

UGV MOCÓ: ROBÔ AUTÔNOMO TERRESTRE PARA DESINFECÇÃO DE AMBIENTES

Relatório Parcial do Projeto Conceitual - UGV-M

Autores:

Anderson Queiroz do Vale
Israel Cerqueira Motta Neto
Vinicius José Gomes de Araújo Felismino
Rebeca Tourinho Lima
Marco Antonio dos Reis

**Salvador
Bahia, Brasil**

Junho de 2020

Título: UGV Mocó: Robô Autônomo Terrestre para Desinfecção de Ambientes	
PROD. TEC. RoSA -	Versão
Classificação: () Confidencial (X) Restrito () Uso Interno () Público	01

Informações Confidenciais - Informações estratégicas para o RoSA e Senai Cimatec.

Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da área.

Informações Restritas - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de pesquisadores que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

Informações de Uso Interno - São informações destinadas à utilização interna por pesquisadores e parceiros.

Informações Públicas - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais apropriados.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

000 Anderson Queiroz do Vale
Israel Cerqueira Motta Neto
Vinicius José Gomes de Araújo Felismino
Rebeca Tourinho Lima
Marco Antonio dos Reis

UGV Mocó: Robô Autônomo Terrestre para Desinfecção de Ambientes
Salvador
Bahia, Brasil
Junho de 2020

Keywords:

1. Mobile Robots . 2. Disinfection Methods. 3. Autonomous Robots.

000

SUMÁRIO EXECUTIVO

O projeto UGV-M, também conhecido como UGV **MOCÓ** se configura sob o Programa de Formação de Novos Talentos do Laboratório de Robótica e Sistemas Autônomos do SENAI CIMATEC. Diante da alta demanda para implementação de soluções contra o coronavírus (Sars-CoV-2), responsável pela pandemia de COVID-19 em nossa sociedade, o SENAI CIMATEC firmou compromisso financeiro e social para o desenvolvimento de plataformas robóticas, utilizando em sua grande maioria componentes nacionalizados ou distribuídos no Brasil, sendo assim o principal fomentador do projeto. O *kick-off* do projeto foi no dia 15/06/2020 e o prazo de execução foi planejado para 90 dias.

RESUMO

Em virtude da pandemia criou-se a necessidade de desinfecção e higienização de ambientes para que pessoas possam transitar com mais segurança em locais cujo risco de contaminação é controlado. De modo a atender tal necessidade, propõe-se desenvolver uma plataforma robótica móvel capaz de percorrer ambientes de forma autônoma, empregando métodos de desinfecção recomendados pela comunidade científica. Deste modo, este documento apresenta a fase de concepção do projeto, detalhando as soluções atuais e o conceito proposto. Traz-se a especificação do sistema, modelo esquemático e a arquitetura geral do sistema.

ABSTRACT

Due to the pandemic, there was a need for disinfection and sanitation of environments so that people can move more safely in places where the risk of contamination is controlled. In order to meet this need, it is proposed to develop a mobile robotic platform capable of moving through environments autonomously, using disinfection methods recommended by the scientific community. In this way, this document presents the project design phase, detailing the current solutions and the proposed concept. The system specification, schematic model and general system architecture are included.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	UGV-Mocó	23
Figura 2:	Componentes de tração.	24
Figura 3:	NUC Xi7 (frontal), Intel.	25
Figura 4:	NUC Xi7 (traseira), Intel.	26
Figura 5:	Lidar RPLIDAR, Slamtec.	26
Figura 6:	GPS Venus638FLPx, SkyTraq.	27
Figura 7:	Câmera S1030-NON-IR, Mynt Eye.	27
Figura 8:	IMU SEN-14001, Sparkfun.	28
Figura 9:	Sensor ultrassônico MB7395, MaxBotix.	28
Figura 10:	Sensor de temperatura e umidade DHT11, Aosong.	29
Figura 11:	Sinalero Led 22 mm, Schneider.	30
Figura 12:	Barra de LED de 17 cm.	30
Figura 13:	<i>Buzzer</i> luminoso 22 mm, AutControl.	31
Figura 14:	<i>Switch</i> TL-SG105, TP-Link.	31
Figura 15:	O <i>Hub</i> 1019-1, Phidgets.	32
Figura 16:	FS-i6X, Fly Sky.	32
Figura 17:	Bateria Up1270Seg, UNIPOWER.	33
Figura 18:	Barramento, Enerbras.	33
Figura 19:	Driver BTS7960, Handson Technology.	34
Figura 20:	Fluxograma representando a localização.	34
Figura 21:	Diagrama das interações das funcionalidades com a Navegação.	36
Figura 22:	Fluxograma da Funcionalidade Percepção	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz morfológica	20
----------------------------------------	----

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ROS *Robot Operating System*

GPS *Global Positioning System*

IMU *Inertial Measurement Unit*

UGV *Unmanned Ground Vehicle*

EPI Equipamento de Proteção Individual

USB *Universal Serial Bus*

QFD *Quality Function Deployment*

UART *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*

CMOS *Complementary Metal Oxide Semiconductor*

LCD *Liquid Crystal Display*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo	11
1.2 Contextualização	11
1.3 Justificativa	12
1.4 Requisitos do Cliente	13
2 O SISTEMA	15
2.1 Escopo	15
2.2 Condições do ambiente para o desenvolvimento	15
2.3 Padrões a serem utilizados no desenvolvimento	15
2.4 Requisitos Técnicos	16
2.5 Desdobramento da Função Qualidade	18
2.6Descrição da Solução	19
2.6.1 Matriz Morfológica	19
2.6.2 O sistema	22
2.6.2.1 Especificação de Componentes	23
3 DESENVOLVIMENTO	25
3.1 Especificação de componentes	25
3.1.1 Computador central	25
3.1.2 <i>LiDAR</i>	26
3.1.3 Sistema de georreferenciamento	26
3.1.4 Câmera	27
3.1.5 IMU	27
3.1.6 Sensor ultrassônico	28
3.1.7 Sensores de temperatura e umidade	29
3.1.8 Sistema de iluminação	29
3.1.9 <i>Buzzer</i> luminoso	30
3.1.10 <i>Switch</i>	30
3.1.11 <i>Hub</i>	31

3.1.12 Transmissor-Receptor de Radiofrequênci	31
3.1.13 Bateria	32
3.1.14 Barramento	33
3.1.15 Driver	33
3.2 Funcionalidades	34
3.2.1 Localização	34
3.2.1.1 Dependências	35
3.2.1.2 Saídas	35
3.2.2 Navegação	35
3.2.2.1 Dependências	36
3.2.2.2 Saídas	37
3.2.3 Percepção	37
3.2.3.1 Dependências	37
3.2.3.2 Saídas	37
4 CONCLUSÃO	41
Equipe de desenvolvimento	43
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A Draft do conceito-desenho técnico	51
APÊNDICE B Draft do conceito-vista isométrica	53
APÊNDICE C Desdobramento da Função Qualidade.	55

1 INTRODUÇÃO

Este documento visa a agrupar todos os conteúdos abordados no processo de desenvolvimento e mostrar os resultados das atividades de pesquisa, criação e seleção de soluções que compõem a fase conceitual do projeto.

O documento está dividido em 3 partes: Na primeira parte será detalhado o estudo do estado da arte destacando as plataformas móveis, as soluções atuais aderentes ao projeto e o método de comparação e avaliação entre elas; Na segunda parte será demonstrado o conceito do projeto, detalhando o escopo, as condições do ambiente e os padrões a serem utilizados no desenvolvimento; os requisitos técnicos, o desdobramento da função qualidade e a descrição da solução; na terceira parte serão descritas as especificações do sistema, exibindo seu modelo esquemático e a arquitetura geral.

1.1 Objetivo

O objetivo do projeto é desenvolver um robô móvel terrestre, também conhecido por *Unmanned Ground Vehicle (UGV)* - em português, “veículo terrestre não tripulado”. Este robô será autônomo, de pequeno porte e destinado à desinfecção e higienização de ambientes, sejam eles unidades de saúde ou não, estendendo as possibilidades a unidades comerciais e empresariais.

1.2 Contextualização

Muitos países reagiram a pandemia do novo coronavírus instituindo uma restrição de isolamento para reduzir a propagação e evitar o caos do sistema de saúde de cada região. Contudo, muitas empresas e serviços essenciais têm que continuar funcionando. Em vista disso, é primordial que eles tomem todas as precauções, utilizando ações de desinfecção ambiental e higienização para proteger as pessoas que usam as instalações, incluindo os funcionários e demais pessoas.

O novo coronavírus (SARS-CoV-2) responsável pela pandemia de COVID-19, uma doença altamente infecciosa, teve os primeiros casos relatados na cidade de Wuhan (China) em dezembro de 2019. Até o primeiro semestre de 2020 vacinas seguiram em fase de desenvolvimento, ainda não havendo consenso sobre um tratamento específico para a doença. Segundo o [Ministério da Saúde \(2020\)](#), as principais recomendações para prevenir a COVID-19 são a manutenção do isolamento e distanciamento físico, a higienização das mãos e o uso de máscaras faciais que cubram nariz e boca.

Para estabelecimentos em geral, seja na área de saúde, assistência social, educação ou propriedades comerciais, a desinfecção ambiental e a higienização de áreas e objetos desempenha um papel importante na proteção das pessoas contra infecções ([SILVA, 2020](#)).

É fundamental providenciar a segurança do ambiente depois que uma pessoa infectada visitou o local. Se uma pessoa infectada entrar em um prédio, todas as áreas que a pessoa visitou precisarão de desinfecção para garantir que elas estejam seguras para outras pessoas.

Segundo [Lopes \(2020\)](#), no dia 14 de maio de 2020 a quantidade de profissionais de saúde infectados pelo novo coronavírus foi de 31.790 e no mês seguinte, dia 12 de junho de 2020, esse número mais que dobrou, chegando a um valor de 83.118 e 169 mortes. O número de infectados pelos profissionais de saúde ainda continua crescendo mesmo com todo o fornecimento de [Equipamento de Proteção Individual \(EPI\) \(Equipamento de Proteção Individual\)](#) disponibilizado pelo [Ministério da Saúde \(2020\)](#).

Diante disso, o SENAI CIMATEC, através da equipe de pesquisadores do laboratório de Robótica e Sistemas Autônomos (RoSA), está desenvolvendo robôs autônomos móveis, terrestres e multipropósito, que poderão ser empregados como agentes de desinfecção de ambientes.

1.3 Justificativa

Em virtude à pandemia do novo coronavírus (COVID-19) é preciso desinfectar os ambientes fechados, que mantém um fluxo de pessoas trabalhando ou transitando, para diminuir os riscos de contrair a doença e conter o avanço da disseminação. A partir disso, é possível desenvolver um robô móvel terrestres que possa realizar a desinfecção e higienização de forma eficiente do ambiente, utilizando equipamentos oriundos ou fornecidos por empreendedores brasileiros.

Atualmente os equipamentos utilizados no processo de desinfecção e higienização se restringe apenas a pequenos ambientes fechados (quartos e salas), em que não possam ter pessoas próximas e expostas diretamente pelas radiações emitidas. Existem os equipamentos estáticos em que o dispositivo é fixado no local, e os móveis que possui uma mobilidade com rodas. Porém, todos eles requer o controle direto do supervisor para ligar, desligar e posicionar o equipamento.

A aplicação da robótica e da automação de forma mais ampla é uma resposta a ambientes ditos perigosos, como os hospitais. Neste contexto, um robô pode esterilizar superfícies e ambientes reduzindo a potencial exposição sofrida por profissionais de saúde e de higienização hospitalar. Essa atividade pode ser configurada de modo que o robô possa executar sua atividade diariamente sem intervenção humana. Portanto, essa atividade sendo feito a todo momento sem isolamento total do local torna o ambiente sempre limpo e desinfectado.

Dessa forma, de modo a diminuir ou até mesmo inibir os riscos que dos profissionais de saúde, trabalhadores de apoio (Agente de desinfecção, recepcionista, segurança, etc) e pacientes de contrair o vírus (SARS-CoV-2), além de outros patógenos que possam

ser transmitidos por ar ou superfície contaminada, seria conveniente ter um dispositivo autônomo que possa transitar pelos corredores e salas a todo momento realizando o procedimento seguro de desinfecção.

1.4 Requisitos do Cliente

Com o objetivo e sua respectiva justificativa mencionado, a concepção do projeto deve ser definida pelos requisitos solicitados pelo cliente.

O sistema deve navegar em ambientes *indoor/outdoor*

Para um robô associar o seu comportamento a um ambiente é necessário que ele saiba aonde está e como navegar de um ponto ao outro. A percepção do robô móvel está diretamente ligada aos componentes de sensoriamento que possui. Assim, movimentar-se em ambientes fechados (*indoor*) requer uma precisão maior na escolha, utilização e distribuição dos sensores adequadamente se comparados com os ambientes abertos (*outdoor*).

O sistema deve ser multiterreno

Tal flexibilidade está diretamente ligada ao tipo de terreno em que o robô móvel terrestres pode se locomover, sem apresentar risco ao sistema e seu funcionamento. O robô deve ser capaz de se deslocar mesmo quando houver uma inclinação, lombada, ou qualquer obstáculo, em que a partir do seu tamanho seja possível superá-lo.

O sistema deve ser capaz de desviar de obstáculos

Para um robô navegar em um ambiente é necessário que ele consiga reconhecer um obstáculo e poder desvia-lo. A forma de desvio pode variar a depender do tamanho e dificuldade de superar a barreira. Ele deve ser reconhecer os possíveis bloqueios e fornecer uma rota alternada ou até mesmo poder superá-lo.

O sistema deve ser modularizado

Os desenvolvedores e pesquisadores em robótica, que idealizam ter robôs mais versáteis, procuram essa condição nos robôs modulares. A ideia de mudança de configuração e adequação dos problemas em questão categoriza um robô como sendo modular. Dessa forma, é necessário que o robô móvel terrestre seja capaz de suportar os módulos adicionais.

O sistema deve contemplar módulo de desinfecção

Em meio as possíveis pandemias é necessário que haja um sistema de desinfecção eficiente sem comprometer a segurança da saúde das pessoas em volta. Dito isso, o robô

deve ser capaz de desinfectar o ambiente fechado, de modo que não atrapalhe ou cause outros problemas para as demais pessoas em sua volta.

A solução deve possuir proteção contra água e partículas sólidas

A proteção do robô deve garantir a ele um funcionamento mesmo em condições de muita água ou poeira. Como ele também pode ser utilizado *outdoor*, é fundamental em que tenha proteção suficiente para que não comprometa os equipamentos e os sistemas internos do veículo.

As dimensões devem ser compatíveis com ambientes *indoor*

A ideia por trás do veículo de porte pequeno é poder transitar pelo ambiente fechados (*indoor*). Dessa forma, ele pode se locomover entre corredores, salas e pessoas de forma segura.

A solução deve utilizar componentes produzidos ou distribuídos no Brasil

Utilizar equipamentos nacionais estimula o desenvolvimento tecnológico e a economia do país, além de ser mais rápido obter eles. Dessa forma, os equipamentos fabricados nacionalmente tendem a ser mais baratos, se comparados com os produtos do exterior, além da complexidade, do tempo e das taxas imposta sobre os equipamentos.

A solução poderá ser operada de forma remota

Robôs autônomos podem realizar os objetivos desejados sem a intervenção humana. Porém, quando necessário, ser possível alterar a configuração para teleoperado para que possa ser controlado remotamente.

A solução deve admitir *payload*

O robô deve ser capaz de suportar além do seu próprio peso uma carga máxima de 20 quilos sem comprometer sua estrutura e o desempenho das atividades.

Possuir autonomia elétrica para executar missão de desinfecção

As tarefas de desinfecção e higienização de um ambiente precisam ser executadas por completo sem que nenhum local possa ser esquecido. Pensando dessa forma, é fundamental que o UFG tenha um sistema de baterias que seja capaz de suportar no mínimo um turno de trabalho.

2 O SISTEMA

O desenvolvimento deste projeto tem alta relevância para concepção de plataformas móveis que podem ser utilizadas na desinfecção de ambientes. Esta característica a torna uma alternativa ao combate da pandemia do novo coronavírus, pois proporcionará uma maior segurança dos profissionais responsáveis por esta atividade, uma vez que, este robô poderá ser teleoperado e/ou autônomo. Além disso, esta plataforma terá modularidade para diversas outras aplicações.

2.1 Escopo

O UGV-Mocó será um robô de porte pequeno teleoperado ou autônomo capaz, de navegar em ambientes internos ou externos. O robô poderá ser equipado com um sistema de aspersão e lâmpadas ultravioleta com o objetivo de desinfecção de ambientes. A preservação da distância e a ausência de contato dos profissionais com o ambiente a ser desinfetado deve-se a medidas de segurança.

2.2 Condições do ambiente para o desenvolvimento

O ambiente de desenvolvimento do projeto será em *Home Office* e a fábrica de *kits* do Senai de Simões Filho. Neste estágio em que o projeto se encontra e será executado, não serão feitos testes em ambientes internos ou externos. O robô será testado diante de condições controladas e distintas em relação aos requisitos listados, conforme explicitado na seção 2.4. Além disso, o projeto deverá atender às normas citadas na seção 2.3.

2.3 Padrões a serem utilizados no desenvolvimento

Robôs teleoperados ou autônomos podem ser responsáveis por diversas atividades em um ambiente. Existem normas e padrões responsáveis por auxiliar a segurança no desenvolvimento e uso da robótica. A norma NBR ISO 10218-1:2018 especifica um conjunto de requisitos e orientações para o desenvolvimento de um projeto seguro relacionado a robôs industriais. Expõe os principais perigos associados a Robôs a fim de minimizar riscos ligados a robótica.

A norma ASTM E2853:2012 tem o propósito de avaliar robôs terrestres teleoperados capazes de se mover por um labirinto. Esta norma indica que todo robô teleoperado deve atender a respostas emergenciais voltadas a operações críticas, visando segurança no ambiente e para o operador.

Alem destas, o desenvolvimento do UGV-Mocó deve seguir todos os padrões de desenvolvimento e segurança aplicados a todos os projetos construídos ou aprovados pelo SENAI Cimatec.

2.4 Requisitos Técnicos

Os requisitos técnicos são as condições necessárias para satisfazer o objetivo. No projeto, são as características do sistema (funções, objetivos, propriedades e restrições) para satisfazer as características e especificações solicitadas pelo cliente, as seguintes características foram definidas para o sistema:

Quanto a estrutura mecânica:

- A construção do sistema móvel deverá almejar a obtenção de dimensões entre 650 e 800 mm para o comprimento, 500 e 600 mm para a largura e para altura 450 e 550 mm;
- O desenvolvimento buscará atingir um peso máximo de 20 kg para o sistema;
- A concepção do sistema deverá buscar um valor de *Payload ratio (Peso/Payload)* igual a 1;
- A concepção do *UGV* buscará conceber uma estrutura que comporte módulos externos como o módulo de radiação UVC (ultravioleta C) e o módulo de aspersão;
- O desenvolvimento do robô deverá buscar uma resistência adequada a condições ambientais adversas, como chuva, neblina, poeira e noite;
- A construção do robô deverá almejar resistência a partículas sólidas e a jatos de água, ou seja, possuir o índice de proteção (IP) igual ou maior que 60 segundo a norma [ABNT \(2017\)](#);
- O desenvolvimento deverá buscar uma proteção mecânica e distribuição dos esforços adequada ao sistema.

Quanto ao sistema de potência:

- A elaboração do sistema buscará obter um sistema de alimentação fornecendo 24 V;
- O desenvolvimento do robô deverá buscar uma capacidade de operação de 4 horas;
- A concepção do *UGV* buscará obter um tempo de carregamento total da bateria de no máximo 1 hora.

Quanto ao sistema de processamento:

- A elaboração do sistema se baseará na utilização tanto do sistema operacional *Linux Ubuntu 20.4* quanto do sistema Windows 10;

- O desenvolvimento do *Software* de Interface deverá almejar a construção utilizando a IDE *Qt Creator*;
- A concepção deverá buscar a utilização de interfaces de navegação e do sistema simples e intuitivas;
- O robô fará um mapeamento 2D do ambiente;
- O desenvolvimento deverá buscar a utilização de georreferenciamento com tolerância de erro de localização de 5% para o sistema;
- O desenvolvimento buscará realizar a detecção de obstáculos que estejam a partir de 0,5 m da lateral do robô;
- O sistema deverá reconstruir o trajeto até o ponto determinado, sendo desta forma traçar o roteiro, reconhecendo pontos específicos do trajeto em mapa 2D fornecido;
- Utilizará *framework* de Robótica: ROS 2 (*Foxy*);
- Utilizará *back-end* em *Python* ou *C++*;
- O sistema terá armazenamento de dados de 1 GB;
- O desenvolvimento buscará prover uma taxa de transmissão de vídeo entre o robô e a interface de 24 FPS;
- A construção do robô deverá almejar a utilização do tipo de imagem JPEG pelo sistema;
- A concepção do sistema buscará obter a classificação de obstáculos quanto ao tamanho, entre pequeno, médio e grande, e também quanto à sua mobilidade, entre estático e móvel.

Quanto ao sistema de comunicação:

- O robô terá comunicação via *Wi-Fi*;
- O desenvolvimento buscará almejar uma distância de comunicação de no máximo 3 m.

Quanto a operação:

- A concepção do sistema buscará fornecer 80% de confiabilidade;
- A construção do robô buscará prover uma velocidade máxima de navegação entre 5 a 6 km/h;

- O robô poderá ser tanto teleoperado como autônomo;
- O robô possuirá um sistema de sinalização de risco com emissão sonora e visual para altos riscos.

2.5 Desdobramento da Função Qualidade

O *Quality Function Deployment* (QFD) é uma das ferramentas da qualidade criada pelo japonês Yoji Aka em 1966 que tem como objetivo principal representar a voz do cliente durante o processo de desenvolvimento do produto (QFD(QUALITY..., 2019)).

No Apêndice C está representado o QFD do primeiro ciclo do projeto, nele podemos verificar as relações entre os requisitos técnicos e os requisitos do cliente, as correlações entre os requisitos técnicos e a direção de melhoria dos requisitos técnicos.

A pirâmide localizada no canto superior da matriz demonstra a correlação entre os requisitos técnicos. Ela pode ser definida por positiva, negativa ou sem correlação. Essas informações são importantes para definir o nível de interferência de um requisito técnico em outro, seja de maneira positiva ou negativa.

O alvo define a variável de importância do requisito técnico e o seu valor desejado. A direção de melhoria mostra que requisitos técnicos devem focar em manter esta variável estável ou trabalhar em melhorias contínuas.

Essa avaliação demonstra os requisitos que receberão mais atenção durante o desenvolvimento do sistema:

- Confiabilidade;
- Autonomia Operacional do Sistema;
- Dimensões;
- *Payload ratio*;
- Velocidade de navegação;
- Modularidade;
- Sinalização de risco;
- Proteção mecânica.

Apesar de alguns requisitos receberem mais atenção que outros, não minimiza o fato que todos os requisitos deverão ter suas metas alcançadas como indica a matriz.

2.6 Descrição da Solução

Partindo dos requisitos do cliente, discutiu-se os requisitos técnicos e assim foi possível realizar um levantamento de prováveis soluções para os elementos que compõem a plataforma móvel. Para cada elemento foi realizado um levantamento de algumas configurações, respeitando requisitos dispostos em seções anteriores, para nortear a criação do *draft* do robô. A matriz morfológica apresentada na seção posterior contém as possíveis soluções.

Nesta seção será apresentada a matriz morfológica elaborada para o desenvolvimento da solução da plataforma móvel, o sistema que descreve, a partir da matriz morfológica, uma solução para o problema e, por fim, será mostrado as especificações dos componentes mecânicos utilizados para a concepção do robô.

2.6.1 Matriz Morfológica

A análise morfológica é uma técnica desenvolvida pelo astrofísico e cientista aeroespacial suíço Fritz Zwicky, entre os anos de 1940 e 1950. Esse método consiste dividir problemas multi-dimensionais em subproblemas tratando-os individualmente. Cada solução possível presente nos subproblemas é colocado em uma matriz chamada "Matriz Morfológica" ([PLENTZ, 2011](#)).

Para a concepção do UGV-Mocó, foi criado a matriz morfológica como mostrado na tabela 2.6.1 em que as linhas representam os subproblemas do problema principal (construção da plataforma móvel) e as colunas são as diversas soluções existentes que combinadas devem atender os requisitos mencionados na seções 1.4 e 2.4.

Tabela 1: Matriz morfológica

Requisitos	Configuração 1	Configuração 2	Configuração 3	Configuração 4	Configuração 5		
Rodas (mm)	Diâmetro: 190 ~200 Espessura: 40 ~60	Diâmetro: 200 ~210 Espessura: 40 ~60	Diâmetro: 210 ~220 Espessura: 40 ~60	Diâmetro: 220 ~230 Espessura: 40 ~60	Diâmetro: >= 230 Espessura: 40 ~60		
Distância entre base e chão (mm)	50 <x>60	60 <x>70	70 <x>80	80 <x>90	90 <x>100		
Distância entre "eixos"(mm)	100 <x>200	200 <x>300	300 <x>400	400 <x>500	500 <x>600		
Tipo de pneu							
Troca de roda	Sim	Não					
Tipo de aro							
Câmera	Câmera embutida na frente	Câmera + suporte(Atrás)	Câmera sem suporte	Câmera + suporte (Frente)			
Motores	2 motores (usando eixos)	4 motores (um para cada roda)	Comprimento: 200 <x>350 Largura : 200 <x>300 Altura: 150 <x>250	Comprimento: 350 <x>500 Largura : 300 <x>400 Altura: 250 <x>350	Comprimento: 500 <x>650 Largura : 400 <x>500 Altura: 350 <x>400	Comprimento: 650 <x>800 Largura : 500 <x>600 Altura: 450 <x>550	Comprimento: 600 <x>650 Largura : 600 <x>700 Altura: 550 <x>650
Dimensões do robô (mm)							
Material do robô	Alumínio	Polímero			Fibra de carbono	Policarbonato	ABS
Fixação das Rodas							
Flexibilidade	Com sistema de suspensão	Rodas compatíveis com diferentes tipos de terreno					
Abertura para manutenção	Tampa completa	Tampa parcial	Estrutura parafusada	Tampa Superior e Tampa Inferior			
Motores (posição)	Motores internos	Motores externos					
GPS	Interno						
IMU	Interno						
Lidar	Lateral	Atrás	Frente	Centro superior			
Interface eletrônica	Atrás	Embaixo da tampa	Interior centro				
Segurança	Boteira de emergência	Alarme					
IP	IP >65	IP >= 60	IP >= 50	IP >= 44			
Bateria	Interno	Externo					
Sistema de Redução	Sim	Não					
Proteção	Para-choque Dianteiro	Para-choque dianteiro e traseiro	Sem para-choque				

Fonte: Autoria Própria.

A partir da matriz morfológica, foram selecionadas as configurações para cada subproblema que apresentam as melhores características para o desenvolvimento da plataforma móvel. Estas soluções são mostradas a seguir:

- **Rodas:** A solução escolhida foi rodas com o diâmetro entre 200 e 210 mm e espessura de 40 a 60 mm;
- **Distância entre a base e o chão:** Foi escolhida a configuração 5;
- **Distância entre eixos:** a distância selecionada foi entre 500 e 600 mm;
- **Tipo de pneu:** A configuração 2 foi a mais adequada pois esse tipo de pneu oferece maior flexibilidade quanto a mudança de ambiente;
- **Troca de roda:** Foi optado não haver troca das rodas devido ao tipo de pneu ser tanto para ambientes externos como ambientes internos.
- **Tipo de aro:** A configuração 2 foi selecionado devido oferecer maior resistência e facilidade de fixação.

- **Câmera:** A camera será fixada em um suporte e esse suporte está localizado na parte superior e traseira do robô.
- **Motores:** Será utilizado um motor para cada roda;
- **Dimensões do robô:** As dimensões escolhidas para o comprimento foi entre 650 e 800 mm, a largura entre 500 e 600 mm e para altura entre 450 e 550 mm;
- **Material do robô:** Ainda não foi feito a escolha do material do robô;
- **Fixação das rodas:** Foi selecionado a configuração 2, semelhante a fixação do Jackal;
- **Flexibilidade:** O robô terá tanto sistema de suspensão como rodas compatíveis com diversos tipos de terrenos;
- **Abertura para manutenção:** A estrutura do robô terá uma tampa parcial que servirá para a manutenção;
- **Motores** Os motores serão fixados na parte externa no chassi;
- ***Global Positioning System (GPS)*:** Será instalado na parte externa do robô;
- ***Inertial Measurement Unit (IMU)*:** O robô terá *IMU* localizado na parte interna do chassi;
- **LIDAR** Será instalado no suporte superior do robô;
- **Interface eletrônica:** Será uma caixa que reunirá diversos componentes eletrônicos localizados na parte frontal do robô;
- **Segurança:** O robô terá tanto uma botoeira de emergência quanto alarme para garantir segurança na operação;
- **IP:** O robô será resistente a partículas sólidas e a jatos de água, ou seja, terá o índice de proteção (IP) igual ou maior que 60 segundo a norma ([ABNT, 2017](#));
- **Bateria:** A bateria será instalada na parte interna e traseira do robô;
- **Sistema de redução:** O robô terá um sistema de redução para cada motor que servirá para aumentar o torque de saída;
- **Proteção:** O robô não terá para-choque;

2.6.2 O sistema

A solução concebida para o desenvolvimento do *UGV-Mocó* consiste em uma plataforma móvel com quatro rodas acionadas individualmente por quatro motores de corrente contínua. Será incluindo equipamentos como lidar, sensores ultrassônicos, **IMU**, **GPS** e câmera *stereo* que permitirá a percepção do robô no ambiente, ou seja, o robô será capaz de percorrer e mapear pelo ambiente, garantindo a atividade de desinfecção mais segura e eficiente.

Este robô será autônomo e com possibilidade de ser teleoperado via *Wi-Fi* a uma distância de no máximo 3 metros. Além disso, possuirá flexibilidade para se locomover em ambientes internos e externos, devido a presença do sistema de suspensão passiva, onde as rodas irão acompanhar as variações do terreno sem comprometer o restante da estrutura. Para este tipo de suspensão, o veículo apresentará fixação lateral com rolamentos, permitindo a movimentação das rodas, não apenas em seus próprios eixos, como também, em torno do pino central.

A plataforma terá peso próximo aos 20 Kg e será capaz de suportar uma carga máxima de até 20 kg. Para equilibrar o veículo dos possíveis esforços realizados será implementado um pistão a gás para auxiliar o movimento das rodas e da estrutura, sem comprometer sua dinâmica. Além disso, a estrutura deverá comportar diversos módulos externos, isto é, permitindo que o robô seja categorizado como modular. Para este projeto, será adicionado o módulo *UV* e aspersão para realizar a atividade de desinfecção do ambiente proposto.

Durante a operação, o robô realizará navegação segura por todo o ambiente evitando os possíveis obstáculos presentes no espaço de trabalho e o mapeamento para evitar que o robô desinfete o mesmo local diversas vezes, enquanto isso, o sistema de desinfecção será acionado para realizar a limpeza das paredes, piso e dos objetos presentes.

Esta solução deverá ser comercial e compatível com Linux, Windows e *Robot Operating System (ROS)*, de forma permitir a integração do sensoriamento específico e necessário. O sistema irá possuir uma “*motherbox*” e nela será inserida um minicomputador Intel NUC, que é o sistema de controle e processamento do robô móvel. O *draft* do conceito pode ser visto na figura 1 e o desenho técnico com as vistas mais detalhadas nos apêndices A e B.



Figura 1: UGV-Mocó

Como mostra a figura 1, pode ser visto o cubo central, que irá comportar os equipamentos elétricos do sistema, já mencionado, o sistema de suspensão, juntamente com as rodas, e, na parte superior, os sensores já mencionados. Com essa configuração e design é garantido ao sistema realizar as atividades necessárias para a desinfecção e higienização de qualquer ambiente, em especial, os ambientes hospitalares.

2.6.2.1 Especificação de Componentes

Após definição do *draft* do conceito, foram selecionados alguns componentes mecânicos que fazem parte da solução, os principais são citados a seguir.

Motores

O sistema proposto necessita de força motriz capaz de deslocar sua própria massa e cargas adicionais. Para realizar o seu deslocamento, foi selecionado um tipo de motor que possua torque suficiente para a aplicação e que atenda requisitos de tensão e velocidade (Figura 2a).

- Motor elétrico 12 V;



(a) Motor elétrico.



(b) Roda e Pneu.

Figura 2: Componentes de tração.

- Torque de 1216 Nm;
- 19500 rpm;
- Potência de 230 W;
- Peso 383 g.

Rodas e Pneus

Estes componentes foram selecionados levando em consideração o peso do sistema, terrenos onde o robô irá atuar assim como as dimensões propostas para atender os requisitos dispostos em outras seções (Figura ??).

- Diâmetro do total de 10"(250 mm);
- Diâmetro do aro de 5"(125 mm);
- Diâmetro do eixo de 3/4";
- Carga máxima de 150 kg;
- Pneu de 3,5"x 4";

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Especificação de componentes

A especificação de componentes refere-se a uma relação e descrição dos componentes de hardware e software que constituem o sistema. Os componentes selecionados para compor o sistema são descritos a seguir.

3.1.1 Computador central

Dado o volume de informações necessárias para as atividades de navegação e controle dos diversos equipamentos ligados ao UGV-Mocó, foi definido um computador central portátil para esse gerenciamento.

Esse computador é o modelo Xi7 da Intel (figuras 3 e 4). Suas principais configurações são:

- Processador Intel Core i5-4300Y com frequência de 1.6 GHz (com possibilidade de trabalhar até 2.3 GHz) e 3 M de memória cache;
- 8 GB de memória RAM DDR3L com frequência de 1333 MHz;
- Placa de vídeo integrada HD Intel 4200 com resolução máxima de 2560x1600@60Hz;
- 4 portas USB (2 portas 2.0 e 2 portas 3.0);
- Saída de vídeo HDMI;
- Saída de áudio e entrada de microfone 3.5 mm;
- Placa de rede que suporta cabeamento RJ45 e Wi-Fi com velocidade de 10/100/1000 Mbps;
- Armazenamento interno via SSD de 256 GB.



Figura 3: NUC Xi7 (frontal), Intel.

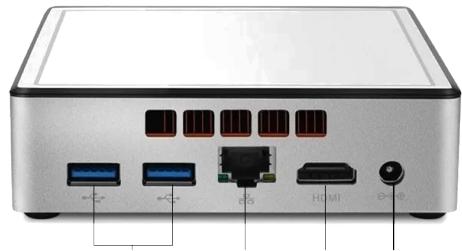


Figura 4: NUC Xi7 (traseira), Intel.

3.1.2 *LiDAR*

Dispositivo óptico responsável pela detecção de obstáculos no ambiente. O modelo selecionado para esta aplicação foi o RPLIDAR, da fabricante *Slamtec*, conforme Figura 5. Possui um alcance de até 12 m podendo realizar um *scan* de 360°. Possui resolução angular de 1° e tem massa equivalente a 170 g, dimensões de 125.60 mm x 98.5 mm x 70 mm. Ele trabalha com uma frequência de escaneamento de 10 Hz e possui classe de laser 1, ou seja, inofensivo aos olhos humanos.



Figura 5: Lidar RPLIDAR, Slamtec.

3.1.3 Sistema de georreferenciamento

No processo de mapeamento da rota de trabalho é necessário o registro da geolocalização do UGV-Mocó para que ele possa confirmar a posição correta da atividade de desinfecção e seu trajeto.

Dito isto, o **GPS** é responsável pelo fornecimento de informações sobre o posicionamento do robô.

O dispositivo escolhido foi o modelo *Venus638FLPx* da fabricante *SkyTraq*, como mostra a figura 6. É um módulo **GPS** com dimensões de 32 mm x 20 mm. Possui uma

frequência de leitura de 20 Hz, sensibilidade de rastreamento de -165 dBm e precisão de 2.5 metros. Sua conectividade é *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART), podendo ser alimentado por uma tensão regulada de 3.3 V e corrente operacional de 29 mA.

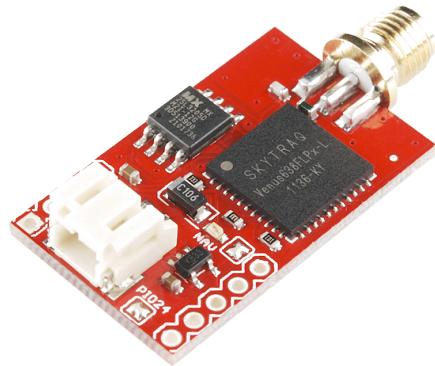


Figura 6: GPS Venus638FLPx, SkyTraq.

3.1.4 Câmera

A câmera será utilizada pelo robô para realizar a detecção e classificação de obstáculos. O modelo escolhido foi o S1030-NON-IR, desenvolvida pela empresa Mynt Eye. Esta câmera estéreo apresenta um sistema de alimentação simplificado, um peso leve e compatibilidade com o *framework ROS*, utilizado na unidade de processamento. Conforme as especificações da mesma, ela possui resolução de 752 x 480 pixels e faixa detecção de profundidade entre 0.5 e 18 metros e campo de visão horizontal x vertical de 122° x 76°.



Figura 7: Câmera S1030-NON-IR, Mynt Eye.

Este modelo suporta visualização 3D, com um mapa de profundidade de 60 FPS e profundidade estéreo. Opera com 5 V de tensão e possui conexão USB 3.0. Uma IMU de seis eixos combinada com a sincronização de quadros fornece precisão de menos de um milissegundo. Possui dimensões de 165 mm x 31 mm x 30 mm e um peso de 177 g.

3.1.5 IMU

A IMU é um dispositivo eletrônico capaz de medir e informar valores de aceleração linear, velocidade angular e rotação do robô. O modelo escolhido foi o SEN-14001, da

fabricante *Sparkfun*.

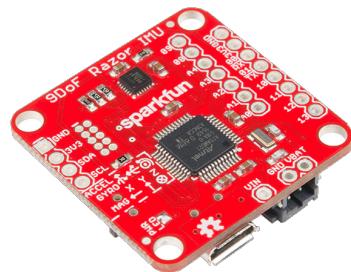


Figura 8: IMU SEN-14001, Sparkfun.

O módulo SEN-14001 combina um microprocessador SAMD21 com um sensor MPU-9250, de 9 graus de liberdade. O MPU-9250 possui três sensores de 3 eixos, um acelerômetro, giroscópio e magnetômetro, que permitem detectar aceleração linear, velocidade de rotação angular e vetores de campo magnético.

O microprocessador integrado, SAMD21 da Atmel, é um microcontrolador ARM Cortex-M0+ de 32 bits. O modelo também inclui um soquete para cartão micro SD e chave de controle de energia.

3.1.6 Sensor ultrassônico

Para a tarefa de detecção de obstáculos que estejam próximos ao robô, é necessário que as distâncias entre o robô e obstáculos próximos sejam medidas. O dispositivo escolhido para a realização desta tarefa foi o modelo MB7395 (Figura 9), do fabricante MaxBotix. O MB7395 é um sensor resistente oferece detecção com um alcance de 1.525 mm em uma carcaça compacta e robusta em PVC. Este sensor possui índice de proteção IP67 e resolução de 1 mm. O dispositivo opera numa faixa de tensão entre 2.7 V e 5.5 V e 2.9 mA, com uma faixa de temperatura entre -40° C e 65° C, possuindo três saídas de sinal: tensão analógica, serial e largura de pulso.



Figura 9: Sensor ultrassônico MB7395, MaxBotix.

3.1.7 Sensores de temperatura e umidade

Os sensores de temperatura e umidade captam a temperatura ambiente e a quantidade de vapor de água existente no ar. O modelo escolhido foi o Sensor de Umidade e Temperatura DHT11, da fabricante Aosong, que é um conjunto eletrônico para monitoramento de temperatura e umidade.

O módulo mede a temperatura nas escalas de 0 a 50 °C, com uma taxa de erro de +2 °C e a umidade do ar nas faixas de 20 a 90%, com uma taxa de erro de 5%. O sensor é conectado a um módulo *Wifi* ESP8266 ESP-01 permite fazer monitoramento de umidade e temperatura e enviar as informações diretamente para microcontroladores ou computadores sem que haja conexão de fios. A placa trabalha com tensão entre 3.7 V e 12 V DC.

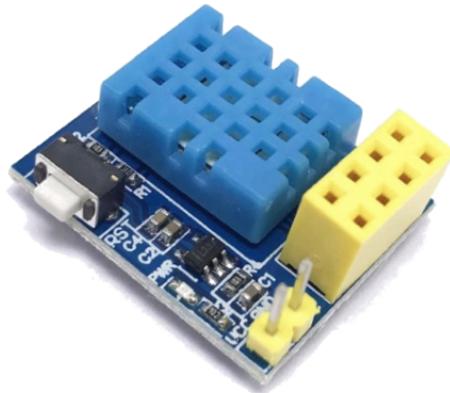


Figura 10: Sensor de temperatura e umidade DHT11, Aosong.

3.1.8 Sistema de iluminação

É o sistema responsável pela emissão de alertas luminosos em situações de risco e pela iluminação do robô em ambientes onde há pouca incidência de luz, que tem como objetivo melhorar a visibilidade e facilitar a identificação do robô no ambiente. O modelo definido para a sinalização do robô foi o Sinaleiro LED do tipo luz piloto, da fabricante Schneider (Figura 11). Apresenta encaixe para furação de 22 mm e é alimentado com tensão entre 12 V e 24 V DC. Possui grau de proteção IP40, tanto na face frontal como na face posterior.

Para a iluminação frontal, foi definido um modelo de barra de LED (Figura 12), que possui de 700 a 750 lm. Possui tensão de alimentação de 12 V, potência de 6 W e dimensões de 40 x 170 x 10 mm.



Figura 11: Sinaleiro Led 22 mm, Schneider.



Figura 12: Barra de LED de 17 cm.

3.1.9 *Buzzer* luminoso

É um componente responsável por emitir avisos visuais e alarmes sonoros em situações de risco. O modelo definido foi o *Buzzer* luminoso da empresa AutControl (Figura 13). O sinal sonoro e o sinal de luz são intermitentes. Possui 22 mm de diâmetro, comprimento total de 55 mm e coloração vermelha.

3.1.10 *Switch*

É um dispositivo capaz de distribuir comunicação *ethernet* com os diversos componentes do sistema. O modelo TL-SG105 da TP-Link (Figura 14) foi escolhido por apresentar um número de portas suficiente e velocidade de comunicação necessária para a aplicação. Ele possui 5 portas de conexão com velocidades de 10 Mbps, 100 Mbps e 1000 Mbps. Seus protocolos e padrões operacionais são: IEEE 802.3 / 802.3u / 802.3ab / 802.3x CSMA /



Figura 13: *Buzzer* luminoso 22 mm, AutControl.

CD. Tem 400 gramas e possui dimensões de 99.8 mm x 98 mm x 25 mm, podendo operar em temperaturas de 0 °C até 40 °C e umidade entre 10% a 90% (sem condensação).



Figura 14: *Switch* TL-SG105, TP-Link.

3.1.11 *Hub*

O *Hub* é um dispositivo capaz de realizar uma conexão com os sensores presentes no projeto. O Phidgets Sensor Interface Kit 8/8/8 1019-1 (Figura 15) pode ser facilmente controlado por uma porta USB usando uma API e tem uma tensão de alimentação de 6 V a 15 V. Possui 8 entradas analógicas, que são usadas para medir saídas de tensão contínuas geradas por vários sensores, como temperatura, umidade, posição ou pressão. Possui 8 entradas digitais podem ser usadas para transmitir o estado dos dispositivos, como botões, interruptores, relés e níveis lógicos. O dispositivo possui 8 saídas digitais podem ser usadas para acionar qualquer dispositivo que aceite um sinal *Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)*. E a hub **USB** é utilizada para conectar dispositivos USB adicionais ao hub de 6 portas integrado, onde cada possui uma fonte de corrente máxima de 500mA.

3.1.12 Transmissor-Receptor de Radiofrequênciа

É um dispositivo geral de controle, responsável por enviar comandos ao robô através do acionamento de interruptores ou alavancas analógicas.

O modelo selecionado para a aplicação foi o FS-i6X da Fly Sky, como mostra a Figura 16. Possui por padrão 6 canais de comunicação, podendo ser ampliado até 10 canais de comunicação. Sua frequência de trabalho é de 2.4 GHz e possui um alcance de até



Figura 15: O *Hub* 1019-1, Phidgets.

1500 metros caso não haja interferência no sinal. Possui um display *Liquid Crystal Display (LCD)* de resolução 128x64 traduzido para inglês e chinês. Tem massa de 392 gramas, dimensões de 174 mm x 89 mm x 190 mm. Pode trabalhar em temperaturas entre -10 °C e 60 °C e umidades que variam de 20% a 95%.



Figura 16: FS-i6X, Fly Sky.

3.1.13 Bateria

A bateria é um equipamento responsável por energizar o sistema. A bateria selecionada foi o modelo Up1270Seg da marca UNIPOWER, representado na figura 17.

Este modelo possui dimensões de 151 mm x 65 mm x 100 mm e tem massa de 2.05 kg, com temperatura de trabalho de -15 °C a 40 °C.

Sua tensão nominal é de 12 V com uma capacidade nominal de corrente de 7 Ah. Sua corrente inicial é de 1.75 A, chegando à sua corrente máxima de descarga de 65 A. Sua corrente de curto-círcuito é de 130 A.



Figura 17: Bateria Up1270Seg, UNIPOWER.

3.1.14 Barramento

O barramento é responsável por direcionar tensão e corrente elétrica para os diversos componentes do sistema. Este modelo da Enerbras (Figura 18) suporta até 63 A de corrente e 400 V de tensão máxima. Possui 12 pólos para fiações de $1.5mm^2$ até $16mm^2$ de diâmetro em uma extensão de 21 cm de comprimento. Suas partes condutoras são feitas com material de cobre e suas partes isolantes são em termoplástico auto extinguível.



Figura 18: Barramento, Enerbras.

3.1.15 Driver

O driver é responsável pelo controle do sentido e velocidade da rotação do motor. O modelo escolhido é o driver ponte H BTS7960, da Handson Technology, que utiliza 2 drivers BTS7960 para construir uma ponte H com capacidade de até 43 A (Figura 19).

O modelo possui tensão de alimentação de 6 a 27 V DC, tensão de entrada de 3,3 a 5 V e corrente de alimentação de 3 mA. O módulo suporta um motor DC e realiza o controle de direção e velocidade com modulação PWM de até 25 kHz. Possui proteção térmica, de sobretensão, subtensão e sobrecorrente. O modelo possui dissipador de calor, dimensões de 50 x 50 x 43 mm e peso de 66g.

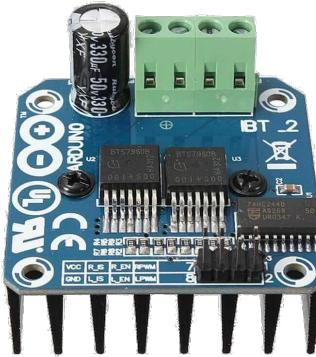


Figura 19: Driver BTS7960, Handson Technology.

3.2 Funcionalidades

3.2.1 Localização

A localização engloba o constante monitoramento da posição e orientação do UGV-x dentro do ambiente no qual está contido. A localização serve de base para outras funcionalidades que permitem prover autonomia ao robô. A funcionalidade de localização está representada na Figura 20.

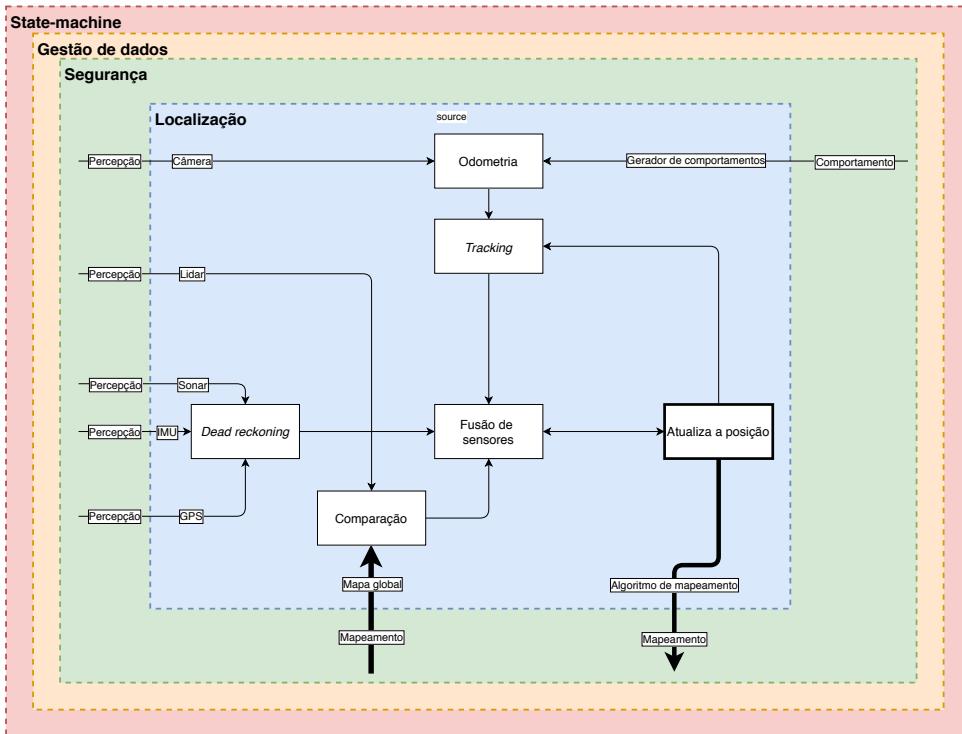


Figura 20: Fluxograma representando a localização.

Primeiro são requisitados os dados da percepção, de sensores como o câmera, GPS, IMU,

sensor ultrassônico e lidar. Os dados da câmera são utilizados para realizar a odometria, estimando a localização utilizando informações visuais, compostas de dados da posição e orientação do robô. Em seguida é realizado o *tracking*, que combina a odometria com a posição anterior do robô. O gerador de comportamentos, do sistema de Comportamento, envia informações para designar o tipo de odometria a ser utilizado.

Os dados do GPS, IMU e sensores ultrassônicos são utilizados uma fusão de sensores e uma técnica chamada de *dead reckoning*, para estimar a posição atual através das posições anteriores. A funcionalidade recebe um mapa do Sistema de Mapeamento e corrige a pose estimada recebendo um *scan* no bloco de comparação, de modo a estimar a posição do robô.

Os dados do *tracking*, do *dead reckoning* e o resultado da comparação da posição e orientação estimadas no mapa são utilizadas como entrada numa técnica de integração de dados. O resultado é a posição e orientação atuais, que são atualizadas e enviadas ao algoritmo de mapeamento, no sistema de Mapeamento.

3.2.1.1 Dependências

A funcionalidade depende dos dados de posicionamento e orientação, enviados pelos sensores presentes no sistema de Percepção (câmera, GPS, IMU, sensor ultrassônico e lidar). A funcionalidade depende do sistema de Mapeamento para receber as informações do mapa global gerado, de modo a estimar a posição do robô. Também são recebidas informações para designar o tipo de odometria a ser utilizado, diretamente do gerador de comportamentos, presente no sistema de Comportamento.

3.2.1.2 Saídas

A funcionalidade irá fornecer aos sistemas de Mapeamento e *State Machine* uma mensagem contendo os dados de posição e orientação do robô. A localização também envia à Gestão de Dados a matriz de odometria e dados de posição e orientação. Ao *Prognosis Machine* é enviada uma informação dos *logs* de erro.

3.2.2 Navegação

A navegação para robô móvel autônomo utiliza a combinação de três competências fundamentais para transitar de forma segura no ambiente: A localização, o planejamento e a percepção. A capacidade de localização do robô estabelece sua própria posição e orientação dentro do quadro de referência. O planejamento da rota utiliza da localização, extraíndo a posição atual do robô, e a da posição do objetivo, traçando uma rota que deverá ser perseguida pelo robô. A percepção será a capacidade do robô em detectar objetos, um bloqueio ou uma situação de perigo, evitando assim o danos de colisão e

realizar uma navegação segura. Portanto, a navegação de robôs móveis autônomos precisa dessas funcionalidades para oferecer os meios no qual o robô autônomo se mova de forma segura de um local para outro em qualquer ambiente.

A funcionalidade navegação está representada pelo diagrama de interação entre as funcionalidades da Figura 21. Nesta diagrama a navegação é gerenciado pelo State-machine, que é uma máquina de estados para o robô, e nele possui também as funcionalidades de Gestão de dados e Segurança como padrão. O modo de navegação do robô será escolhido pela interface que poderá ser autônomo (Seguindo o plano) ou manual (Teleoperação). O movimento do robô está destacado como sendo o principal método da navegação. Nele está contido a ligação com os atuadores e a saída da funcionalidade.

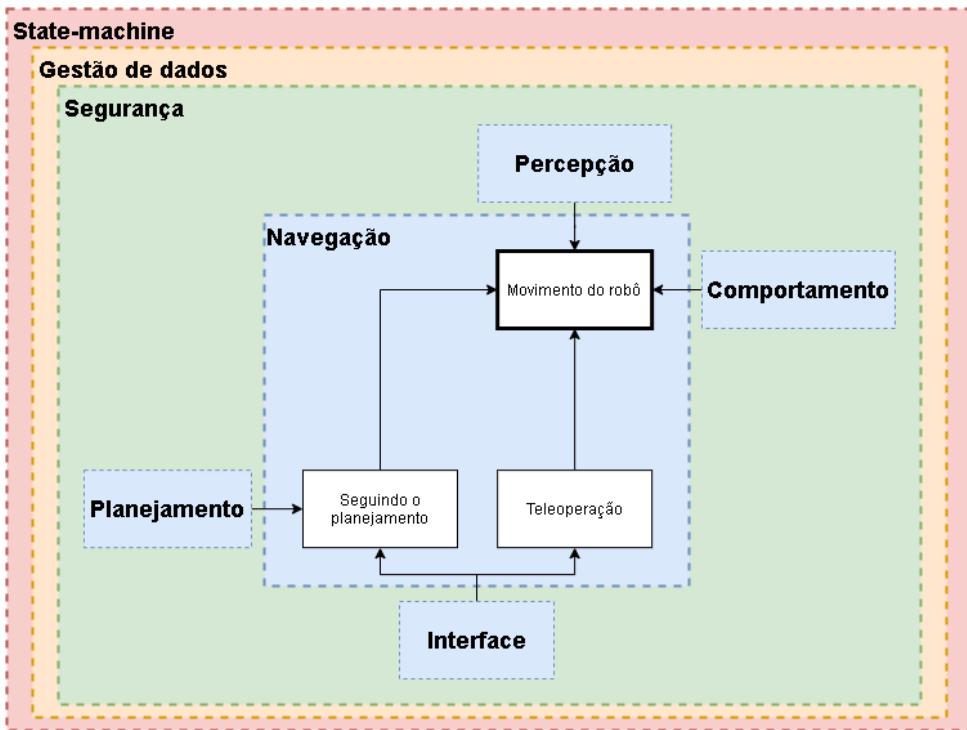


Figura 21: Diagrama das interações das funcionalidades com a Navegação.

3.2.2.1 Dependências

O sistema da navegação possui as seguintes funcionalidades como dependências: Planejamento, Percepção, Comportamento, Interface, Localização e State-machine. O planejamento deve fornecer os dados que serão a trajetória até o objetivo do UGV-x. A percepção é responsável em enviar um sinal de *flag* de alerta para o movimento do robô para interromper ou não com o movimento. O comportamento será quem irá decidir a forma da navegação, controlando assim a força e a velocidade dos atuadores. A interface irá monitorar a navegação e decidir se será feito de forma autônoma ou teleoperado. O State-machine realizar o controle de todas as funcionalidades.

3.2.2.2 Saídas

Como saída da funcionalidade de navegação será enviado o log de saída da trajetória percorrida para a interface do usuário e para a gestão de dados. Os sinais de movimento dos motores para os atuadores

3.2.3 Percepção

O sistema de percepção do UGV-x, através de sensoriamento, deve fornecer ao robô a capacidade de perceber e traduzir as suas próprias condições e condições do ambiente no qual está inserido. Essas funções são garantidas pela aquisição e processamento de dados coletados de sensores inerciais, georreferenciados e sensores ópticos, os quais estão integrados à estrutura do robô. O sistema de percepção oferece, portanto, modelagem do robô e do ambiente obtida pela representação dos dados de IMU, GPS, LiDAR 2D, Sonar e Câmera stereo e pelos algoritmos de tratamento aplicados a esses dados.

O fluxograma de funcionamento da funcionalidade pode ser visto na Figura 22. O processo de percepção é iniciado com a aquisição dos dados brutos enviado pelo sistema de sensoriamento que esta integrado a estrutura do UGV-x. Em seguida, estes dados serão tratados pelos seus respectivos *drivers*, no ambiente *ROS*, para que possam ser enviados as demais funcionalidades presentes no sistema. As informações oriundas dos *drivers* da Câmera stereo, LiDAR 2D e Sonar irão formar um sub-sistema que será responsável por detectar os obstáculos presentes no ambiente em que o robô se encontra e enviar estas informações para a funcionalidade de mapeamento e navegação.

3.2.3.1 Dependências

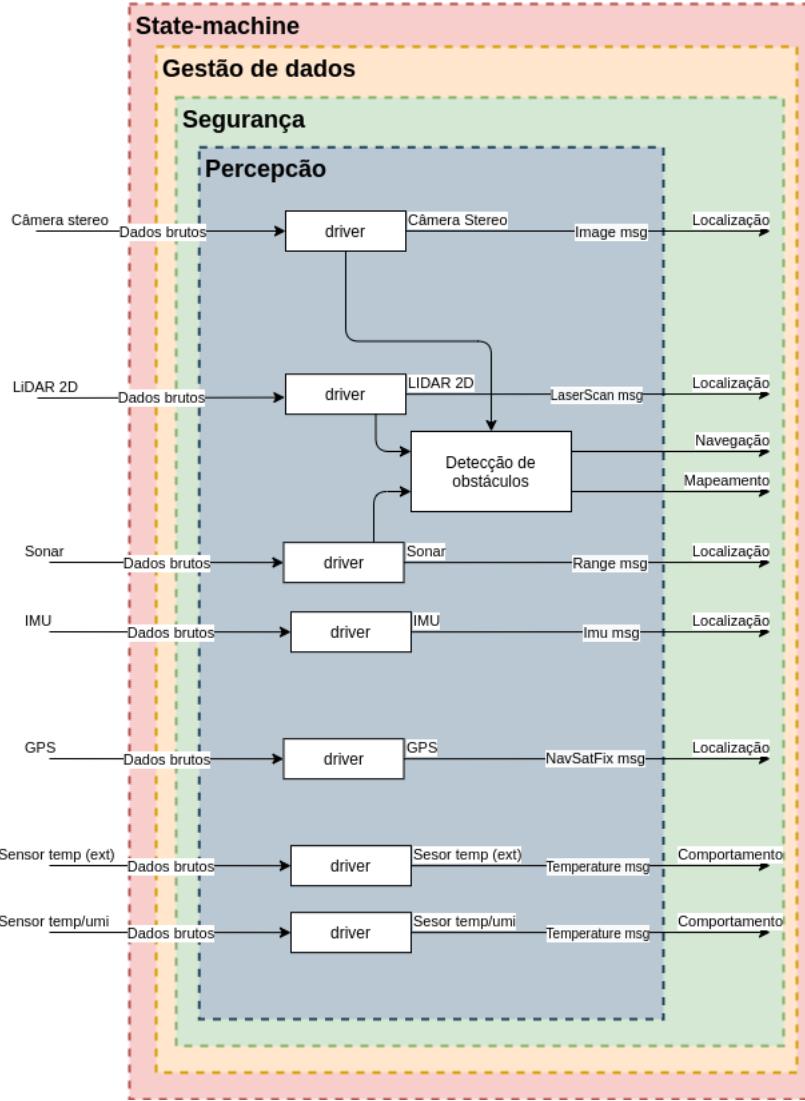
A funcionalidade de percepção depende dos dados oriundos dos sensores que estão incorporados na estrutura do *UGV*.

3.2.3.2 Saídas

As principais saídas desta funcionalidade são:

- *Image msg*: Mensagem que contêm as informações sobre as propriedades da imagem que será enviada para localização para que possa ser realizada a odometria visual.
- *LaserScan msg*: Mensagem que será enviada para a localização pois contem informações necessária para que a mesma realize a tarefa de comparação dos dados dos sensores.
- *Range msg*: Mensagem que será enviada para a localização realizar a tarefa de *Dead reckoning*.

Figura 22: Fluxograma da Funcionalidade Percepção



Fonte: Autoria própria.

- *Imu msg*: Mensagem contendo informações da orientação, aceleração, velocidade, posição do UGV-x que será enviada para o sistema de localização.
- *Tumble status*: Mensagem fornecida pelo drive da IMU que deverá conter a informação se o robô está tombado ou não e esta informação será enviada para o sistema de gestão de dados.
- *NavSatFix msg*: Mensagem contendo as informações da posição global e relativa do robô e deverá ser enviada para o sistema de localização.
- *Detection msg*: Mensagem contendo as informações se o robô está em colisão, próximo, distante dos obstáculos e essa informação será enviado para o sistema de navegação e mapeamento.

- *Sensor Status*: Mensagem contendo dados de funcionamento de cada um dos sensores que será enviado para o sistema de gestão de dados.
- *Temperature msg*: Mensagem contendo informações da temperatura do ambiente em que o robô se encontra que será enviada para a funcionalidade do comportamento.
- *Temperature msg*: Mensagem contendo informações da temperatura interna do robô que será enviada para o sistema de comportamento.

4 CONCLUSÃO

O mundo passa por situações nunca vividas em sua história; a sociedade é afetada em diversas direções por questionamentos de viés político, biológico e religioso; porém será através da tecnologia que a humanidade poderá alcançar patamares seguros de convivência.

O uso da robótica e automação será intenso durante os próximos anos, de uma forma mais convergente a robótica mitigará problemas até então intransponíveis, a mesma poderá proporcionar à humanidade segurança em ambientes hostis a saúde humana. Um robot poderá realizar processos de desinfecção assim como auxiliar no processo de higienização de ambientes.

O uso de plataformas móveis tornará-se mais intenso a partir de situações de pandemias vividas. E é justamente no uso destas plataformas que o projeto deste documento apresenta como solução para a situação da desinfecção de ambientes.

O projeto apresenta um grande potencial para a solução de desinfecção, tendo em vista que as soluções de mercado são em sua totalidade tecnologias *outside*; e que para este projeto os componentes devem ser elaborados nacionalmente propiciando desta forma uma dependência maior com os fornecedores nacionais.

Espera-se que com este projeto conceitual, a ideia principal de desenvolver plataformas móveis robóticas nacionais seja evidenciada como um potencial para a indústria brasileira. O estudo comparativo, assim como o estudo do estado da arte foram cruciais para a visão do conceito que este projeto apresenta. A equipe acredita na sua rápida implementação da forma como foi concebido.

A documentação do projeto conceitual é considerado uma etapa finalizada para a continuidade do desenvolvimento deste projeto, logo sua apreciação e aprovação por parte da gerência do Senai Cimatec faz-se necessário para que o percurso para o protótipo final não seja comprometido.

EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO



MARCO REIS tem 19 anos de experiência em gestão de projetos industriais, incluindo a implantação de duas fábrica de automóveis no Brasil (Renault em Curitiba e Ford em Camaçari) assim como passagens na indústria siderúrgica, geração de energia e automação & robótica, especialmente na ABB. Marco desenvolveu projetos nas áreas de ferramentas robóticas e manipuladores, veículos autônomos, gerenciamento de ativos, RCM, TPM, confiabilidade e manutenção em equipamentos críticos, e avaliação na aplicação de FMEA. Nos últimos anos tem atuado como vice-presidente do capítulo da sociedade Robótica e Automação do IEEE-Brasil Região 9. Marco é formado em engenharia elétrica pela UFPR e mestrado em engenharia de produção pela UFSC, atualmente é doutorando da pós-graduação em Mecatrônica na UFBA. Atualmente exerce a função de pesquisador sênior no Senai Cimatec, coordenando projetos de robótica e liderando o grupo do Instituto Brasileiro de Robótica (BIR) em parceria com o Instituto Alemão de Inteligência Artificial (DFKI). Seu foco de interesse em pesquisa é em autonomia e confiabilidade aplicada em robots.



REBECA LIMA possui graduação em engenharia elétrica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), especialização em automação e controle e mestrado em modelagem computacional e tecnologia industrial pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC. É conselheira do grupo estudantil de afinidade IEEE WIE Cimatec desde 2017. Possui 6 anos de experiência em P&D&I em projetos nas empresas NNSolutions e SENAI CIMATEC e mais 2 anos em manutenção industrial no Complexo Ford Camaçari. Desenvolveu *firmwares* para tratamento de protocolos de sensores e atuadores em baixo nível (e.g. NMEA) e implantação de criptografia AES-128 em sistemas embarcados. Possui experiência em design e montagem de PCIs com tecnologias PTH e SMT. Desenvolveu *drivers* para sensoriamento inercial com protocolo Xbus (Xsens) e para monitoramento de baterias inteligentes (SMBus). Trabalhou com pacotes ROS para tratamento de dados de localização e navegação de robôs terrestres, desenvolvendo funcionalidades a partir de dados de sensores LiDAR, GPS e IMU. Atualmente é pesquisadora do Instituto Brasileiro de Robótica (BIR) em parceria com o Instituto Alemão de Inteligência Artificial (DFKI). Seus principais interesses são nas áreas de localização e navegação para robôs móveis.



ANDERSON QUEIROZ tem graduação em Engenharia da Computação pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Em sua graduação trabalhou nos projetos de um Estimador de Posição e Atitude para um VANT, utilizando microcontroladores PIC, foi monitor das disciplinas de Circuitos Elétricos e Eletrônicos, Circuitos Digitais e Introdução a Eletrônica. Participou do programa de intercâmbio, custeado pela própria universidade, em Portugal, Lisboa. Sua linha de pesquisa de conclusão de curso foi dirigida na área de processamento digital de sinais, com a aplicação direcionada a biometria de voz utilizando uma rede neural. Foi estagiário na empresa MSC Engenharias por 6 meses para automação do processo de prensas hidráulicas. Após a graduação trabalhou na empresa Gerenciagram por 1 ano e meio na área de aplicações web utilizando Python, PHP, banco de dados SQL e servidores Amazon. Atualmente está se especializando na área de Robótica e Sistemas Autônomos do Laboratório de Robótica do Senai Cimatec.



VINÍCIUS FELISMINO tem graduação em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU) de João Pessoa-PB. Desenvolveu projetos na área de manipuladores robóticos, robótica móvel e refrigeração predial. Sua linha de pesquisa de conclusão de curso foi dirigida na área de reciclagem de matérias metálicos. Possui 6 meses de experiência no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Materiais (NEPEM) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Possui conhecimentos na área de fundição de materiais, preparação de amostras, tratamento térmico, ensaios mecânicos destrutivos e não destrutivos. Atualmente é pesquisador pelo Laboratório de Robótica e Sistemas Autônomos (RoSA) do SENAI CIMATEC. Seus principais interesses são nas áreas de manipuladores robóticos e robótica móvel.



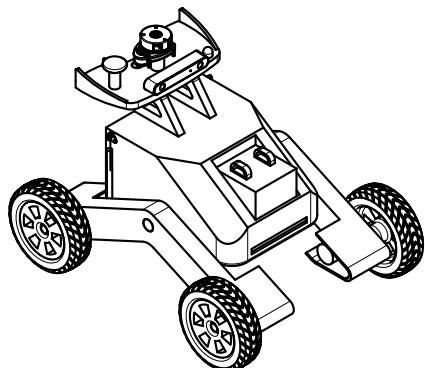
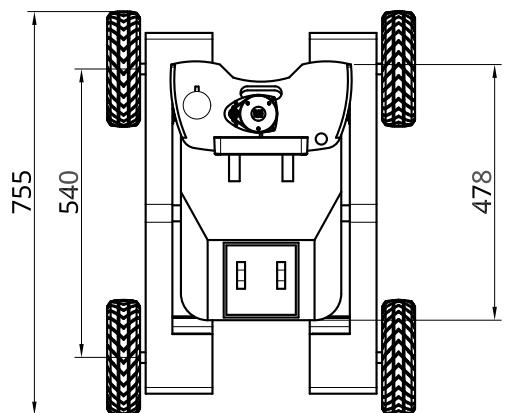
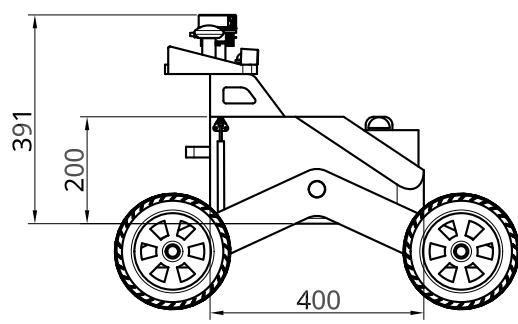
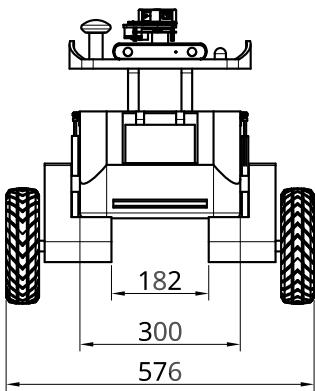
ISRAEL MOTTA é formado em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Salvador (Unifacs). Possui experiência na área de pesquisa, com participação em projetos na área de saúde, computação em nuvem, projeto e construção de drones, manipuladores robóticos, aprendizado de máquina e mineração de dados. Atualmente é mestrando no curso de pós-graduação em Mecatrônica na UFBA e pesquisador pelo Laboratório de Robótica e Sistemas Autônomos (RoSA) do SENAI CIMATEC. Seus principais interesses são nas áreas de robótica móvel e inteligência artificial.

REFERÊNCIAS

- ABNT, N. 60529. *Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)*, 2017. Citado 2 vezes nas páginas [16](#) e [21](#).
- LOPES, R. D. C. R. *Número de casos do coronavírus em profissionais de saúde mais do que dobra em um mês*. 2020. <<https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2020/06/numero-de-casos-do-coronavirus-em-profissionais-de-saude-mais-do-que-dobra-em-um-mes.shtml>>. Accessed: 2020-07-01. Citado na página [12](#).
- Ministério da Saúde. *Coronavírus Covid-19*. 2020. <<https://coronavirus.saude.gov.br/>>. Accessed: 2020-07-01. Citado 2 vezes nas páginas [11](#) e [12](#).
- PLENTZ, S. S. Taxonomia para técnicas criativas aplicadas ao processo de projeto. 2011. Citado na página [19](#).
- QFD(QUALITY function Deployment): o que é e para que serve? 2019. <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/qfd>>, note = Accessed: 2020-07-02. Citado na página [18](#).
- SILVA, T. *A importância dos serviços de desinfecção para a eliminação do COVID-19*. 2020. <<https://www.rentokil.com.br/blog/a-importancia-da-desinfeccao/>>. Accessed: 2020-07-01. Citado na página [11](#).

APÊNDICE A

Draft do conceito-desenho técnico

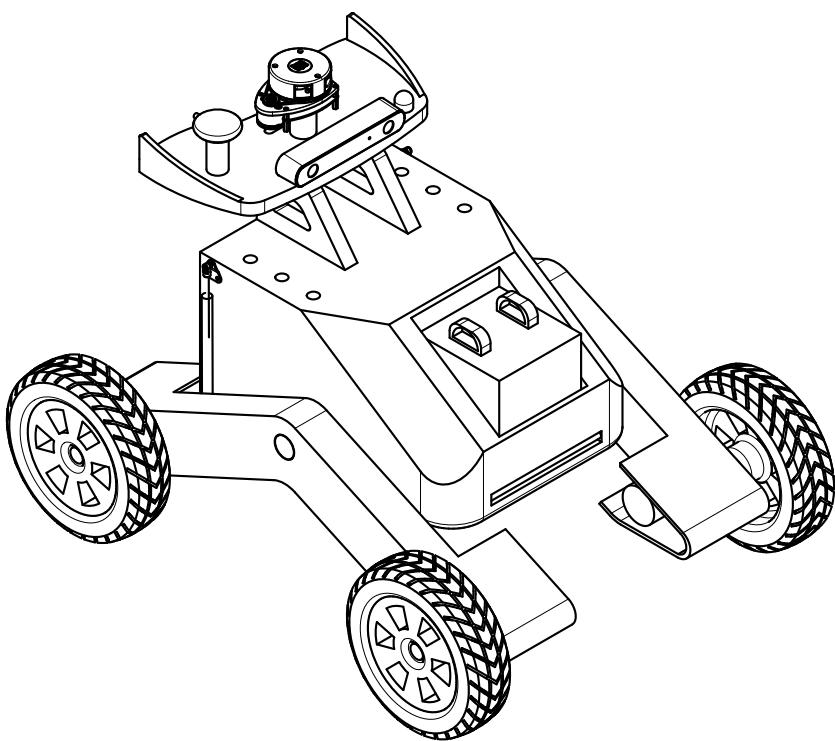


1:12

Sistema FIEB			
SENAI			CIMATEC
PELO FUTURO DA INOVAÇÃO			
TITLE	R-HOPE UGV-M		
DRAWN	Wladimir Fallismino	SIGNATURE	DATE
CHECKED	MARCO REIS		2020-06-30
APPROVED	REBECA TOURINHO		2020-06-30
SIZE	A4	DWG NO.	1
SCALE	1:10	WEIGHT	--
UNIT	mm	SHEET	1 of 2

APÊNDICE B

Draft do conceito-vista isométrica



Sistema FIEB				SENAI CIMATEC		PELO FUTURO DA INOVAÇÃO
TITLE				R-HOPE UGV-M		
DRAWN	Wladimir Fallismino	SIGNATURE	DATE	SIZE	DWG NO.	
CHECKED	MARCO REIS		2020-06-30	A4		1
APPROVED	REBECA TOURINHO		2020-06-30	SCALE	1:10	UNIT mm SHEET 2 of 2

APÊNDICE C

Desdobramento da Função Qualidade.

Quality Function Deployment - Customer Requirements

Projeto: UVG-M
Doc.:
Data: 22/06/2020

