foco do projeto. Neste caso, foi utilizado um formato simples, que busca atender os requisitos de espaçamento interno, necessário para acoplar toda a eletrônica embarcada e de manuseio do modelo.

Rodas: Neste projeto foram escolhidas as rodas como instrumentos de locomoção, em detrimento de pernas, isto se deve principalmente pelo fato das rodas proverem com maior facilidade a estabilidade do robô, uma vez que o centro de gravidade do robô fica mais próximo do solo e conseqüentemente, sua estabilidade é maior. Além disso, pernas e braços articulados são mais complexos e requerem maior número de componentes para o seu bom funcionamento, visto que em cada articulação é necessário um mecanismo que produza torque necessário para mover a parte seguinte. Nas rodas, isto não ocorre, visto que só é necessário produzir torque no eixo das rodas.

- **Buscar conhecimentos em tecnologia de materiais**

Para a concepção do robô, diversos materiais foram levados em consideração para maior proveito e rendimento do motor e da eletrônica embarcada, sem haver perda de eficiência, ou desgaste desnecessário dos componentes.

Para o chassi do robô, foram pesquisadas, principalmente, ligas metálicas, devido a sua resistência mecânica e física. Ligas como o aço foram uma opção levada em conta, devido sua alta resistência e por ser facilmente encontrado na indústria, tendo em mente um fornecedor para o material. Entretanto, fatores como densidade, facilidade de manuseio e custos devem ser levados em conta, pois os esquadrões de bombeiros são filiados à Defesa Civil, e em geral, não possuem financiamento privado para adquirir robôs muito custosos e de difícil manuseio.

As rodas também devem ser resistentes para suportar situações adversas, para tal buscou-se estudar situações onde tais materiais já são empregados, como carros de *rally*, figura 12, por exemplo, visto que eles necessitam de materiais resistentes o suficiente para suportar diversas condições ambientais adversas. Neste caso, as rodas já são pensadas para suportar

altos níveis de estresse e possuem material específico para esta situação, bem como há uma busca por materiais de alta resistência mecânica e baixo peso. Mesmo pertencendo a diferentes nichos de atuação e complexidade, alguns conhecimentos da indústria automobilística são valiosos para aplicações em outros projetos de veículos, mesmo aqueles de pequena escala, como é o caso do presente projeto.



Figura 12: Exemplo de inspiração em carros utilizados no rally.
Fonte: Internet (acessado em 08/11/2018).

Inicialmente pensou-se em rodas de borracha vulcanizada, semelhante àquelas empregadas em carros comuns, porém redesenhadas para situações específicas; seja pela aplicação de sulcos, seja pelo aumento do diâmetro da roda; a utilização de diferentes tipos de pneus também é proveniente da indústria automobilística, conforme nota-se nos carros de Fórmula 1, onde há a busca pelo melhor desempenho, modificando vários aspectos do carro, neste estudo em questão, os pneus, conforme podemos notar neste exemplo, figura 13, de diferentes pneus utilizados na Fórmula 1.



Figura 13: Diferentes tipos de pneus utilizados na Fórmula 1, para melhorar performance nos mais variados ambientes.

Fonte: Internet (acessado em 01/11/2018).

4. GERAÇÃO DE ARTEFATO

4.1 Inspirações

Foram buscados para este projeto quaisquer sistemas, preferivelmente robóticos, que tivessem alguma relação com a função de locomoção, pois este é um aspecto definido como prioritário no desenvolvimento do projeto, a fim de alinhar-se com o objetivo geral, de diminuir os riscos aos seres humanos, alguns robôs remotamente guiados também foram levados em consideração, a seguir constam alguns exemplos citados.

Robôs utilizados para exploração em terrenos desconhecidos e irregulares, como o “Opportunity” da Nasa (figura 14) são de grande inspiração para o projeto. Evidentemente que as diferenças de complexidade em ambos os projetos em questão são imensuráveis, porém é interessante levantar a questão de que algumas situações de uso são semelhantes entre as máquinas, tais como: necessidade de locomoção em ambientes irregulares e a ocorrência de temperaturas adversas.



Figura 14: Robô Opportunity, utilizado para exploração de Marte.
Fonte: Internet (acessado em 01/11/2018).

Algumas características do robô analisado foram consideradas e aplicadas a este projeto, por exemplo, o seu material deve ser resistente e leve para melhorar a movimentação e diminuir a necessidade de reparos e a aplicação conjunta de variados sensores para captação de dados do ambiente, estas são algumas das características do robô Opportunity, que serão utilizadas pelo projeto HISEN- α .

4.2 Projetos de robôs existentes (similares e concorrentes)

Este projeto teve como inspiração o Programa de Iniciação Científica, do departamento de Engenharia Mecânica da UnB, onde os alunos buscam por meio da robótica modular, figura 15, projetar um robô para fins de resgate e salvamento. A fim de dar continuidade aos estudos na área da robótica, foi proposta uma nova abordagem ao tema, onde o cerne do projeto se

manteria o mesmo: **a utilização de robôs no lugar do homem em situações de risco à vida**, modificando apenas a forma de abordagem do problema e delimitando um público alvo.

Outro projeto que levantou interesse foi o Pleurobot, figura 16, um robô que busca biomimetizar as estruturas de uma salamandra, que pode ser utilizado tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos, este fato abre um leque de possibilidades de uso, e o seu estudo teve como principal foco o estudo das estruturas biológicas do animal em questão.



Figura 15: Robôs projetados pelo grupo Ereko.
Fonte: Grupo Ereko.

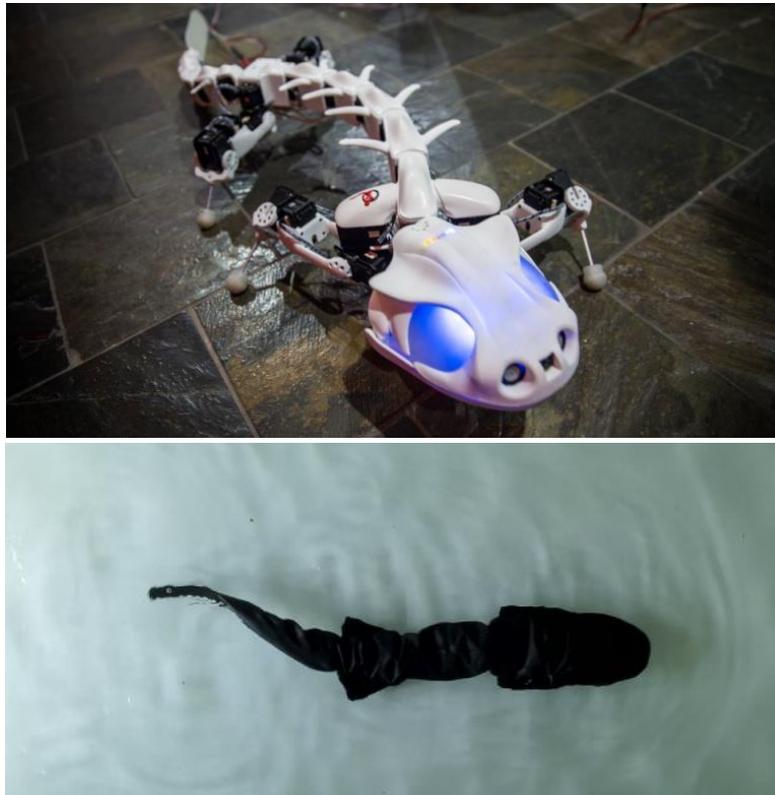


Figura 16: Robô Pleurobot, exemplo de robô movido por estruturas mistas, podendo se movimentar tanto na terra quanto na água.

Fonte: Escola Politécnica Federal de Lausanne (acessado em 30/10/2018).

4.3 Estética no produto

O projeto em questão não possui como foco a estética do robô, mas sim suas funcionalidades, entretanto a estética mantém-se como um fator de extrema importância em qualquer projeto que envolva um produto. Lobach (2000, p.156) descreve estética como sendo as características visuais do objeto e suas qualidades; é possível fazer uma adição à esta observação com a frase de Baxter (2000, p.53) de que o Homem evoluiu para ser um animal predominantemente visual, ou seja, a estética do produto, suas qualidades visuais, são fatores determinantes para o ser humano, mesmo não sendo os principais.

Este projeto buscou transmitir uma temática futurística para o robô, tendo como principais inspirações projetos de carros conceito, estes são geralmente utilizados em apresentações feitas pelas montadoras para profissionais da imprensa, e tem como objetivo antecipar tendências para os veículos da marca, sejam elas de cores, formas e tecnologias novas. Além do lado mercadológico, há ainda o psicológico, onde as grandes empresas buscam cativar e angariar potenciais consumidores por meio de projetos diferenciados e futurísticos, José Carlos Pavone, Chefe do Centro de Design da Volkswagen na América do Sul resume: “Que graça tem em trazer aqui um carro idêntico ao que estará nas concessionárias no futuro? ”.

Foi feito um quadro visual de estilos relacionados à elementos estéticos pretendidos no projeto, conforme a figura 17 a seguir representa.

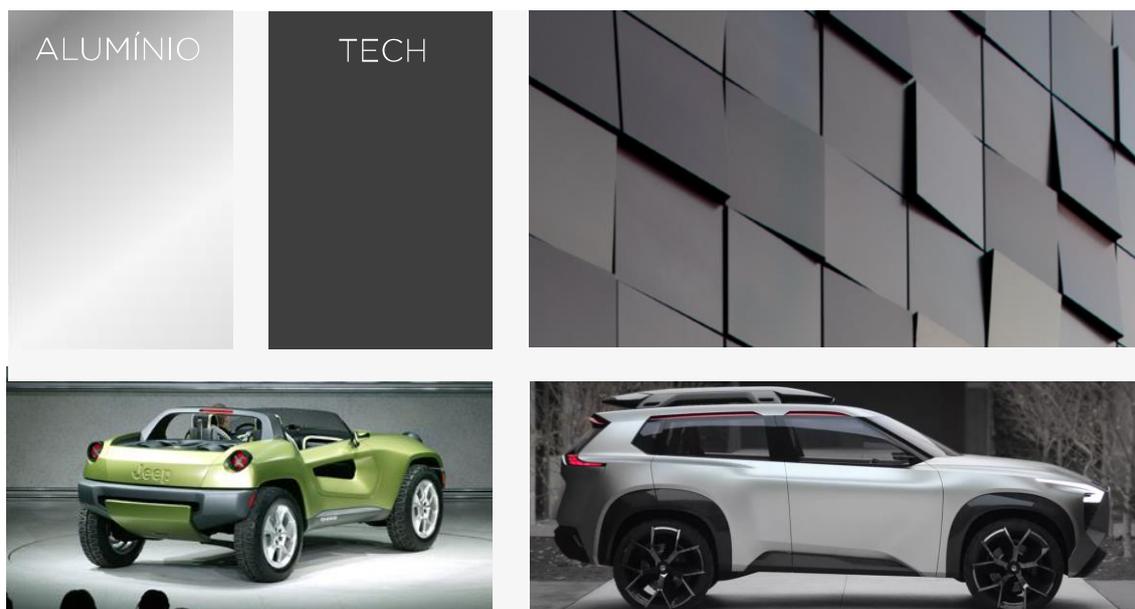


Figura 17: Quadro visual de elementos estéticos.

Fonte: O autor.

O robô teve como principais inspirações formais, carros conceito e naves fictícias (figuras 18 e 19) pois estes são alguns exemplos com temática futurista, semelhante ao que se propõe este trabalho, abaixo seguem algumas imagens a respeito da forma buscada neste projeto.

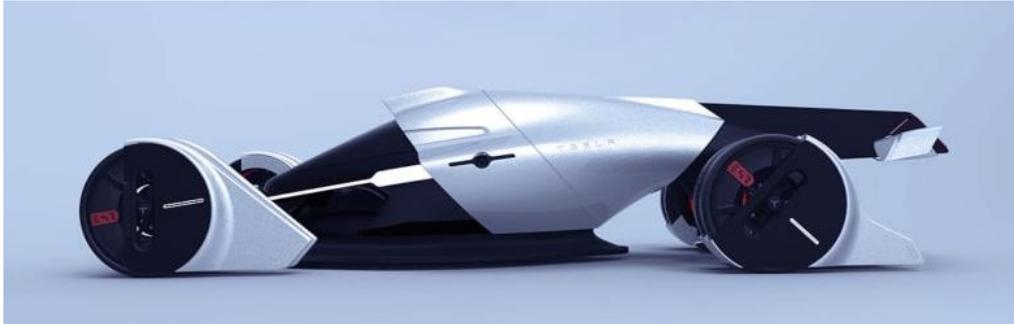


Figura 18: Exemplo de projeto conceito para um carro urbano.
Fonte: CNN (acessado em 08/11/2018).



Figura 19: Exemplo de projeto conceito para nave.
Fonte: CNN (acessado em 08/11/2018).

4.4 Geração de alternativas

A etapa de geração de alternativas foi desenvolvida concomitantemente com as pesquisas teóricas, ao passo que a cada novo requisito e informação relevante para o formato físico final do robô, novas ideias eram acrescentadas e rascunhos iniciais eram adaptados para melhor atender aos pré-requisitos determinados, aproximando o processo do usuário e possibilitando adaptações rápidas e assertivas desde o início do projeto.

As gerações de alternativas iniciais foram feitas principalmente por meio de *sketches* e modelagem digital, utilizando o software “Solidworks”. A seguir, nas figuras 20 e 21, constam alguns estudos realizados visando buscar a forma física que melhor atendesse às necessidades do público-alvo, levando sempre em consideração aspectos como peso, manuseio e eletrônica embarcada. Outras imagens encontram-se nos anexos deste relatório.

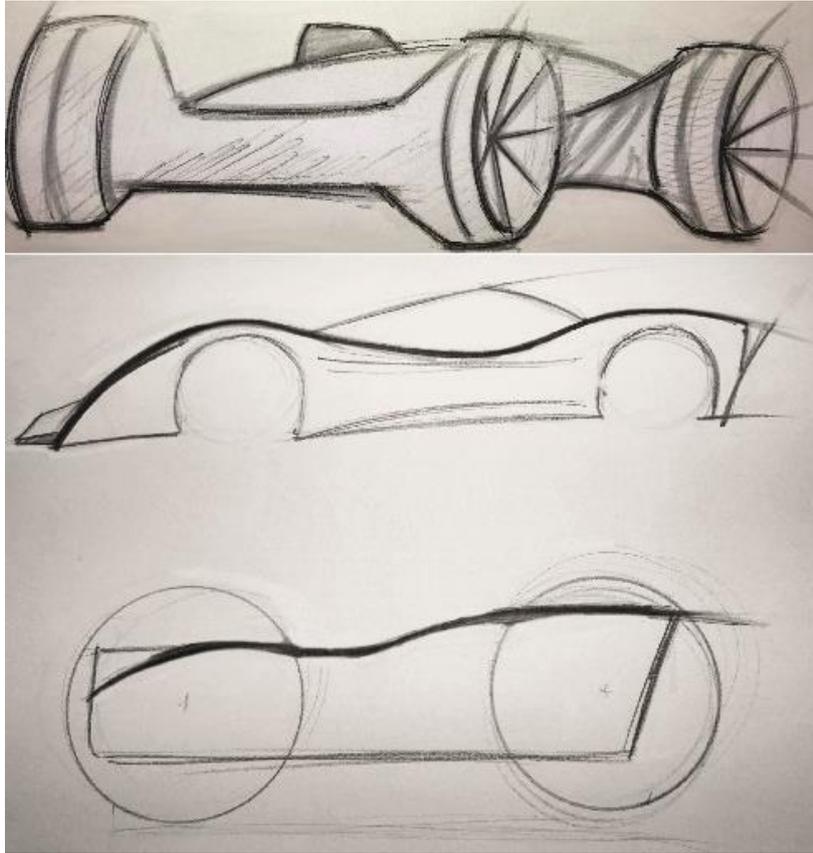


Figura 20: Estudo de alternativas e rascunhos dos primeiros conceitos.

Fonte: O autor.

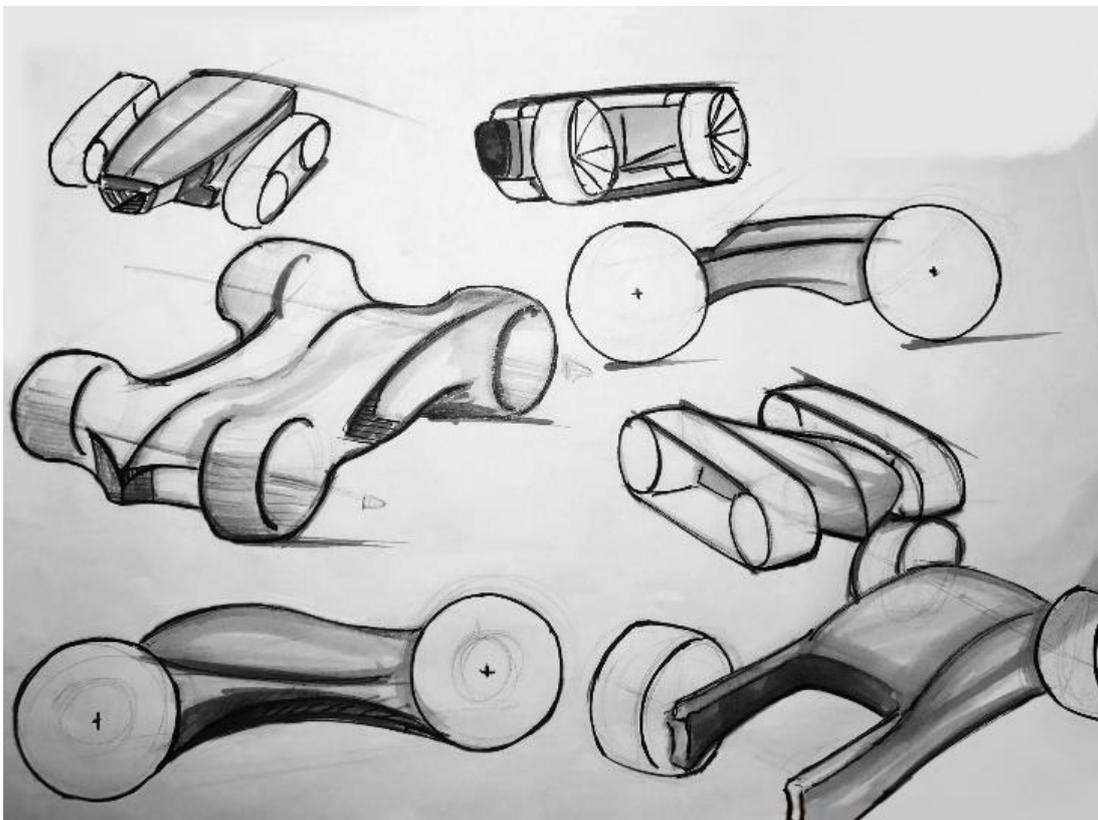


Figura 21: Estudo de alternativas e rascunhos dos primeiros conceitos.

Fonte: O autor.

5. PRODUTO FINAL

Após sucessivos estudos e pesquisas, foi possível chegar a uma alternativa mais desenvolvida e que atendesse aos requisitos do projeto, para trazer os rascunhos e alternativas do papel para o tridimensional, o resultado final segue a seguir, conforme mostram as figuras 22 e 23 a seguir.

A carcaça em alumínio foi desenvolvida para prover proteção aos componentes e leveza para o robô, é possível notar a câmera na face frontal do carrinho e a utilização de pneus grandes com sulcos bem definidos com a finalidade de melhorar a aderência com o solo. O robô terá uma carcaça feita de alumínio dobrado e soldado com uma tampa inferior, também em alumínio, parafusada à base, para facilitar a manutenção e a visualização da eletrônica interna embarcada.

As rodas são grandes e ultrapassam as dimensões da carcaça para proteger, mesmo que de maneira sutil, o robô. A grande dimensão das rodas também tornou possível a utilização do robô em situações adversas, ele se manteria funcional mesmo estando com a face superior para baixo, ou mesmo em situações com imperfeições no trajeto.

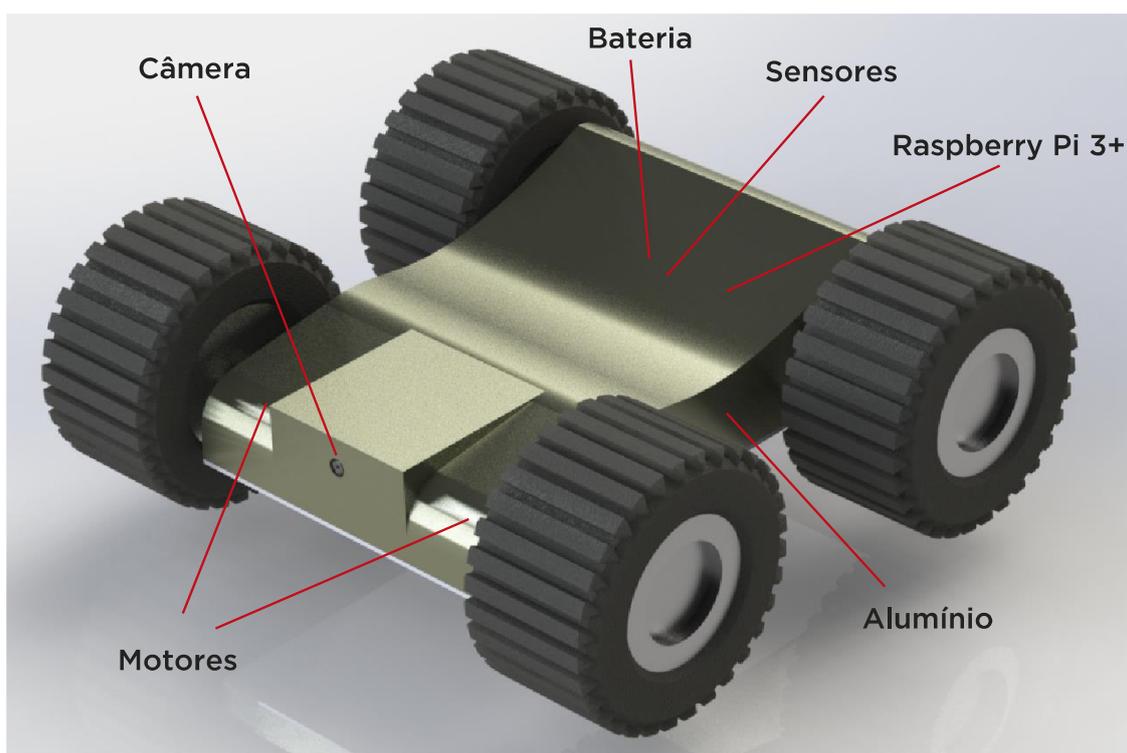


Figura 22: Perspectiva da modelagem finalizada do HISEN- α .

Fonte: O autor

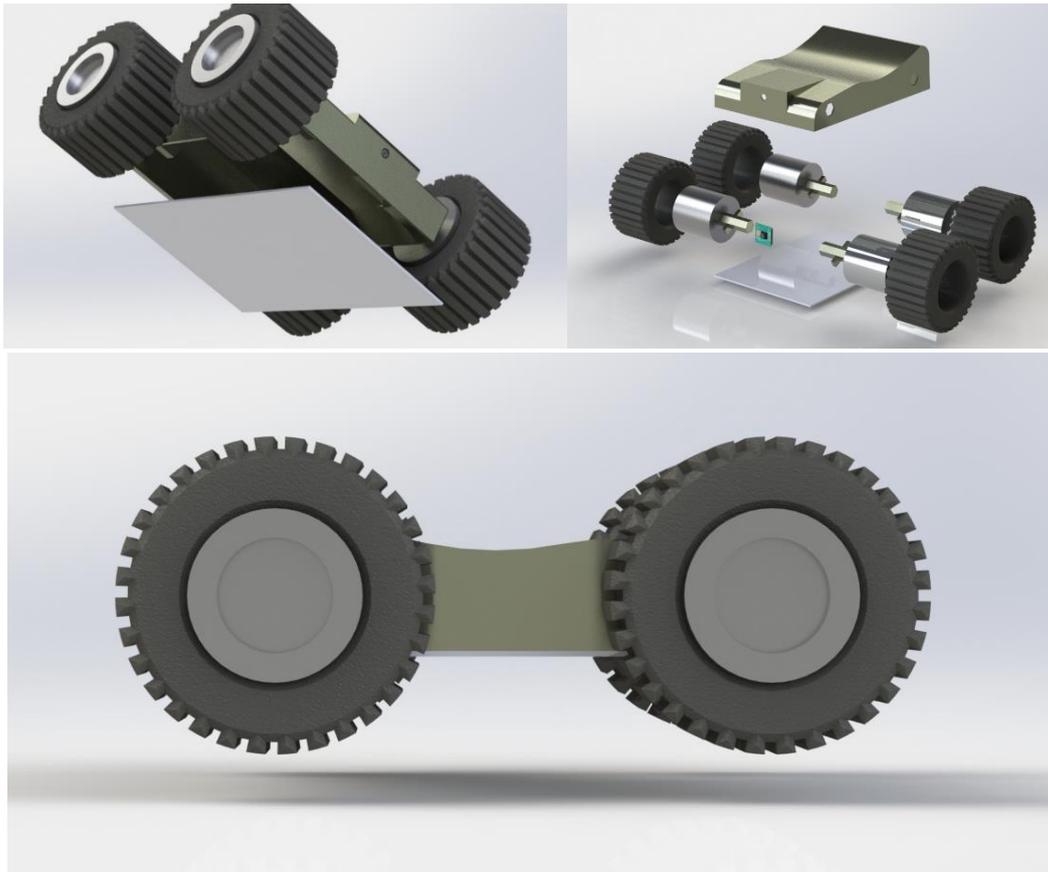


Figura 23: Detalhes da tampa inferior, vista explodida e vista lateral do robô.

Fonte: O autor

5.1 Configuração

Levando em consideração a mobilidade e a facilidade de manuseio do robô, o carrinho foi idealizado tendo como dimensões: 230mm x 150mm x 60mm (CxLxA), pesando aproximadamente 6kg. Para chegar a estes dados, foi levado em consideração os pesos dos componentes internos, bem como a densidade do material do chassi. O peso final do robô é primordial para determinar o modelo de motor e baterias a serem utilizados no projeto.

O tamanho reduzido do robô foi definido principalmente para facilitar a sua locomoção em ambientes com bastante obstáculos, como por exemplo uma garagem de carros, onde é possível passar com certa velocidade e facilidade sobre os veículos estacionados.

5.2 Eletrônica Embarcada

Podemos fazer uma comparação, mesmo que indireta, de um robô com um sistema vivo, como o próprio ser humano. Nós humanos, necessitamos de um cérebro para transmitir informações para os membros do nosso corpo, também precisamos de músculos responsáveis por contrair ou relaxar, a fim de realizarmos os movimentos, e para haver essa interação entre cérebro e músculos, precisamos de um impulso, um sinal que indica que nosso cérebro quer realizar determinado movimento, que é captado por um órgão receptor. O mesmo ocorre em robôs, estes também precisam de “cérebros”, “músculos” e “receptores” para realizarem suas tarefas, abaixo serão abordadas as estruturas responsáveis por tais funções.

PROCESSADOR			
Raspberry Pi 3+	86,6mmx56mmx17mm	45g	35\$ (Fora taxas de importação)

Tabela 1: Informações básicas do Processador

O processador será o responsável por controlar todas as funções do robô, desde movimentação, até recepção de dados e transmissão destes. Optou-se pela utilização do Raspberry Pi 3+, representado na figura 24, como processador pelos seus dados técnicos: há a possibilidade de comunicação *wi-fi* e *bluetooth*, possibilitando o controle do robô por um computador. Este processador possui entradas para conexão HDMI e para câmeras, que podem ser utilizados em conjunto com sensores diferentes, a depender da situação.



Figura 24: Modelo Raspberry Pi 3+.
Fonte: Internet (acesso 29/20/2018)

MOTOR			
4x Motor c/ Caixa de redução 12V/83 RPM AK555 ¹	108,6mmx37mmx31,5mm	315g (cada)	Aprox. R\$59 (Fora taxas de encargo)
DRIVER DO MOTOR			
Super Motor Driver ²	65mmx51,3mmx9,65mm	30g	Aprox. R\$329 (Fora taxas de encargo)

Tabela 2: Informações básicas do motor e do Driver respectivamente.



Figura 25: Modelo de Motor AK555 e Drive Motor Driver, respectivamente.
Fonte: Internet (acesso 29/10/2018)

Para as estruturas que geram torque para movimentação do motor, análogo aos músculos dos seres vivos, foram escolhidos motores elétricos de 12V com caixa de redução acoplada para mover o carrinho (figura 25) cada motor será responsável por uma das rodas. A caixa de redução, tem como função reduzir a velocidade final para aumentar o torque, ou seja, em situações de subida, por exemplo, o sistema previne que as rodas girem em falso, ou seja, sem atrito com o piso de rolamento, dando-lhes mais força para “vencer” o terreno, pois neste caso, mais vale a força do que a velocidade de giro das mesmas. Também é interessante ressaltar que a utilização de quatro motores auxilia na própria movimentação do robô, pois é possível ajustar a rotação das rodas independentemente, de forma que em curvas seja possível diminuir a rotação de um lado específico, facilitando a movimentação do robô. Optou-se pela tração integral, ou seja, nas quatro rodas do robô, para auxiliar a movimentação em terrenos acidentados, pois assim é possível tracionar cada roda separadamente, facilitando a movimentação do robô.

Em conjunto com os motores, é necessário utilizar um driver de motor, representado na figura 24, que é responsável por controlar os motores, este item é instalado em conjunto com o processador.

SENSORES			
Câmera IR Lepton 3.5	10,5mm x 12,7mm x 7,14mm	0,9g	Aprox. 239\$ (Fora taxas de encargo)
Sensor de Gás MQ-2	32mm x 20mm x 15mm	Não disponibilizado pelo fabricante	R\$ 15,90 (Fora taxas de encargo)
Sensor Ultrassônico HC-SR04	45mm x 20mm x 15mm	Não disponibilizado pelo fabricante	R\$15,00 (Fora taxas de encargo)
Câmera Rev 1.3	25mm x 24mm x 1mm	3g	£16,99 (Fora taxas de importação)
2x Sensor de Temperatura Digital DS18B20	5mm x 17mm x 1mm	2g	R\$24,90 cada (Fora taxas de encargo)

Tabela 3: Informações básicas sobre os diversos sensores utilizados

Serão utilizados diversos sensores e câmeras a depender da situação de uso do robô, em locais de baixa visibilidade, como cavernas ou estruturas colapsadas, os sensores principais a serem utilizados estão listados abaixo, e mostrados na figura 26 a seguir:

- **Infravermelho:** Serão utilizados para captação de imagem Infravermelha (IV) para auxiliar os profissionais na execução das atividades. Neste caso, optou-se por utilizar a câmera de IR, Lepton 3.5 da empresa FLIR, que é capaz de produzir imagens em IV em tempo real. Um sensor infravermelho é muito útil em várias situações pois funciona como um suporte à câmera, podendo captar focos de chama ou seres vivos em locais, independente da visão estar obstruída por fumaça ou gases.

- **Gás inflamável e Fumaça:** Foi escolhido o sensor MQ-2 pois com base nas pesquisas com usuários, constatou-se a recorrência de casos em que há incidência de gases inflamáveis e fumaça. Outras características importantes são relativas ao tamanho reduzido e possibilidade de comunicação com o Raspberry Pi.

- **Sensor de distância:** Visto que o robô será utilizado em situações de pouca visibilidade, ou locais de difícil acesso humano, onde a visão por câmeras será limitada; é importante utilizar empregar um sensor ultrassônico para localização e medição de distâncias com precisão. Um sensor ultrassônico funciona por meio da emissão de sinais ultrassônicos, daí o seu nome; o aparelho emite um sinal de 40kHz e espera o sinal refletir em algum objeto a sua frente, ao receber este sinal refletido, o sensor responde por meio de um sinal elétrico indicando o posicionamento do objeto.

- **Câmera:** Uma câmera simples será utilizada para captação de imagens em tempo real, além de ser pequena, o acessório possui compatibilidade com o sistema do Raspberry Pi, o que facilita a comunicação entre os aparelhos.

- **Sensores de Temperatura:** Serão utilizados dois sensores de temperatura, um interno para controle da temperatura da eletrônica embarcada, para garantir seu pleno funcionamento. E outro para medir a temperatura externa, de forma que o robô possa emitir algum alerta, visual ou sonoro, quando a temperatura externa chegar a níveis que representem riscos aos componentes internos e ao ser humano.



Figura 26: Sensores empregados no projeto: IV, Gás, Ultrassom, Câmera e Temperatura respectivamente.

Fonte: Internet (acesso em 28/10/2018)

Estes sensores são comumente utilizados em sistemas de gerenciamento e em outros robôs, como por exemplo *drones*, representado a seguir na figura 27.

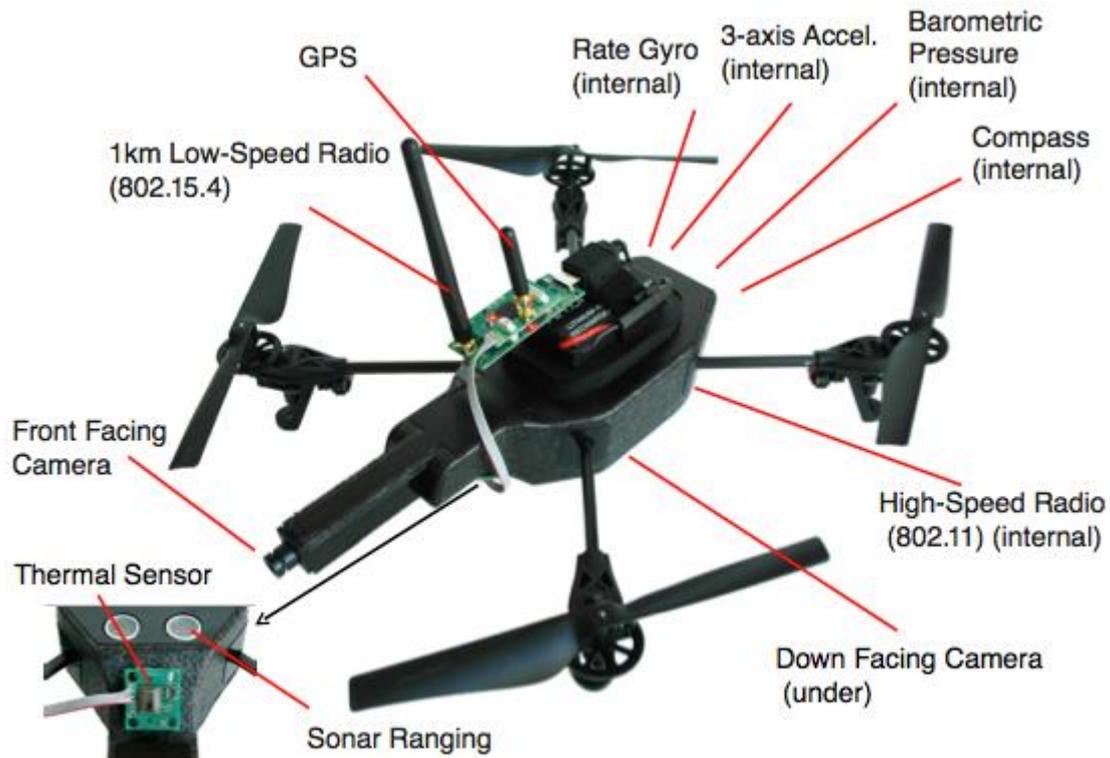


Figura 27: Exemplo de drone com utilização de vários sensores.
 Fonte: Carnegie Mellon University (Acessado em 15/11/2018)

Outros sensores poderão ser utilizados, a depender da situação, é possível por exemplo empregar sensores de umidade em situações envolvendo materiais sensíveis à água, sensores de cor para localização de pessoas uniformizadas, como outros bombeiros, por exemplo.

ALIMENTAÇÃO			
Bateria Li-ion DC 12v 20000mAh⁴	153mmx74mmx36mm	610g (cada)	Aprox. R\$20 (Fora taxa de importação)

Tabela 4: Informações básicas sobre a bateria utilizada

Uma bateria de íon de Lítio será responsável por alimentar o robô, a bateria possui 12v de tensão e capacidade para 20000mAh, e será igual a bateria representada figura 28, a escolha se deveu pela grande capacidade de armazenamento e tamanho reduzido, necessários para utilização no carrinho. A utilização de baterias auxilia na independência do robô, pois dispensa o uso de cabos de alimentação externos, como ocorre em robôs maiores e mais robustos.



Figura 28: Modelo de bateria 12V/20Ah
Fonte: Internet (acessado em 30/10/2018)

Todos os valores determinados nas tabelas anteriores estão referenciados na bibliografia, e os custos podem variar a depender do fornecedor.

5.3 Materiais

- Chassi

O material pesquisado para a criação do chassi é o **Alumínio**, devido a sua leveza e a facilidade de usinagem. O material além de ser moldável, é facilmente encontrado em lojas especializadas em metais e similares.

O alumínio deverá ser revestido por uma camada de óxido, elemento não reativo, tornando-o resistente à corrosão. Com base nas entrevistas realizadas com o público-alvo, e nos requisitos de projeto, o robô não atuará em situações onde a temperatura esteja no limite de suportada pelos componentes internos, porém é necessário que haja proteção ao calor, para casos excepcionais onde não haja controle da temperatura externa. Para resolver tal problema, o robô possuirá revestimentos internos em **fibras de cerâmica**, que, além de ser um material leve e durável, é resistente às altas temperaturas e possui baixa condutividade térmica, ideal para a utilização em situações com chama; é possível encontrar fibras de cerâmica em vários formatos e preços acessíveis semelhante às aplicações apresentadas na figura 29, o que a torna um material ideal para o projeto.



Figura 29: Exemplos de aplicação da fibra de cerâmica.
Fonte: Refracont.com.br (acessado em 15/10/2018)

Poderão ser empregadas **fibras de carbono** (figura 30) em determinadas partes que necessitem maior resistência sem perder eficiência com o peso de ligas metálicas. Entretanto é importante ressaltar que quanto maior o emprego da fibra de carbono, mais custoso se tornará o modelo final visto que é um material caro. Esta alternativa de material poderá ser estudada em prospectos futuros para o robô, ou até mesmo outros projetos que tenham como pré-requisito a resistência mecânica.

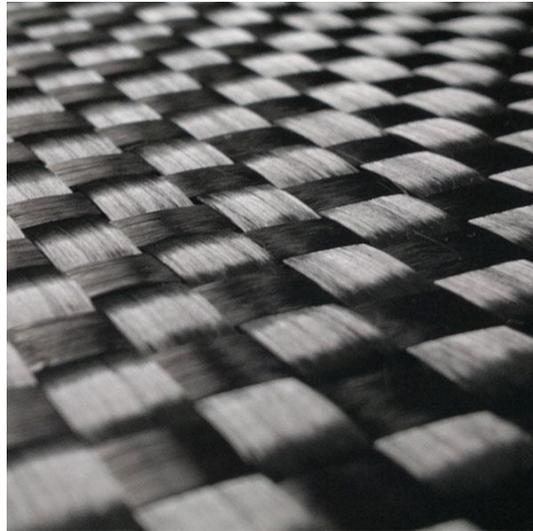


Figura 30: Fibra de carbono em forma de tecido
Fonte: Internet (acessado em 29/10/2018)

- Rodas e Pneus

As rodas terão 100mm de diâmetro feitas de borracha vulcanizada, a borracha das rodas também auxilia na melhor absorção de impacto e na aderência com o solo. Cada roda possui 41mm de largura e é feita pela empresa YBS. É possível encontrar modelos prontos na internet, como mostra a figura 31 a seguir; para projetos mais específicos pode-se optar pela fabricação de rodas e pneus específicos para cada tipo de situação.



Figura 31: Modelo de roda YBS com pneu radial
Fonte: Internet (acessado em 28/10/2018)

A borracha utilizada nas rodas e esteiras devem passar pelo processo de vulcanização, onde é adicionado enxofre com a finalidade de atribuir maior elasticidade e resistência térmica às rodas. Este é um processo comumente utilizado em rodas de veículos automotores urbanos.

5.4 Especificações técnicas

Quantidade	Componente	Material	Tamanho (CXLXA)mm	Preço R\$ (un.)
1	Carcaça	Aço	230x150x60	72,00 (50cm x 50cm)
4	Pneu	Borracha	Ø100	0,00 Junto com a Roda
4	Roda	Aço	Ø80	45,00
1	Manta Cerâmica	Alumina+Sílica	230x150x60	100,00 p/ m ²
4	Motor	Variado*	108,6x37x31,5	59,00
1	Driver de Motor	Variado*	65x51,3x9,65	329,00
1	Microcontrolador	Variado*	86,6x56x17	Apróx. 109,52**
1	Bateria	Íon de Lítio	153x74x36	20,00
1	Câmera	Variado*	25x24x1	Apróx .69,20***
2	Sensor de Temperatura	Variado*	5x17x1	24,90
1	Sensor Ultrassom	Variado*	45x20x15	15,00
1	Câmera Infravermelha	Variado*	10,5x2,7x7,14	Apróx. 747,90**
1	Sensor de Gás	Variado*	32x20x15	16,90

TOTAL: Apróx. R\$1945,32

Tabela 5: Peças que compõe o robô.

*Componentes que possuem alto grau de complexidade, são compostos por vários materiais diferentes.

**Preços em dólares americanos, conversão feita em 12/11/2018.

***Preço em Libras Esterlinas, conversão feita em 12/11/2018.

5.5 Processo de Fabricação

Por meio da usinagem do alumínio é possível moldá-lo a forma definida pelo projeto, o robô foi pensado não tendo formas desnecessariamente complexas, pois isso facilita e agiliza o processo de fabricação do chassi. Os demais componentes, como rodas e eletrônica embarcada serão adquiridos de terceiros, pois necessitam de conhecimento específico em sua fabricação. A eletrônica embarcada será acoplada ao chassi através de parafusos, é importante ressaltar que todos os componentes já vêm de fábrica com encaixes pré-determinados.

5.6 Reciclagem e reutilização

Assim como qualquer outro produto com incidência humana, o projeto HISEN- α também deverá passar por um processo de reciclagem ou reutilização. Semelhante aos produtos tecnológicos, os robôs são feitos atualmente por diversos materiais diferentes, a grande maioria passa por processos químicos e industriais para adquirir melhor aproveitamento do material para uso humano. Entretanto nota-se um claro problema ambiental relacionado a estes produtos fortemente industrializados, que é a **dificuldade, por vezes a impossibilidade, da natureza absorver esses materiais naturalmente em um curto espaço de tempo**. Portanto cabe ao ser humano, a obrigação de propor métodos de descarte e reciclagem destes novos

compostos industriais, abaixo constam breves pesquisas e propostas relacionadas à inserção do robô HISEN- α aos processos de reciclagem ou reutilização.

Chassi

O chassi do robô, feito de alumínio, deverá passar por um processo de reciclagem, igual ao que ocorre com as latinhas de refrigerante por exemplo. A reciclagem do alumínio é basicamente voltada para a reutilização deste material em outros artefatos e é interessante ressaltar que **o seu processo de reciclagem é mais barato e consome menos energia quando comparado à produção primária deste metal** (usando a mineração de bauxita, que é a matéria-prima). O processo de reciclagem do alumínio dura entre 30 a 40 dias e consiste nas seguintes etapas: A coleta seletiva do lixo, onde há a separação do lixo orgânico do reciclável. Depois os materiais são separados de impurezas e então picotados, após esta fase o metal passa por um processo de limpeza e é então fundido a 700°C; este alumínio fundido é transformado em chapas e lingotes para serem vendidos para indústrias, retornando o material à cadeia produtiva.

Pneus

Os pneus serão reutilizados em outras finalidades, como por exemplo na pavimentação de estradas e rodovias utilizando-se da borracha triturada misturada ao asfalto, aplicações em solas de sapatos, tapetes de borracha, ou até mesmo o uso dos pneus inteiros como barreiras físicas.

Para uma reciclagem ideal da borracha, deve-se primeiro introduzir o pneu à um processo de desvulcanização para obtenção da borracha limpa, entretanto este é um processo caro e gerador de poluentes, como o enxofre. Portanto é interessante ressaltar que o mais indicado para a reciclagem dos pneus é a sua reutilização sem a desvulcanização da borracha, pois nota-se que há uma quantidade grande de possibilidades de reutilização do material sem a necessidade de afetar o meio ambiente.

Baterias

As baterias são componentes que possuem vários materiais, muitos deles tóxicos ao meio ambiente e ao ser humano, e devem ter atenção redobrada na hora de sua reciclagem. Por ser um objeto de alta tecnologia embutida, não há atualmente processos de reciclagem largamente utilizados, de forma a resolver este problema as indústrias fabricantes destes materiais investiram em métodos de reciclagem dos materiais para utilizá-los como matéria prima de novas baterias. Por isso é importante descartar a bateria em postos de coletas, distribuidores, assistências técnicas autorizadas e empresas especializadas, que dão uma finalidade correta para o produto. **Outro fator determinante para a reciclagem das baterias de íon de Lítio é o alto valor de mercado deste material**, as empresas têm interesse econômico em reciclar tal material, e por isso é relativamente fácil achar postos de coleta pelo país.

6. CONCLUSÃO

O projeto teve início em uma disciplina de projeto integrador, no departamento de Engenharia Mecânica, que posteriormente virou uma bolsa de estudos PIBIC, para somente então dar início a este projeto em questão. A ideia central do projeto se manteve em todas as ocasiões, utilizar dos conhecimentos do design, e aplicá-lo à robótica como forma de solucionar uma problemática definida, criar um artefato que auxilie a vida de alguém ou um grupo de pessoas, neste caso, o Corpo de Bombeiros.

O desenvolvimento do projeto foi extenso e complexo, abordando vários eixos temáticos e tipos de abordagens diferentes, foi necessário buscar conhecimentos de outros campos de conhecimento, como das Engenharias, por exemplo, muitas vezes utilizando de contatos na própria Universidade como suporte teórico e prático. Metodologias de design também tiveram sua devida importância a fim de facilitar a resolução do projeto, como por exemplo, as entrevistas com os Coronéis do Corpo de Bombeiros de Brasília, Sossígenes da Silva e George Cajaty, que foram de extrema importância para poder analisar a tarefa dos bombeiros de forma mais atenciosa e elaborada.

O projeto teve grande relevância como exemplo de trabalho multidisciplinar desempenhado pelo design, foi possível aplicar conhecimentos de diversas áreas da engenharia e gestão de projetos para o desenvolvimento do artefato. Futuramente, com a criação de um protótipo funcional, este projeto mais uma vez requererá a atuação conjunta de vários profissionais a fim de melhor desenvolvê-lo.

Vejo que alguns conhecimentos técnicos relacionados à robótica e à engenharia impediram a criação de um protótipo funcional, como por exemplo, entendimento do funcionamento dos componentes internos e linguagem de programação. Entretanto o autor entende que estes são conhecimentos específicos não obrigatórios à um designer graduando. Portanto entende-se que o resultado foi satisfatório, levando em considerações as dificuldades acima descritas, pois foi possível aprimorar conhecimentos dos vários processos envolvidos em projetos de robótica aplicada, e ao final, propor um projeto de robô.

Este projeto ainda possui um longo caminho pela frente, até estar hábil para a criação de um protótipo, mas as possibilidades de desenvolvimento e abordagem são variadas e devem continuar a serem exploradas e trabalhadas futuramente.

REFERÊNCIAS

Textos

- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos**. Tradução Itiro Iida. 3ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2011.
- CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Ubu Editora, 2016.
- HOLTMAN, Murilo S. **Robô móvel para inspeção de materiais perigosos**. UFTPR. Trabalho de Conclusão de Curso. 2012.
- LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. Tradução Freddy Van Camp. 1ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.
- MARQUES, Miguel A.G. **Desenvolvimento de um robô para combate a Fogos num Cenário de Simulação**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Dissertação de Mestrado. 2017.
- PACHECO, Rachel P. **Empatia para que? Contribuições do Design para o ensino de crianças autistas**. UnB. Trabalho de Conclusão de Curso. 2016.
- PAZMINO, Ana V. **Como se cria: 40 Métodos para design de produtos**. 1ª reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2017.
- RUPERTO, Pedro M.C. **Quadriciclo esportivo movido a pedal para descidas e derrapagem em terrenos pavimentados**. UnB. Trabalho de Conclusão de Curso. 2016.
- SOUZA, Nathan C.A. et al., 2010, **Projeto e Construção de um Robô Modular**, VI CONEM 2010 (Congresso Nacional de Engenharia Mecânica), Campina Grande, Brasil.
- TCHAPEK, Karel. **A Fábrica de Robôs**, Brasil: Hedra Editora, 2013.
- ZILLI, Silvana do Rocio et al. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. UFSC. Dissertação de Mestrado. 2004.

Internet

- **Bateria 12v/20Ah de Íon de Lítio.** Disponível em: <<https://www.ebay.com/itm/20000mAh-Li-ion-DC-12V-Super-Rechargeable-Portable-Battery-Pack-w-Power-Charger/283024381726?hash=item41e591571e:m:mk1KGL-R3o680h634HxyYuw:rk:8:pf:0>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Câmera REV 1.3.** Disponível em: <<https://uk.pi-supply.com/products/raspberry-pi-camera-board-v1-3-5mp-1080p>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Carro de Rally.** Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/rali-corrída-carro-velocidade-2420871/>>. Acessado em 08/11/2018.
- **CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO.** Disponível em: <<http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/>>. Acessado em: 20/07/2018
- **Driver de Motor.** Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/arduino-shield-super-motor-driver.html#documentacao>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Drone do Carnegie Mellon University.** Disponível em: <<http://wise.ece.cmu.edu/redmine/projects/drone-rk/wiki>>. Acessado em 15/11/2018.
- **Entrevista com José Carlos Pavone sobre carros conceito.** Disponível em: <<https://autopapo.com.br/noticia/carros-conceito-servem-para-que/>>. Acessado em 05/12/2018.
- **Exemplo de Concept Car.** Disponível em: <<https://edition.cnn.com/style/article/concept-cars-from-industry-outsiders/index.html>>. Acessado em 08/11/2018.
- **Filme “Tempos Modernos”, de Charles Chaplin (1936).** Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tempos_Modernos>. Acessado em 15/11/2018.
- **iRobot Roomba 690 Robot Vacuum.** Disponível em: <<https://www.shopirobot.com.au/roomba690-robot-vacuum-cleaner.html>>. Acessado em 29/10/2018.
- **IJSPEERT, Auke. A robot that runs a swims like a salamander.** Disponível em: <https://www.ted.com/talks/auke_ijspeert_a_robot_that_runs_and_swims_like_a_salamander>. Acessado em 18/07/2018.
- **Karel Chapek e a origem da palavra Robô.** Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Karel_%C4%8Capek>. Acessado 12/11/2018.

- **Linha de Montagem em indústria automobilística.** Disponível em <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2017/08/epoca-negocios-industria-instala-15-mil-robos-por-ano.html>>. Acessado em 15/11/2018.
- **Modelo de Roda para carrinhos.** Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/roda-ybs-pneu-radial.html#descricao>>. Acessado em 28/10/2018.
- **Motor Elétrico escolhido.** Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/motor-dc-com-caixa-de-reducao-12v-83rpm.html#comentarios>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Standard Test Methods for Response Robots.** Disponível em: <<http://www.nist.gov/el/intelligent-systems-division-73500/response-robots>>. Acessado em 03/12/2018
- **Pleurobot.** Disponível em: <<https://biorob.epfl.ch/pleurobot>>. Acessado em 30/10/2018.
- **POP- Combate a Incêndio em Residência Unifamiliar.** Disponível em: <<http://www.bombeiros.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2015/07/1POP-Combate-a-Inc%C3%AAndio-em-Resid%C3%AAncia-Unifamiliar.pdf>>.Acessado em 09/11/2018.
- **Preço de Chapa de Alumínio 50cm x 50cm.** Disponível em: <<https://www.aluminioalure.com.br/chapa-de-aluminio-150mm>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Produtos para Isolamento térmico.** Disponível em: <<http://www.refracont.com.br/produtos/produtos-para-isolamento-termico/categoria/fibra-ceramica/>>. Acessado em 29/09/2018.
- **Robô Opportunity da Nasa.** Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/afp/2014/07/28/robo-da-nasa-bate-recorde-extraterrestre-de-distancia.htm>>. Acessado em 01/11/2018.
- **Raspberry Pi 3+.** Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Sensor Lepton IR.** Disponível em: <<https://www.flir.com/products/lepton/>>. Acessado em 20/10/2018.

- **Sensor de Gás MQ2.** Disponível em:
<<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-gas-mq-2-inflamavel-e-fumaca/>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Sensor de Distância ultrassônico HC-SR04.** Disponível em:
<<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04.html>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Sensor de Temperatura Digital DS18B20.** Disponível em:
<<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-temperatura-digital-ds18b20.html#descricao>>. Acessado em 12/11/2018.
- **Tecido em Fibra de Carbono.** Disponível em:
<<https://www.advancedvacuum.com.br/tecidos/carbono-kevlar/tecido-fibra-de-carbono-203gm2-tela-largura-1-30-m>>. Acessado em 29/10/2018.
- **Tipos de Pneu utilizados na Fórmula 1.** Disponível em:
<<https://www.gazetadopovo.com.br/esportes/formula-1/confira-pilotos-pistas-e-novidades-da-temporada-2016-da-formula-1-cnohss4t9ir2mx66dygbn5h6s/>>. Acessado em 01/011/2018.
- **Profissão Bombeiro.** Disponível em:
<<http://www.profissaobombeiro.com/blogs/view/11>>. Acessado em 18/112018.

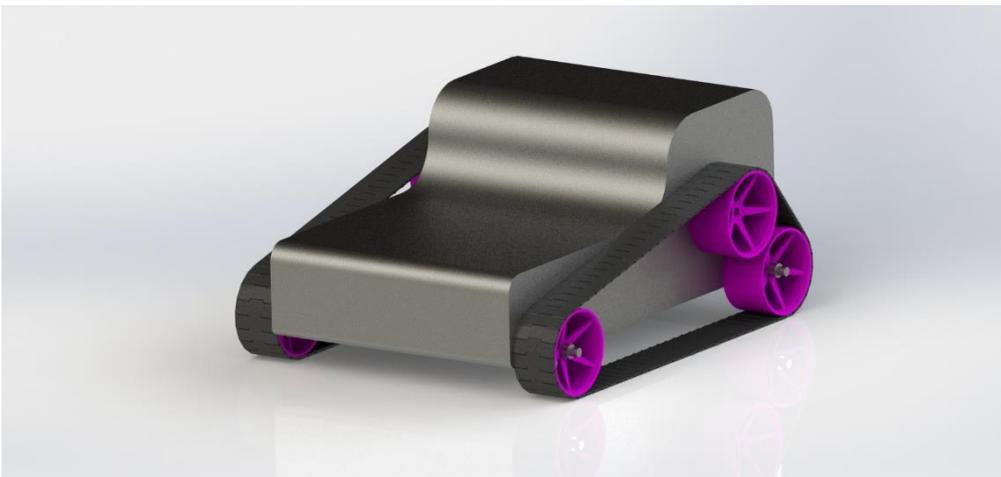
ANEXOS

Anexo I



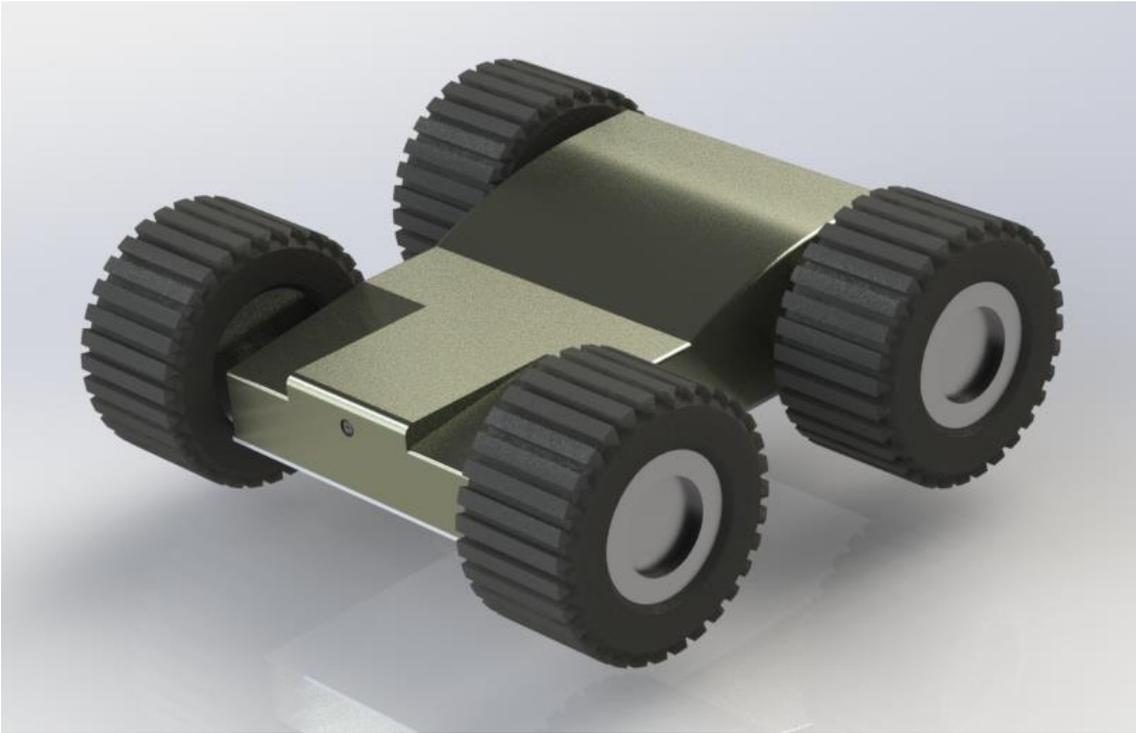
Modelo volumétrico confeccionado em material alternativo para testes de tamanho e manuseio.

Anexo II



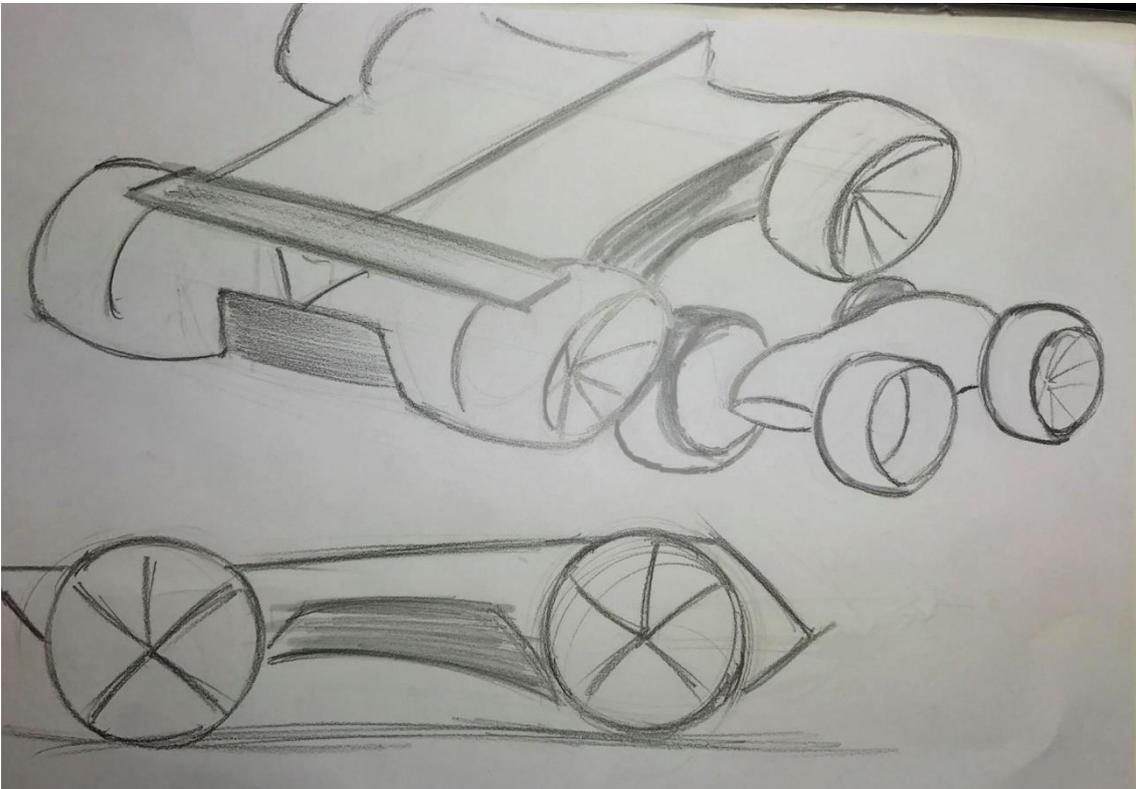
Estudos iniciais, com testes utilizando esteiras de borracha e formato físico rudimentar, feito no SolidWorks.

Anexo III



Primeira proposta de modelagem digital do robô, feito no SolidWorks.

Anexo IV



Sketches iniciais, do robô.

Foi aplicado um questionário à quatro membros do Corpo de Bombeiro do Distrito Federal com anterior à pesquisa teórica e as entrevistas realizadas. Este questionário teve o intuito de validar o interesse do usuário final em relação à utilização de um robô no seu trabalho, e foi aplicado pela ferramenta de e-mail.

Por não haver contato direto com o público, apenas via online, algumas perguntas tiveram respostas simplificadas e não foi possível analisar a reação do público-alvo com o projeto. Portanto esta ferramenta serviu apenas como complemento para as pesquisas realizadas posteriormente.

Anexo V

Questionário:

Nome e Sobrenome:

Idade:

Tempo de serviço:

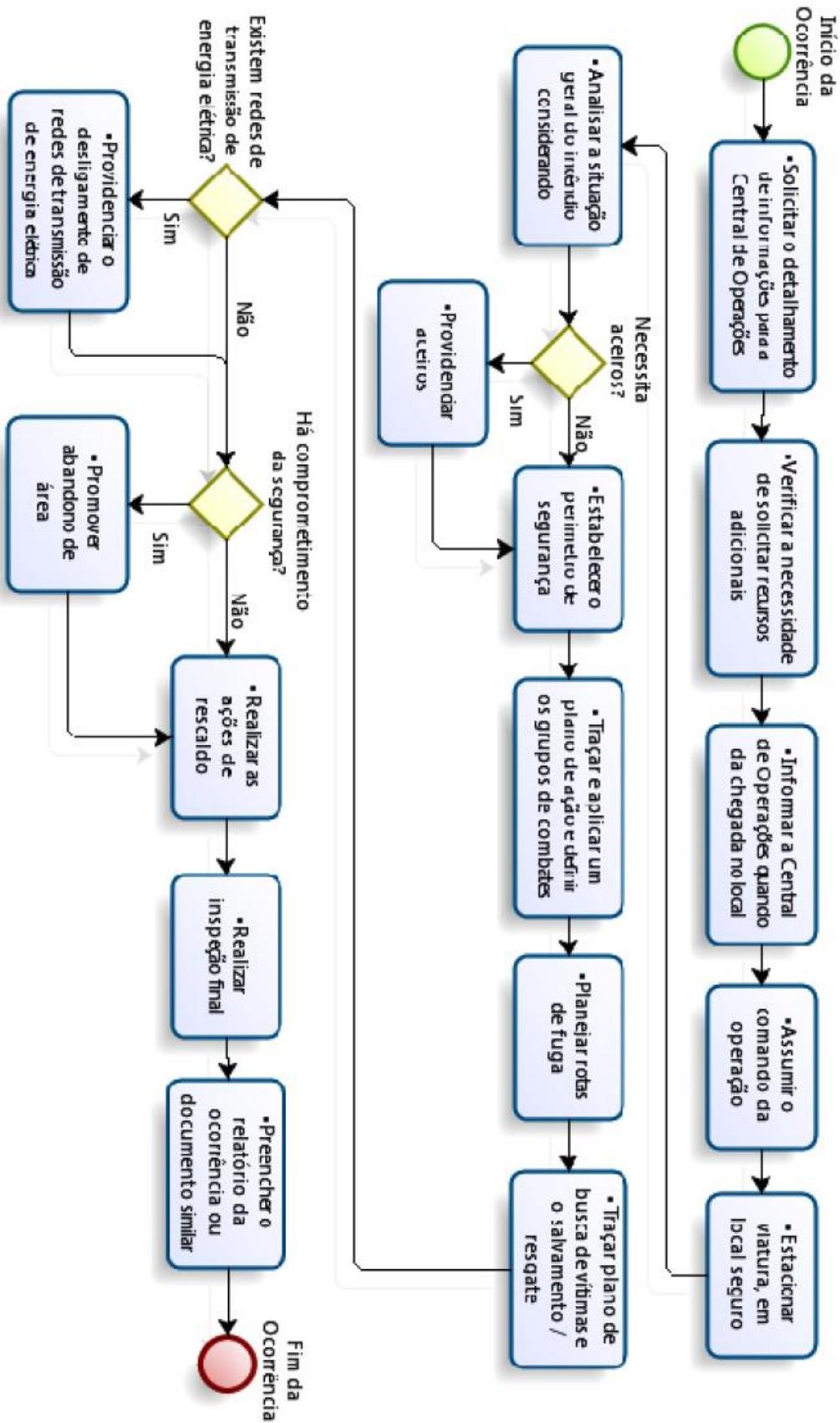
- 1) Qual o foco do seu trabalho como bombeiro? Trabalha em alguma equipe especial?
- 2) Quais são as atividades mais comuns no seu dia a dia?
- 3) Quais os perigos mais recorrentes?
- 4) Quais equipamentos vocês possuem para auxiliar no trabalho? (Ex: Drone, armadura especial, robôs, etc.).
- 5) Você sente que algum equipamento poderia ser feito para auxiliá-lo no trabalho? Quais?
- 6) Você acha que um “robô carrinho” o ajudaria em alguma tarefa da corporação? Se sim, qual utilidade ele teria? Como seria usado?
- 7) Quais as características desse robô seriam **imprescindíveis** para as tarefas que você desempenha?
- 8) Por fim, se possível, poderia fazer um breve resumo do seu cotidiano como bombeiro? Não é necessário detalhes, apenas ações, conforme o esquema.

EXEMPLO:

JOGADOR DE FUTEBOL: Chegar à concentração – Juntar-se aos companheiros – dirigir-se ao estádio de jogo – trocar de roupa – aquecimentos em campo – voltar para o vestiário – colocar uniforme – preleção - subir a campo – cantar o hino – iniciar partida.

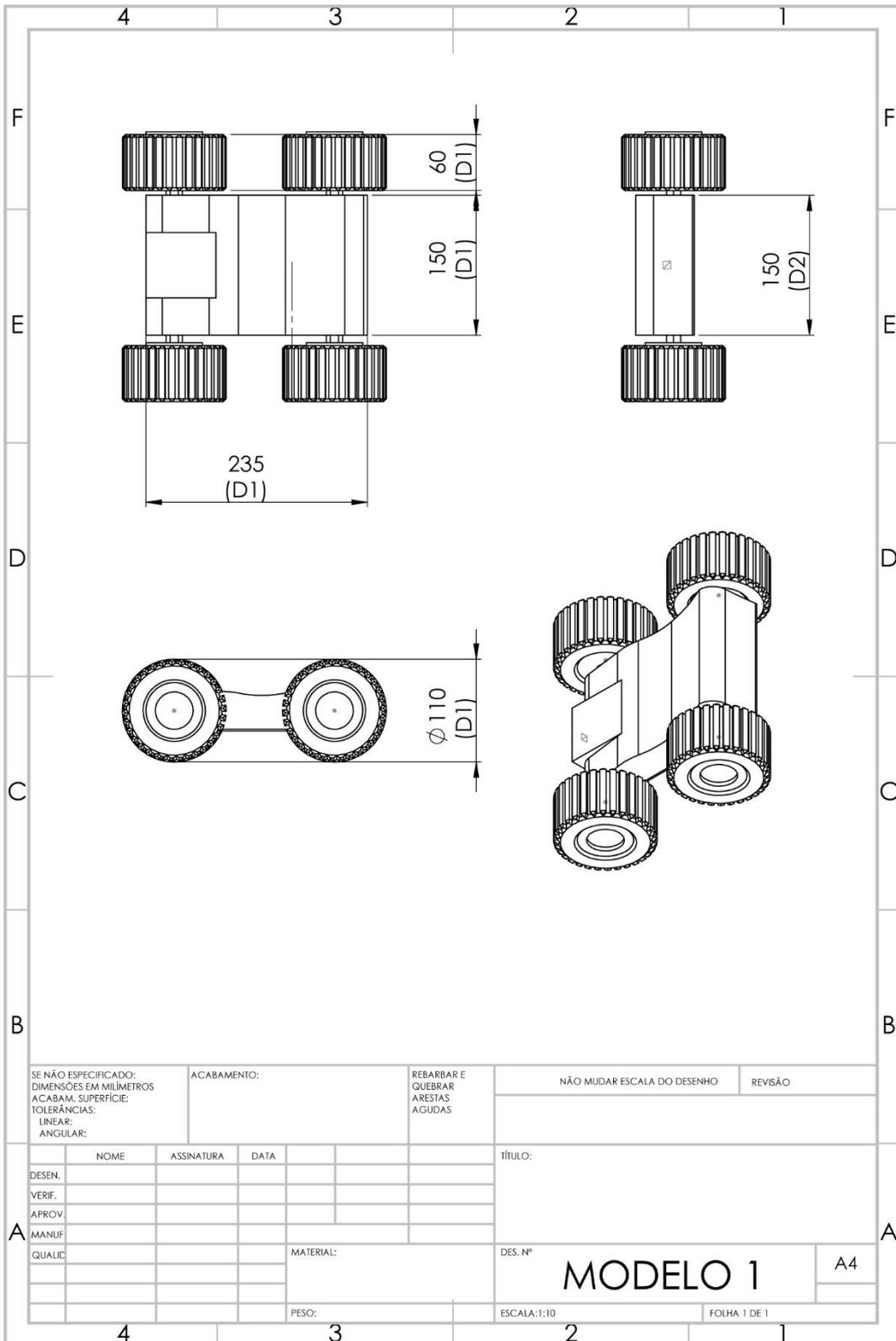
BOMBEIRO:

Anexo VI



Exemplo de outro POP, neste caso Incêndios Florestais.

Anexo V



Desenho Técnico do robô finalizado.