



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA

DoGuide: o Cão-Guia Robô

Autores: Adriana Aguiar, Bruno Henrique, Bruno Pablo, Daniel Eliezer,
Ernando Braga, Eugenio Sales, Gabriel Mendanha, Gustavo Nogueira, Julie
Delchova, Luan Otoniel, Lucas Hideo, Matheus de Avila, Wanderson Santos,
Wellington Diego

Brasília, DF
2022



Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|---------------|--|
| IGDF | International Guide Dog Federation |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| NBR | Norma Brasileira |
| API | Application Programming Interface |
| MaaS | Mobility as a Service |
| HTTP | Hypertext Transfer Protocol |
| CI | Continuous Integration |
| CD | Continuous Delivery |
| REST | Representational State Transfer |
| AMQP | Advanced Message Queuing Protocol |
| IoT | Internet of Things |
| PubSub | Publisher-Subscriber |
| GPS | Global Positioning System |
| GPIO | General Purpose Input/Output |
| SoC | System on Chip |
| RAM | Random Access Memory |
| Li-ion | Íon-Lítio |
| LiPo | Polímero de Lítio |
| NiCd | Níquel-Cádmio |
| NiMH | Níquel-Metal Hidreto |
| FATEC | Faculdade de Tecnologia de Catanduva |
| CPU | Unidade Central de Processamento (CPU em inglês) |
| ULA | Unidade Lógico-Aritmética |

Sumário

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 4 |
| 1.1 | Detalhamento do problema | 5 |
| 1.2 | Levantamento de normas técnicas relacionadas ao problema | 5 |
| 1.3 | Identificação de soluções comerciais | 6 |
| 1.4 | Objetivos da solução proposta | 7 |
| 1.4.1 | Objetivo Geral | 7 |
| 1.4.2 | Objetivos Específicos | 7 |
| 2 | CONCEPÇÃO E DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO | 8 |
| 2.1 | Requisitos Gerais | 8 |
| 2.1.1 | Requisitos Funcionais | 8 |
| 2.1.2 | Requisitos Não-Funcionais | 11 |
| 2.2 | Arquitetura Geral da Solução | 13 |
| 2.2.1 | Arquitetura Geral de Eletrônica e Energia | 13 |
| 2.2.2 | Arquitetura Geral do Software | 19 |
| 2.2.3 | Arquitetura da Estrutura | 21 |
| 2.2.4 | Arquitetura do Software | 23 |
| | REFERÊNCIAS | 27 |
| | APÊNDICE A – ASPECTOS DE GERENCIAMENTO DO PROJETO | 30 |
| A.1 | Termo de abertura do projeto | 30 |
| A.1.1 | Orçamento preliminar | 30 |
| A.1.1.1 | Orçamento preliminar de Eletrônica e Energia | 30 |
| A.1.1.2 | Orçamento preliminar de Software | 34 |
| A.1.1.3 | Orçamento preliminar de Estrutura | 35 |
| A.2 | Lista É / Não É | 36 |
| A.3 | Organização da Equipe | 36 |
| A.4 | Repositórios | 36 |
| A.5 | EAP (Estrutura Analítica de Projeto) Geral do Projeto | 37 |
| A.5.1 | EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Software | 38 |
| A.5.2 | EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Eletrônica e Energia | 39 |
| A.5.3 | EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Estruturas | 40 |
| A.5.4 | EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Gerência | 41 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| A.6 | Definição de atividades e cronograma de execução | 42 |
| A.7 | Levantamento de riscos | 46 |
| | APÊNDICE B – AUTOAVALIAÇÃO DOS INTEGRANTES | 54 |

1 Introdução

O Brasil apresenta 45,6 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência seja motora, auditiva, mental/intelectual e visual o que corresponde a 23,9% da população brasileira. Portadores de deficiência visual representam uma parcela significativa nesses números como é registrado no censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que apresenta mais de 29,2 milhões da população como portador de algum tipo de deficiência visual. Desse total mais de 506 mil não conseguem ver de modo algum e 6 milhões possuem grande dificuldade para enxergar. (IBGE, 2010)

As alternativas para auxiliar as pessoas nessa condição física mais usuais são as bengalas, contudo uma das alternativas que tem sido considerada e sua demanda tem crescido gradualmente são os cães-guia que auxiliam na locomoção nas atividades cotidianas dos acompanhantes. Nesse sentido, em escala mundial, a Federação Internacional de Cães-Guia (International Guide Dog Federation (IGDF)) trata do treinamento desses animais, não sendo obrigatória a instituição treinadora estar filiada nem o cão estar registrado nessa federação. A fins de referência, serão utilizados os dados da IGDF que registra menos de 200 cães-guia em atividade no Brasil o que representa um número desproporcional em panorama com os portadores de deficiência visual existentes e a fila de 500 pessoas solicitantes. (VENTURA, 2021)

SOUZA (2020) descreve as principais funções dos cães-guia:

Guiar seu dono dentro de casa e em espaços públicos, ajudar seu dono a atravessar a rua, desviar de obstáculos – como buracos, pessoas, elevações no caminho, ir em qualquer direção ordenada, se manter sempre à esquerda e um pouco à frente do seu dono, ajudar o tutor a entrar no transporte público e não se distrair com outros animais ou com cheiro de comida. (SOUZA, 2020)

1.1 Detalhamento do problema

O custo para o treinamento de um cão-guia no Brasil, que dura aproximadamente 2 anos, é de 60 mil reais de acordo com o Instituto Magnus, maior centro de treinamento da América Latina e filiado ao [IGDF \(VENTURA, 2021\)](#). Esses cães são treinados e entregues à partir de uma avaliação de compatibilidade da personalidade do futuro dono em potencial, contudo eles não trabalham sozinhos, dependendo da orientação e mobilidade do seu dono para identificar, por exemplo, o momento oportuno para atravessar a rua, aspecto do qual o portador de deficiência visual *deve* saber identificar através dos ruídos. ([LENSCOPE, 2021](#))

Nesses 2 anos de treinamento, mesmo após o investimento de tempo e dinheiro, nem todos podem desempenhar a tarefa de cão-guia. De cada dez animais que passam por esse processo, de quatro a seis são habilitados realmente para a função, pois há perdas por problemas de saúde, além dos animais que não têm vocação para a tarefa por questões comportamentais. ([ARBEX, 2019](#)) Para o zootecnista Cláudio Fudimoto (2021) eles precisam ser cães calmos, assertivos e que tenham energia para trabalhar, mas que não sejam muito agitados. ([SILVA, 2021](#)) Outros fatores a serem analisados para melhor adaptação são os perfis do dono em potencial em comparativo com o cão: altura de ambos, ritmo de caminhada e estilo de vida do candidato. ([ARBEX, 2019](#))

Entre 8 e 10 anos de atuação como cão-guia, os animais se aposentam, pois perdem algumas habilidades pela idade avançada. Sendo assim, o tutor que necessitar do auxílio de um cão-guia deverá solicitar outro para desempenhar essa função, entrando na fila de adoção e repetindo o processo até encontrar um cão compatível. ([SILVA, 2021](#))

1.2 Levantamento de normas técnicas relacionadas ao problema

A Lei 12.587/12 estabelece a Política Nacional de Mobilidade Urbana que determina que a União institua as diretrizes para o desenvolvimento urbano, tanto os transportes quanto as questões de política urbana para que as pessoas consigam se movimentar conforme suas atividades. ([BRASIL, 2012](#)) No entanto a acessibilidade a locais de uso comum é a maior dificuldade relatada por deficientes visuais. Em entrevista para a Folha de Pernambuco em 2019 os portadores de deficiência visual entrevistados falam sobre as dificuldades de andar pelas ruas tendo que pedir ajuda à terceiros o que dificulta no processo de ganhar autonomia em função da falta da estrutura urbana. ([BARBOSA, 2019](#))

A única lei que trata de cães-guia no Brasil é a Lei nº 11.126 de Junho de 2005 sobre o direito do portador de deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhado de cão-guia ([BRASIL, 2005](#)). Essa lei, conjuntamente com a Política Nacional de Mobilidade Urbana, citada anteriormente, garantem a mobilidade

e o livre espaço para esses cidadãos.

A Norma Brasileira (NBR) 9050 que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos cita os parâmetros antropométricos com destaque para as dimensões referencias de deslocamento para pessoas acompanhadas de cão-guia. (ABNT, 2015) Outras informações a serem consideradas dessa norma são as referências quanto à dimensões mínimas de calçada e altura e largura de degraus, que serão utilizadas como parâmetros no dimensionamento do cão-guia, e principais problemas em mobilidade relatados por portadores de deficiência visual.

1.3 Identificação de soluções comerciais

À partir de pesquisas foi possível encontrar duas soluções comerciais que podem ajudar portadores de deficiência visual a se locomover, contudo alguns possuem performances, desenvolvimento e propostas diferentes. Tais soluções e seus comparativos com o *DoGuide* podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características das soluções comerciais encontradas em comparativo com a solução proposta.

| Critério | MobiLysa | LIGHBOT | DoGuide |
|---|-----------------|----------------|----------------|
| Desviar de obstáculos | SIM | SIM | SIM |
| Operar em ambientes internos | SIM | SIM | SIM |
| Operar em ambientes externos | NÃO | NÃO | SIM |
| Interação por comandos de voz | SIM | SIM | SIM |
| Subir e descer pequenos degraus | NÃO | NÃO | SIM |
| Portabilidade | SIM | NÃO | SIM |
| Bateria com autonomia maior que 7 horas | SIM | - | SIM |

Segundo a *Vixsystem*, empresa que desenvolveu a *Mobilysa* que é um produto brasileiro, ela é um robô guia idealizado para proporcionar autonomia e qualidade de vida especialmente para pessoas com deficiência visual. Porém o *MobiLysa* não possui

integração para planejamento de rotas para o usuário, e é focada em integração com Espaços Inteligentes (lugares com uma rede de sensores e câmeras para serem integradas ao Mobilysa), sendo uma solução voltada mais para a mobilidade no ambiente local. (RNP, 2020)

Quanto ao LIGHBOT é um cão-guia robô desenvolvido pela NSK do Japão, sua principal atuação é em ambientes hospitalares tanto para idosos quanto para deficientes visuais. A comunicação do usuário com o cão para receber o comando é através de um controle remoto onde o usuário indica qual o destino, dentro da localidade do hospital, ele quer ir. (NSK, 2015)

1.4 Objetivos da solução proposta

1.4.1 Objetivo Geral

Cão-guia robô que visa guiar o usuário portador de deficiência visual a se locomover tanto em ambientes internos quanto externos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Obedecer a comandos de voz desviando de obstáculos;
- Direcionar o usuário à melhor rota;
- Alertar o usuário sobre aspectos do percurso (profundidades, desníveis etc);
- Proporcionar maior independência e autonomia ao usuário.

2 Concepção e Detalhamento da Solução

2.1 Requisitos Gerais

É importante levantar as principais problemas a serem solucionados no desenvolvimento do projeto, portanto os tópicos a seguir irão apresentar os Requisitos Funcionais, necessidades a serem resolvidas, e os Não- Funcionais: como será feito.

2.1.1 Requisitos Funcionais

Tabela 2 – Requisitos Funcionais Gerais.

| ID | Requisito | Descrição | Objetivo |
|------|---|---|--|
| RF01 | Desviar de Obstáculos. | O sistema deve ser capaz de identificar e evitar adversidades no caminho. | Prosseguir o trajeto de maneira efetiva e segura. |
| RF02 | Definir Trajeto | O sistema deve compreender e traçar o melhor caminho a ser percorrido pelo robô | Definir rota a ser percorrida |
| RF03 | Armazenar Rotas | Armazenamento das principais rotas a serem utilizadas rotineiramente pelo usuário. | Facilitar a utilização do sistema |
| RF04 | <i>Feedback</i> de Status do Robô | Informar o usuário sobre o estado das funcionalidades(Bateria, Dados Móveis, temperatura, etc...) | Deixar o usuário ciente do status do robô. |
| RF05 | Evitar colisões em alturas de até 2 metros. | O robô deve ser capaz de avisar o usuário caso detecte obstáculo alto | Deixar o usuário ciente de obstáculos altos. |
| RF06 | Evitar acidentes em buracos de até 60 centímetros de profundidade | O produto deve ser capaz de desviar de buracos no caminho. | Guiar o usuário para percurso sem buracos. |
| RF07 | Manter um bom feedback de acurácia dos modelos | O sistema deve reportar constantes feedbacks do usuário sobre a acurácia do modelo | Para que a solução mantenha a segurança e a coesão |

| | | | |
|------|--|---|---|
| RF08 | Emitir alertas por voz para o usuário | O sistema deve alertar por voz o usuários sobre obstáculos | Comunicar com o usuário e dar instruções claras |
| RF09 | Receber comandos do usuário por voz | O sistema deverá receber por voz comandos do usuário | Operar com maior praticidade |
| RF10 | Guiar o usuário de acordo com suas necessidades | O sistema deverá garantir que o robô andará alinhado de acordo com os comandos | Garantir o alinhamento do produto com o usuário |
| RF11 | Captar vídeo em tempo real | Captura de vídeo para processamento da imagem com Visão Computacional | Capturar imagens para posterior processamento |
| RF12 | O robô deve ser capaz de retornar a base para recarregamento | Em locais onde é fisicamente possível, o robô quando não estiver em atividade deve retornar para a base para recarregar, ou a desejo do usuário | Garantir que o robô possa estar recarregando sempre que possível e de forma prática |
| RF13 | Possuir sistema <i>Low Power</i> | O sistema deve possuir o menor gasto possível de energia | Garantir maior autonomia da bateria |
| RF14 | Identificação de chuva | Possuir sensor de chuva e sistema que garanta ao usuário ir para local seco em caso de chuva | Assegurar que usuário irá para ambiente seco caso esteja chovendo |
| RF15 | Possuir bateria com autonomia mínima de 8 horas | A bateria deve ser projetada para suportar altas jornadas de uso | Garantir maior tempo possível sem que o sistema precise carregar novamente |
| RF16 | Possuir um carregador compatível | O carregador deve suprir às necessidades da bateria | Garantir carregamento adequado para bateria dimensionada |
| RF17 | Carregador wireless | O carregamento da bateria deve ser sem fio | Garantir segurança e conforto ao usuário |

| | | | |
|------|---|---|--|
| RF18 | Possuir uma bateria reserva | Em caso de descarga total da bateria principal, manter o hardware básico funcionando | Garantir alimentação do sistema em casos de emergência |
| RF19 | Conectar ao smartphone do usuário | Através de Bluetooth ser possível fazer a conexão do smartphone ao Do-Guide | Permitir o controle e comunicação via smartphone do usuário através de Internet of Things (IoT) |
| RF20 | Suportar carregamentos | A parte estrutural do robô deve ser capaz de suportar todos os componentes do produto | Garantir que o robô suporte as cargas decorrentes do uso cotidiano |
| RF21 | Velocidade média compatível e ajustável | O robô deve aceitar o ajuste de velocidade de acordo com a solicitação do usuário | Garantir que o robô acompanhe o ritmo de caminhada do usuário |
| RF22 | Compatibilidade com bengalas comerciais | O robô deve aceitar modelos específicos de bengalas comerciais | Garantir maior versatilidade ao produto e praticidade ao usuário. Este deve conseguir utilizar a bengala desacoplando-a do sistema |
| RF23 | Mobilidade em terrenos irregulares | O sistema deve ser capaz de atuar em terrenos irregulares e passar por determinados obstáculos de tamanho limitado, como meio-fio | Garantir que o robô acompanhe o usuário em eventuais rotas que tenham trechos irregulares |
| RF24 | Funcionar em situações de baixa ou nenhuma luminosidade | O sistema deve ser capaz de levar o usuário ao seu destino mesmo em situações de baixa ou nenhuma luminosidade | Garantir que o usuário consiga chegar ao seu destino independentemente da luminosidade |

| | | | |
|------|---|---|--|
| RF25 | Deve possuir integração com sistemas Mobility as a Service (MaaS) | O sistema deve ser capaz de integrar outros sistemas de mobilidade que ampliam a usabilidade | Para prover melhor soluções de passeio e maior conforto |
| RF26 | Auxiliar locomoção em ambientes internos | O robô deve ser capaz reconhecer ambiente internos(casas, por exemplo), assim reconhecendo obstáculos e ajudando o usuário a ser locomover nesses ambientes de forma segura | Garantir que o usuário consiga andar em ambientes internos de forma segura |
| RF27 | Manter-se posicionado à frente do usuário | O sistema deverá garantir que o robô andará à frente e a esquerda/direita do usuário durante o trajeto | Garantir o posicionamento adequado do robô |

2.1.2 Requisitos Não-Funcionais

Tabela 3 – Requisitos Não-Funcionais.

| ID | Requisito | Descrição | Objetivo |
|-------|---|--|---|
| RNF01 | Performance | O tempo de resposta de tarefas deve ser mínimo para as tarefas do usuário | Desempenho do Sistemas |
| RNF02 | Segurança | Para proteger dados confidenciais do usuário como rotas e comandos | Desenvolver Recursos de Seguranças |
| RNF03 | Adaptabilidade | O robô deve ser capaz de ser adaptar aos vários tipos de ambientes descritos em seu escopo | Promover desempenho e efetividade nas tarefas do robô |
| RNF04 | Sistema de refrigeração | Possuir um sistema de ventilação para a proteção da bateria e componentes eletrônicos | Proteger bateria e componentes eletrônicos |
| RNF05 | Sistema de refrigeração único para microprocessador | Possuir sistema de ventilação único para o microprocessador | Ajudar no desempenho do processador |
| RNF06 | Identificação de chuva | Possuir sensor de chuva e sistema que garanta ao usuário ir para local seco em caso de chuva | Assegurar que usuário irá para ambiente seco caso esteja chovendo |

| | | | |
|-------|---------------------------------------|--|---|
| RNF07 | Manutenibilidade | Garantir que os sistemas internos não molhem e que carcaça seja de fácil higienização | Proteger os sistemas internos e facilidade na manutenção preventiva |
| RNF08 | Dimensões compactas | Tamanho e peso compatíveis com o uso em locais fechados | Atuar em locais abertos e fechados |
| RNF09 | Compartimento para outros subsistemas | Comportar motores, bateria, componentes eletrônicos, eixos, engrenagens, mecanismos etc | Comportar demais componentes do sistema como todo |
| RNF10 | Confiabilidade | O sistema deve informar o usuário em casos de falhas, como estado da bateria e instabilidade de conexão com a internet | Apresentar confiabilidade ao usuário |
| RNF11 | Facilidade de uso do sistema | O sistema deve ser intuitivo e de fácil utilização | Tornar a aprendizagem e uso o mais fácil possível para o usuário |
| RNF12 | Manutenibilidade - Modularidade | O sistema deve seguir padrões de desenvolvimento claros | Tornar menos custosa o desenvolvimento e manutenção |
| RNF13 | Eficiência | O sistema deve usar apenas o necessário de seus recursos | Manter uma maior otimização do sistema |
| RNF14 | Usabilidade | O sistema deve ser claro quanto as suas instruções | Para que o usuário possua clareza de suas ações no uso do sistema |
| RNF15 | Segurança | O sistema deve manter segurança no tráfego dos dados do usuário | Para que o sistema atue dentro das normas e leis estabelecidas quanto ao uso de dados |
| RNF16 | Portabilidade | O sistema deve possuir peças e módulos de fácil substituíbilidade | Para garantir rapidez e eficiência de custo ao necessitar de um reparo ou manutenção |

| | | | |
|-------|----------------|---|---|
| RNF17 | Confiabilidade | O sistema deve ser capaz de se recuperar em caso de falhas não programadas ou esperadas | Para que evite que o usuário se depare com mal funcionamentos |
| RNF18 | Leveza | O sistema deve ser leve para ajudar na boa autonomia da bateria | Melhor durabilidade da bateria |

2.2 Arquitetura Geral da Solução

A Figura 1 visa mostrar de forma geral como a integração dos subsistemas do DoGuide irão resolver e entregar a proposta do produto. Nas subseções a seguir será discorrido como cada subsistema implementará suas respectivas soluções.

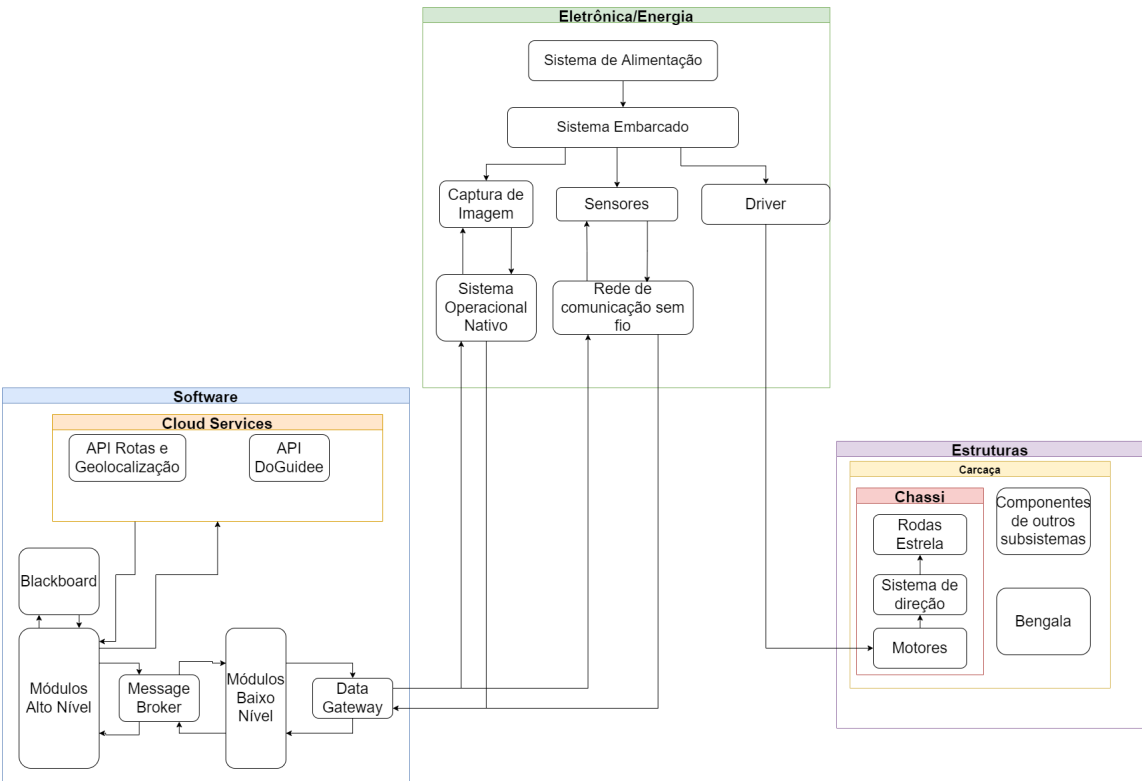


Figura 1 – Diagrama Geral da Solução do DoGuide.Fonte: Autoria Própria

2.2.1 Arquitetura Geral de Eletrônica e Energia

Para melhor entendimento da arquitetura de Eletrônica, é importante inferir algumas informações. Sendo assim, serão explicadas as definições de sensor, atuador, microprocessador e microcontrolador. Os sensores são dispositivos quem tem uma sensibilidade

a algum fator energético no ambiente no qual ele está inserido e tem o objetivo de retornar ao sistema informações de grandezas mensuráveis como: profundidade, temperatura, posição, velocidade, aceleração, dentre outros. Os sensores são divididos em analógicos, em que sua saída pode assumir vários valores com o passar do tempo dentro da sua faixa de operação, e digitais, que sua saída assume somente dois valores em sua saída: zero e um (WENDLING, 2010).

Os atuadores são componentes que tem a capacidade de converter energia, sejam elas elétrica, hidráulica ou pneumática, em energia mecânica (INÁCIO, 2009). Os atuadores que serão utilizados no DoGuide tem o objetivo de converter energia elétrica em energia mecânica, sendo relês e motores em corrente contínua. Enquanto o *driver* é utilizado para posicionamento com maior precisão dos atuadores em questão, ele é responsável pelo controle dos movimentos dos motores. (BANARCOSO V. NOLL, 2008)

Os microprocessadores são circuitos integrados que executam instruções, dadas a ele por meio de um programa, como operações aritméticas, lógica booleana, podendo também controlar a entrada e saída de dados, permitindo a comunicação com outros dispositivos e periféricos, sendo necessária a composição com outros dispositivos para o seu funcionamento como: memória, controladores de entrada e saída de dados, memória de acesso rápido (Random Access Memory (RAM)), etc. (PEREIRA et al., 2011). Os microcontroladores são circuitos integrados que possuem Unidade Central de Processamento (CPU em inglês) (CPU), uma Unidade Lógico-Aritmética (ULA) e um microprocessador, além de possuírem também os periféricos para comunicação serial, timers, osciladores e dispositivos de I/Os (Entradas/Saídas) (MARTINAZZO et al., 2014). De forma geral, os microcontroladores possuem microprocessadores mais fracos do que os microprocessadores que trabalham com componentes separados, devido a sua complexidade. Na figura 2 é possível observar o diagrama de blocos de um microcontrolador.

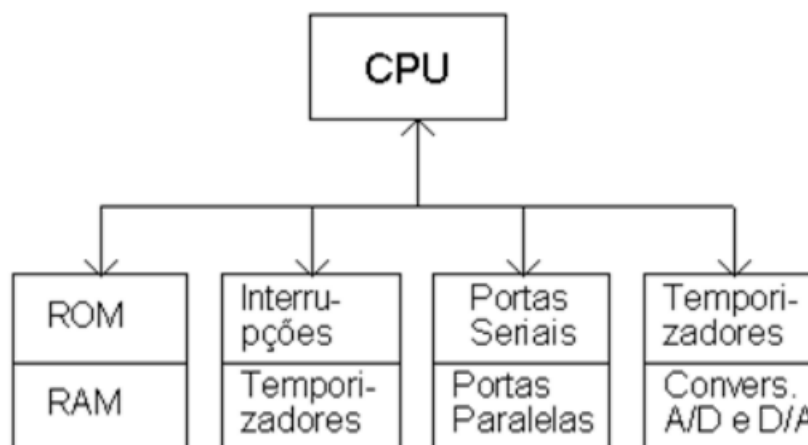


Figura 2 – Diagrama de blocos de um microcontrolador. Fonte: (PEREIRA et al., 2011)

Para o bom êxito do projeto, é necessário que seja pensada uma arquitetura de

processamento, em relação aos microcontroladores e processadores que serão escolhidos, do robô que não seja superdimensionada tampouco subdimensionada. Com uma arquitetura superdimensionada o projeto ficaria com um poder de processamento maior do que o necessário, além do desperdício de componentes e portas General Purpose Input/Output (GPIO), o que tornaria o projeto com um custo financeiro de fabricação maior, além da necessidade de maior alocação desses componentes devido ao seu tamanho. Com uma arquitetura subdimensionada o robô precisará de uma quantidade de processamento maior do que a disponível, o que trará lentidão e comprometimento do funcionamento correto da máquina. Por isto, foi optado por não fazer a escolha dos microcontroladores, processadores ou System on Chip (SoC) que serão utilizados pelo DoGuide, refinando esses detalhes de acordo com as necessidades e especificações que surgirão no decorrer do projeto.

Para a Arquitetura Geral de Eletrônica foi observado os requisitos do sistema do produto *DoGuide*, buscando dar suporte de processamento dos dados e controle dos sensores e atuadores, assim envolvendo todas as áreas. A arquitetura em questão será organizada com a "Central de Processamento" que será desempenhada por um computador de placa única (representado pelo microprocessador e microcontrolador na figura 3) que receberá as informações além de desempenhar o controle dos seguintes sistemas: Captura de Imagem, Locomoção, Localização, Posição, Iluminação, Identificação de Chuva, Comunicação e Conexão. A figura 3, mostra a arquitetura geral da solução de Eletrônica para o atual projeto.

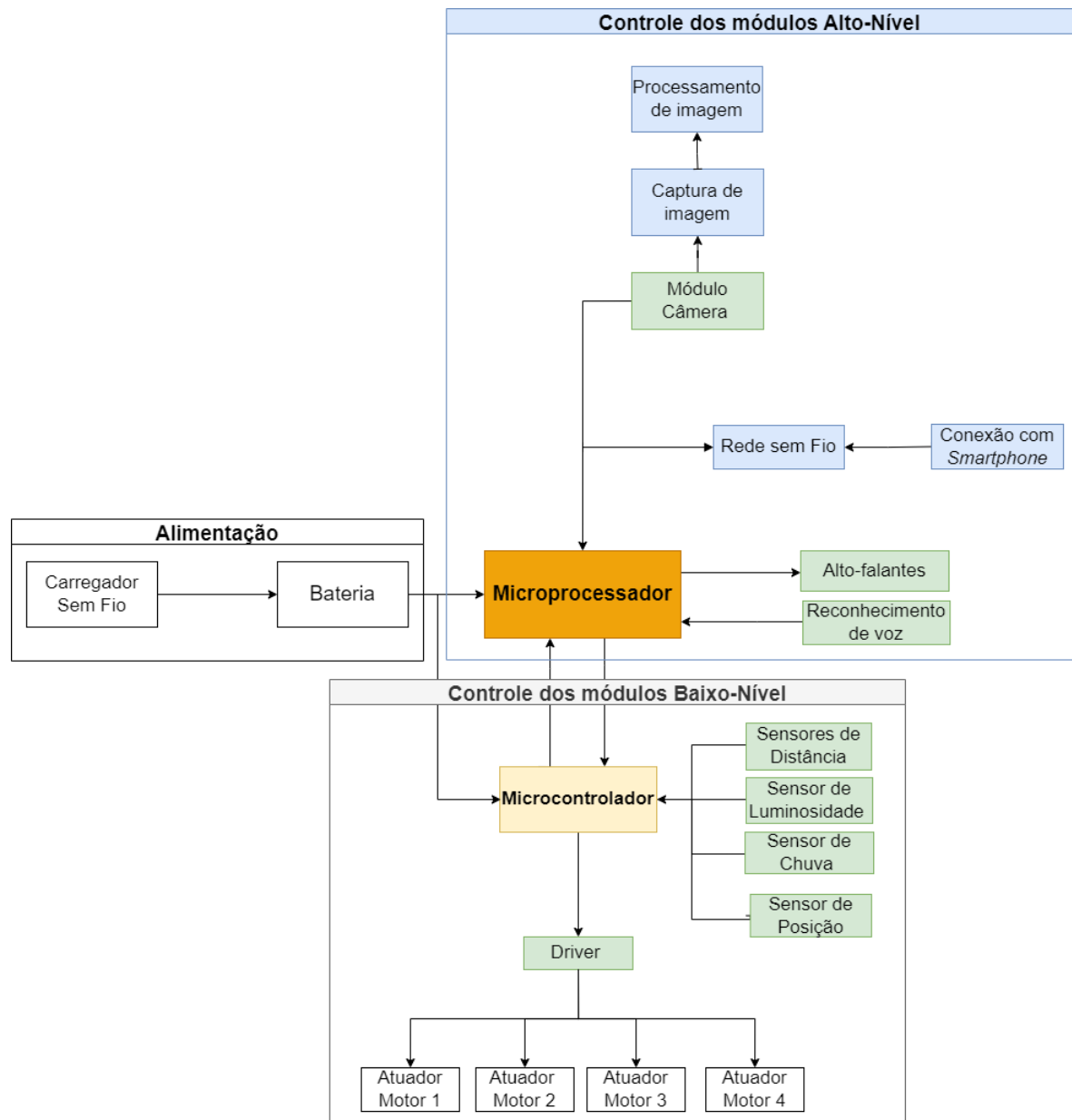


Figura 3 – Diagrama Geral da Solução de Eletrônica. Fonte: Autoria Própria

Para o alinhamento correto do *DoGuide* em relação ao usuário, ou seja, para a identificação de que o robô está andando para frente, os sensores de posição serão necessários. No desvio de obstáculos frontais em 2 metros a frente, de buracos de até 40 centímetros de profundidade e em altura de até 2 metros, os sensores de distância serão utilizados e alocados de maneira calculada para identificar com melhor precisão estes empecilhos no caminho. Na comunicação com o usuário serão utilizados alto-falantes e módulo de reconhecimento de voz. Para se fornecer uma localização efetiva ao usuário, será utilizado o módulo Global Positioning System ([GPS](#)). Já a conexão com o *smartphone* será realizada por rede sem fio o que permitirá a integração do [GPS](#) do próprio celular do usuário com o produto (*DoGuide*) por meio Application Programming Interface ([API](#)).

Pensando na segurança e viabilidade do sistema mesmo em adversidades, se pensou em rotas de segurança caso comece a chover no meio do percurso, onde a partir do momento que o produto perceber que está chovendo, a rota mudará para o local abrigado até que a chuva pare, para este requisito se empregará o módulo sensor de chuva. Para garantir a eficácia da câmera em locais escuros e pouco iluminados, será disposto um sensor de luminosidade que quando não detectar certa quantidade de luz, acionará o sistema de iluminação do *DoGuide* e possibilitará a funcionalidade da câmera mesmo em tais ambientes.

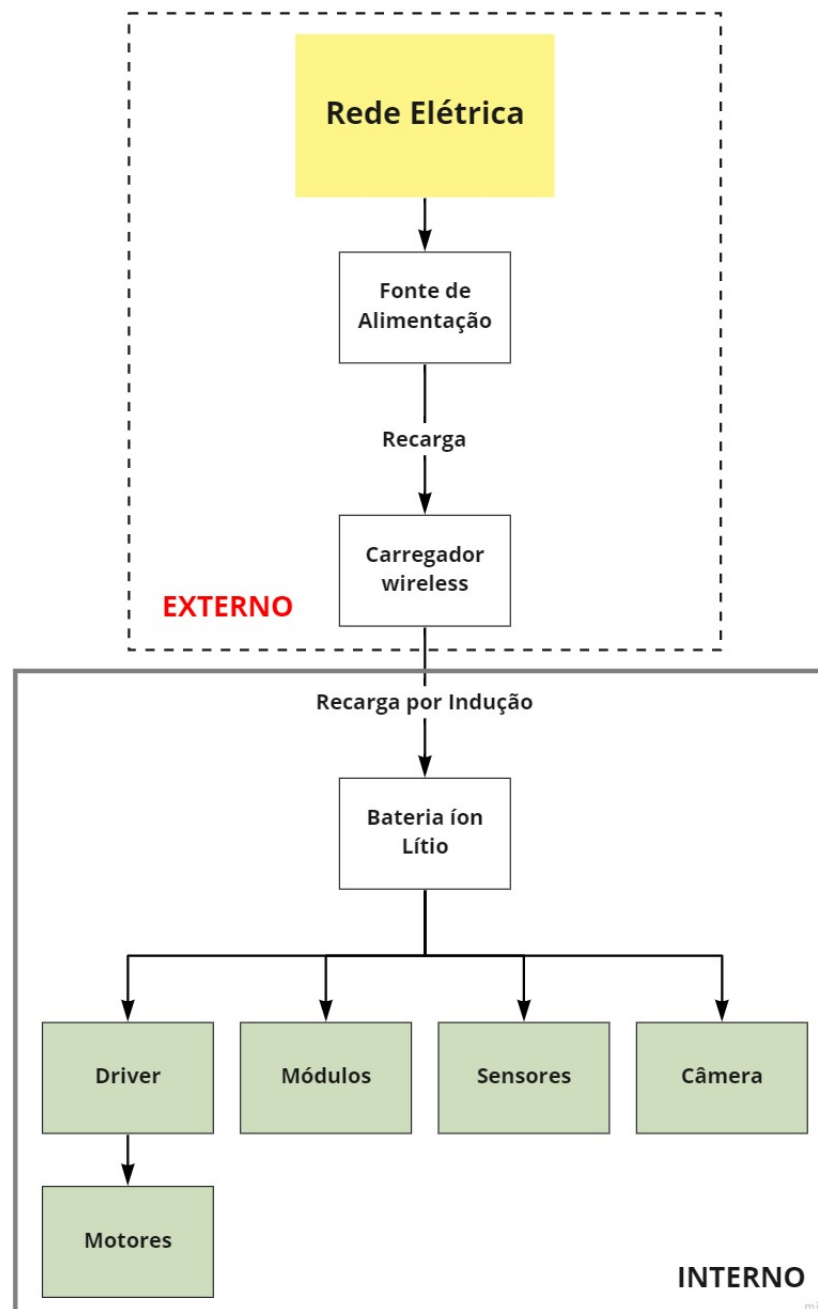


Figura 4 – Diagrama Geral da Solução de Energia.Fonte: Autoria Própria

Enquanto a Arquitetura Geral de Energia, consiste na solução energética por meio

de uma bateria de lítio recarregável que funcionará como fonte de alimentação para todos componentes do produto, desde a Central de Processamento e Controle, câmeras, sensores, até os sistemas do produto, incluindo os motores e aos componentes ligados a eles, câmera e sensores. Como pode ser observado na figura 4 .

O carregamento destas baterias se dará por meio de um adaptador receptor com o intuito de um carregamento sem fio, este deverá estar em contato com a superfície de um carregador *wireless* para que a recarga seja concluída de forma rápida e eficaz.

Este formato de alimentação foi definido com base na necessidade de movimentação e funcionamento do *DoGuide*. Ressalta-se que a escolha do uso de bateria alimentada por meio da rede elétrica foi feita em detrimento do uso de painel solar fotovoltaico, cogitado inicialmente. Por ser um equipamento que atuará sendo utilizado pelo usuário durante sua movimentação, um dos principais requisitos estruturais foi que o peso do produto não fosse elevado e fosse compacto. Assim, o uso de uma estrutura fotovoltaica não só elevaria o peso, como também dificultaria o transporte do item, quando necessário, pelo utilizador. Além desses fatores, tem-se também o risco de aquecimento do *DoGuide*, causado pelas células solares, que poderia vir a causar danos à saúde do usuário pela exposição contínua à fonte de calor.

Portanto, com isso em vista e sabendo que o uso de baterias recarregáveis têm se tornado cada vez maior em diversos produtos eletrônicos, principalmente por possuírem um ciclo de vida elevado, alta densidade de potência, possuírem diversos tamanhos e serem menos agressoras ao meio ambiente. Atualmente, há 5 modelos de bateria que são altamente utilizadas em equipamentos eletrônicos e são elas: Íon-Lítio (*Li-ion*), Polímero de Lítio (*LiPo*), Chumbo-ácido, Níquel-Cádmio (*NiCd*) e Níquel-Metal Hidreto (*NiMH*). Assim, a tabela a seguir (*TRINDADE, 2006*) foi usada como base para selecionar o tipo de bateria que mais condiz com as necessidades do produto.

Tabela 4 – Tipos de Bateria. *Fonte: (TRINDADE, 2006)*

| Tipo de bateria | Vida útil (ciclos) | Tensão da célula | Densidade de Energia (Wh/kg) | Tempo para re-carga |
|----------------------|--------------------|------------------|------------------------------|---------------------|
| Íon-Lítio | 600-3000 | 3.6 | 110-160 | 2 a 4h |
| Polímero de Lítio | 600-3000 | 3.7 | 100-130 | 2 a 4h |
| Chumbo-ácido | 200-300 | 2.0 | 30-50 | 16h |
| Níquel-Cádmio | 500-1000 | 1.2 | 45-80 | 1h |
| Níquel-Metal Hidreto | 500-1000 | 1.2 | 60-120 | 1 a 4h |

Assim, tendo em vista os dados apresentados na Tabela 4, as baterias de íon-lítio apresentam melhor densidade de energia e potência, maior valor de tensão por célula, melhor eficiência durante o carregamento e são mais fáceis de serem adquiridas no mercado, caso necessário.

2.2.2 Arquitetura Geral do Software

A Arquitetura Geral de Software para o *DoGuide* consiste de três pilares cruciais para que a solução entregue o resultado esperado, espelhando-se em soluções já existentes como serviços em Nuvem, integração com serviços de terceiros e uma arquitetura robusta para ser utilizada na parte Robótica do produto (DUDEK; JENKIN, 2010), tendo em vista o principal desafio a autonomia do *DoGuide* em reconhecer e mapear a área ao seu redor e conseguir responder e sugerir ações para o usuário assistida de uma inferência de modelo de Visão Computacional (FERREIRA; SANTOS; SCHETTINO, 2018) usando-se Redes Neurais Profundas(Deep Learning) (RUAN et al., 2019), para garantir uma melhor acurácia e performance.

A principal função do *DoGuide* é ser um guia seguro e confiável, e ao mesmo tempo oferecer comodidade e conforto, pensando nisso o *DoGuide* deve implementar integrações com serviços de terceiros como Google e Moovit para uma maior segurança e conforto do usuário ao transitar em meio urbano e ao utilizar transporte público, utilizando-se desses serviços que são denominados *MaaS* Figura 5.

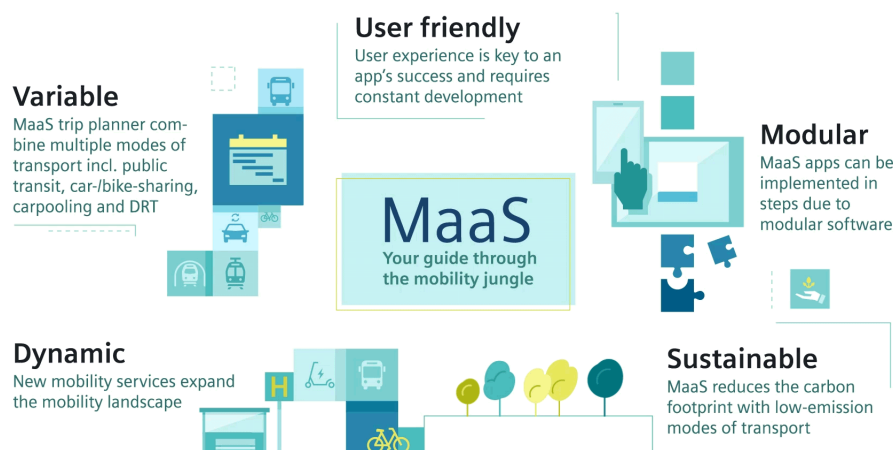


Figura 5 – Mobilidade como Serviço(Mobility as a Service).Fonte: (SIEMENS, 2020)

O sistema de robótica contará com uma arquitetura Assíncrona Orientada a Eventos combinado com um padrão de Mensageria, que é uma solução para que sistemas distribuídos possam se comunicar por meio de eventos(mensagens) gerenciadas por um módulo

central utilizando protocolo Advanced Message Queuing Protocol (AMQP), e o padrão Blackboard (Quadro-Negro) (LIMSOONTHRAKUL et al., 2009), onde uma base de conhecimento comum é continuamente populada por diversos tipos de dados específicos de onde é possível retirar uma solução, sendo utilizado bastante para soluções em carros autônomos.

Com isso temos os principais pontos do *DoGuide* focando na experiência do usuário, segurança e conforto. Utilizando de serviços em nuvem para maior escalabilidade e menor custo, assim como uma robusta arquitetura para a implementação robótica do produto.

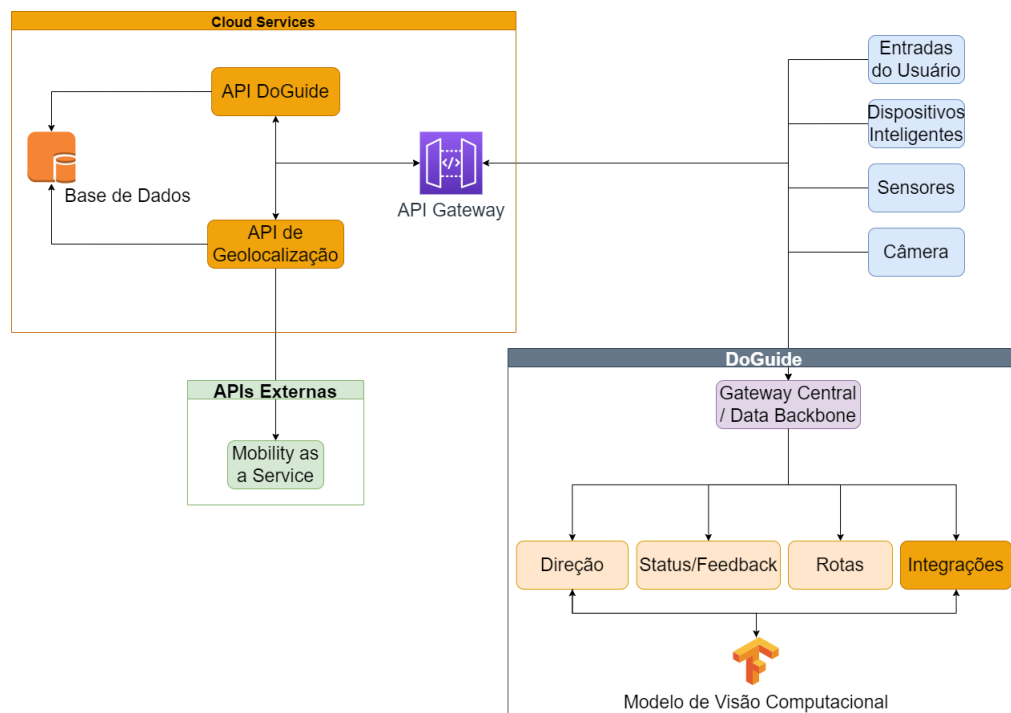


Figura 6 – Diagrama Geral da Solução do Software. Fonte: Autoria Própria

2.2.3 Arquitetura da Estrutura

Na concepção estrutural do *DoGuide*, foram consideradas as arquiteturas de projetos já existentes no mercado como o robô guia Lysa, mostrado na Figura 7, e o protótipo da Faculdade de Tecnologia de Catanduva (FATEC) em São Paulo, apresentado na Figura 8. Ambos apresentam uma estrutura principal que acomoda todos os componentes e rodas dispostas em formato de triciclo. No entanto, ambos apresentam a limitação de não ultrapassar pequenos obstáculos, incluindo meio-fio.



Figura 7 – Robô-guia Lysa. Fonte: (RNP, 2020)



Figura 8 – Projeto de robô-guia da FATEC. Fonte: (GONCALVES, 2019)

Com o intuito de atender esse requisito, além de ser capaz de operar em terrenos irregulares, o *DoGuide* deve incorporar a roda estrela presente em carrinhos de carga, como o apresentado na Figura 9.

Assim, é apresentado na Figura 10 o esboço do *DoGuide*. Uma estrutura compacta e leve inspirada nos modelos concorrentes, mas capaz de passar por pequenos obstáculos como buracos, subir e descer meios-fios, além de terrenos irregulares. Para atender todas as demandas, o cão-guia robô dispõe de um pequeno chassi de metalon que deve abrigar itens como motores, sistemas de engrenagens, baterias e componentes eletrônicos, dentre outros. O metalon é escolhido pela sua leveza mas também por suas propriedades mecânicas e facilidade de obtenção e usinagem.

Envolvendo o chassi, são incluídas duas carcaças fabricadas em materiais poliméricos. Essas carcaças têm a função de proteger o chassi e demais componentes por ele



Figura 9 – Exemplo de carrinho de carga com roda estrela. Fonte: (CARROLEVE, 2022)

abrigado, além de ser facilmente removível para manutenção e higienização do *DoGuide*. A opção por material polimétrico é também feita com base nas características de leveza e propriedades mecânicas que atendem os requisitos de projeto.

O sistema de tração, por sua vez, deve ser composto de um motor para cada uma das quatro rodas estrela, permitindo que o robô suba ou desça meios-fios, por exemplo. Com isso, o *DoGuide* deve possuir quatro motores no total, sendo que o torque de cada motor deve ser transmitido às demais rodas por conjuntos de engrenagens. Já o sistema de direção do produto deve ser feito através do controle de rotação de cada roda estrela, isto é, o lado contrário ao qual pretende-se virar deve possuir velocidade de rotação menor.

Além disso, para oferecer maior comodidade e versatilidade ao usuário, o *DoGuide* deve ter compatibilidade com bengalas para cegos já encontradas no mercado. Assim, o usuário não fica "refém" de um modelo específico próprio do sistema. O presente produto deve permitir que o usuário encaixe ou desencaixe a bengala que já possui.

Assim sendo, a princípio, o *DoGuide* é projetado com as dimensões mostradas na Figura 11 e peso aproximado de 4 kg.

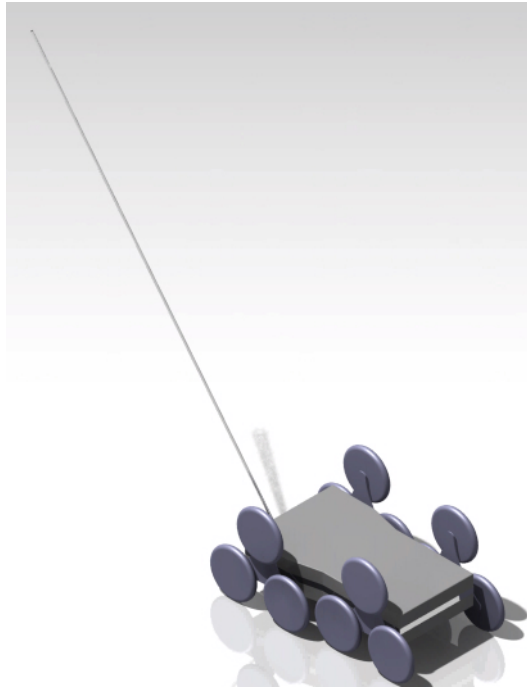


Figura 10 – Esboço do *DoGuide*. Vista em perspectiva. Fonte: Autoria Própria.

2.2.4 Arquitetura do Software

A Arquitetura do Software será feita baseando-se nos dois contextos da solução, uma arquitetura para o robô como pode ser visto na Figura 12 que conterà toda a integração com Eletrônica e Estruturas mais a parte que diz respeito as respostas e interações com o usuário e serviços em nuvem, e o segundo contexto dos serviços em nuvem que ampliam as funcionalidades do *DoGuide* presente na Figura 13, como o planejamento de rotas para viagens, comunicação com serviços externos e base de dados.

Para a Arquitetura do robô presente na Figura 12 foram escolhidas uma Arquitetura Assíncrona (GAT, 1991) (GAT, 1992) baseada em eventos (LIMSOONTHRAKUL et al., 2009), utilizando um padrão de Mensageria (Publisher-Subscriber (PubSub)), proporcionando à solução uma robustez ao lidar com os vários tipos de entrada que o sistema pode ter e responder aos mesmos sem bloquear o funcionamento da aplicação.

E para a Arquitetura dos serviços em nuvem, deverá implementar uma arquitetura Hexagonal (MARTIN, 2017) como apresentado na Figura 13, pela alta manutenibilidade, pela facilidade de testar seus módulos, e ser independente e agnóstico do mundo externo por conta de seus adaptadores e portas, permitindo manter o domínio da aplicação intacto gerando pouco acoplamento entre os módulos (camadas). As APIs devem seguir os padrões Representational State Transfer (REST) para comunicação utilizando protocolo Hypertext Transfer Protocol (HTTP). A API deverá estar disponível em nuvem para consumo e integração com o robô, e a implementação da infraestrutura em nuvem permite um menor gasto em infraestrutura, maior escalabilidade e rapidez para pipelines de

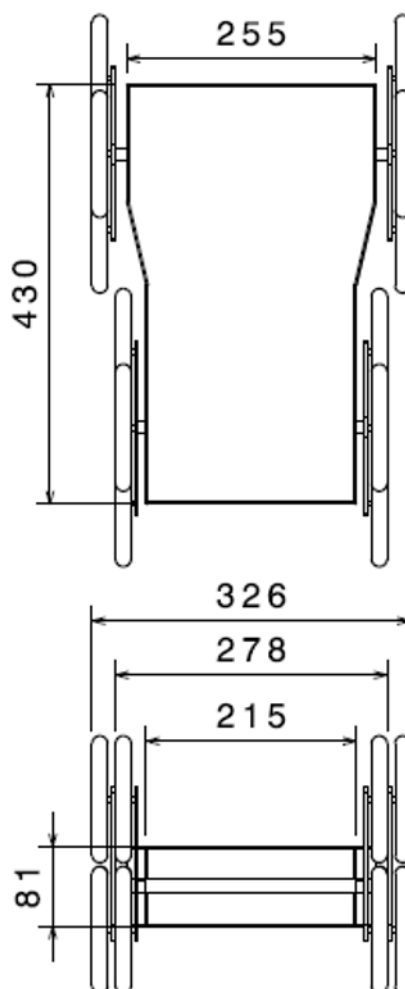


Figura 11 – Vistas frontal e superior do *DoGuide* com estimativas de tamanho. Dimensões em milímetros. Fonte: Autores.

Continuous Integration ([CI](#)) e Continuous Delivery ([CD](#)).

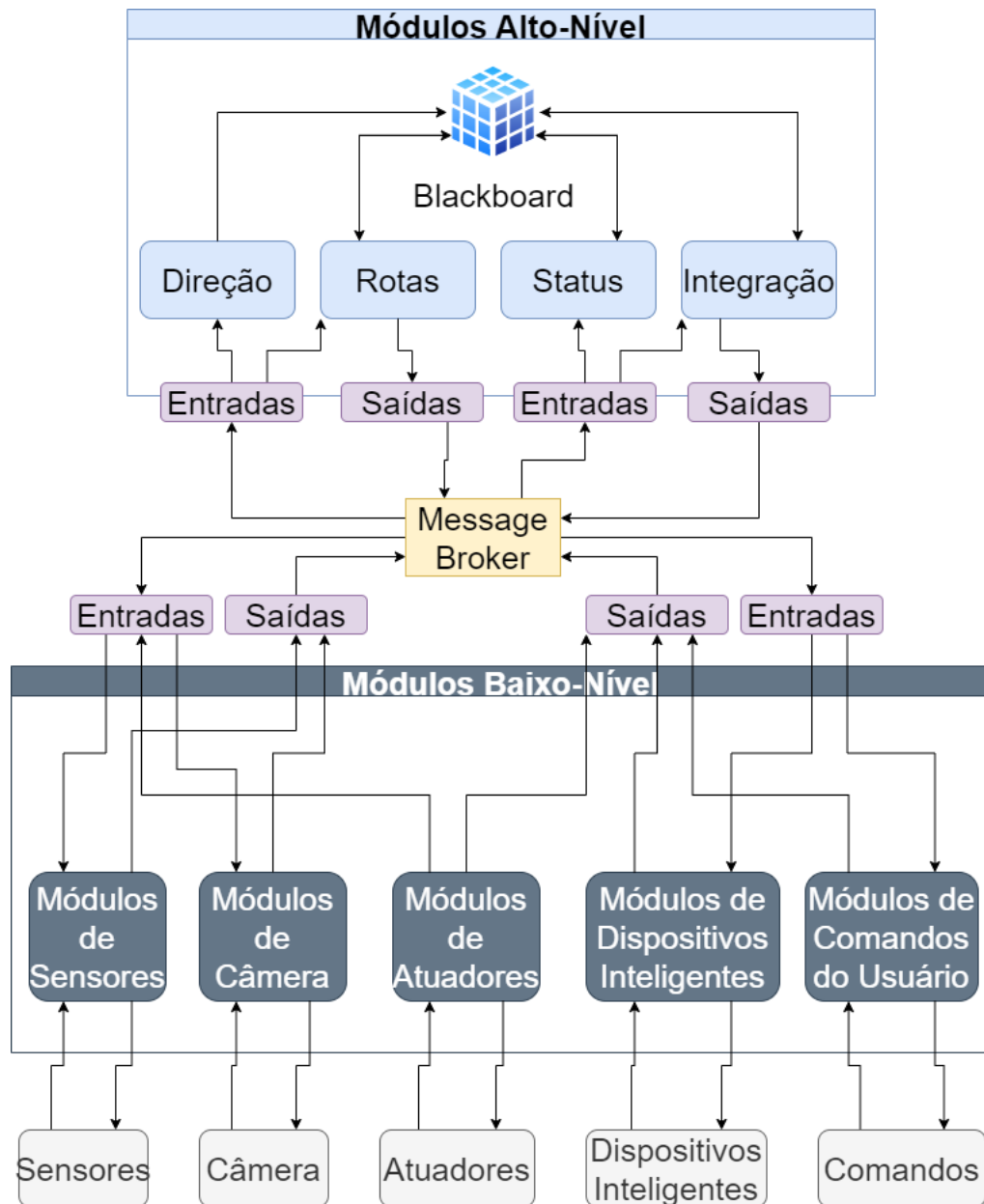


Figura 12 – Arquitetura Assíncrona utilizando padrão Mensageria e Blackboard. Fonte: Autores.

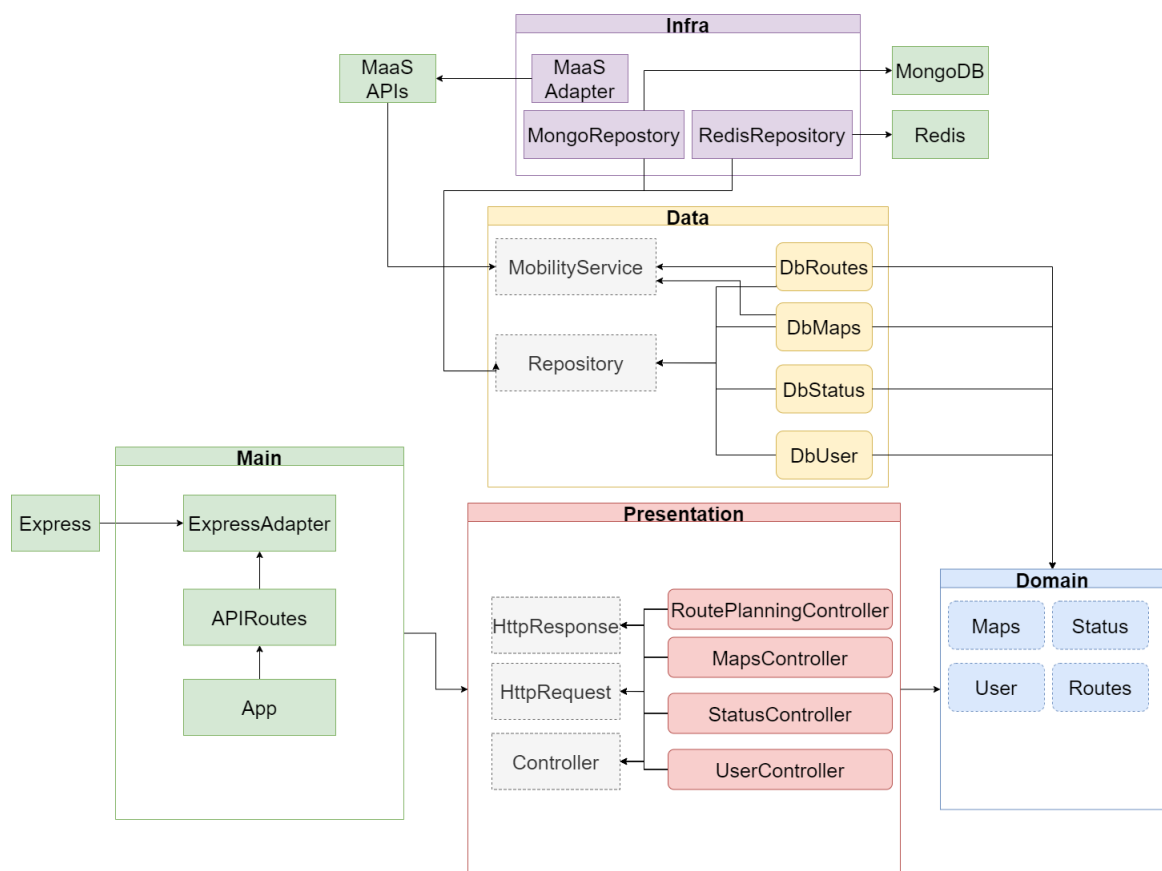


Figura 13 – Arquitetura Hexagonal. Fonte: Autores.

Referências

ARBEX, G. Saiba quanto custa o processo de formação de um cão guia. 2019. Disponível em: <<https://forbes.com.br/colunas/2019/11/saiba-quanto-custa-o-processo-de-formacao-de-um-cao-guia/>>. Citado na página 5.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9050*: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. Citado na página 6.

BANARCOSO V. NOLL, B. M. G. N. G. Desenvolvimento de um driver de corrente didático para acionamento de motores de passo aplicados ao ensino de eletrônica de potência e mecatrônica. 2008. Disponível em: <<https://sobraep.org.br/site/uploads/2018/06/rvol13no2p10.pdf>>. Citado na página 14.

BARBOSA, I. Pessoas com deficiência visual relatam seus maiores obstáculos. 2019. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/pessoas-com-deficiencia-visual-relatam-seus-maiores-obstaculos/98782/>>. Citado na página 5.

BRASIL. Lei nº 11.126, de 27 de junho de 2005. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111126.htm>. Citado na página 5.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm>. Citado na página 5.

CARROLEVE. Carrinho de carga armazém capacidade 250kg com roda estrela - carroleve-crarm250ste7r. 2022. Disponível em: <<https://www.lojadomecanico.com.br/produto/145477/42/447/carrinho-de-carga-armazem-capacidade-250kg-com-roda-estrela-carroleve-crarm250ste7r>>. Citado na página 22.

DUDEK, G.; JENKIN, M. *Computational Principles of Mobile Robotics*. 2nd. ed. USA: Cambridge University Press, 2010. ISBN 0521692121. Citado na página 19.

FERREIRA, F. C.; SANTOS, M. F.; SCHETTINO, V. B. Computational vision applied to mobile robotics with position control and trajectory planning: Study and application. In: *2018 19th International Carpathian Control Conference (ICCC)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 253–258. Citado na página 19.

GAT, E. Integrating reaction and planning in a heterogeneous asynchronous architecture for mobile robot navigation. *SIGART Bull.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 2, n. 4, p. 70–74, jul 1991. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/122344.122357>>. Citado na página 23.

GAT, E. Integrating planning and reacting in a heterogeneous asynchronous architecture for controlling real-world mobile robots. In: *AAAI*. [S.l.: s.n.], 1992. v. 1992, p. 809. Citado na página 23.

GONCALVES, D. O cão-guia robótico pode ser uma realidade nas ruas brasileiras em breve. 2019. Disponível em: <<https://www.redbull.com/br-pt/cao-guia-robotico>>. Citado na página 21.

IBGE. *Censo Demográfico 2010: Características Gerais da População, Religião e Pessoas com Deficiência*. Rio de Janeiro, Brasil, 2010. 211 p. Citado na página 4.

INÁCIO, M. J. Sensores e atuadores. *Faculdade de Ciências do Tocantins*, 2009. Citado na página 14.

LENSCOPE. . cão-guia: quando é indicado e como ter. 2021. Disponível em: <<https://lenscope.com.br/blog/cao-guia/>>. Citado na página 5.

LIMSOONTHRAKUL, S. et al. A modular system architecture for autonomous robots based on blackboard and publish-subscribe mechanisms. In: . [S.l.: s.n.], 2009. p. 633 – 638. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 23.

MARTIN, R. C. Clean architecture. In: *A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 148–158. Citado na página 23.

MARTINAZZO, C. A. et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. *Revista Perspectiva*, v. 38, n. 143, 2014. Citado na página 14.

NSK. Nsk improves lighbot (guide robot with indoor navigation and obstacle avoidance). 2015. Disponível em: <<https://www.nsk.com/company/news/2015/press1202d.html#>>. Citado na página 7.

PEREIRA, L. A. M. et al. Software embarcado, o crescimento e as novas tendências deste mercado. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, v. 6, n. 6, p. 85–94, 2011. Citado na página 14.

RNP. Mobilysa: Autonomia, confiança e mobilidade para os deficientes visuais. 2020. Disponível em: <<https://www.rnp.br/noticias/mobilysa-autonomia-confianca-e-mobilidade-para-os-deficientes-visuais>>. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 21.

RUAN, X. et al. Mobile robot navigation based on deep reinforcement learning. In: *2019 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 6174–6178. Citado na página 19.

SIEMENS. Mobility as a service (maas) empowering intermodal mobility. 2020. Disponível em: <<https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/intermodal/mobility-marketplace.html>>. Citado na página 19.

SILVA, R. Além do cão guia: como funciona o treinamento dos cães de assistência. 2021. Disponível em: <<https://canaldopet.ig.com.br/guia-bichos/cachorros/2021-07-08/alem-do-cao-guia--como-funciona-o-treinamento-dos-caes-de-assistencia.html>>. Citado na página 5.

SOUZA, J. Cão guia - o seu guia completo sobre o assunto. 2020. Disponível em: <<https://www.petfriendlyturismo.com.br/2020/12/03/tudo-sobre-cao-guia/>>. Citado na página 4.

TRINDADE, R. H. L. Estudo das características de baterias recarregáveis possíveis de serem utilizadas no projeto satélite universitário. 2006. Disponível em: <<http://www.bibl.it.br/xiiencita/ELE-12.pdf>>. Citado na página 18.

VENTURA, L. S. Fila para obter cão-guia no brasil tem mais de 500 pessoas. 2021. Disponível em: <<https://brasil.estadao.com.br/blogs/vencer-limites/fila-para-obter-cao-guia-no-brasil-tem-mais-de-500-pessoas/>>. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

WENDLING, M. Sensores. *Universidade Estadual Paulista. São Paulo*, v. 2010, p. 20, 2010. Citado na página 14.

APÊNDICE A – Aspectos de gerenciamento do projeto

A.1 Termo de abertura do projeto

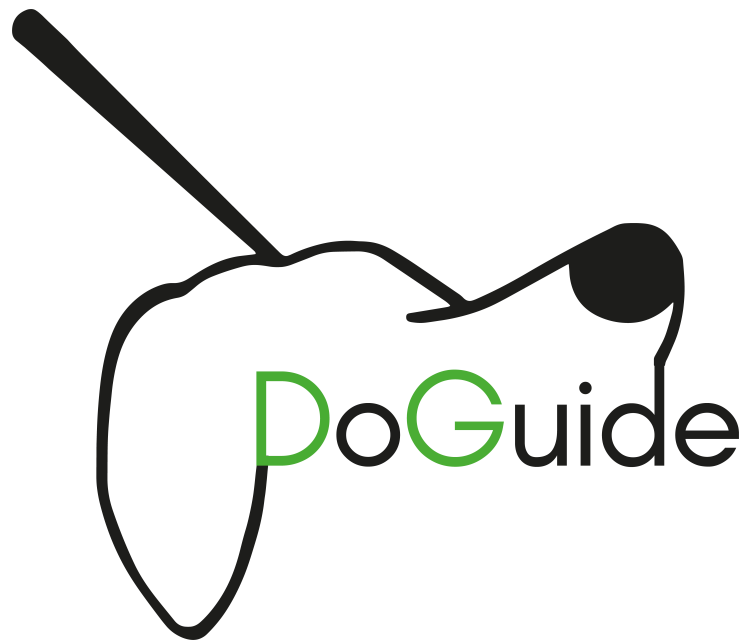


Figura 14 – Logomarca do produto *DoGuide*. Fonte: *Autoria Própria*

O *DoGuide* é um robô que consegue executar as funções de um cão-guia, com características de evitar colisões em altura e em obstáculos à frente, evitar acidentes envolvendo profundidade, desvio automático dos obstáculos e alerta por voz.

A.1.1 Orçamento preliminar

A.1.1.1 Orçamento preliminar de Eletrônica e Energia

Os custos de aquisição incluem equipamentos, espaço de trabalho, transporte e alimentação para 3 engenheiros eletrônicos e 2 engenheiros de Energia.

Tabela 5 – Orçamento estimado de aquisição -
Eletrônica e Energia. Fonte: *autoria própria*.

| Recurso | Quantidade | Custo unitário | Custo total |
|------------------------|------------|----------------|---------------|
| Apple MacBook Air (M1) | 5 | R\$ 8.000,00 | R\$ 40.000,00 |

| | | | |
|--------------|---------|--------------------|---------------|
| Coworking | 2 meses | R\$ 2.100,00 (mês) | R\$ 2.100,00 |
| Transporte | 42 dias | R\$ 22,00 (dia) | R\$ 924,00 |
| Alimentação | 42 dias | R\$ 60,00 (dia) | R\$ 2.520,00 |
| Total | - | - | R\$ 45.544,00 |

Segue o orçamento preliminar dos componentes eletrônicos para a confecção de um produto.

Tabela 6 – Orçamento estimado de componentes -
Eletrônica e Energia. *Fonte: autoria própria.*

| Componente | Quantidade | Custo unitário | Custo Total |
|--|------------|----------------|-------------|
| Raspberry Pi 4 Model B (componente ainda não confirmado no projeto, sendo assim uma possibilidade) | 1 | R\$ 949,00 | R\$ 949,00 |
| MSP430F5438IPZ (componente ainda não confirmado no projeto, sendo assim uma possibilidade) | 1 | R\$ 60,00 | R\$ 60,00 |
| Módulo MP3 DF-Player Mini | 1 | R\$ 27,90 | R\$ 27,90 |
| Acelerômetro e Giros-cópio | 1 | R\$ 19,90 | R\$ 19,90 |
| Conversor de Nível Lógico RC | 1 | R\$ 5,90 | R\$ 5,90 |
| Sensor de Luminosidade | 2 | R\$ 1,40 | R\$ 2,80 |
| Módulo GPS com Antena | 1 | R\$ 79,00 | R\$ 79,00 |
| Módulo Câmera para Raspberry Pi | 1 | R\$ 49,90 | R\$ 49,90 |
| Sensor de Chuva | 1 | R\$ 7,30 | R\$ 7,30 |

| | | | |
|---|-----|---------------|---------------------|
| Módulo Sensor de Distância Ultrassônico | 5 | R\$ 14,90 | R\$ 74,50 |
| Módulo de Reconhecimento de Voz | 1 | R\$ 185,98 | R\$ 185,98 |
| Driver Ponte H | 2 | R\$ 27,50 | R\$ 49,00 |
| Painel de led | 2 | R\$ 29,50 | R\$ 59,00 |
| Jumpers Macho-Fêmea | 120 | R\$ 12,9040un | R\$ 38,70 |
| Jumpers Macho-Macho | 80 | R\$ 16,0640un | R\$ 32,12 |
| Total | - | - | R\$ 1.641,00 |

Custo dos instrumentos necessários para confecção do produto no contexto de Eletrônica e Energia, está listada na tabela 7.

Tabela 7 – Orçamento de Instrumentos Necessários -
Eletrônica e Energia. *Fonte: autoria própria.*

| Instrumento | Quantidade | Custo unitário | Custo Total |
|-------------------------------|------------|----------------|---------------------|
| Multímetro | 3 | R\$ 404,00 | R\$ 1.212,00 |
| Estação de solda | 1 | R\$ 570,00 | R\$ 570,00 |
| Ferro de solda + sugador | 3 | R\$ 75,00 | R\$ 225,00 |
| Conjunto de alicates Mini | 1 | R\$ 130,00 | R\$ 130,00 |
| Osciloscópio | 1 | R\$ 3.980,00 | R\$ 3.980,00 |
| Jogo de pinças anties-táticas | 1 | R\$ 46,00 | R\$ 46,00 |
| Jogo de chaves de pre-cisão | 1 | R\$ 25,00 | R\$ 25,00 |
| Lupa de mesa com LED e garras | 1 | R\$ 120,00 | R\$ 120,00 |
| Manta anti-estática | 1 | R\$ 94,00 | R\$ 94,00 |
| Pontas de prova | 3 | R\$ 48,90/par | R\$ 146,70 |
| Protoboard | 3 | R\$ 150,00 | R\$ 150,00 |
| Total | - | - | R\$ 6.998,70 |

O salário dos funcionários foi estimado utilizando a média salarial para o cargo.

Tabela 8 – Custo de funcionários -
Eletrônica e Energia. *Fonte: Autoria Própria.*

| Carga | Quantidade | Salário | Custo mensal |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|
| Engenheiro Eletrônico | 3 | R\$ 7.756,00 | R\$ 40.000,00 |
| Engenheiro de Energia | 2 | R\$ 7.756,00 | R\$ 2.100,00 |
| Total | 5 | - | R\$ 38.780,00 |

Serão necessários três engenheiros eletrônicos para o planejamento e execução do sistema eletrônico do produto, e dois engenheiros de energia para o dimensionamento e implementação do sistema de alimentação do produto.

O custo de manutenção inclui o valor da visita do técnico responsável pela manutenção preventiva do produto.

Tabela 9 – Custo de manutenção e suporte - Eletrônica e Energia. *Fonte: Autoria Própria.*

| Carga | Quantidade | Salário | Custo mensal |
|-----------------------|------------|--------------|-----------------|
| Técnico em Eletrônica | N | R\$ 2.500,00 | N *R\$ 2.500,00 |
| Total | - | - | N *R\$ 2.500,00 |

O custo com os técnicos está relacionado à quantidade dos produtos (N) em operação, sendo N técnico(s) responsável(is) por realizar a manutenção de acordo com a demanda da região.

Tabela 10 – Orçamento estimado geral - Eletrônica e Energia *Fonte: autoria própria.*

| Custos | Previsto | Frequência de Gastos |
|-----------|---------------|----------------------|
| Aquisição | R\$ 18.300,00 | Unitário |

| | | |
|-------------------------|-----------------------|----------------|
| Equipe | R\$ 38.780,00 | Mensal |
| Manutenção | N * R\$ 2.500,00 | Mensal |
| Componentes | R\$ 1.641,00 | Por Produto |
| Instrumentos | R\$ 1.608,88 | Unitário |
| Total Aproximado | R\$ 111.069,88 | 2 meses |

- Parâmetros utilizados para o cálculo na tabela 10: N: 1 técnico para realizar manutenção e suporte em regiões com no mínimo 7 usuários ;

A.1.1.2 Orçamento preliminar de Software

Tabela 11 – Orçamento estimado de aquisição - Software.

Fonte: autoria própria.

| Recurso | Quantidade | Custo unitário | Custo total |
|------------------------|------------|--------------------|---------------|
| Apple MacBook Air (M1) | 5 | R\$ 8.000,00 | R\$ 40.000,00 |
| Coworking | 2 meses | R\$ 2.100,00 (mês) | R\$ 2.100,00 |
| Transporte | 42 dias | R\$ 22,00 (dia) | R\$ 924,00 |
| Alimentação | 42 dias | R\$ 60,00 (dia) | R\$ 2.520,00 |
| Total | - | - | R\$ 45.544,00 |

Tabela 12 – Orçamento estimado de funcionários - Software.

Fonte: autoria própria.

| Cargo | Quantidade | Salário | Custo mensal |
|---------------|------------|--------------|--------------|
| Desenvolvedor | 5 | R\$ 8.000,00 | R\$40.000,00 |
| Total | 5 | - | R\$40.000,00 |

Tabela 13 – Orçamento estimado de infraestrutura - Software.

Fonte: autoria própria.

| Serviço | Empresa | Custo |
|----------------|---------|-------------------|
| Internet 10GB* | Vivo | R\$ 130,00 mensal |

| | | |
|--------------------|--------|----------------------|
| Hospedagem** | AWS | U10(R 53,28) mensal |
| Google Maps API*** | Google | U20(R 106,57) mensal |

Orçamento estimado geral - Software. *Fonte: autoria própria.*

| Custos | Previsto | Frequência de gastos |
|--------------------------|--|----------------------|
| Custos | Previsto | Frequência de gastos |
| Aquisição | R\$ 45.544,00 | Unitário |
| Equipe | R\$ 40.000,00 | Mensal |
| Infraestrutura | U\$ 10,00 + R\$ 130,00 + U\$ 20,00 | Mensal |
| Total aproximado* | R\$ 85.703,00 | - |

A.1.1.3 Orçamento preliminar de Estrutura

A respeito do orçamento preliminar da estrutura do DoGuide, em complemento a Tabela 14, faz-se as seguintes considerações:

- Os custos estimados para a carcaça referem-se a uma impressão 3D ;
- Em relação ao chassi, refere-se ao material utilizado na própria usinagem da estrutura, os outros produtos são provenientes de compras externas;
- Para os serviços de usinagem e serralheria serão utilizadas as ferramentas da FGA, outros já estão embutidos nos custos

Tabela 14 – Orçamento preliminar de Estrutura. Fonte: Autores.

| Item | Qtd. | Preço Unitário | Preço Total |
|-------------------------------|------|----------------|-------------|
| Motor - Servo TowerPro MG946R | 4 | R\$ 49,90 | R\$ 199,60 |
| Carcaça | 1 | R\$ 194,87 | R\$194,87 |
| Chassi | 1 | R\$ 249,00 | R\$ 249,00 |
| Rodas Estreladas | 4 | R\$ 62,40 | R\$ 249,60 |
| Rolamentos | 4 | R\$ 2,68 | R\$10,72 |
| Total Aproximado* | - | - | R\$ 903,79 |

Para a estimativa de gastos com os projetistas, são levadas em considerações os salários médios de engenheiros aeronáuticos, engenheiros automotivos e engenheiros mecânicos, apresentados em sites de busca de emprego. Assim, foi elaborada a Tabela (15) com os gastos estimados com os funcionários de projeto.

Tabela 15 – Orçamento com funcionários do Setor de Estruturas. Fonte: Autores.

| Cargo | Salário | Número de Funcionários | Custo Total (2 meses) |
|--------------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|
| Engenheiro Automotivo - Júnior | R\$ 4.655,54 | 2 | R\$ 18.662,16 |
| Engenheiro Mecânico - Júnior | R\$ 4.551,34 | 2 | R\$ 18.205,36 |
| Total | - | - | R\$ 36.827,52 |

A.2 Lista É / Não É

Tabela 16 – Lista "É/Não é" do produto *DoGuide*. Fonte: autoria própria.

| É | Não é |
|--|--|
| Robô que desempenha tarefas como um cão-guia | Bengala |
| Assistente para deficiente visual | Carregador de objetos |
| Robô integrado ao smartphone | Carregador de pessoas (ex: Hoverboard) |
| | Um brinquedo |

A.3 Organização da Equipe

A organização da equipe do projeto *DoGuide* pode ser vista no fluxograma da Figura 15 à seguir:

A.4 Repositórios

A organização do repositório será feito através da plataforma GitHub, onde será mantido um repositório público para a organização dos documentos para cada entrega(Pontos de Controle), e para armazenamento e versionamento das simulações e códigos necessários para o projeto

[Repositório GitHub](#)

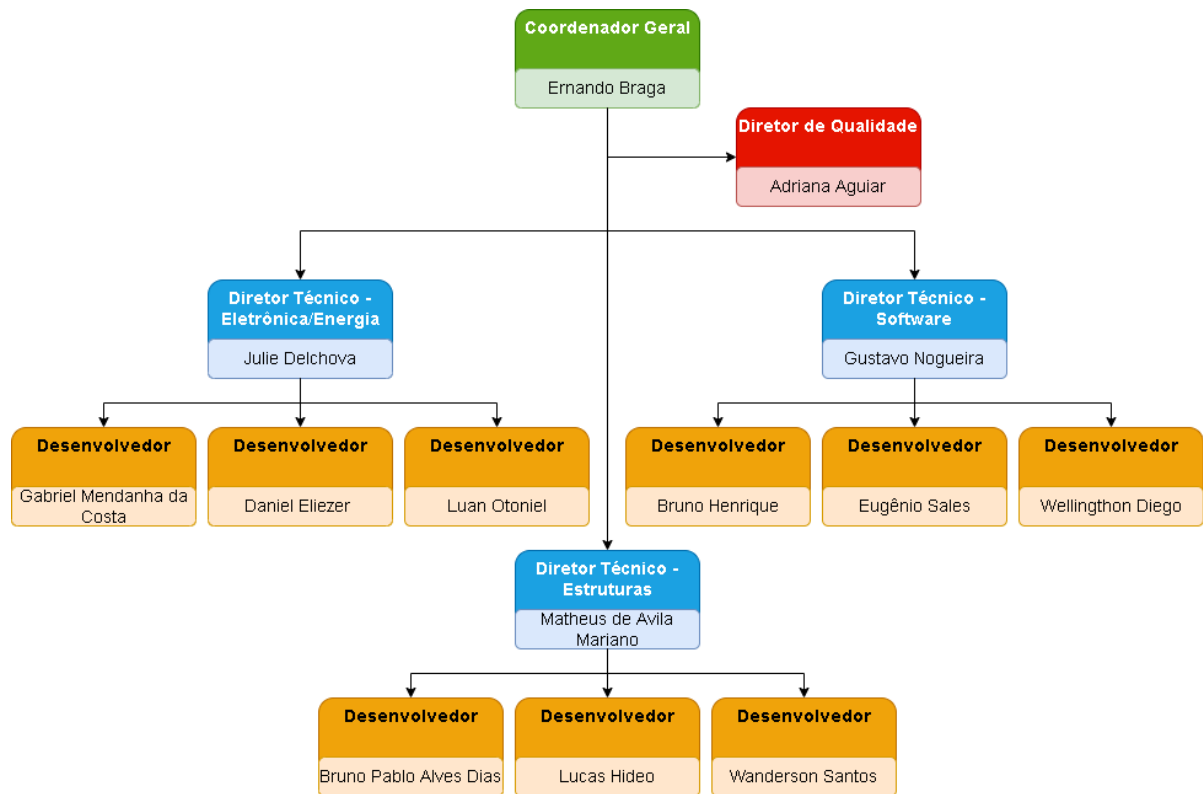
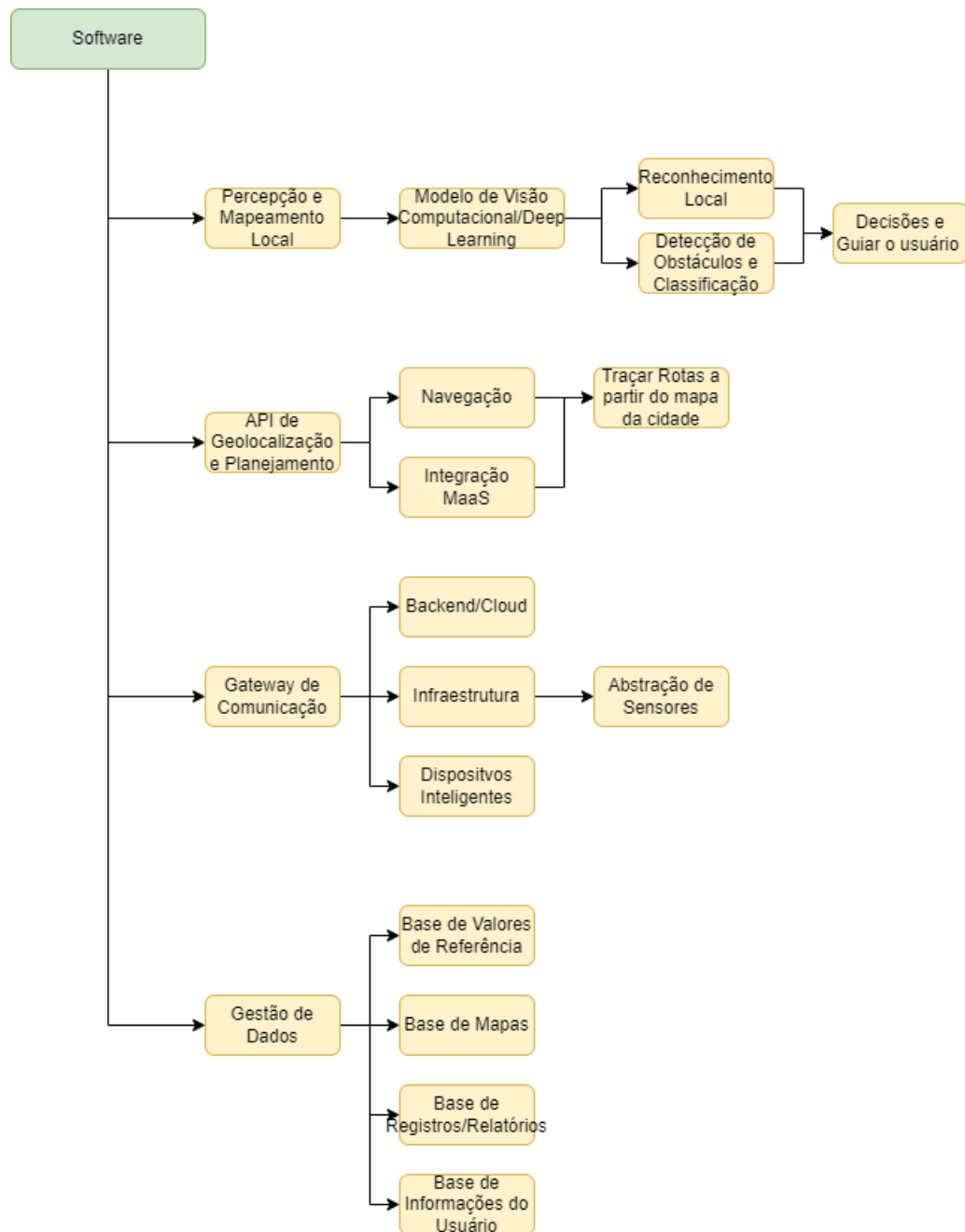


Figura 15 – Organização da Equipe. *Fonte: Autoria Própria*

A.5 EAP (Estrutura Analítica de Projeto) Geral do Projeto

A.5.1 EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Software

Figura 16 – Estrutura Analítica do Projeto. *Fonte: Autoria Própria*

A.5.2 EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Eletrônica e Energia

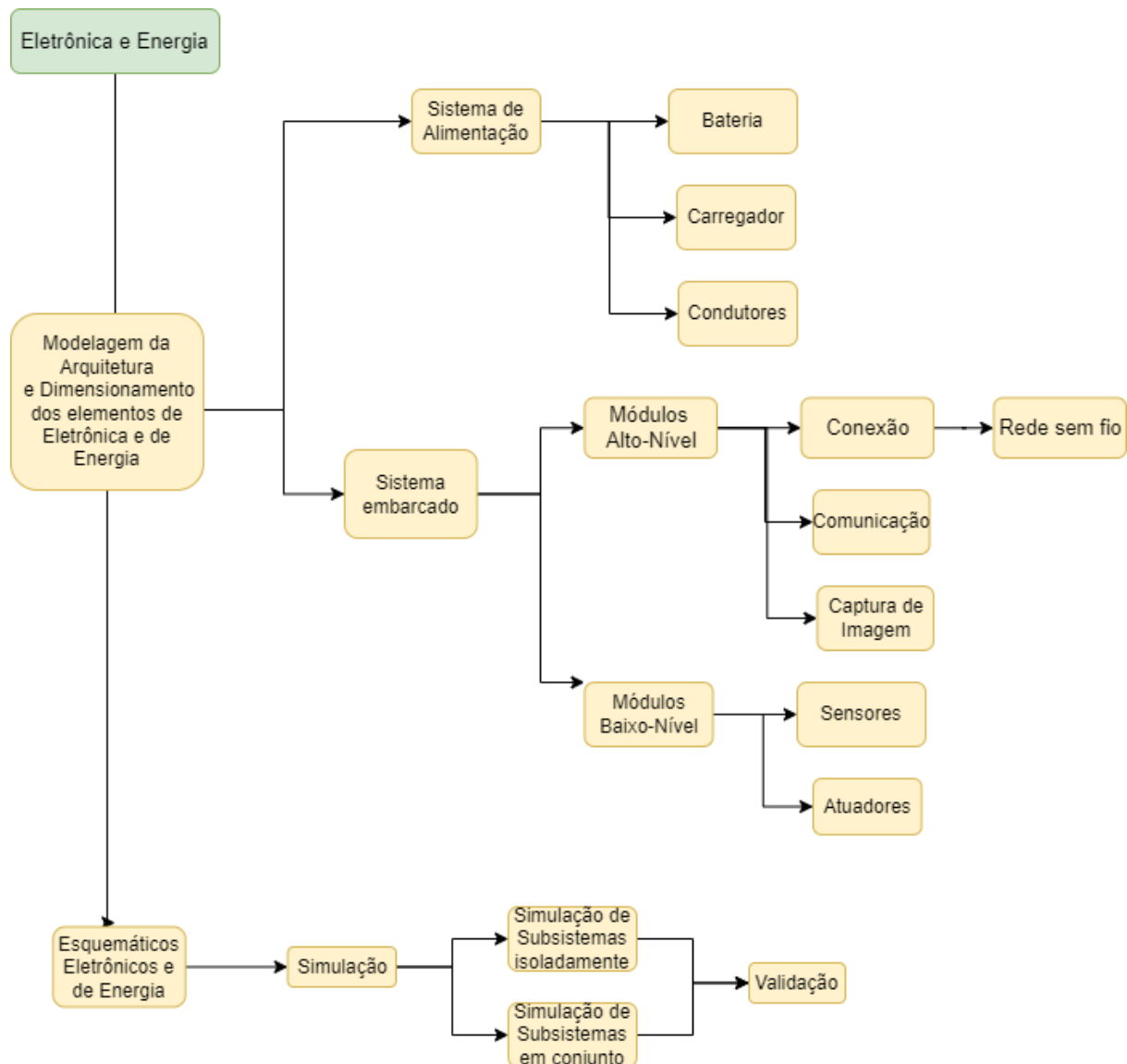
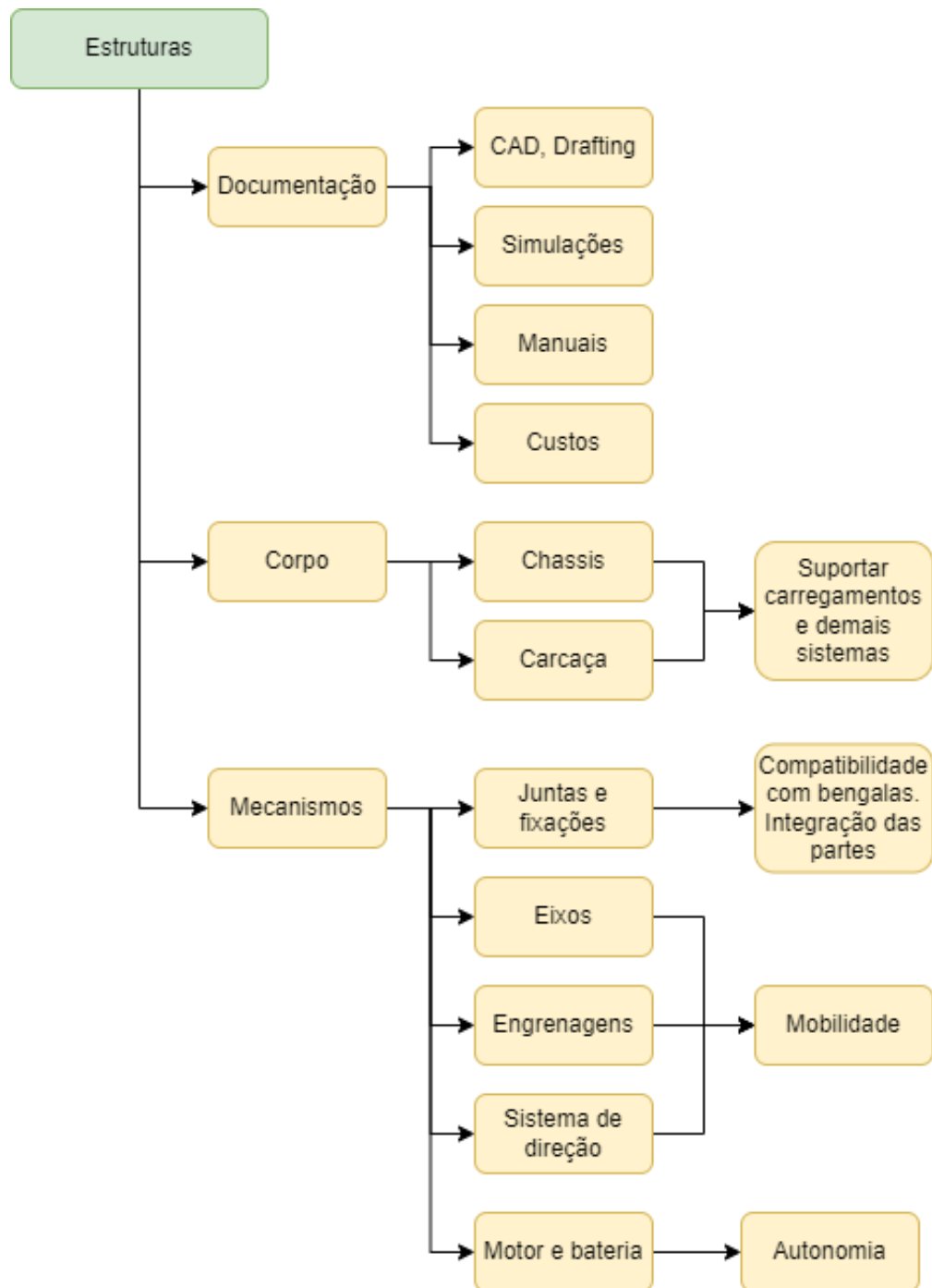
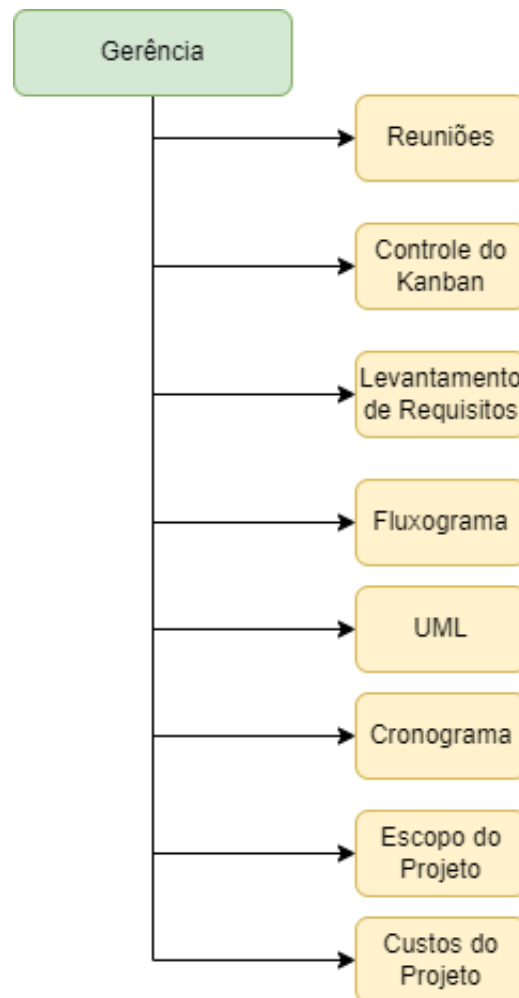


Figura 17 – Estrutura Analítica do Projeto de Eletrônica e Energia. *Fonte: Autoria Própria*

A.5.3 EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Estruturas

Figura 18 – Estrutura Analítica do Projeto de Estruturas. *Fonte: Autoria Própria*

A.5.4 EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Gerência

Figura 19 – Estrutura Analítica do Projeto de Gerência. *Fonte: Autoria Própria*

A distribuição das equipes para melhor visualização da atuação da gerência nos subgrupos pode ser visualizado na Figura 15.

A.6 Definição de atividades e cronograma de execução

À seguir são apresentados os cronogramas de execução para o *DoGuide* distribuídos por Geral, que compreende as reuniões em grupo e/ou dos diretores ou de orientação geral com os professores sobre o documento, e os cronogramas das subdivisões das equipes (Software, Eletrônica & Energia e Estrutura) com as tarefas e prazos estipulados.

Tabela 17 – Atividades e Cronograma de Execução Geral

Fonte: autoria própria.

| Atividade | Data da Atividade | Observação | Participação |
|---------------------------------------|-------------------|---|---|
| Reunião Geral | 31/01/2022 | Definição de organização da equipe desenvolvimento. Discussão sobre as características do projeto | Todos os integrantes do grupo presentes |
| Determinação do escopo do produto | 01/02/2022 | Definição das características principais. Preenchimento da tabela "Faz - Não Faz" do produto. | Diretores e Coordenador-Geral |
| Discussão sobre pendências de tarefas | 02/02/2022 | Análise do Termo de Abertura do Projeto e falhas | Diretores e Coordenador-Geral |
| Reunião Geral | 07/02/2022 | Fechamento do documento escrito para revisão dos orientadores e discussão sobre a melhor ferramenta para apresentação do Ponto de Controle 1. | Todos os integrantes presentes. |
| Revisão e orientação do Documento | 11/02/2022 | Reunião com os professores Aléz e Felício para orientação sobre o documento pré-pronto | Grupo parcialmente presente |

Tabela 18 – Atividades e Cronograma de Execução da equipe de Software *Fonte: autoria própria.*

| Atividade | Data da Atividade | Observação | Participação |
|-----------|-------------------|------------|--------------|
|-----------|-------------------|------------|--------------|

| | | | |
|-----------------------------|------------|---|---|
| Reunião Semanal Software | 04/02/2022 | Definição de Riscos, Requisitos e Solução Geral da parte de Software. | Todos os integrantes presentes. |
| Reunião com Professor Chaim | 09/02/2022 | Apresentação da Solução geral de software. | Todos os integrantes de software presentes. |
| Reunião Semanal Software | 11/02/2022 | Discussão da arquitetura de Software e possíveis tecnologias que podem ser empregadas na solução. | Todos os integrantes presentes. |
| Reunião Semanal Software | 12/02/2022 | Pesquisa sobre tecnologias para arquitetura do robô (mensageria, comunicação com os componentes eletrônicos e comunicação do robô com serviços em cloud). | Todos os integrantes presentes. |

Tabela 19 – Atividades e Cronograma de Execução da Equipe de Eletrônica & Energia *Fonte: autoria própria.*

| Atividade | Data da Atividade | Observação | Participação | Data de Entrega |
|-----------|-------------------|------------|--------------|-----------------|
|-----------|-------------------|------------|--------------|-----------------|

| | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------|------------|
| Atribuição de Tarefas | 03/02/2022 | <ul style="list-style-type: none"> Definir as Necessidades/Requisitos e Soluções do projeto para as áreas de Eletrônica e Energia; Montar o EAP de Eletrônica e Energia; Organização e atribuição de atividades dos componentes da equipe. Definição do cronograma interno para PC1. | Toda a equipe de Eletrônica | - |
| Desenvolvimento da parte atribuída | 03/02/2022 (Data da Atribuição) | <ul style="list-style-type: none"> Encontrar componentes eletrônicos (sensores e módulos) aplicáveis a proposta do projeto; Pesquisar funções e preços dos componentes selecionados; Introdução. | Adriana | 09/02/2022 |
| Desenvolvimento da parte atribuída | 03/02/2022 (Data da Atribuição) | <ul style="list-style-type: none"> Levantamento da Raspberry; Escolha do melhor microcontrolador <i>Low Power</i>; | Gabriel Mendanha | 06/02/2022 |

| | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|--|----------------|------------|
| Desenvolvimento da parte atribuída | 03/02/2022 (Data da Atribuição) | <ul style="list-style-type: none"> • Fechamento da EAP de Eletrônica; • Diagrama da Arquitetura; • Listar os Riscos e Requisitos referentes à Eletrônica | Julie Delchova | 09/02/2022 |
| Desenvolvimento da parte atribuída | 03/02/2022 (Data da Atribuição) | <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa e escolha da fonte a ser utilizada; • Levantamento de energia gasta dos componentes escolhidos e possível bateria | Daniel Eliezer | 09/02/2022 |
| Desenvolvimento da parte atribuída | 03/02/2022 (Data da Atribuição) | <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa e escolha da possível fonte a ser utilizada de acordo com os requisitos; • Levantamento de energia gasta dos componentes escolhidos e possível bateria | Luan Otoniel | 09/02/2022 |

Tabela 20 – Atividades e Cronograma de Execução da Equipe de Estruturas *Fonte: autoria própria.*

| Atividade | Data da Atividade | Observação | Participação |
|-----------|-------------------|------------|--------------|
|-----------|-------------------|------------|--------------|

| | | | |
|--|------------|---|----------------------------|
| Reunião de equipe | 02/02/2022 | <ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de dúvidas para reunião com o professor Alex e com os professores Rhander e Ronne; • Organização das atribuições de cada membro da equipe de estruturas • Discussão sobre requisitos funcionais e não funcionais. | Toda a equipe de estrutura |
| Entregas do PC1 | 04/02/2022 | EAP, riscos do projeto, custos, esboço e detalhamento dos requisitos. Entregas divididas entre os integrantes do grupo. | Toda a equipe de estrutura |
| Reunião com os professores Rhander e Ronne | 04/02/2022 | <ul style="list-style-type: none"> • Discussão sobre a solução proposta pelo grupo; • Seleção do melhor formato: geometrias que não dificultassem manufatura; • Seleção do material adequado: escolha da melhor opção como fibra de vidro; • Discussão sobre motores: um para cada trio de rodas para o melhor movimento de avanço do conjunto: | Toda a equipe de estrutura |
| Reunião de alinhamento | 07/02/2022 | Fechamento das soluções para a parte estrutural do <i>DoGuide</i> | Toda a equipe de estrutura |

A.7 Levantamento de riscos

Os principais riscos levantados para a execução do projeto podem ser vistos nos tópicos conforme se segue:

Tabela 21 – Tabela de riscos do produto *DoGuide*. Fonte: autoria própria.

| Risco | Descrição do risco | Probabilidade de ocorrência | Impacto | Resposta ao risco |
|--|---|-----------------------------|---------|--|
| Planejamento de rotas mal otimizado | Rotas que o usuário devem fazer estarem mal otimizadas por conta de má interpretação dos dados | Baixo | Alto | Inserir rotinas de validação de dados, assim como reports contínuos da saúde das APIs |
| Falha na Comunicação de API Trajetória | Eventuais problemas de comunicação com API para traçar a rota seja pelo Maps ou Moovit. | Baixo | Alto | Orientar o usuário sobre possíveis problemas(feedback) e aguardar até que a comunicação seja feita novamente. |
| Limite de Armazenamento de Rotas | Evitar encher o armazenamento do robô com muitas rotas | Médio | Médio | Estiplular as principais N rotas a partir de um rankeamento das rotas mais utilizadas ou limitar em N trajetos a serem armazenados |
| Ausência de banda de internet | Eventuais problemas com o limite de banda de internet atingido | Médio | Médio | Informar o usuário sobre instabilidade de conexão |
| Modelo de Visão Computacional com baixa acurácia | Modelo ser incapaz de trabalhar com os dados que estão sendo coletados ou estar com mal treinamento | Médio | Alto | Gerar Logs e Reports contínuos para que sejam feitas atualizações o mais rápido possível |

| | | | | |
|---|---|-------|-------|--|
| Má validação da qualidade do código fonte | Não possuir métricas ou estar coletando métricas insuficientes a respeito do código fonte e do ciclo de vida de desenvolvimento | Baixo | Média | Manter uma boa cultura de DevOps e pipelines automatizados |
| Dimensionamento incorreto das baterias | Erro no dimensionamento da bateria que pode causar gastos excessivos de bateria ou o fornecimento do produto. | Médio | Alto | Dimensionar a bateria em concordância com a potência que o sistema necessita e implementar um sistema de segurança em caso de sobrecarga. |
| Dimensionamento incorreto dos fios condutores | Erro no dimensionamento dos fios pode causar gastos excessivos ou a inoperação dos componentes eletrônicos. | Baixo | Alto | Calcular a potência utilizada em cada sistema do projeto a fim de que não haja sobrecarga nos fios por efeito Joule e nem que haja desperdício de orçamento pelo fio ter um diâmetro além do necessário. |
| Alocação incorreta das baterias | Problema ao carregar as baterias devido a alocação indevida no sistema, causando o não carregamento destas. | Baixo | Alto | Identificar corretamente o local onde as baterias devem ser alocadas, assim como a polaridade correta das mesmas |
| Recarga incompleta da bateria | A recarga incompleta afetará o tempo de funcionamento do produto. | Alto | Médio | Informar o usuário sobre o estado real da bateria em determinados espaços de tempo |

| | | | | |
|---|---|-------|-------|--|
| Falha no carregador das baterias | Carregador ser incapaz de carregar de forma efetiva as baterias, inutilizando o produto por falta de alimentação. | Médio | Alto | Dimensionar o carregador de forma com que ele consiga carregar a bateria completamente |
| Aquecimento do circuito | Aquecimento provocado pelos componentes do circuito | Alta | Média | Garantir um sistema de arrefecimento adequado para o circuito |
| Mau funcionamento nos sensores | Sensores com falta de funcionamento ou com uma má calibração. | Alto | Alto | Fazer uma calibração automática de todos os sensores automaticamente antes do uso. |
| Falha na captação dos comandos do usuário | Erro de comunicação do usuário para a máquina que impede o correto funcionamento para a necessidade requerida naquele momento pelo usuário. | Alto | Alto | Escolher o melhor sistema de captação de informações para que esse erro seja reduzido ao máximo |
| Falha na emissão dos alertas para usuário | Erro de comunicação da máquina para o usuário, não o alertando de maneira correta e descumprindo com a real intenção do produto. | Alto | Alto | Dar ao usuário alertas redundantes: Se houver falha em um primeiro alerta, haverá outros alertas idênticos que evitam esse tipo de acidente. |

| | | | | |
|--|---|-------|-------|---|
| Produto não ser capaz de captar as imagens | Erro operacional na camera do robô que impossibilite a captura de imagens a serem processadas | Medio | Médio | Projetar o sistema de forma que também funcione sem a câmera, utilizando, assim, somente os sensores. |
| Delay no processamento das imagens | Tempo de processamento da imagem maior do que o tempo de reação do robô | Médio | Alto | Utilizar um hardware que consiga fazer esse processamento no menor tempo possível |
| Produto andar de maneira descoordenada | Falta de calibração nos drivers motores que irão garantir a locomoção do robô | Baixa | Alto | Fazer uma calibração automática de todos os drivers de motores automaticamente antes do uso. |
| Não ser capaz de guiar de maneira automática | Robô não ser capaz de guiar o usuário de maneira automática, tendo que o usuário levar o robô manualmente | Baixa | Alto | Fazer a checagem automática de funcionamento antes da utilização do usuário. |
| Sistema consumir mais energia do que calculado | Uso de energia além do esperado e calculado para o produto, diminuindo o tempo útil de uso. | Alto | Média | Projetar de maneira correta a potencia elétrica utilizada por cada parte do robô, com uma margem de segurança para várias condições adversas. |

| | | | | |
|--|--|-------|-------|---|
| Não ser capaz de detectar chuva | Falha no sensor que detecta chuva. | Média | Alto | Utilização de mais sensores que detectam chuva e a calibração automática deste sensor. |
| Não ser capaz de identificar falta de iluminação | Falha no sensor que detecta iluminação, sendo ele principalmente a câmera | Média | Baixo | Projetar o sistema de forma que também funcione sem iluminação, utilizando, assim, somente os sensores. |
| Falha no acionamento da lanterna | Falha no acionamento da lanterna | Média | Baixo | Projetar o sistema de forma que também funcione sem iluminação, utilizando, assim, somente os sensores. |
| Obstáculos diferentes | não funcionalidade do produto devido obstáculos não levantados em projeto. | Alto | Alto | Fazer a checagem automática de funcionamento antes da utilização do usuário |
| Falha na comunicação e integração dos sistemas | Sistemas não se integrarem de maneira correta | Médio | Alto | Ter a disponibilidade de atualizações no software que solucionam novos problemas. |
| Forças externas | Forças externas maiores que as previstas inicialmente | Baixo | Médio | Aumentar o fator de segurança para o projeto de estrutura |

| | | | | |
|---|--|-------|-------|---|
| Clima | Fatores climáticos externos que impeçam o funcionamento dos subsistemas; | Alto | Alto | Projetar a estrutura para que os componentes internos não tenham a possibilidade de entrar em contato com umidade |
| Resposta mecânica ao sistema eletrônico | Falta de resposta em tempo hábil entre sistemas mecânicos e controladores; | Medio | Alto | Utilizar a melhor relação entre hardware e software para que o usuário a resposta seja o mais rápido possível |
| Materiais | Desconforto do usuário com os materiais utilizados, ou mal funcionamento do robô por falha no critério de escolha do material. | Baixo | Baixo | Projetar a estrutura com materiais que os seres humanos têm mais afinidade para manuseio e que suportam as solicitações de carregamento |
| Não funcionalidade | Não sincronismo (eficiente) dos mecanismos de tração e direção impossibilitando a execução da tarefa. | Medio | Alto | Definir precisamente as posições e dimensões dos componentes |
| hiperdimensionamento de subsistemas | Não suportar a carga mínima(subsistemas muito pesados) de outros subsistemas de maneira inviabilizar o projeto. | Baixo | Alto | Verificar a carga total dos subsistemas a qual o cão guia será submetido e projetar a estrutura para que suporte essas solicitações |

| | | | | |
|-------------------|---|-------|-------|---|
| Meios de produção | Necessidade de tecnologia de fabricação ou peças com elevado grau de sofisticação não acessíveis. | Alto | Alto | Simplificar o design dos componentes e propor métodos de fabricação de fácil acesso |
| Praticidade. | Criar uma estrutura não funcional e que traga mais transtornos e trabalho ao usuário que benefícios. | Medio | Médio | Se ater com as dimensões e peso do projeto para que seja leve e que seja o mais compacto possível |
| Ergonômico | Expor o usuário a situações, posições, forças e esforços que tragam alguma lesão física ou mental ao usuário. | Baixo | Médio | Projetar a estrutura de forma ergonômica para que não cause desconforto para o usuário |

APÊNDICE B – Autoavaliação dos integrantes

Conforme as atividades executadas por todos os membros da equipe, cada um se avaliou conforme a tabela que se segue:

| Integrante | Matrícula | Área | Autoavaliação |
|-----------------------------|-----------|------------|---|
| Adriana Aguiar de Sousa | 150153341 | Eletrônica | <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa de módulos eletrônicos e sensores úteis ao projeto, suas especificações e preços; • Revisão e correção do relatório; • Responsável pelo texto da Introdução (com exceção do parágrafo da norma 9050 e da Tabela de soluções comerciais); • Participação frequente em todas as reuniões e atividades da diretoria e da área de eletrônica. |
| Bruno Henrique Sousa Duarte | 170138551 | Software | <ul style="list-style-type: none"> • Participação frequente nas reuniões e discussões relacionadas à área de software e geral; • Colaboração no levantamento de custos, riscos, requisitos funcionais e não funcionais; • Colaboração na escrita da documentação referente à área de software. |

| | | | |
|------------------------|-----------|-----------|--|
| Bruno Pablo Alves Dias | 160114896 | Estrutura | <ul style="list-style-type: none">• Participação frequente de todas reuniões e atividades no setor de estruturas;• Participação na definição do escopo de projeto, levantamento de requisitos e afins. |
| Daniel Eliezer | 170139751 | Energia | <ul style="list-style-type: none">• Participação frequente em todas as reuniões e atividades do grupo e da área de energia;• Colaboração na solução de energia como um todo;• Colaboração na escolha da fonte de alimentação;• Colaboração na confecção do diagrama de blocos de energia. |

| | | | |
|------------------------|-----------|----------|--|
| Ernando Braga | 160151732 | Software | <ul style="list-style-type: none">• Participação frequente em todas as reuniões e atividades da diretoria e da área de software;• Colaboração na definição do escopo, requisitos, riscos e escrita da documentação;• Colaboração na confecção de diagramas geral da solução de software e da arquitetura do software do DoGuide;• Colaboração da confecção do diagrama geral da solução do DoGuide• Colaboração na organização do repositório.• Colaboração nos documentos de gerência do projeto |
| Eugênio Sales Siqueira | 170033112 | Software | <ul style="list-style-type: none">• Participação nas reuniões e discussões relacionadas à área de software;• Colaboração no levantamento de riscos, requisitos funcionais e não funcionais. |

| | | | |
|---------------------------|-----------|------------|--|
| Gabriel Mendanha da Costa | 170010571 | Eletrônica | <ul style="list-style-type: none">• Participação nas reuniões e atividades relacionadas ao projeto de modo geral e no setor de Eletrônica;• Colaboração quanto ao protótipo de componentes e arquitetura da parte eletrônica do projeto;• Colaboração quanto a parte teórica em eletrônica;• Colaboração quanto ao levantamento de riscos na parte de eletrônica;• Confecção da tabela de levantamento de riscos do projeto; |
| Gustavo Nogueira | 170144259 | Software | <ul style="list-style-type: none">• Participação em todas as reuniões da diretoria e da área de software;• Participação na elaboração dos documentos de requisitos, riscos e custos do projeto;• Participação na elaboração do tópico de soluções comerciais existentes;• Participação na elaboração do TAP. |

| | | | |
|----------------|-----------|------------|---|
| Julie Delchova | 150133693 | Eletrônica | <ul style="list-style-type: none">• Participação em todas as reuniões gerais, da diretoria e da área de Eletrônica e Energia;• Participação na definição do escopo, requisitos, riscos e custos do projeto;• Colaboração da confecção do diagrama geral da Arquitetura de Eletrônica;• Colaboração nos documentos de gerência do projeto.• Colaboração na Estrutura Analítica do Projeto na parte de Eletrônica |
| Luan Otoniel | 190128755 | Energia | <ul style="list-style-type: none">• Participação frequente em todas as reuniões e atividades do grupo e da área de energia;• Colaboração na solução de energia como um todo;• Definição dos riscos e requisitos relacionados a área de energia;• Colaboração na confecção do diagrama de blocos de energia. |
| Lucas Hideo | 170149595 | Estrutura | <ul style="list-style-type: none">• Participação frequente de todas reuniões e atividades no setor de estruturas e no geral;• Estimativa do plano de custo estruturais. |

| | | | |
|----------------------------------|-----------|------------|--|
| Matheus de Avila Mariano | 160137896 | Estruturas | <ul style="list-style-type: none">• Participação frequentemente de todas as reuniões e atividades da diretoria e do setor de estruturas;• Colaboração na definição do escopo, requisitos e escrita da documentação;• Desenho do esboço do DoGuide. |
| Wanderson Santos | 170064191 | Estrutura | <ul style="list-style-type: none">• Definição de mecanismo de movimentação, requisitos funcionais e não funcionais da estrutura;• Auxílio em definição de materiais e riscos estruturais;• Participação frequente em todas as reuniões gerais e do setor da estrutura. |
| Wellington Diego Resende de Lima | 150152183 | Software | <ul style="list-style-type: none">• Participação nas reuniões e discussões relacionadas à área de software;• Colaboração na elaboração e revisão da documentação. |