

Entendimento do problema

Introdução

Este documento tem como objetivo apresentar o entendimento do problema enfrentado pelo projeto **DengBuster**, desenvolvido no contexto do desafio interdisciplinar da disciplina de Projeto Integrador de Engenharia 2, da Universidade de Brasília. A proposta busca compreender, contextualizar e justificar a necessidade de uma solução tecnológica eficiente para o monitoramento e controle de insetos vetores, com foco inicial no *Aedes aegypti*, transmissor de doenças como dengue, zika e chikungunya. A análise aqui apresentada fundamenta as decisões de projeto e orienta o desenvolvimento da solução, que alia tecnologia embarcada, inteligência artificial e impacto social.

O problema

O avanço da urbanização, o descarte inadequado de resíduos e o acúmulo de água parada têm contribuído para o aumento da população de insetos vetores, especialmente o *Aedes aegypti*, cujas fêmeas são as principais responsáveis pela transmissão de arboviroses que impactam milhões de brasileiros anualmente. A dificuldade em monitorar a presença desse mosquito em tempo real e com precisão dificulta ações preventivas, sobrecarrega os sistemas de saúde e gera prejuízos econômicos e sociais.

Frente a esse desafio, foi proposto o desenvolvimento de uma armadilha inteligente e adaptável, com capacidade de atrair, identificar e capturar insetos voadores de forma seletiva. Inicialmente treinada para o *Aedes aegypti*, a solução também pode ser facilmente ajustada para monitorar outras espécies vedoras, bastando alterar os atrativos e modelos de classificação.

A armadilha é equipada com sensores ambientais, microfone e câmera, além de sistemas de ventilação controlada e fonte de energia solar. Os dados de captura e variáveis ambientais são processados por um sistema embarcado e enviados para uma interface web, permitindo o monitoramento contínuo, remoto e georreferenciado.

Mais do que um dispositivo de captura, o **DengBuster** é uma plataforma tecnológica que integra hardware e software para produzir dados relevantes à vigilância epidemiológica, estudos entomológicos e políticas públicas. A proposta alia portabilidade, autonomia energética, baixo custo e escalabilidade, sendo uma ferramenta poderosa para o enfrentamento de desafios em saúde pública e meio ambiente.

Referências bibliográficas — Patentes sobre armadilhas inteligentes para mosquitos *Aedes*

1. **US 7074830 B2**. *System for trapping flying insects using attractive baits*. Depositante: American Biophysics Corp. Concedida em 11 jul. 2006. Disponível aqui. Acesso em: 23 abr. 2025.
2. **US 6594946 B2**. *Apparatus for attracting and killing mosquitoes and biting insects*. Depositante: American Biophysics Corp. Concedida em 22 jul. 2003. Disponível aqui. Acesso em: 23 abr. 2025.
3. **BR PI0203907 C1**. *Armadilha para mosquitos*. Depositante: Fiocruz. Concedida em 19 mar. 2019. Disponível aqui. Acesso em: 23 abr. 2025.
4. **US 2022/0046907 A1**. *Adaptive insect trap*. Depositante: Radar USA, Inc. Publicada em 17 fev. 2022. Disponível aqui. Acesso em: 23 abr. 2025.
5. **US 2022/0232813 A1**. *Insect trap and classification system*. Depositante: Pestsense, Inc. Publicada em 28 jul. 2022. Disponível aqui. Acesso em: 23 abr. 2025.
6. **US 2022/0361471 A1**. *Intelligent insect trap and monitoring system*. Depositante: Terralytic, Inc. Publicada em 17 nov. 2022. Disponível aqui. Acesso em: 23 abr. 2025.

Histórico de versão

Versão	Descrição	Data	Autor(es)
1.0	Criação do Documento	23/04/2025	Ian Lucca Soares Mesquita, Luis Felipe Rivera
4.0	Adequação de contexto	18/07/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira

Visão Geral do Produto

Introdução

Este documento apresenta a Visão Geral do Produto **DengBuster**, uma armadilha inteligente para a captura seletiva de insetos voadores, com foco inicial no mosquito *Aedes aegypti*. Aqui estão reunidas as principais características, objetivos, restrições e recursos que fundamentam o desenvolvimento do dispositivo e servem como referência para todas as equipes envolvidas no projeto.

Definição do Produto

O **DengBuster** é uma armadilha portátil, autônoma e conectada, que identifica e captura insetos de forma seletiva por meio de algoritmos de áudio e imagem embarcados. O dispositivo foi desenvolvido inicialmente para capturar o *Aedes aegypti* vivo, fornecendo dados ambientais e populacionais em tempo real para estudos científicos, ações de vigilância epidemiológica e suporte à saúde pública. Seu funcionamento é adaptável: mudando o atrativo e o modelo de detecção, o sistema pode ser ajustado para monitorar outras espécies.

Perspectiva do Produto

A solução combina hardware e software embarcado: LEDs e uma solução atrativa simulam o ambiente ideal para o mosquito; sensores captam som e imagem do inseto que entra na armadilha; algoritmos executados localmente classificam a espécie e ativam mecanismos de captura seletiva. O mosquito identificado como alvo é mantido vivo em uma fita adesiva atóxica, enquanto os dados são transmitidos para uma interface web, onde podem ser acessados por operadores e gestores.

Resumo dos Recursos

Os recursos listados na tabela abaixo garantem o funcionamento adequado do produto, assegurando sua eficácia na atração, identificação, captura e monitoramento dos mosquitos *Aedes aegypti* e das condições climáticas do ambiente.

Tabela 1: Recursos essenciais do sistema e suas descrições

Recurso	Descrição
Sistema de detecção sonora	Algoritmo inspirado no Shazam, identifica o padrão acústico das asas do mosquito alvo.
Sistema de detecção visual	Reconhecimento de imagem baseado em IA para verificação da captura e contagem dos mosquitos.
Sistema de captura de som	Microfone MEMS sensível, capaz de captar sinais mesmo em ambientes com ruído moderado.
Sistema de captura seletiva	Ventoinhas PWM que direcionam o inseto corretamente com base na identificação realizada.
Sistema de atração	Arranjo de LEDs específicos e recipiente com água orgânica atrativa para o <i>Aedes aegypti</i> .
Sistema de alimentação	Painel solar com bateria reserva, garantindo operação autônoma e ininterrupta ao longo do dia.
Sensores climáticos	Sensor DHT22 mede temperatura e umidade relativa, registrando as condições ambientais da captura.
Sistema de telemetria	Comunicação via Wi-Fi ou BLE para envio de dados para o banco e dashboard.
Dashboard web	Interface intuitiva e responsiva para visualização dos dados de captura e clima em tempo real.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Restrições

Restrições de Implementação

O produto visa futura comercialização e patenteamento. O protótipo funcional entregue (MVP 1) priorizou funcionalidades essenciais e uso de

componentes de baixo custo. O valor total do MVP foi de R\$ 1900, incluindo margem de testes, mas estimamos que o custo comercial da armadilha externa fique em torno de R\$ 1400, e a versão interna (sem painel solar) por volta de R\$ 900. O prazo estipulado para entrega do MVP funcional foi **11/07/2025**.

Restrições de Uso

O equipamento exige manutenção semanal, com troca da fita adesiva e coleta dos insetos capturados. Não deve ser utilizado para captura e soltura de insetos.

Identificação de Soluções Comerciais

Foi realizado um levantamento de patentes e armadilhas disponíveis no mercado. A maioria das soluções é voltada para extermínio, não havendo um produto que una captura viva, envio de dados em tempo real e possibilidade de análise laboratorial. Identificamos nessa lacuna uma grande oportunidade para atuação tanto em vigilância epidemiológica quanto em pesquisa científica.

Pesquisas Acadêmicas Relevantes

A literatura científica destacou a importância de espécimes vivos para estudos entomológicos, análises virais e resistência a inseticidas. Além disso, o monitoramento contínuo das populações de vetores é um dos principais fatores para antecipar surtos e tomar decisões estratégicas. O DengBuster foi idealizado para atender essa demanda, unindo tecnologia e impacto social.

Objetivo Geral

Desenvolver uma armadilha tecnológica, portátil, de baixo custo e com captura seletiva viva, capaz de identificar o *Aedes aegypti* por som e imagem, enviar dados em tempo real, operar de forma autônoma e contribuir com estratégias de monitoramento e combate às arboviroses.

Objetivos Específicos

Os objetivos específicos representam as metas pontuais que, quando alcançadas em conjunto, permitirão a concretização do objetivo geral do produto. Estes objetivos direcionam as ações das equipes e estabelecem critérios claros para avaliação do sucesso do projeto:

1. Projetar a estrutura física otimizada e portátil.
2. Implementar sistemas integrados de atração, detecção e captura seletiva.
3. Desenvolver sensores e sistemas embarcados para análise de som e imagem.
4. Integrar telemetria e interface de visualização de dados.
5. Validar o funcionamento por meio de testes operacionais em campo.
6. Criar documentação técnica e de divulgação científica.

Objetivos Secundários

1. Explorar a adaptabilidade do sistema para outras espécies-alvo.
2. Buscar viabilidade de patente e produção em escala.
3. Fomentar o uso da tecnologia em pesquisas e políticas públicas.

Ambiente do Usuário

O ambiente de uso do produto envolve diferentes locais e condições que influenciam diretamente seu funcionamento e eficácia. A tabela abaixo resume os principais aspectos relacionados ao ambiente de operação e as necessidades de manutenção.

Tabela 2: Características do ambiente de uso e operação do produto

Aspecto	Descrição
Locais de instalação	Ambientes urbanos e rurais como escolas, unidades de saúde, quintais e áreas públicas.

Aspecto	Descrição
Condições ambientais	Temperatura: 10–40°C Umidade: 20–90% Funciona mesmo em dias nublados ou chuvosos leves.
Operação	Funcionamento autônomo com painel solar durante o dia e bateria reserva após o pôr do sol.
Manutenção	Troca semanal da fita adesiva por operador treinado.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Ian Lucca Soares Mesquita e Miguel Moreira da Silva de Oliveira
1.1	Reestruturação do documento e adição parcial do conteúdo	25/04/2025	Arthur Trindade
1.2	Finalizando documento	30/04/2025	Arthur Trindade
4.0	Dados atualizados do MVP	18/07/2025	Arthur Trindade e Miguel Oliveira

Termo de Abertura do Projeto

Introdução

O Termo de Abertura do Projeto (TAP) formaliza o início do projeto **DengBuster – Armadilha Inteligente para Insetos Vetores**, desenvolvido no âmbito da disciplina Projeto Integrador de Engenharia II da Universidade de Brasília (UnB). Este documento define os objetivos, justificativas, entregas, restrições, riscos, stakeholders, orçamento e marcos principais do projeto, garantindo um entendimento comum entre todos os envolvidos.

Descrição do Projeto

O projeto consiste no desenvolvimento de uma armadilha portátil, de baixo custo e de operação autônoma, destinada à captura seletiva de mosquitos *Aedes aegypti*. O dispositivo utiliza estímulos visuais e químicos para atrair o inseto, realizando a identificação por meio de algoritmos de classificação acústica e visual. Caso a espécie detectada seja compatível com o mosquito-alvo, um sistema de ventilação direciona o inseto para uma câmara de captura com fita adesiva atóxica, onde ele é preservado vivo para posterior análise. Insetos não-alvo são liberados automaticamente, garantindo a seletividade do processo.

O DengBuster opera com um sistema embarcado baseado em Raspberry Pi, alimentado por energia solar com suporte de bateria reserva. Além da função de captura, o sistema registra e transmite dados como temperatura, umidade e quantidade de capturas para uma interface web, viabilizando o monitoramento epidemiológico em tempo real.

Justificativa do Projeto

Doenças como dengue, zika e chikungunya representam uma preocupação crescente no Brasil, sendo transmitidas principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti*. A maioria das tecnologias existentes carece de funcionalidades inteligentes, são pouco acessíveis ou focadas apenas na eliminação do mosquito.

O **DengBuster** surge como uma alternativa inovadora, que alia inteligência embarcada, dados em tempo real e preservação do espécime. A solução permite monitoramento populacional, tomada de decisões epidemiológicas e suporte a pesquisas entomológicas e laboratoriais, com potencial de aplicação também no controle de outros insetos vetores.

Objetivos do Projeto

Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo funcional de armadilha inteligente capaz de atrair, identificar seletivamente e capturar mosquitos *Aedes aegypti*, registrando dados ambientais e de captura de forma automática e conectada.

Objetivos Específicos

- Projetar uma estrutura física modular, leve e resistente;
- Implementar sistemas de atração por LED e mistura atrativa orgânica;
- Desenvolver algoritmos de classificação acústica e visual;
- Integrar sensores e atuadores em um sistema embarcado (Raspberry Pi);
- Criar uma interface web para análise dos dados capturados;
- Garantir funcionamento autônomo com energia solar e bateria reserva;
- Produzir documentação técnica completa da solução desenvolvida.

Requisitos de Alto Nível

Requisito	Descrição
Atração ativa	Uso de LEDs UV e solução líquida atrativa para fêmeas do mosquito
Identificação automatizada	Algoritmos de som e imagem executados localmente

Requisito	Descrição
Captura seletiva	Preservação apenas dos mosquitos-alvo, outros são liberados
Registro de dados ambientais	Leitura de temperatura, umidade, data e hora
Operação autônoma	Funcionamento com painel solar e autonomia noturna com bateria
Portabilidade	Peso inferior a 10 kg e montagem simplificada
Baixo custo	Estimativa comercial futura: R\$ 1400 (externa) / R\$ 900 (interna)

Restrições

- **Custo total do MVP:** R\$1900,00 (versão externa com margem de erro);
- **Tempo de execução:** De 19/03/2025 a 18/07/2025;
- **Energia:** Sistema híbrido com painel solar e bateria de lítio reserva;
- **Uso previsto:** Ambientes urbanos com manutenção semanal;
- **Componentes:** Priorizar soluções de baixo custo e fácil aquisição.

Cronograma e Marcos

Data	Marco	Descrição
04/04/2025	Início do Projeto	Início oficial das atividades do semestre
02/05/2025	Ponto de Controle 1	Apresentação da concepção e divisão de subsistemas
30/06/2025	Ponto de Controle 2	Demonstração da integração e funcionamento dos subsistemas
18/07/2025	Apresentação Final (PC3)	Entrega final do MVP, documentação e pitch de apresentação

Orçamento

O custo do MVP foi de **R\$1900,00**, considerando testes, erros e substituições de componentes. Com ajustes e produção em escala, o custo estimado para a versão externa da armadilha é de **R\$1400,00** e para a versão interna (sem painel solar), **R\$900,00**.

Riscos

Risco	Descrição
Erros na classificação	Algoritmo pode ter imprecisões em ambientes com muito ruído ou baixa iluminação
Falta de sol	Dias consecutivos nublados podem afetar a recarga da bateria
Ruído ambiental	Pode interferir na captação acústica do mosquito
Logística	Atrasos em entregas e falhas de componentes podem comprometer o prazo
Condições adversas	Exposição prolongada a chuvas fortes ou vandalismo em ambientes públicos

Partes Interessadas

Stakeholder	Papel	Responsabilidade	Critério de Sucesso	Envolvimento
Equipe DengBuster	Equipe de desenvolvimento	Desenvolvimento, testes, documentação	Protótipo funcional e documentado	Alto
Professores da disciplina	Orientadores e avaliadores	Acompanhamento e avaliação dos marcos	Entregas alinhadas ao cronograma	Alto
Usuários finais (potenciais)	Gestores de saúde, pesquisadores	Interesse futuro no uso da solução	Potencial de aplicação real	Médio

Referências bibliográficas

- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 6. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.
- Pesquisas e entrevistas realizadas pela equipe do projeto DengBuster.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Autor(es)
1.0	Criação do Termo de Abertura	27/04/2025	Ian Lucca Soares Mesquita e Miguel Oliveira
4.0	Atualização pós-entrega do MVP	18/07/2025	Miguel Oliveira

Requisitos gerais

Introdução

Este documento descreve os requisitos funcionais e não funcionais do projeto **DengBuster**, uma armadilha inteligente para a captura seletiva de mosquitos *Aedes aegypti*. Os requisitos foram organizados por área técnica (Eletrônica, Energia, Estrutura e Software), categorizados por tipo, prioridade e finalidade. Esta especificação serve como referência para todas as fases de desenvolvimento do projeto, garantindo alinhamento entre os integrantes e facilitando a rastreabilidade das entregas ao longo da implementação.

Requisitos

Código	Área	Tipo	Prioridade	Nome	Descrição
ELE-F01	Eletrônica	Funcional	Alta	Comunicação	Um sistema para efetuar a comunicação dos dados capturados com a interface de software.
ELE-F02	Eletrônica	Funcional	Alta	Leitura dos Sensores	Um sistema para coletar os dados provenientes dos sensores (Temperatura/Umidade).
ELE-F03	Eletrônica	Funcional	Alta	Captação de Áudio	Componente responsável pela captação do som das asas do mosquito.
ELE-F04	Eletrônica	Funcional	Alta	Controle dos Atuadores	Um sistema para controlar o acionamento e desligamento dos ventiladores.
ELE-F05	Eletrônica	Funcional	Alta	Processamento de Dados	Um sistema para processar os dados de som do mosquito.
ELE-F06	Eletrônica	Funcional	Alta	Sistema de Atração	Componente responsável pela emissão de estímulos (luz LED e CO ₂) para atrair mosquitos de forma seletiva.
ELE-F07	Eletrônica	Funcional	Média	Captura de Imagem	Componente responsável pela captura de imagens dos insetos para entrada no algoritmo de classificação visual.
ELE-FN01	Eletrônica	Não funcional	Média	Precisão na Captura de Dados	Deve garantir que o valor analógico seja convertido corretamente para digital.
ELE-FN02	Eletrônica	Não funcional	Média	Calibração do Microfone	Deve garantir que a faixa de frequência seja compatível com a frequência da batida de asa do mosquito.
ELE-FN03	Eletrônica	Não funcional	Média	Armazenamento de Dados	Armazenar os dados que seriam enviados para interface caso seja perdida a conexão.
ENG-F01	Energia	Funcional	Alta	Proteção de Eletrônica	Desenvolver um sistema de proteção para o equipamento eletrônico presente.
ENG-F02	Energia	Funcional	Alta	Proteção de Carregamento	Desenvolver um sistema de proteção para o carregamento da bateria.
ENG-F03	Energia	Funcional	Alta	Alimentação	Sistema de distribuição de energia e potência para o sistema e subsistemas existentes.
ENG-F04	Energia	Funcional	Alta	Carregamento	Sistema de carregamento da bateria.
ENG-FN01	Energia	Não funcional	Média	Autonomia do Sistema	A bateria deverá ser capaz de fornecer energia para a armadilha por 15 dias.

Código	Área	Tipo	Prioridade	Nome	Descrição
ENG-FN02	Energia	Não funcional	Média	Desempenho de Carregamento	A bateria deverá carregar até x% em y minutos.
ENG-FN03	Energia	Não funcional	Média	Segurança	Compatibilidade com as normas de segurança aplicáveis.
ENG-FN04	Energia	Não funcional	Média	Conformidade	Assegurar que o sistema esteja de acordo com as normas elétricas estabelecidas.
ENG-FN05	Energia	Não funcional	Média	Reinício Autônomo	O sistema deve reiniciar automaticamente com a luz do dia após desligamento por falta de bateria.
EST-F01	Estrutura	Funcional	Alta	Estrutura das Ventoinhas	Estrutura para posicionar e acionar as ventoinhas que empurram o mosquito.
EST-F02	Estrutura	Funcional	Alta	Compartimento de Eletrônica	Estrutura para comportar os componentes eletrônicos.
EST-F03	Estrutura	Funcional	Alta	Sistema de Captura	Estrutura responsável por direcionar e reter os mosquitos capturados.
EST-F04	Estrutura	Funcional	Alta	Preservação dos Mosquitos	Estrutura deve evitar dano físico aos mosquitos durante a captura e armazenamento.
EST-FN01	Estrutura	Não funcional	Média	Estabilidade	Resistência a fenômenos naturais (vento, chuva, calor).
EST-FN02	Estrutura	Não funcional	Média	Resistência	Suportar cargas dinâmicas sem deformação.
EST-FN03	Estrutura	Não funcional	Média	Custo Reduzido	Custo de produção da estrutura menor que R\$ 300,00.
EST-FN04	Estrutura	Não funcional	Média	Leveza	Massa total da estrutura inferior a 10 kg.
EST-FN05	Estrutura	Não funcional	Média	Montável	Fácil montagem e desmontagem para manutenção e coleta de amostras.
SW-F01	Software	Funcional	Alta	Relatório de Capturas	Dashboard interativo contendo dados de capturas da armadilha.
SW-F02	Software	Funcional	Alta	Identificação de <i>Aedes aegypti</i>	Algoritmo para distinguir <i>Aedes aegypti</i> de outros insetos por imagem e/ou som
SW-F03	Software	Funcional	Alta	Comunicação embarcado–interface	Integração entre o software embarcado e a interface web.
SW-FN01	Software	Não funcional	Média	Usabilidade	Interface deve ser intuitiva, permitindo rápida compreensão dos dados.
SW-FN02	Software	Não funcional	Média	Limitações de Hardware	O software embarcado deve operar dentro das restrições do hardware disponível.
SW-FN03	Software	Não funcional	Média	Velocidade	O algoritmo deve processar cada captura em menos de 2 segundos.

Código	Área	Tipo	Prioridade	Nome	Descrição
SW-FN04	Software	Não funcional	Média	Paralelismo	O dashboard deve atualizar dados em tempo real.
SW-FN05	Software	Não funcional	Média	Precisão	O algoritmo de detecção deve atingir precisão superior a 90 %.

Justificativas

Os itens a seguir descrevem o papel de cada área na implementação dos requisitos:

Área	Justificativa
Eletrônica	Garante recepção de dados de sensores, acionamento de atuadores, comunicação com a interface e potência.
Energia	Assegura autonomia da armadilha até a coleta dos mosquitos para pesquisa.
Estrutura	Define a carcaça física, considerando estabilidade, resistência e facilidade de manutenção.
Software	Constrói algoritmo de detecção e apresenta os dados coletados em interface web intuitiva.

Conclusão

Este relatório apresentou de forma detalhada os requisitos funcionais e não funcionais, bem como as justificativas de cada engenharia envolvida, para o desenvolvimento de uma armadilha autônoma de captura de *Aedes aegypti*.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Autor(es)
1.0	Criação do Termo de Abertura	27/04/2025	Ana Beatriz Norberto, Arthur Marmo Cathalá e Kauã Vinícius Ponte Aguiar
1.1	Padronização e incremento	01/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira

Integração entre as áreas

Introdução

Este documento apresenta a integração entre as diferentes áreas de engenharia envolvidas no desenvolvimento do projeto **DengBuster**, realizado no âmbito da disciplina Projeto Integrador 2 da Universidade de Brasília (UnB). O projeto consiste na criação de uma armadilha inteligente para captura seletiva de mosquitos *Aedes aegypti*, unindo conhecimentos das engenharias Aeroespacial, Automotiva, de Energia, Eletrônica e de Software.

Cada área contribui com competências específicas que, em conjunto, viabilizam o funcionamento completo do dispositivo — desde a estrutura física e gerenciamento energético até os algoritmos embarcados de identificação de insetos. Este documento tem como objetivo detalhar essas contribuições e evidenciar como elas se integram para o sucesso do sistema como um todo.

Integração das Áreas

Eletrônica

A engenharia eletrônica é responsável pela implementação dos sensores, atuadores e circuitos de controle que possibilitam o funcionamento inteligente da armadilha. A confiabilidade e precisão desses sistemas são fundamentais para a captura seletiva do mosquito.

- **Microfone de Alta Sensibilidade**

Responsável pela captação do som do bater de asas dos insetos, fornecendo dados para o algoritmo de classificação acústica.

- **Câmera**

Captura imagens dos insetos em tempo real para análise visual e confirmação da espécie.

- **Arranjo de LEDs**

Conjunto de LEDs estrategicamente posicionados com espectro ajustado para maximizar a atração do *Aedes aegypti*.

- **Ventiladores (PWM)**

Geram correntes de ar controladas para direcionar o mosquito identificado para a câmara de captura ou para o ambiente externo, em caso de rejeição.

- **Sensores Ambientais (DHT22)**

Realizam a medição de temperatura e umidade, com precisão adequada para análise epidemiológica.

Software

A engenharia de software é responsável pela camada lógica e computacional do sistema. Os algoritmos de detecção, controle e interface estão centralizados nesta área, garantindo que os dados capturados sejam processados corretamente e apresentados ao usuário.

- **Algoritmos de Classificação**

Utilização de Machine Learning para identificação acústica (baseada em frequência de batida de asas) e visual (via redes neurais convolucionais) do *Aedes aegypti*.

- **Firmware Embarcado**

Controle dos sensores, atuadores e tomada de decisões em tempo real, executado em uma Raspberry Pi.

- **Interface Web (Dashboard)**

Apresenta dados de captura, condições ambientais e histórico de forma intuitiva e acessível por meio de painel interativo responsivo.

Estrutura Física (Aeroespacial e Automotiva)

As engenharias Aeroespacial e Automotiva são responsáveis pelo projeto físico da armadilha, assegurando que sua estrutura seja leve, robusta, modular e de fácil manutenção.

- **Carcaça Modular**

Desenvolvida com modelagem CAD, a estrutura comporta todos os componentes internos, permite a troca de fitas adesivas e coleta segura dos mosquitos.

- **Proteção e Resistência**

Projeto otimizado para resistir à exposição solar, chuva leve e variações térmicas, mantendo integridade estrutural e operacional em campo.

- **Portabilidade**

Peso total inferior a 10 kg e dimensões adequadas para transporte manual e montagem sem ferramentas.

Energia

A engenharia de energia é responsável pelo fornecimento elétrico autônomo e seguro de todo o sistema, utilizando fontes renováveis e garantindo autonomia para operação ininterrupta.

- **Dimensionamento da Bateria**

Seleção de bateria LiFePO₄ capaz de alimentar o sistema, incluindo reserva para operação noturna por até 5 horas.

- **Carregamento Solar**

Sistema de recarga por painel solar, com circuitos de proteção contra sobrecarga, subtensão e curto-circuito.

- **Gerenciamento Energético**

Controle eficiente do consumo de energia, priorizando subsistemas críticos durante operação com baixa carga.

Conclusão

A integração entre as diferentes áreas de engenharia foi fundamental para o desenvolvimento do DengBuster como um sistema completo, eficiente e funcional. Cada especialidade contribuiu com soluções específicas que, em conjunto, resultam em uma armadilha inteligente de baixo custo, seletiva, portátil e energeticamente autônoma. Esta sinergia interdisciplinar garante que o projeto atenda às exigências tanto técnicas quanto sociais, contribuindo significativamente para o combate ao *Aedes aegypti* e o avanço da pesquisa científica na área de vigilância entomológica.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Autor(es)
1.0	Criação do documento	27/04/2025	Alejandro Lopez
1.1	Padronização e incremento	01/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira

Levantamento de Riscos – Projeto DengBuster

Introdução

Este documento apresenta a análise de riscos do projeto **DengBuster**, armadilha inteligente para captura seletiva de mosquitos *Aedes aegypti*. O levantamento tem como objetivo identificar, avaliar e mitigar os principais riscos que possam comprometer o sucesso do projeto, considerando aspectos técnicos, operacionais, humanos, financeiros e de comunicação. Os riscos estão classificados por categoria temática, cada um descrito com sua probabilidade, impacto e estratégias de mitigação propostas.

Riscos por Categoria

Algoritmo

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Baixa qualidade do microfone	Pode gerar ruído e capturar mal os sons dos mosquitos.	Média	Alto	Escolha de microfones com alta sensibilidade e resposta adequada à faixa de frequência do mosquito.
Ruídos externos	Sons ambientais (vento, fala, máquinas) podem interferir na análise.	Alta	Alto	Aplicação de filtros físicos e digitais no microfone e no algoritmo.
Frequências similares	Captura de sons com frequência parecida pode gerar falsos positivos.	Alta	Alto	Treinamento robusto do algoritmo e ajustes no pré-processamento do sinal.
Baixo desempenho	Latência elevada na classificação pode prejudicar a resposta do sistema.	Média	Médio	Otimização do código e uso de hardware compatível.

Saúde

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Exposição a mosquitos vetores	Contato acidental com espécimes potencialmente infectados durante manutenção do sistema.	Baixa	Médio	Uso de EPIs (luvas, máscaras, repelentes) e estrutura segura para coleta.

Prazo

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Dependência de terceiros	Etapas que exigem validações externas podem causar atrasos.	Baixa	Médio	Antecipar contatos e definir prazos claros com todos os envolvidos.
Sobrecarga da equipe	Acúmulo de demandas acadêmicas pode comprometer entregas do projeto.	Média	Médio	Planejamento realista e reuniões de alinhamento semanais.
Integração demorada entre hardware e software	Problemas na junção dos subsistemas podem comprometer o cronograma.	Alta	Alto	Implementar testes incrementais e desenvolvimento em ciclos curtos.

☐☐ Comunicação

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Falta de alinhamento entre áreas	Divergências entre prioridades e abordagens podem gerar retrabalho.	Média	Alto	Definição clara de papéis e comunicação contínua entre grupos.
Inadimplência de tarefas	Membros não entregam atividades nos prazos definidos.	Média	Alto	Monitoramento do progresso com ferramentas de gestão.
Documentação desatualizada ou ausente	Falta de registros pode prejudicar continuidade e rastreabilidade do projeto.	Média	Médio	Manter repositório único e atualizado para documentos oficiais.
Falta de feedback entre subgrupos	Falta de comunicação pode impedir ajustes e melhorias em tempo hábil.	Média	Alto	Uso de ferramentas colaborativas e reuniões de sincronização.

☐☐ Tecnologia

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Defeitos em sensores	Falhas técnicas ou calibração incorreta podem comprometer dados.	Baixa	Alto	Testes regulares e calibração adequada dos sensores.
Falha no sistema de captura	Ventiladores podem falhar ou apresentar mau funcionamento.	Baixa	Alto	Verificações periódicas e uso de componentes confiáveis.
Instabilidade no fornecimento de energia	Problemas no carregamento ou bateria podem desligar o sistema.	Baixa	Alto	Monitoramento constante da carga e verificação da montagem elétrica.

☐ Gestão

Risco	Descrição	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Estouro de orçamento	Custos podem exceder os limites definidos.	Média	Médio	Planejamento financeiro e controle contínuo de despesas.
Qualidade técnica insuficiente	Produto final pode não atingir os padrões esperados.	Média	Médio	Definir critérios de aceitação e testes de qualidade nas entregas parciais.
Planejamento inadequado	Cronograma pode não refletir a realidade de execução.	Média	Médio	Construção de cronograma detalhado com checkpoints e revisões periódicas.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Autor(es)
1.0	Criação do Documento	23/04/2025	Bruno e Walter

Versão	Descrição	Data	Autor(es)
2.0	Inclusão dos riscos adicionais (algoritmo, saúde, prazo, comunicação, tecnologia)	24/04/2025	Paulo, Bruno, Walter
2.1	Padronização e incremento	01/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira

Cronograma detalhado

Cronograma Detalhado

O cronograma abaixo apresenta a distribuição temporal das principais atividades do projeto **DengBuster**, organizadas por semanas, conforme o calendário da disciplina Projeto Integrador 2. A divisão considera as etapas de pesquisa, desenvolvimento, testes e entrega final, permitindo acompanhar a evolução do projeto e realizar ajustes conforme necessário.

Período	Atividades
Semanas 1–2	Pesquisa de patentes, definição de requisitos e elaboração do Termo de Abertura
Semanas 3–4	Projeto preliminar da estrutura mecânica e dos esquemáticos eletrônicos
Semanas 5–6	Desenvolvimento do firmware e do algoritmo de detecção por áudio (validação em bancada)
Semanas 7–8	Montagem do primeiro protótipo e testes unitários de hardware
Semanas 9–10	Integração entre hardware e software, com testes de captura em ambiente controlado
Semana 11	Otimizações de desempenho e refinamento da interface web
Semana 12	Testes de campo, coleta de dados e ajustes finais no sistema
Semana 13	Finalização da documentação, elaboração da EAP e preparação da apresentação final

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Vinicius de Oliveira Santos

Público-Alvo – Projeto DengBuster

Introdução

Este documento apresenta os principais públicos que podem se beneficiar da utilização do **DengBuster**, uma armadilha inteligente voltada à captura seletiva de mosquitos *Aedes aegypti*. O objetivo é mapear os perfis de usuários que podem utilizar o dispositivo como ferramenta de vigilância epidemiológica, pesquisa científica ou apoio a políticas públicas de saúde. Também são descritas orientações para participação e instalação do dispositivo em campo.

Públicos Interessados

- **Cidadãos**
Moradores de áreas com histórico de arboviroses que desejam colaborar com o monitoramento entomológico em suas comunidades, promovendo saúde pública preventiva.
- **Universidades e centros de pesquisa**
Grupos acadêmicos envolvidos em estudos sobre entomologia, biotecnologia, ecologia de vetores, genética e comportamento de mosquitos.
- **Laboratórios e instituições de pesquisa**
Organizações que realizam análises moleculares, testes de resistência a inseticidas, estudos virais ou desenvolvimento de novas metodologias de combate ao vetor.
- **Secretarias de Saúde e órgãos públicos**
Entidades responsáveis por estratégias de combate à dengue, zika e chikungunya, interessadas em dados de campo confiáveis e soluções replicáveis de monitoramento vetorial.

Participação

Qualquer interessado poderá requisitar o dispositivo e instalá-lo em local estratégico para coleta e análise de dados entomológicos. A participação não se restringe aos grupos listados — o projeto **DengBuster** busca promover uma rede colaborativa de monitoramento, fortalecendo a base de dados sobre a presença do *Aedes aegypti* em diferentes contextos climáticos e geográficos. Essa abordagem contribui diretamente para a formulação de políticas públicas, ações preventivas e pesquisas científicas mais eficazes.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Miguel Moreira e Christian Hirsch
1.1	Versionamento e ajustes	26/04/2025	Christian Hirsch
1.2	Padronização e incremento	01/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira
4.0	Correções pos MVP	18/07/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira

Estrutura Analítica do Projeto (EAP) – DengBuster

Introdução

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é uma ferramenta de gestão que organiza todas as atividades do projeto em uma hierarquia lógica e detalhada. O objetivo é facilitar o planejamento, execução, monitoramento e controle das entregas ao dividir o projeto em partes menores e mais gerenciáveis.

No contexto do projeto **DengBuster**, a EAP foi desenvolvida considerando as etapas de pesquisa, desenvolvimento de hardware e software, validação e documentação. Este documento apresenta duas versões da EAP: a versão escrita em formato textual hierárquico e a versão visual em formato de diagrama (WBS), para melhor compreensão e acompanhamento.

Desenvolvimento do Projeto DengBuster

EAP Visual (Diagrama)

□ *A versão visual será adicionada futuramente como imagem ou gráfico interativo representando a hierarquia de atividades do projeto.*

1. EAP Escrita (Hierárquica)

1.1 Planejamento e Pesquisa

1.1.1 PESQUISA SOBRE O MOSQUITO *AEDES AEGYPTI*

- Levantamento bibliográfico sobre ciclo de vida e hábitos do vetor
- Identificação de horários e locais de maior atividade
- Sistematização das informações relevantes para o projeto

1.1.2 ESTUDO DE MÉTODOS DE CAPTURA

- Análise de armadilhas tradicionais e comerciais
- Estudo sobre viabilidade e vantagens de manter o mosquito vivo
- Seleção preliminar dos métodos mais promissores

1.1.3 ESTUDO DE TECNOLOGIAS E PATENTES EXISTENTES

- Pesquisa de projetos semelhantes em artigos e relatórios técnicos
- Consulta a bancos de patentes nacionais e internacionais
- Registro e comparação das tecnologias encontradas

1.1.4 CONEXÃO COM COMUNIDADES DE PESQUISA

- Mapeamento de grupos de pesquisa (universidades, institutos)
- Contato com professores e pesquisadores relevantes
- Parcerias para testes, dados ou validação científica

1.1.5 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO

- Definição das áreas (hardware, software, biologia etc.)
- Divisão preliminar de responsabilidades

1.1.6 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

- Identificação das necessidades do público-alvo
- Definição de critérios técnicos (autonomia, sensores, precisão)
- Elaboração do Termo de Abertura

1.2 Desenvolvimento do Hardware

1.2.1 PROJETO DA ESTRUTURA FÍSICA DA ARMADILHA

- Definição do tipo de armadilha (portátil, estacionária etc.)
- Estudo de materiais (plástico, acrílico etc.)
- Modelagem 3D da carcaça e compartimentos internos
- Avaliação da ventilação e acesso dos mosquitos
- Prototipagem da estrutura

1.2.2 SELEÇÃO E INTEGRAÇÃO DE COMPONENTES

- Identificação dos sensores, microfones, câmeras e demais peças
- Pesquisa e comparação de opções viáveis
- Teste de compatibilidade com o microcontrolador
- Aquisição dos componentes

1.2.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE CAPTURA

- Definição do método (sucção, fita adesiva etc.)
- Projeto do mecanismo de entrada e retenção
- Montagem elétrica/mecânica
- Testes de funcionalidade

1.3 Desenvolvimento do Software

1.3.1 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO DE IDENTIFICAÇÃO

- Definição dos parâmetros de entrada (áudio, imagem etc.)
- Escolha da abordagem (machine learning, reconhecimento de padrões)
- Construção do banco de dados de referência
- Treinamento e validação com dados reais
- Ajustes e otimização da acurácia

1.3.2 IMPLEMENTAÇÃO DA INTERFACE DE USUÁRIO

- Definição de requisitos de usabilidade
- Criação de wireframes e layout
- Desenvolvimento em ambiente adequado (web/mobile/embarcado)
- Testes de navegação com feedback de usuários

1.3.3 INTEGRAÇÃO COMO HARDWARE

- Comunicação com sensores e microcontrolador
- Coleta e tratamento dos dados
- Testes em tempo real com dispositivos físicos
- Ajustes para sincronização de dados com o algoritmo

1.4 Testes e Validação

1.4.1 TESTES UNITÁRIOS

- Testes elétricos e funcionais dos sensores e atuadores
- Validação do algoritmo de identificação
- Testes de estabilidade da interface
- Testes do sistema de captura de forma isolada

1.4.2 TESTES DE INTEGRAÇÃO

- Integração entre hardware e software
- Testes de fluxo completo de dados (sensor → algoritmo → interface)
- Verificação da comunicação entre dispositivos

- Ajustes em caso de falhas

1.4.3 TESTES EM AMBIENTE REAL

- Escolha de local controlado (laboratório, estufa etc.)
- Testes com mosquitos reais
- Avaliação da taxa de captura e acurácia da identificação
- Análise de desempenho em condições reais

1.5 Documentação e Apresentação Final

1.5.1 ENTREGA DO PROTÓTIPO FINAL

- Revisão do funcionamento do protótipo
- Embalagem, transporte e preparação para demonstração
- Apresentação técnica e funcional à banca avaliadora

1.5.2 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL

- Estruturação do conteúdo (introdução, metodologia, resultados etc.)
- Coleta de dados e imagens
- Redação técnica e revisão do conteúdo
- Formatação e padronização conforme orientações da banca

1.5.3 PREPARAÇÃO DA APRESENTAÇÃO PARA A BANCA

- Definição de roteiro e tempo de fala
- Treinamento da equipe para exposição oral e respostas

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação da EAP escrita	30/04/2025	Luis Felipe Rivera
1.1	Padronização e incremento	01/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira

Estimativa de Custos – Projeto DengBuster

Introdução

Este documento apresenta a estimativa de custos para construção dos protótipos do projeto **DengBuster**, uma armadilha inteligente voltada à captura seletiva e identificação de mosquitos *Aedes aegypti*. O dispositivo integra módulos de atração (água, feromônio e luz), sensores ambientais, algoritmos de reconhecimento acústico e visual, e uma estrutura portátil.

Inicialmente, foi considerada a utilização do **ESP32** como unidade de controle. Contudo, com o avanço do projeto e a necessidade de execução local de algoritmos complexos de visão computacional, foi integrada a **Raspberry Pi 4** como nova base computacional.

As estimativas apresentadas a seguir comparam três versões do protótipo — duas anteriores, de menor complexidade, e uma versão final mais completa — permitindo avaliar a evolução técnica e o impacto no custo.

□ □ **Importante:** os custos relacionados à **estrutura física final da armadilha** (como carcaça impressa, base de suporte e proteção mecânica) ainda estão em levantamento e **não estão incluídos nesta versão** do documento.

Componentes Técnicos e Funções

Componente	Função	Responsabilidades Técnicas	Destaque	Valor (R\$)
ESP32	Microcontrolador	Processamento básico, controle de periféricos e comunicação via Wi-Fi	Baixo custo e boa performance	R\$ 45,00
Raspberry Pi 4	Mini computador	Processamento de algoritmos complexos (CNNs), múltiplos sensores e integração com câmera	Ideal para IA embarcada e visão computacional	R\$ 600,00
Ventoinha 12V 50×50×15mm	Fluxo de ar	Direcionamento de mosquitos, dispersão de feromônio e controle térmico	Formato compacto, ideal para estrutura reduzida	R\$ 14,44 (cada)
Sensor DHT11 (KY-015)	Temperatura/Umidade	Coleta de dados ambientais relevantes para análise epidemiológica	Integração simples e compatibilidade KY-015	R\$ 22,22
Microfone USB Hrebos HS-29	Captura de som	Captação do som das asas para identificação acústica	Alta sensibilidade	R\$ 40,00
Módulo Relé 2 Canais 5V	Acionamento	Controle seguro de periféricos (ex: coolers, LEDs) via microcontrolador	Proteção dos circuitos	R\$ 17,78
Amplificador	Condicionamento de áudio	Amplificação do sinal do microfone antes do processamento	Previsto, depende do ruído e sensibilidade real	R\$ 15,00 – R\$ 30,00
Módulo LED RGB 5050 Endereçável 12 LEDs	Atração luminosa	Emissão de luz RGB programável em formato compacto para atratividade visual	Melhor controle e intensidade na atração	R\$ 19,00
Jumper Macho-Macho 20cm 20 fios	Conexões elétricas rápidas	Facilita prototipagem e organização dos circuitos	Praticidade na montagem de circuitos	R\$ 7,78
Jumper Macho-Fêmea 20cm 20 fios	Conexões elétricas rápidas	Interliga sensores e módulos	Flexibilidade em conexões de diferentes tipos	R\$ 7,78

Componente	Função	Responsabilidades Técnicas	Destaque	Valor (R\$)
Resistor 5K Ohms 1/4W	Resistência elétrica	Adequação de níveis de sinal e proteção de circuitos	Essencial para proteção dos componentes eletrônicos	R\$ 0,12 (par)
Conversor de Nível Lógico 5V para 3,3V	Compatibilização de tensões	Adaptação segura entre diferentes padrões de voltagem	Segurança e integridade nos sinais eletrônicos	R\$ 6,11
Google Colab Pro	Treinamento em nuvem	Treinamento do algoritmo de visão computacional sem infraestrutura local	Otimiza tempo e recursos computacionais	R\$ 58,00/mês
Tatame EVA 50x50cm	Base física da estrutura	Material de montagem da amadilha	Impermeável e leve	R\$ 17,09
Fita Auto Adesiva	Montagem modular	Fixação dos módulos físicos da estrutura	Facilita manutenção e transporte	R\$ 16,90
Câmera CSI para Raspberry Pi	Captura de imagem	Entrada de dados para o algoritmo de identificação visual	Essencial em versões com visão computacional	R\$ 50,00
Módulo Abaixador de Tensão Ajustável DC-DC (LM317)	Regulação de tensão variável para alimentar diferentes módulos com precisão	Versátil para múltiplos usos de alimentação	Controle preciso de alimentação para múltiplos módulos	R\$ 8,90
Módulo Abaixador de Tensão 3,3V DC-DC (AMS1117)	Conversão fixa de 5V para 3,3V, ideal para sensores e microcontroladores que exigem 3,3V	Estabilidade e proteção de circuito	Estabilidade de tensão e proteção de circuitos	R\$ 3,40
Impressão 3D	Estrutura física da amadilha	Impressão da carcaça e base de suporte	Estrutura personalizada e leve	R\$ 120,00

Versão 1 – Atração por Água e Feromônio + Reconhecimento por Som

Configuração de entrada, de baixo custo, com foco em atratividade biológica e identificação acústica. Ideal para validações iniciais e testes em bancada.

Componentes utilizados:

- ESP32
- 2x Coolers
- Sensor DHT11
- Microfone USB Hrebos HS-29
- Módulo Relé 2 Vias
- Amplificador (previsto)

Custo total estimado: R\$ 156,00

Versão 2 – Atração por Luz + Reconhecimento por Som

Utiliza estímulo visual para atrair o mosquito em ambientes escuros. Mantém os sensores acústicos e ambientais com controle via ESP32.

Componentes utilizados:

- ESP32

- 2× Coolers
- Sensor DHT11
- Microfone USB Hrebos HS-29
- Módulo Relé 2 Vias
- Anel de LED WS2812B
- Amplificador (previsto)
- Jumper Macho-Macho 20cm 20 fios
- Jumper Macho-Fêmea 20cm 20 fios
- Resistor 5K ohms 1/4W
- Conversor de Nível Lógico 5V para 3,3V
- Módulo Abaixador de Tensão 3,3V DC-DC (AMS1117)
- Módulo Abaixador de Tensão Ajustável DC-DC (LM317)
- Câmera CSI para Raspberry Pi
- Impressão 3D

Custo total estimado: R\$ 289,47

Versão Final – Reconhecimento Visual + Áudio + Atração Multimodal

Versão atual e completa do DengBuster, com processamento central via **Raspberry Pi**, identificação multimodal (imagem e som), atração por luz, ventilação ativa e base para validação científica em campo.

Componentes utilizados:

- Raspberry Pi 4
- Câmera CSI ou USB
- Microfone USB Hrebos HS-29
- Módulo LED RGB 5050 Endereçável 12 LEDs
- 2× Coolers
- Sensor DHT11
- Módulo Relé
- Amplificador
- Tatame EVA + fita de fixação
- Impressão 3D

Custo total estimado:

- Subtotal componentes: R\$ 1038,46
- Margem para cabos, conectores e reserva (10%): R\$ 93,85
- Total estimado: R\$ 1048,31

Ainda não incluso: estrutura física definitiva da carcaça, compartimentos, proteção contra chuva e acabamento estético.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Breno Soares Fernandes e Breno Lucena Cordeiro
1.1	Padronização e incremento	01/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira
2.0	Padronização e incremento	30/05/2025	Breno Lucena Cordeiro

Detecção por Imagem (YOLOv8)

Introdução

Métodos de aprendizado profundo têm sido amplamente utilizados para a tarefa em questão. As redes neurais convolucionais (CNNs) são componentes essenciais do aprendizado profundo e são amplamente utilizadas para a detecção de objetos em imagens, devido à sua capacidade de lidar com dados multidimensionais (DU et al., 2023). As CNNs consistem em sistemas nos quais “neurônios” artificiais estão interconectados, trocando informações entre si. Essas redes são compostas por várias camadas de neurônios, em que cada neurônio responde a combinações de entradas provenientes das camadas anteriores. O aprendizado dessas redes ocorre por meio do ajuste dos pesos durante o processo de treinamento (HIJAZI; KUMAR; ROWEN, 2015).. Segundo Silva, Teixeira e Frances (2023), as arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes*, como Dengue, Zika e Chikungunya, são um problema de saúde pública, para contrarrestar isto, propuseram o uso de algoritmos de detecção de objetos (YOLO) com redes neurais convolucionais (CNNs) para identificar e classificar larvas do mosquito. A abordagem alcançou bons resultados, com 85,6% de mAP e erro médio quadrático (MSE) de 0,70024, indicando desempenho satisfatório. Oliveira et al. (2023) apresenta um sistema inteligente baseado em Visão Computacional e Internet das Coisas (IoT) para a detecção em tempo real do mosquito *Aedes aegypti*. Utilizando o algoritmo YOLOv7, o sistema demonstrou desempenho superior em relação a métodos tradicionais, alcançando uma acurácia de 97%. Este trabalho combinou detecção precisa com coleta contínua de dados por meio de uma arquitetura IoT. Tendo em vista a grande quantidade de trabalhos e datasets destinados à tarefa identificação de mosquitos, propõe-se o uso do modelo YOLO V8 para identificação de mosquitos do tipo *Aedes Aegypti*.

Dataset

Contar com um dataset de imagens é parte fundamental para o treinamento de qualquer algoritmo de detecção de objetos. Pela extrema relevância do tema, existem diversos datasets de imagens de mosquitos *Aedes Aegypti* em plataformas de machine learning como Kaggle ou Roboflow. Para realizar o treinamento, primeiro foi escolhida uma base de dados que concordasse com os nossos objetivos. Nesse contexto, foi escolhida o dataset contido no projeto “mosquito Computer Vision Project”, disponível na página Roboflow. Este dataset contém 3552 imagens, sendo 70% para treinamento, 20% para validação e 10% para teste. As etiquetas são duas: “aedes” e “non_aedes”, ou seja, o algoritmo detecta estas duas classes de mosquitos.

Treinamento

Para o treinamento da rede com dados personalizados, utilizou-se a plataforma Google Colab, que oferece acesso gratuito a recursos computacionais, sendo especialmente útil para tarefas de aprendizado de máquina e ciência de dados. Devido às limitações do plano básico da plataforma, o modelo foi treinado por apenas 80 épocas. O primeiro passo para realizar o treinamento é estabelecer uma conexão com a API do Roboflow, autenticando o acesso com a chave API fornecida (no caso, "a0T2wJrHefPJmOlvYn42"). Isso permite a interação com projetos, versões e datasets armazenados na plataforma Roboflow. Em seguida, acessa-se o workspace chamado "researchmosquito" dentro da conta da equipe e, posteriormente, o projeto específico chamado "mosquito-hpxxz". No Roboflow, os dados são organizados dentro de workspaces e projetos. Por fim, realiza-se o download da versão 1 do projeto no formato YOLOv8. O Roboflow oferece diferentes formatos de exportação, sendo "yolov8" um dos formatos compatíveis com o modelo YOLOv8. Isso significa que as imagens e anotações do dataset serão baixadas no formato adequado para treinar o modelo YOLOv8.

O código utilizado para essa tarefa é apresentado a seguir:

```

# -*- coding: utf-8 -*-
"""DENGUE.ipynb
Automatically generated by Colab.
Original file is located at
https://colab.research.google.com/drive/1d28jYU5iC2TtGYJqaeFsPkp6KluhiUs8
"""

# MY_SECRET_KEY=""

!pip install ultralytics
!pip install roboflow

import ultralytics
from roboflow import Roboflow
from ultralytics import YOLO
from IPython.display import Image

rf = Roboflow(api_key="SUA API KEY AQUI")
project = rf.workspace("researchmosquito").project("mosquito-hpxxz")
version = project.version(1)
dataset = version.download("yolov8")

from ultralytics import YOLO

# Carrega o modelo YOLOv8 pré-treinado (por exemplo, YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, etc.)
model = YOLO("yolov8n.pt") # Use seu próprio modelo treinado: "runs/detect/train/weights/best.pt"

# Mostrar a arquitetura del modelo
print(model.model)

!yolo task=detect mode=train model=yolov8s.pt
data=/content/mosquito-1/data.yaml epochs=500 imgsz=640 plots=True

# VIEW MODEL TRAINING CHARTS
Image(filename=f'/content/runs/detect/train/results.png', width=600)

# VALIDATION
!yolo task=detect mode=val model=/content/runs/detect/train/weights/best.pt
data=/content/mosquito-1/data.yaml

# Passo 1: Compactar a pasta /content/runs em um arquivo .zip
!zip -r /content/runs.zip /content/runs

# Passo 2: Fazer o download do .zip
from google.colab import files
files.download('/content/runs.zip')

```

Deploy

Por enquanto, o algoritmo está sendo testado no notebook pessoal, utilizando uma câmera web para capturação de vídeo. Um detalhe importante do algoritmo de detecção, é que a inferência pode ser realizada tanto em vídeo quanto em imagens. O código realiza a captura de vídeo em tempo real e a detecção de objetos utilizando um modelo YOLO pré-treinado. Primeiramente, o modelo é carregado a partir de um arquivo de pesos e "aquecido" com uma previsão inicial, preparando-o para a detecção. O código configura diretórios de saída para salvar os resultados, o vídeo resultante e o arquivo de relatório. Em seguida, inicia a captura de vídeo com a webcam e define a largura, altura e FPS dos frames. Utilizando o OpenCV, um escritor de vídeo é configurado para salvar o vídeo com as detecções em formato MP4. A cada frame capturado, o modelo realiza a detecção de objetos e, quando detectados, salva as imagens com as detecções, registra informações como timestamp, número de objetos detectados e nome do arquivo no relatório. A contagem total de detecções e a taxa de FPS são exibidas na tela. Ao final do processo, o relatório é completado com informações gerais sobre o tempo de gravação, a quantidade total de detecções, o tamanho do arquivo de vídeo e a memória utilizada. O código finaliza liberando os recursos de captura e gravação, e fechando as janelas abertas. Dessa forma, o modelo YOLOv8 realiza a detecção e registra as informações em tempo real, criando um relatório e salvando as imagens e vídeos das detecções para análise posterior.

O código utilizado consta a seguir:

```

# -*- coding: utf-8 -*-
"""denque_deploy.ipynb
Automatically generated by Colab.
Original file is located at
https://colab.research.google.com/drive/1kXsD1Ocp8-23ERrrb6TVepNgz2gzRzXY
"""

#from ultralytics import YOLO
# Cargar el modelo entrenado
#model = YOLO(r'C:\Users\lopez\OneDrive\Escritorio\DENGUE\best-80.pt')
##### Modelo com relatório 2

from ultralytics import YOLO
import cv2
import os
import time
import numpy as np
import psutil
import os.path as path

# Carregar o modelo
modelo = YOLO(r'C:\Users\lopez\OneDrive\Escritorio\DENGUE\best-80.pt')

# Aquece o modelo
_ = modelo.predict(np.zeros((480, 640, 3), dtype=np.uint8), imgsz=480,
conf=0.70, stream=False, verbose=False)

# Diretórios
diretorio_saida =
r'C:\Users\lopez\OneDrive\Escritorio\DENGUE\resultados\prediccion2'
os.makedirs(diretorio_saida, exist_ok=True)
video_saida = os.path.join(diretorio_saida, 'video prediccao.mp4')

```

```

relatorio_path = os.path.join(diretorio_saida, 'relatorio.txt')

# Iniciar a captura de vídeo
cap = cv2.VideoCapture(0)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 640)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 480)

largura_frame = int(cap.get(3))
altura_frame = int(cap.get(4))
fps = int(cap.get(cv2.CAP_PROP_FPS)) or 24

# Criar o escritor de vídeo
out = cv2.VideoWriter(
    video_saida,
    cv2.VideoWriter_fourcc(*'mp4v'),
    fps,
    (largura_frame, altura_frame)
)

frame_id = 0
total_deteccoes = 0
start_time = time.time() # Início da gravação

# Abrir o arquivo de relatório
with open(relatorio_path, 'w') as relatorio:
    relatorio.write('RELATÓRIO DE DETECÇÕES\n')
    relatorio.write('=====\n\n')

while cap.isOpened():
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break

    frame_start = time.time()

    resultados = modelo.predict(
        source=frame,
        imsz=480,
        conf=0.70,
        stream=False,
        verbose=False
    )

    for r in resultados:
        frame_end = time.time()
        fps_atual = 1 / (frame_end - frame_start + 1e-6) # Evitar divisão por zero

        if r.bboxes and len(r.bboxes) > 0:
            total_deteccoes += 1
            timestamp = time.strftime("%Y%m%d-%H%M%S")
            nome_arquivo = f'deteccao_{timestamp}_{frame_id}.jpg'
            caminho_arquivo = os.path.join(diretorio_saida, nome_arquivo)
            cv2.imwrite(caminho_arquivo, r.plot()) # Salvar imagem

            # Escrever no relatório
            relatorio.write(f'Deteção {total_deteccoes}:\n')
            relatorio.write(f' - Timestamp: {timestamp}\n')
            relatorio.write(f' - Arquivo: {nome_arquivo}\n')
            relatorio.write(f' - Objetos detectados: {len(r.bboxes)}\n\n')
            relatorio.flush() # Salvar imediatamente

            frame_id += 1

        texto = f'Deteções: {total_deteccoes} | FPS: {fps_atual:.1f}'
        cv2.putText(
            r.plot(), texto, (10, 30),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.8, (0, 255, 0), 2
        )

        out.write(r.plot())
        cv2.imshow('Predição', r.plot())

    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

# Tempo total de gravação
tempo_gravacao = time.time() - start_time

# Estatísticas gerais
peso_video = path.getsize(video_saida) / (1024 * 1024) # Em MB
memoria_usada = psutil.virtual_memory().used / (1024 * 1024) # Em MB

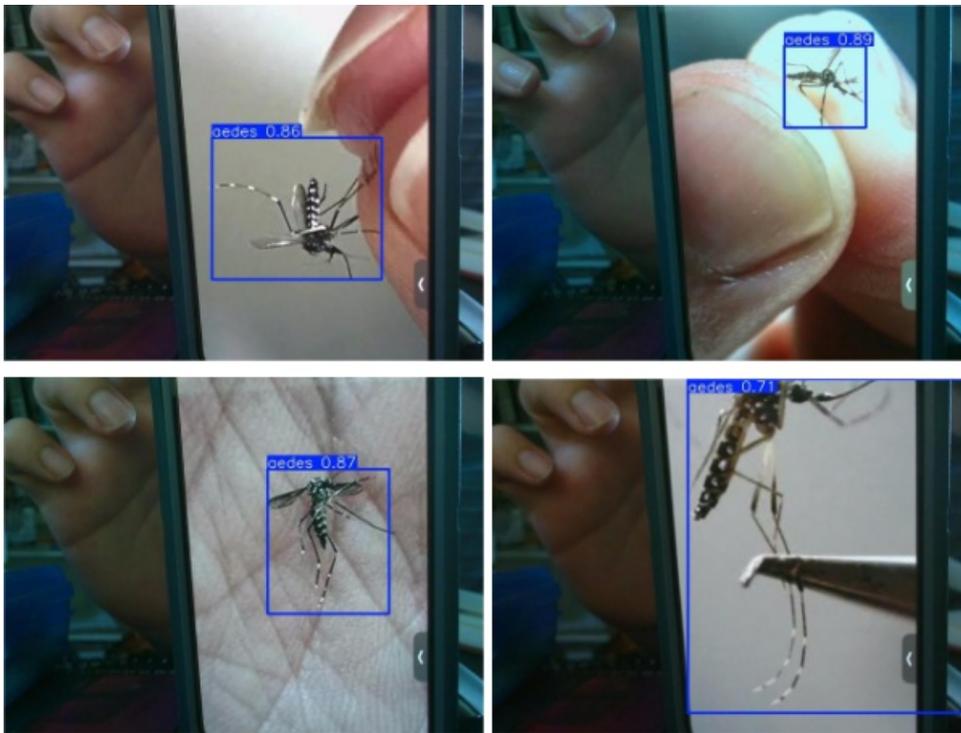
# Escrever estatísticas no relatório
relatorio.write('\n\n')
relatorio.write('=====\n')
relatorio.write(f'Tempo total de gravação: {tempo_gravacao / 60:.2f} minutos\n')
relatorio.write(f'Quantidade total de detecções: {total_deteccoes}\n')
relatorio.write(f'Peso do arquivo de vídeo: {peso_video:.2f} MB\n')
relatorio.write(f'Memória utilizada (aproximadamente): {memoria_usada:.2f} MB\n')

# Finalizar
cap.release()
out.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

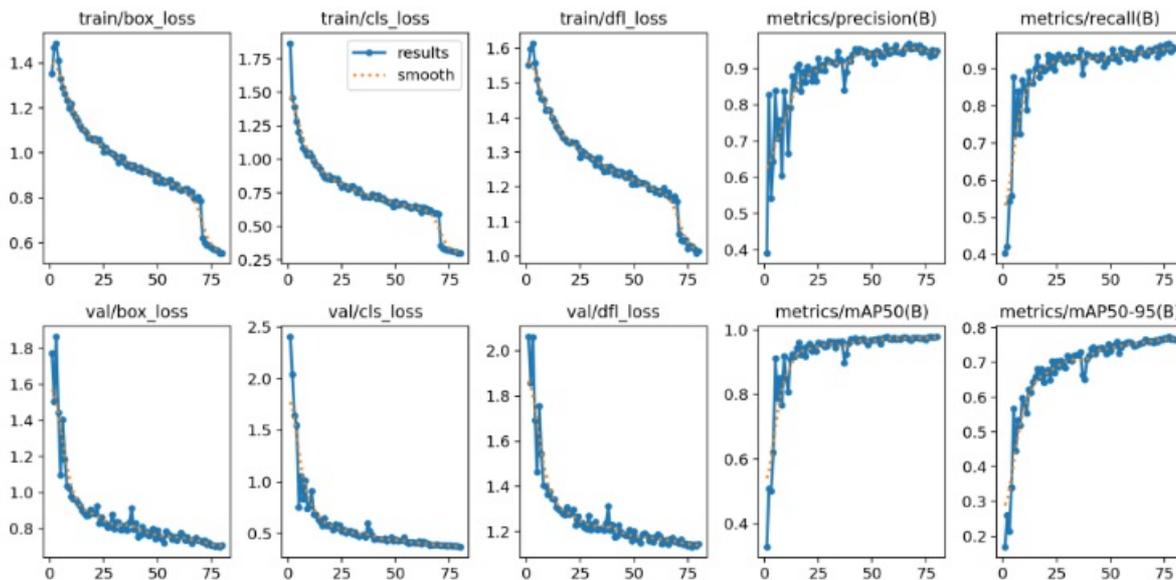
Resultados

O modelo foi testado por meio de vídeos de mosquitos gravados em um celular. Para isso, o celular foi posicionado na frente da câmera web, permitindo a realização da inferência em tempo real com o vídeo sendo capturado diretamente. Durante o teste, o modelo YOLO foi capaz de realizar a detecção de objetos (mosquitos) nos frames do vídeo, e os resultados da detecção foram registrados em imagens e vídeos, como parte do processo de avaliação. A seguir, os resultados das detecções realizadas pelo modelo são apresentados.



Métricas de Avaliação

Durante o treinamento do modelo, gráficos foram gerados para ilustrar as variações de métricas importantes, como box loss, classification loss, distribution focal loss, precisão (precision), recall e mean average precision (mAP), tanto para os conjuntos de treinamento quanto de validação ao longo das épocas de treinamento. Esses gráficos fornecem uma visão detalhada da performance do modelo, destacando como ele evolui e ajusta seus parâmetros para melhorar a detecção e a classificação dos objetos ao longo do tempo. As métricas de perda (loss) indicam a eficiência do modelo em minimizar os erros durante o processo de treinamento, enquanto as métricas de precisão, recall e mAP fornecem uma avaliação da qualidade das predições do modelo em termos de sua capacidade de detectar corretamente os objetos e minimizar falsos positivos e negativos.



Referências bibliográficas

- DU, Xing et al. A comparative study of different CNN models and transfer learning effect for underwater object classification in side-scan sonar images. *Remote Sensing*, v. 15, n. 3, p. 593, jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15030593>.
- HIJAZI, Samer; KUMAR, Rishi; ROWEN, Chris. Using convolutional neural networks for image recognition. 2015.
- SILVA, Romário; TEIXEIRA, Carlos de Mattos; FRANCES, Carlos. Modelo de classificação e detecção de larvas de mosquitos *Aedes* usando YOLO. [S.l.], 29 out. 2023.
- OLIVEIRA, Danilo et al. Application of YOLOv7 for real-time detection of *Aedes aegypti*. [S.l.: s.n.], 11 out. 2023.
- ROBOFLOW. *Mosquito Detection Dataset – mosquito-hpxx*. Roboflow Universe, 2023. Disponível em:

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	01/05/2025	Alejandro Lopez

Identificação por Som (Batimento de Asas)

Introdução

Durante o desenvolvimento deste projeto, foi proposto ao grupo o desafio de criar uma armadilha inteligente para mosquitos, capaz não apenas de capturá-los, mas também de trazer informações relevantes para o controle vetorial. Com isso em mente, surgiu a oportunidade de integrar ao sistema um algoritmo previamente desenvolvido individualmente por um dos integrantes do grupo, que tem como função a identificação automática de espécies de mosquitos com base no som do batimento de suas asas.

Esse algoritmo se apresenta como uma solução inovadora, leve e eficiente para reconhecer espécies vetoras de doenças com base em sua assinatura acústica. Ele foi originalmente criado em outro projeto de pesquisa, mas devido à sua grande correlação com o propósito da armadilha inteligente, tornou-se uma ferramenta ideal para compor o sistema proposto neste trabalho.

Origem da Ideia e Justificativa de Uso

A ideia de utilizar esse algoritmo no projeto surgiu da convergência entre dois trabalhos distintos: por um lado, o desafio proposto pela banca, que envolvia a construção de uma armadilha automatizada; e por outro, o algoritmo de identificação acústica, desenvolvido para outro contexto, mas que se mostrou perfeitamente compatível com o novo escopo.

A integração dos dois projetos oferece um ganho significativo em valor social e técnico, pois além de capturar os mosquitos, a armadilha passará a ser capaz de identificá-los e contabilizá-los por espécie, possibilitando análises populacionais locais em tempo real. Essa funcionalidade é de grande importância para órgãos de saúde pública que precisam monitorar áreas de risco e agir de forma estratégica no combate às arboviroses.

Como o Algoritmo Será Usado no Projeto

O algoritmo será embarcado em um microcomputador Raspberry Pi, que estará acoplado à armadilha dodecaédrica. Esse sistema embarcado ficará responsável por:

- Captar o som do mosquito após sua entrada na armadilha;
- Processar esse som para gerar uma assinatura acústica única (fingerprint);
- Comparar a assinatura com uma base de dados interna previamente construída;
- Identificar automaticamente a espécie do mosquito capturado;
- Armazenar ou transmitir essa informação para um sistema de registro e monitoramento.

Todo o processamento será feito localmente, garantindo baixo consumo energético e independência de rede externa.

Como o Algoritmo Funciona

O funcionamento do algoritmo se baseia na extração de padrões acústicos contidos nos sons do batimento de asas dos mosquitos. Os passos principais incluem:

1. Captação e pré-processamento do som: o sinal é reamostrado, filtrado e convertido em um espectrograma;
2. Extração de picos espectrais: os picos mais relevantes em termos de frequência e tempo são identificados;
3. Criação do fingerprint: pares de picos são organizados em uma matriz que representa a “impressão digital” do som;
4. Matching com a base de dados: essa impressão digital é comparada com fingerprints já armazenados, extraídos de amostras conhecidas de *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* e *Anopheles arabiensis*;
5. Identificação da espécie: a espécie com o maior número de correspondências é retornada como resultado final.

Esse processo permite realizar uma identificação rápida, leve e sem necessidade de redes neurais complexas, o que é ideal para dispositivos de campo de baixo custo.

Riscos Relacionados ao Algoritmo

Apesar da robustez do algoritmo, alguns riscos operacionais precisam ser considerados:

- Ruídos externos: sons do ambiente (vento, voz humana, motores) podem interferir na captação do sinal do mosquito;

- Precisão limitada: o algoritmo pode não atingir uma taxa de acerto suficientemente alta em todas as condições ambientais, especialmente na diferenciação entre espécies com padrões sonoros semelhantes;
- Dependência da qualidade do microfone: se o microfone embarcado não tiver sensibilidade adequada, o fingerprint pode ser comprometido.

Medidas Mitigadoras

Como forma de mitigar esses riscos, o projeto prevê o desenvolvimento paralelo de um algoritmo complementar de identificação por imagem, que poderá ser utilizado como sistema de apoio ou verificação cruzada em casos de incerteza. Isso aumenta a confiabilidade geral da armadilha inteligente e abre espaço para fusão de dados em futuras versões do sistema.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	01/05/2025	Luis Felipe Rivera

Backlog

Introdução

Este documento apresenta o **backlog específico da parte algorítmica** do projeto **Armadilha Inteligente para Aedes aegypti**. No qual o foco está no desenvolvimento do sistema de **classificação automática do mosquito**, baseado em sinais de áudio e imagem captados em tempo real.

Tabela backlog

ID	Épico	História de Usuário	Prioridade
E01	Identificação de Mosquitos	Como usuário, quero que o algoritmo classifique o mosquito pela frequência de batimento das asas.	Alta
E02.1	Captura e Processamento de Áudio	Como usuário, quero capturar o som de mosquitos com um microfone para que o algoritmo possa analisá-lo.	Alta
E02.2	Captura e Processamento de Áudio	Como usuário, quero que o algoritmo extraia a frequência dos sons capturados para identificação precisa.	Alta
E03.1	Análise de Frequência	Como usuário, quero que o algoritmo compare a frequência extraída com a faixa típica do Aedes aegypti.	Alta
E03.2	Análise de Frequência	Como usuário, quero que sons que não correspondem a batidas de asas sejam descartados automaticamente.	Média
E04	Gestão de Base de Dados	Como usuário, quero que o algoritmo carregue uma base de dados de frequências conhecidas para melhorar a acurácia.	Média
E05	Visualização de Dados	Como usuário, quero gerar um espectrograma a partir do som captado para facilitar a análise.	Média

Critérios de aceitação

1. O algoritmo deve classificar o mosquito através da frequência do batimento das asas

- 1.1. O algoritmo deve retornar um resultado categórico indicando se o som pertence ou não ao Aedes aegypti.
- 1.2. O algoritmo deve ter taxa de acerto mínima de 90% em testes com amostras reais previamente rotuladas.
- 1.3. O algoritmo deve distinguir entre diferentes espécies de mosquito com base em diferenças de frequência.
- 1.4. O algoritmo deve incluir uma margem de tolerância ao ruído.

2. O algoritmo deve receber como entrada o sinal de áudio captado por um microfone

- 2.1. O algoritmo deve aceitar entrada de microfone em tempo real e/ou arquivos de áudio.
- 2.2. O sistema deve ser capaz de processar áudio captado em tempo real ou carregado de um arquivo.

3. O algoritmo deve extrair a frequência do som das asas do mosquito a partir do sinal de áudio

- 3.1. A extração de frequência deve identificar a frequência fundamental do sinal associado ao batimento de asas.
- 3.2. A técnica de extração deve funcionar corretamente mesmo em presença de ruídos leves.
- 3.3. A extração deve ser concluída em menos de 1 segundo.

4. O algoritmo deve comparar a frequência extraída com a faixa de frequência característica do mosquito da dengue

(Aedes aegypti)

- 4.1. O sistema deve possuir uma faixa de referência configurável (por padrão: 400–600 Hz).
- 4.2. A decisão final deve indicar se a frequência corresponde ao padrão do Aedes aegypti ou não.
- 4.3. O algoritmo deve tolerar pequenas variações naturais (ex: diferenças por sexo ou idade do mosquito).
- 4.4. O sistema deve registrar e disponibilizar a frequência comparada e o resultado da verificação.

5. O algoritmo deve ignorar sons que não correspondem ao padrão de batida de asas de insetos

- 5.1. O algoritmo deve rejeitar sinais com ruído branco ou sons contínuos sem periodicidade.
- 5.2. A detecção de padrões de repetição (modulação rítmica) deve ser parte do processo de validação.
- 5.4. O algoritmo deve ter taxa de falso positivo inferior a 10% em presença de sons não relacionados a insetos.

6. O algoritmo deve carregar a base de dados para comparação das frequências

- 6.1. A base de dados deve conter registros com faixas de frequência conhecidas de insetos voadores.
- 6.2. A base deve ser carregada automaticamente na inicialização do algoritmo.
- 6.3. A base de dados deve ser extensível e permitir atualização manual ou automatizada.

7. O algoritmo deve criar um espectrograma a partir da frequência

- 7.1. O espectrograma deve exibir a intensidade das frequências ao longo do tempo (tempo vs. frequência vs. amplitude).
- 7.2. O espectrograma deve ter resolução suficiente para destacar frequências entre 200 e 1000 Hz.
- 7.3. O espectrograma deve ser gerado automaticamente ao processar o áudio.
- 7.4. O espectrograma deve destacar ou anotar a frequência identificada como dominante.

Os critérios acima garantem que o algoritmo desenvolvido atenda aos requisitos de precisão, desempenho e confiabilidade esperados pelo projeto DengBuster.

Histórico de ferramentas

Essa seção visa documentar as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do algoritmo de detecção de mosquitos da dengue. Inicialmente foi utilizado o MATLAB para a codificação, posteriormente, após algumas análises com o grupo foi decidido que uma migração de linguagem se fez necessária de MATLAB para Python, pois dessa maneira toda a parte de codificação do projeto estaria em uma única linguagem, não será necessária de uma paga para a execução do código e o consumo de memória diminui pela não necessidade de uma interface do MATLAB.

MATLAB

A MATLAB é uma plataforma de programação e computação numérica usada por milhões de engenheiros e cientistas para analisar dados, desenvolver algoritmos e criar modelos.

Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada e de propósito geral, conhecida por sua sintaxe clara e legível, que favorece a produtividade, a facilidade de manutenção do código e possui uma vasta biblioteca padrão e uma comunidade ativa que contribui com milhares de pacotes e frameworks.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	01/05/2025	Vinicius de Oliveira, Bruno Ricardo de Menezes

Requisitos

Introdução

Este documento apresenta os **Requisitos Funcionais e Não Funcionais do Algoritmo** de classificação responsável pela detecção do mosquito. Tais requisitos foram definidos com base nas necessidades práticas do sistema embarcado, visando garantir **eficiência, seletividade, resposta em tempo real e operação offline**.

A seguir, são listados os requisitos que guiarão o desenvolvimento e validação do algoritmo de detecção.

Requisitos Funcionais

Nº	Requisito
01	O algoritmo deve classificar o mosquito através da frequência do batimento das asas.
02	O algoritmo deve receber como entrada o sinal de áudio captado por um microfone.
03	O algoritmo deve extrair a frequência do som das asas do mosquito a partir do sinal de áudio.
04	O algoritmo deve comparar a frequência extraída com a faixa de frequência característica do mosquito da dengue (<i>Aedes aegypti</i>).
05	O algoritmo deve ignorar sons que não correspondem ao padrão de batida de asas de insetos.
06	O algoritmo deve carregar a base de dados para comparação das frequências.
07	O algoritmo deve criar um espectrograma a partir da frequência.

Requisitos Não Funcionais

Nº	Requisito
01	O sistema deve funcionar offline, sem necessidade de conexão com a internet.
02	O algoritmo deve processar o sinal de áudio em tempo real, com latência máxima de 2 segundos.
03	O algoritmo de processamento de imagens deve identificar o mosquito da dengue em menos de 2 segundos.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	01/05/2025	Vinícius de Oliveira, Bruno Ricardo de Menezes

Guia de Instalação e Uso: Detecção de Mosquito da Dengue por Som

Pré-requisitos

- Python 3.10+
- Git

Instalação

Guia de Instalação para o uso do algoritmo de som - **Linux (Ubuntu/Debian)**

1. **Instale o Python (se necessário):**

```
bash
sudo apt update
sudo apt install python3 python3-pip -y
```

1. **Crie um ambiente virtual (opcional, mas recomendado):**

```
bash
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate
```

1. **Instale as dependências:**

```
bash
pip install -r requirements.txt
```

1. **Instale dependências do sistema para `sounddevice`:**

```
bash
sudo apt install libportaudio2 libsndfile1
```

Guia de Instalação - **Windows**

1. **Instale o Python:**

2. Baixe em: <https://www.python.org/downloads/>
3. Marque a opção “**Add Python to PATH**” na instalação.
4. **Abra o terminal (CMD ou PowerShell)** e vá até a pasta do projeto:

```
cmd
cd caminho\para\sua\pasta
```

1. **(Opcional) Crie um ambiente virtual:**

```
cmd
python -m venv venv
venv\Scripts\activate
```

1. **Instale as dependências:**

```
cmd
pip install -r requirements.txt
```

1. **(Se necessário)** instale o driver do `sounddevice` (PortAudio):
2. Baixe o instalador PortAudio se houver erro.
3. Ou use o comando:

```
cmd
pip install pipwin
```

```
pipwin install sounddevice
```

Após instalação

1. Clone o repositório

```
git clone https://gitlab.com/unb-esw/fga-pi2/semestre-2025-1/dengue/software/algorithm.git  
cd algorithm-main/DENGUE_modelo_imagens
```

2. Execução dos algoritmos

Executar o algoritmo `criarBaseDados.py` com os áudios dos mosquitos no mesmo diretório para criar a base de dados:

```
python criarBaseDados.py
```

Após a criação da base de dados executar o arquivo `matching.py` para executar o algoritmo que verifica se o mosquito é ou não o *Aedes Aegypti*:

```
python matching.py
```

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/05/2025	Vinicius de Oliveira

Guia de Instalação e Uso: Detecção de Mosquito da Dengue com YOLOv8

Este projeto utiliza o modelo **YOLOv8** para treinar e detectar imagens relacionadas ao mosquito da dengue, com resultados visuais, métricas de performance e vídeos de predição.

Pré-requisitos

- Python 3.10+
- Conda (recomendado)
- Git
- Placa GPU com suporte CUDA (opcional, mas recomendado)

Instalação

1. Clone o repositório

```
git clone https://gitlab.com/unb-esw/fga-pi2/semestre-2025-1/dengue/software/algorithm.git
cd algorithm-main/DENGUE_modelo_imagens
```

2. Crie e ative o ambiente Conda

```
conda env create -f environment.yml
conda activate yolov8dengue
```

Alternativamente, instale manualmente os pacotes indicados no `environment.yml`.

3. Instale o Ultralytics YOLOv8

```
pip install ultralytics
```

Ou clone direto do repositório: `git clone https://github.com/ultralytics/ultralytics.git && cd ultralytics && pip install -e .`

Uso

Treinamento do Modelo

Para baixar o dataset e treinar o modelo:

```
python dengue_download_dataset_and_train.py
```

Isso irá:

- Baixar e preparar o dataset
- Iniciar o treinamento com YOLOv8
- Salvar pesos como `best.pt`, `last.pt` etc.

Inferência / Predição

Use o notebook `dengue_deploy.ipynb` para:

- Carregar o modelo (`best-10.pt` ou `best-80.pt`)
- Executar predições em imagens ou vídeos
- Visualizar resultados com bounding boxes

Execute em ambiente Jupyter Notebook:

```
jupyter notebook dengue_deploy.ipynb
```

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/05/2025	Vinicius de Oliveira

Arquitetura

Introdução

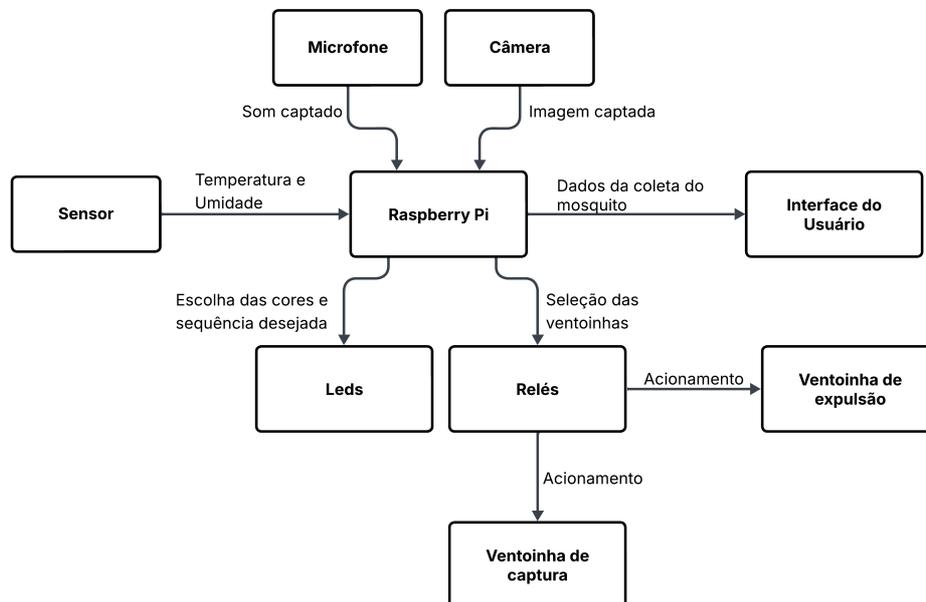
A arquitetura da solução foi cuidadosamente elaborada com base nos requisitos específicos de cada subsistema, levando em consideração a integração entre eles. O objetivo principal é realizar a **captura seletiva do mosquito *Aedes aegypti***, utilizando como atrativos um jogo de luzes.

Diagrama de Blocos

O mosquito será identificado com base no som emitido pelo batimento de suas asas. Essa detecção aciona uma ventoinha que direciona o mosquito para um compartimento de captura. As informações do evento são registradas e enviadas para a interface do usuário, juntamente com os dados de **temperatura e umidade** do ambiente onde a armadilha foi instalada.

O fluxo geral de dados e alimentação do sistema pode ser observado na **Figura 1**:

Figura 1 – Diagrama de blocos simplificado

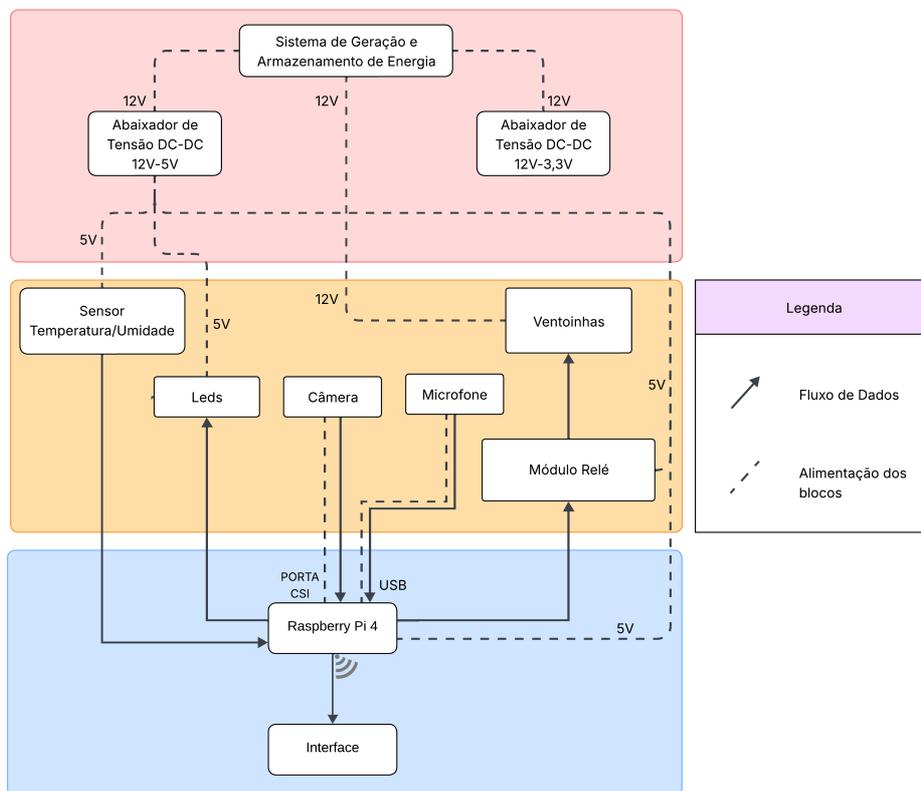


Fonte: Autoria própria, 2025

A integração entre os subsistemas está ilustrada na **Figura 2**. Nela, observa-se:

- O **subsistema de atração** recebe comandos da Raspberry Pi para controle de cores e acionamento dos LEDs.
- O **subsistema de entrada** fornece os dados dos sensores (DHT11, microfone USB Hrebos HS-29 e câmera), que são processados localmente.
- O **subsistema de captura** é acionado após o processamento, ativando a ventoinha correta (captura ou expulsão).

Figura 2 – Diagrama de blocos com subsistemas



Fonte: Autoria própria, 2025

Lista de Componentes

A tabela a seguir apresenta os principais componentes utilizados no subsistema eletrônico da armadilha, com suas quantidades e respectivos datasheets:

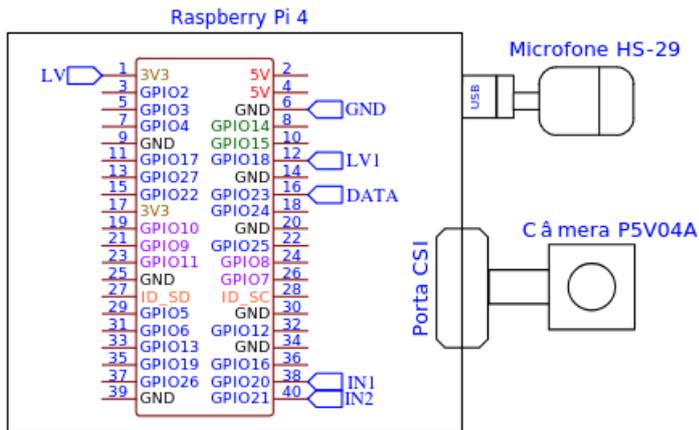
Tabela 1 – Componentes eletrônicos utilizados

Item	Quantidade	Datasheet
Raspberry Pi 4	1	Raspberry Pi 4 Datasheet
Kit Case Acrílico para Raspberry Pi com Cooler e Dissipadores	1	–
Microfone USB Hrebos HS-29	1	Hrebos HS-29 Referência
Sensor de Temperatura e Umidade DHT11	1	DHT11 Datasheet
Módulo Relé 2 Vias	1	SRD-05VDC-SL-C Datasheet
Ventoinha 12V	2	–
Conversor de Nível Lógico	1	–
Anel de LED Endereçável WS2812B	1	WS2812 Datasheet
Câmera P5V04A 5MP	1	–

Fonte: Autoria própria, 2025

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior
1.1	Adição dos datasheets	01/05/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior
2.0	Revisão dos diagramas	30/05/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior

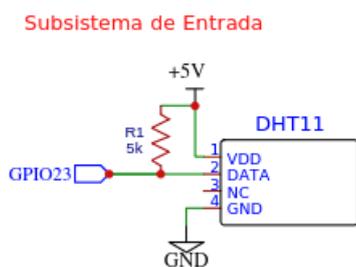


Fonte: Autoria própria, 2025

Subsistema de Entrada

Além dos dados do mosquito, a Raspberry Pi recebe informações do **sensor de temperatura e umidade DHT11**, com saída digital de 8 bits de resolução. Esses dados também são enviados para a interface do usuário. Conforme recomendação do fabricante, foi adicionado um **resistor de 5K ohms** entre o pino DATA e o pino VCC.

Figura 3: Diagrama esquemático do subsistema de entrada



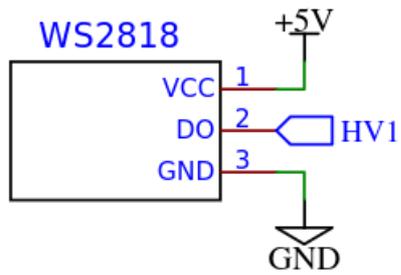
Fonte: Autoria própria, 2025

Subsistema de Atração

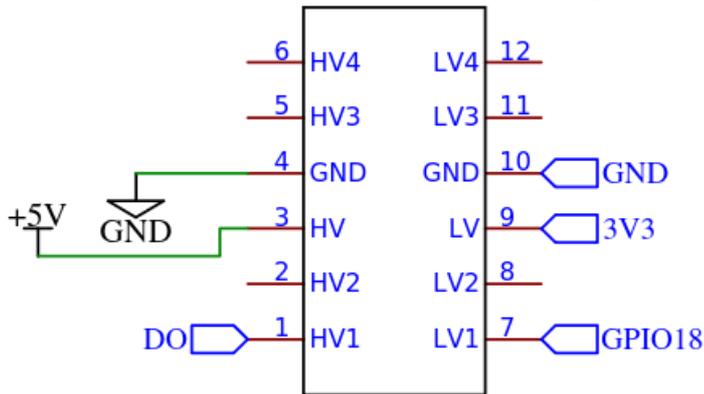
A Raspberry Pi 4 também controla o subsistema de atração, composto por um conjunto de **LEDs RGB endereçáveis WS2812**, permitindo o controle individual de cores e padrões de funcionamento. Para comunicação correta, foi utilizado um **conversor de nível lógico** de 3.3V para 5V, já que os LEDs exigem sinais de 5V, e a Raspberry opera a 3.3V.

Figura 4: Diagrama esquemático do subsistema de atração

Subsistema do Atrairio



Conversor de Nível Lógico



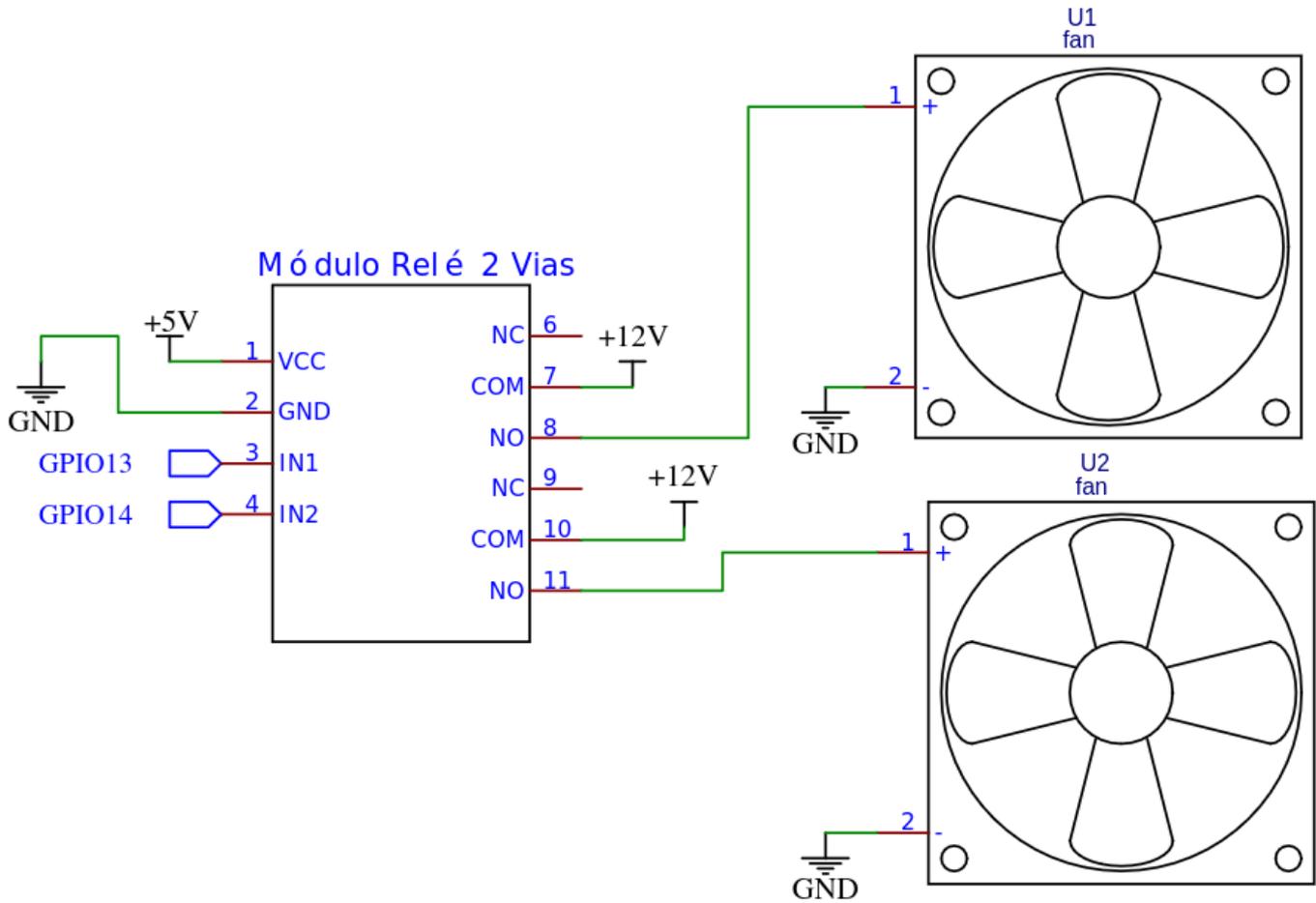
Fonte: Autoria própria, 2025

Subsistema de Captura

Após o processamento dos dados de som e imagem, a Raspberry Pi envia um sinal para um **módulo Relé de 2 vias**, que aciona a chave de alimentação 12V para duas **ventoinhas**: uma para **capturar** o mosquito identificado como *Aedes aegypti* e outra para **expulsar** os demais insetos.

Figura 5: Diagrama esquemático do subsistema de captura

Subsistema de Captura



Fonte: Autoria própria, 2025

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior
2.0	Revisão do diagrama esquemático	30/05/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior

Requisitos

Introdução

Os requisitos do sistema eletrônico têm como objetivo garantir o funcionamento contínuo e automatizado da armadilha e do monitoramento ambiental. Para isso, foram definidos requisitos funcionais e não funcionais que orientam o desenvolvimento da solução embarcada.

Metodologia

A elicitação dos requisitos foi realizada com base em estudos de patentes de armadilhas eletrônicas para mosquitos, além de revisões bibliográficas e artigos científicos relacionados ao comportamento do *Aedes aegypti*. Essa análise fundamentou as decisões técnicas adotadas para o projeto.

Requisitos Funcionais

Tabela 1: Requisitos Funcionais de Eletrônica

Requisito	Nome	Descrição
RF01	Comunicação	Sistema de envio dos dados capturados para a interface de software via rede.
RF02	Leitura dos Sensores	Coleta dos dados de temperatura e umidade fornecidos pelo sensor DHT11.
RF03	Captação de Áudio	Captura do som gerado pelo batimento das asas dos mosquitos.
RF04	Controle dos Atuadores	Controle do acionamento/desligamento dos ventiladores.
RF05	Processamento dos Dados	Tratamento e análise dos sinais acústicos capturados pelo microfone.
RF06	Armazenamento dos Dados	Armazenamento local temporário em caso de falha na conexão com a interface.

Fonte: Autoria própria, 2025

Requisitos Não Funcionais

Tabela 2: Requisitos Não Funcionais de Eletrônica

Requisito	Nome	Descrição
RNF01	Precisão na Captura de Dados	Os dados analógicos devem ser corretamente convertidos para valores digitais.
RNF02	Calibração do Microfone	A faixa de frequência do microfone deve ser compatível com a do batimento das asas do mosquito.

Fonte: Autoria própria, 2025

Conclusão

Os requisitos apresentados evidenciam a importância dos componentes eletrônicos para a operação eficiente da armadilha inteligente. Cada requisito contribui para o bom funcionamento do sistema e sua capacidade de captura, identificação e comunicação com o restante da plataforma.

Referência Bibliográfica

VALENTE, Marco. *Engenharia de Software Moderna*. Disponível em: <https://engsoftmoderna.info/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/04/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior

Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Introdução

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é uma ferramenta utilizada para a gestão e organização das atividades de um projeto. Trata-se de uma decomposição hierárquica que representa visualmente todas as entregas e tarefas, permitindo melhor controle e alocação de recursos.

No contexto do projeto **DengBuster**, a EAP da equipe de Eletrônica foi desenvolvida para detalhar os pacotes de trabalho e suas respectivas tarefas, promovendo uma gestão eficiente e colaborativa.

Hierarquia da EAP

A estrutura segue uma hierarquia de três níveis:

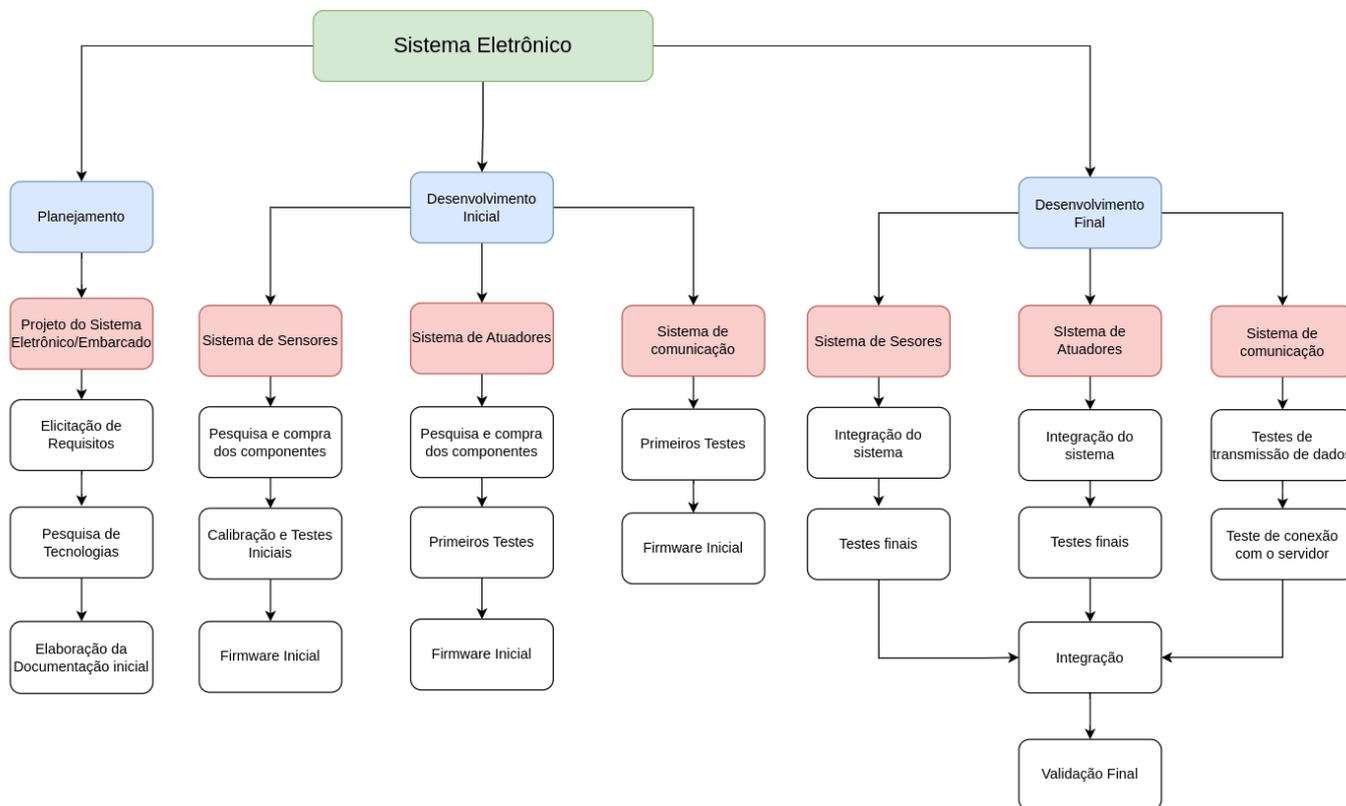
- **1º Nível – Tarefa Principal:** Representa o objetivo central do projeto dentro da área de eletrônica.
- **2º Nível – Pacotes de Trabalho:** Agrupam atividades relacionadas para facilitar a distribuição e o acompanhamento.
- **3º Nível – Tarefas Detalhadas:** Especificam as ações que serão executadas pelos membros da equipe.

Observa-se que, para maior clareza, alguns pacotes foram subdivididos em níveis intermediários.

Visualização da EAP

A imagem a seguir apresenta a EAP do sistema eletrônico. A célula verde representa a tarefa principal, as células azuis e vermelhas correspondem aos pacotes de trabalho, e as células brancas indicam as tarefas detalhadas.

Figura 1: EAP do sistema eletrônico



Fonte: Autoria própria, 2025

Conclusão

A EAP se mostra uma ferramenta essencial para o controle do projeto, pois permite uma visão estruturada das atividades, otimizando a alocação de responsabilidades e reduzindo o risco de sobrecarga individual. Além disso, facilita o acompanhamento da execução e o planejamento conjunto de tarefas

interdependentes.

Referência Bibliográfica

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Escritório de Projetos da SPTI: Estrutura Analítica do Projeto – EAP. Versão 3. Brasília: Governo Federal, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/acesso-a-informacao/governanca/governanca-de-tic-1/escritorio-de-projetos/PMOdaSPTIEAPnoJIRAVol3.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Leonardo Machado
1.1	Atualização da EAP	27/04/2025	Leonardo Machado

Cronograma de Execução

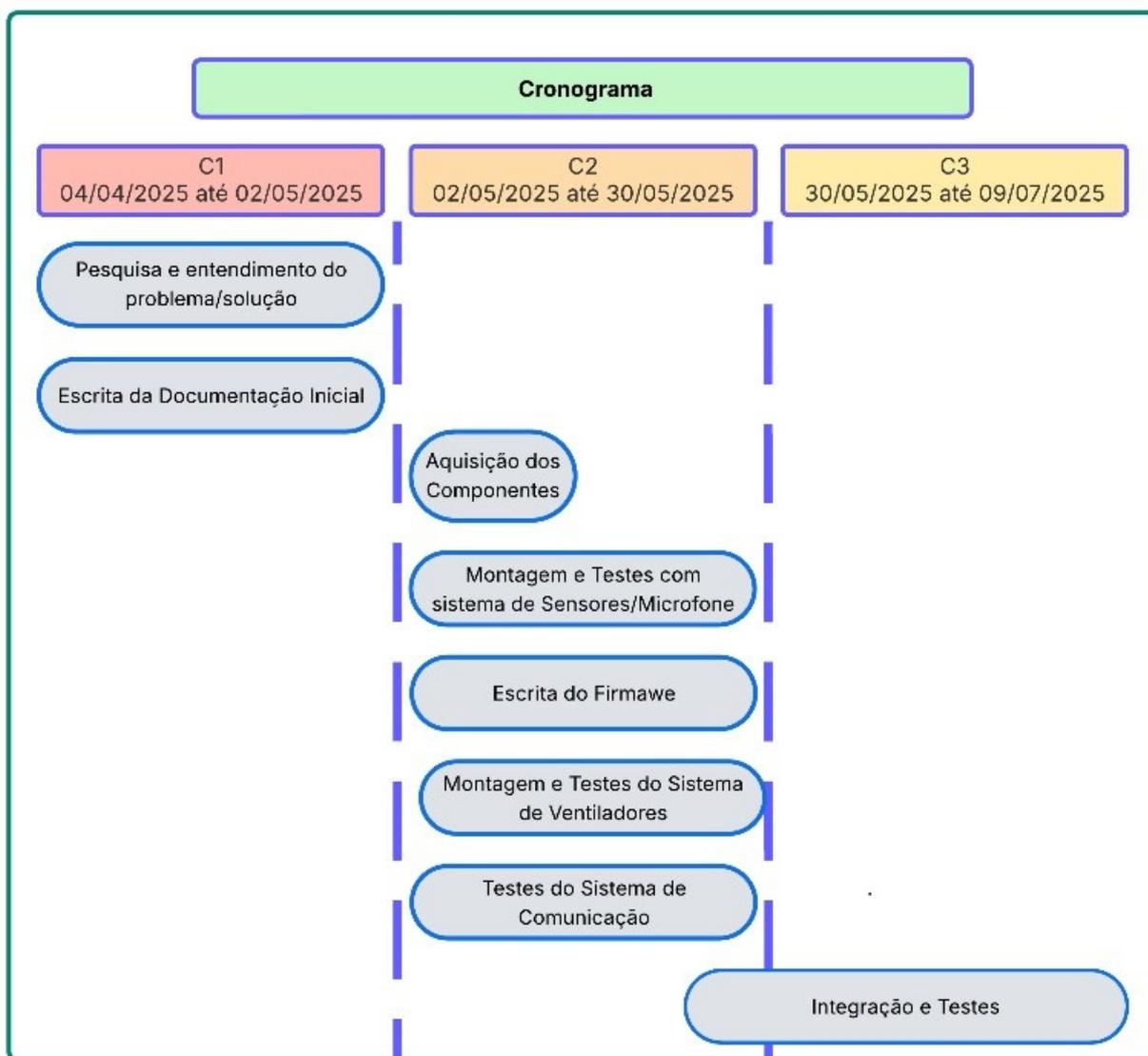
Introdução

Este documento apresenta o cronograma de atividades relacionadas à área de Eletrônica do projeto **DengBuster**. O objetivo é fornecer uma visão clara e organizada sobre o planejamento das tarefas, permitindo o acompanhamento eficiente da execução em relação aos prazos definidos.

Cronograma

A Figura 1 a seguir ilustra as etapas previstas para o desenvolvimento da parte eletrônica do projeto. O cronograma foi elaborado para permitir uma visualização clara das fases e do fluxo de trabalho, viabilizando o monitoramento contínuo do progresso e facilitando a gestão de tempo e recursos.

Figura 1: Cronograma da Eletrônica



Fonte: Autoria própria, 2025

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
--------	-----------	------	-------------

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Leonardo Machado e Walter Júnior

Arquitetura

Análise do Consumo

Especificação dos Componentes Eletrônicos

Para dimensionar adequadamente o sistema de alimentação, é essencial calcular o consumo de energia dos demais subsistemas, considerando os equipamentos empregados e suas potências operacionais.

Como grande parte desses componentes opera de maneira intermitente, também é crucial avaliar com que frequência cada sistema é acionado.

Os principais componentes necessários para a armadilha e que consomem energia foram listados na tabela abaixo. Os dados técnicos fundamentais para o cálculo da energia necessária para alimentar o sistema foram obtidos dos seus respectivos *datasheets*.

Item	Quantidade	Tensão nominal (V)	Corrente nominal (A)	Potência (W)	Tempo de funcionamento em um dia (horas)	Energia demandada (Wh)
Raspberry PI4	1	5	1,5	7,5	12	90
Ventoinha 50x50x15mm	2	12	0,3	7,2	3	21,6
Sensor temperatura/umidade - DHT11	1	5	0,001	0,005	12	0,06
Microfone – LNMP441	1	3,3	0,0022	0,00726	12	0,08712
Módulo relê 2 vias	1	5	0,02	0,1	12	1,2
Anel LED WS2812B	12*	5	0,02	1,6	12	14,4
Led 5mm	3	3	0,02	0,18	12	2,16
Câmera 5MP	1	5	0,25	1,25	12	15
Total	-	-	4,19	17,44	-	144,51

* *anel contém 12 leds*

Tabela 1: Demanda energética dos componentes

Sistema Isolado com Bateria e Painel Solar

Para o sistema isolado, optou-se pelo uso de bateria, garantindo uma corrente contínua. A alimentação será feita por um painel fotovoltaico, com energia passando antes por um controlador de carga solar.

Essa configuração permite o funcionamento independente de rede elétrica e dispensa o carregamento manual das baterias. Para a conexão com o sistema eletrônico, foram utilizados 2 reguladores de tensão do tipo Step Down responsáveis por reduzir os 12v da bateria para 5V, sendo um destinado à alimentação da Raspberry e outro aos demais componentes. Adicionalmente, utilizou-se um regulador de 12V para 3V, para a ligação dos LEDs.

Diante disso, é necessário conhecer o tempo de operação dos componentes e a energia consumida diariamente, a fim de verificar se a configuração escolhida da bateria é suficiente, mesmo em casos de falha na geração de energia, como em períodos nublados ou sem irradiação solar.

Dimensionamento da Bateria

Para o projeto da armadilha, as baterias selecionadas foram dimensionadas com base na tensão máxima de operação do projeto, que é de 12V. Considerando esse parâmetro, optou-se por *utilizar uma bateria com uma tensão total de 12V e uma capacidade de 18 Ah*, atendendo às necessidades do sistema.

Cálculo da Autonomia

Para calcular o tempo de funcionamento do sistema sendo alimentado pelo conjunto de baterias no período da noite quando não tiver incidência solar, usa-se a seguinte fórmula:

![Cálculo de Autonomia](../assets/calculo_autonomia.png)

Essa equação considera a tensão, a capacidade nominal da bateria e a eficiência do sistema, permitindo validar se a energia acumulada é suficiente para sustentar os dispositivos até a próxima recarga solar.

Sistema de Geração

Como visto, optou-se pela utilização de uma bateria integrada a um sistema de geração **off-grid** com painéis fotovoltaicos, permitindo o funcionamento contínuo do projeto sem a necessidade de recarga manual.

Para isso, é fundamental analisar a incidência solar no local em que a armadilha será utilizada. Considerando a região de Brasília, com as coordenadas - **15.9897621, -48.0445571**, obteve-se que a **irradiação solar média diária** é de **5,25 kWh/m²**.

Todo o projeto opera em **corrente contínua**, o que elimina a necessidade de um microinversor. No entanto, para garantir maior segurança no gerenciamento da geração e do consumo de energia, optou-se pela utilização de um **controlador de carga**. Esse dispositivo regula o fluxo de corrente, evitando, por exemplo, que haja retorno de energia da bateria para o painel durante a noite, quando a tensão da bateria supera a do painel.

Considerando as dimensões do sistema, foi escolhido um **controlador de carga do tipo solar PWM**, projetado para sistemas fotovoltaicos de **12V**, capaz de ajustar a potência mantendo constante o valor da corrente de entrada.

Sistema de Proteção

Para garantir a segurança e a integridade dos componentes do sistema fotovoltaico, foram implementados **dois disjuntores monopolares de 10A e um disjuntor bipolar de 25A**, posicionados nos circuitos de entrada e saída do controlador de carga.

Dois disjuntores estão instalados entre o painel solar e o controlador de carga — um no condutor positivo e outro no negativo — com a função de interromper o circuito em caso de sobrecorrente, curtos-circuitos ou para permitir manutenções preventivas. Essa proteção abrange tanto o controlador quanto o painel solar.

Disjuntor 10A (Painel → Controlador)

- Número de polos: 1
- Tensão nominal: 220 V
- Corrente nominal: 10 A
- Frequência nominal: 60 Hz
- Elemento de proteção: termomagnético
- Capacidade máxima de interrupção: 4,5 kA
- Acionamento: Sobrecorrente
- Curva de atuação (disparo): C

Outro disjuntor foi instalado entre a bateria e o controlador, garantindo que qualquer anormalidade, como corrente excessiva durante o carregamento ou falhas internas na bateria, possa ser rapidamente isolada. Essa configuração proporciona **dupla proteção**, permitindo intervenções seguras e evitando danos aos equipamentos ou instabilidade no funcionamento da armadilha.

Disjuntor 25A (Bateria → Controlador)

- Número de polos: 2
- Tensão nominal: 220 V
- Corrente nominal: 25 A
- Frequência nominal: 60 Hz
- Elemento de proteção: termomagnético
- Capacidade máxima de interrupção: 6 kA
- Acionamento: Sobrecorrente
- Curva de atuação (disparo): C

Dimensionamento dos Condutores

O dimensionamento dos condutores foi realizado com base nos seguintes requisitos:

- Norma **ABNT NBR 16690**
- Tensão e corrente do sistema: considerando o gerador fotovoltaico de **45W** e as condições de operação em sistema **off-grid**
- Queda de tensão máxima permitida:
- Até **3%** para circuitos de geração
- Até **5%** para circuitos de carga

1. Cálculo da Corrente do Sistema

Sistema de 12V:

$$**I = P / V = 45W / 12V = 3,75 A**$$

Aplicando uma margem de segurança de 25%:

$$**I_{projeto} = 3,75 A \times 1,25 = 4,69 A**$$

2. Cálculo da Queda de Tensão

Para cabo de 1,5 mm²:

$$\Delta V = 2 \times R \times I \times L \quad \Delta V = 2 \times 0,0121 \Omega/m \times 4,69 A \times 3 m = **0,340 V**$$
$$\% \text{ Queda} = (0,340 V / 12 V) \times 100 = **2,83%**$$

Para cabo de 2,5 mm²:

$$\Delta V = 2 \times 0,00741 \Omega/m \times 4,69 A \times 3 m = **0,209 V**$$
$$\% \text{ Queda} = (0,209 V / 12 V) \times 100 = **1,74%**$$

3. Comparativo de Queda de Tensão

Seção (mm ²)	Queda de Tensão (V)	% Queda	Atende à Norma?
1,5	0,340	2,83%	Sim
2,5	0,209	1,74%	Sim

Concluimos que 3 metros de cabo com seção de **1,5 mm²** já atendem à exigência da **NBR 5410**, que recomenda uma queda de tensão inferior a **3%** para sistemas fotovoltaicos. Mesmo assim, optou-se pela utilização de **cabos de 2,5 mm²** para garantir uma maior margem de segurança, especialmente em casos de expansão futura do sistema ou aumento do comprimento dos condutores.

Lista de Componentes e Orçamento

Energia	Quantidade	Preço Total
Bateria Pioneiro	1	R\$ 339,00
Placa Solar KC45 - 45 W	1	R\$ 110,58
Controlador de Carga PMW	1	R\$ 96,00

Construção

A implementação do projeto foi iniciada com a aquisição dos componentes e testagem de forma individual. Para verificar o funcionamento da proteção contra descarga profunda do controlador de carga, foram realizados testes práticos. Antes da conexão ao controlador, foi realizado um teste com a bateria utilizando um multímetro digital, e constatou-se que ela estava com descarga significativa, pois o instrumento apresentou dificuldade para a leitura do valor de tensão.

Em seguida, conectou-se essa bateria ao controlador de carga, e o visor não ligou, indicando que a tensão estava abaixo do limite mínimo de operação e

que a saída para as cargas estava corretamente bloqueada. Posteriormente, foi utilizada uma bateria levemente carregada, o que permitiu o acionamento do visor e a liberação da saída.

Para confirmar a passagem de energia, conectou-se um conjunto de carga composto por quatro resistores de potência, observando-se seu aquecimento e funcionamento normal. O teste demonstrou que o controlador está operando conforme esperado, com atuação adequada das proteções e liberação da saída em condições seguras.

Em relação ao teste da placa, este foi feito com o uso de um multímetro para verificar se a placa estava gerando energia. Após o teste inicial, constatou-se que a primeira placa não estava gerando, sendo necessário ser substituída. A substituta, por sua vez, apresentou estabilidade na medição, 11 V, e esta então foi acoplada ao sistema e utilizada.

Após a realização dos testes individuais dos componentes, eles foram integrados ao sistema funcionando de maneira adequada. Com isso, foi possível verificar o fornecimento de energia para os reguladores de tensão, obtendo os resultados esperados.

![Medição de Tensão CC da Bateria](../assets/medicao_tensao_cc_bateria.png) **Figura 01**^{*}: Teste de medição de tensão CC da bateria.

![Teste de medição de tensão CC do módulo solar](../assets/medicao_tensao_cc_bateria2.png) **Figura 02**^{*}: Teste de medição de tensão CC do módulo solar.

![Teste de medição de tensão CC do stepdown](../assets/medicao_tensao_cc_bateria3.png) **Figura 03**^{*}: Teste de medição de tensão CC do stepdown.

![Sistema montado em operação](../assets/sistema_montado_operacao.png) **Figura 04**^{*}: Sistema montado em operação.

![Sistema montado em operação](../assets/sistema_montado_operacao2.png) **Figura 05**^{*}: Sistema montado em operação.

Alternativa com Fonte Conectada à Rede Elétrica

Como alternativa ao sistema isolado com painel fotovoltaico, propõe-se uma configuração utilizando alimentação por **fonte conectada à rede elétrica**.

Nesse arranjo, a fonte converte a tensão alternada da tomada de **220V (AC)** para **12V em corrente contínua (DC)**, compatível com a tensão de operação do sistema.

A saída da fonte de 12V alimenta diretamente a **bateria**, por meio de um **controlador de carga**, que gerencia o carregamento de forma segura, evitando sobrecargas ou descargas profundas. A bateria continua atuando como **reserva de energia**, garantindo o funcionamento do sistema em casos de queda de energia da rede.

Para os sensores e dispositivos eletrônicos que operam com **5V**, mantém-se o uso de um **regulador de tensão Step Down**, que converte a tensão de 12V da bateria para os 5V necessários.

Essa configuração é uma **opção viável para ambientes internos** ou locais onde o acesso à rede elétrica seja possível, oferecendo maior previsibilidade no fornecimento de energia e simplificando o controle do carregamento da bateria.

Diagrama Unifilar

![Diagrama Unifilar do Sistema de Energia](../assets/diagrama_unifilar.png) **Figura 06**^{*}: Diagrama unifilar representando a distribuição elétrica do sistema, incluindo painel solar, controlador de carga, bateria e dispositivos consumidores.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Emerson Batista Freire e Gabriela Neves Onives Dias
2.0	Atualização do documento	30/05/2025	Emerson Batista Freire e Gabriela Neves Onives Dias
3.0	Atualização do documento	17/07/2025	Emerson Batista Freire e Gabriela Neves Onives Dias

Divisão de Subsistemas

Diagrama Unifilar do Sistema de Energia

O diagrama unifilar representa de forma simplificada as conexões elétricas do sistema de alimentação do DengBuster, facilitando a visualização da estrutura e da distribuição dos componentes energéticos.

Figura 1 – Diagrama Unifilar do Sistema de Energia

Fonte: Autoria própria, 2025

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	02/05/2025	Criação do documento	Emerson Batista Freire e Gabriela Neves Onives Dias

Requisitos

Introdução

Este documento apresenta os **requisitos funcionais e não funcionais** do subsistema de energia da armadilha inteligente **DengBuster**. Os requisitos foram definidos com base nas necessidades operacionais do sistema, visando garantir fornecimento confiável de energia, autonomia e segurança para o funcionamento do dispositivo, especialmente em ambientes externos e com acesso limitado à rede elétrica.

O foco principal é permitir o funcionamento contínuo da armadilha ao longo do dia, com armazenamento de energia para operação em períodos de baixa luminosidade, além de garantir a integridade dos equipamentos embarcados por meio de um sistema de proteção adequado.

Requisitos Funcionais

Código	Nome	Descrição
RF01	Sistema de alimentação	O sistema deve fornecer potência para a armadilha durante o dia.
RF02	Armazenamento de energia	O sistema deve ser capaz de armazenar energia na bateria durante o período de baixa luminosidade.
RF03	Proteção elétrica	Deve existir um sistema de proteção contra sobrecarga e sobrecorrente para os equipamentos eletrônicos.

Requisitos Não Funcionais

Código	Nome	Descrição
RNF01	Autonomia do sistema	A bateria deve fornecer energia à armadilha por no mínimo 3 horas após o pôr do sol.
RNF02	Desempenho de carregamento	O sistema fotovoltaico deve ser responsável pelo fornecimento da alimentação e carregamento da bateria.
RNF03	Baterias recarregáveis	O sistema deve utilizar baterias recarregáveis.
RNF04	Baixo custo	O projeto da armadilha deve visar baixo custo de produção.
RNF05	Compatidade	O sistema de alimentação deve ser compacto e leve para não prejudicar a estrutura da armadilha.
RNF06	Eficiência energética	Os componentes utilizados devem priorizar o baixo consumo de energia.
RNF07	Segurança e confiabilidade	O sistema deve seguir normas elétricas para evitar falhas e riscos.

Conclusão

Os requisitos apresentados asseguram que o subsistema de energia contribuirá para um funcionamento robusto, eficiente e seguro da armadilha DengBuster, mesmo em condições ambientais adversas. Estes requisitos também orientam decisões técnicas futuras na seleção de componentes, dimensionamento do sistema e estratégias de carregamento.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Emerson Batista Freire e Gabriela Neves Onives Dias

Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Introdução

A EAP é uma ferramenta de gerenciamento caracterizada pela hierarquia das etapas do projeto que o divide em partes menores e organizadas, em que cada nível detalha o que deve ser feito. Essa estrutura facilita o planejamento na distribuição de tarefas e responsabilidades, o acompanhamento do progresso e a execução de atividades.

Hierarquia da EAP

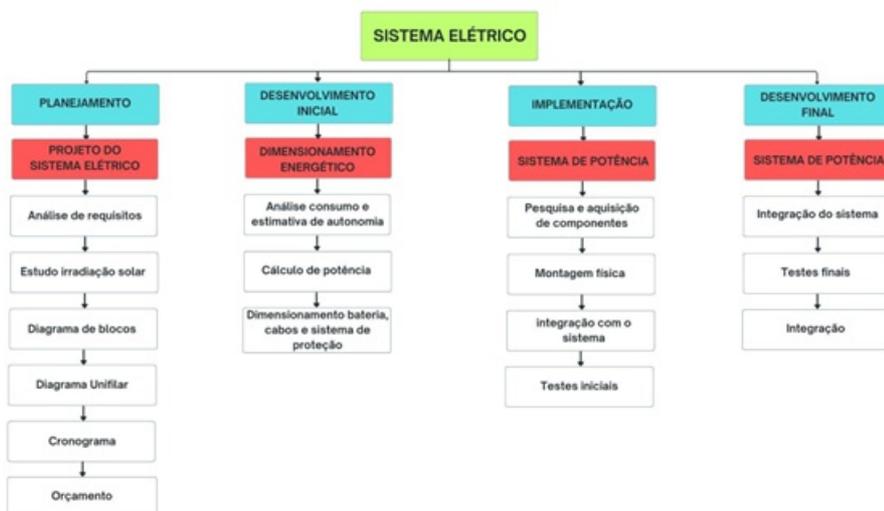
Pode-se considerar a divisão da EAP em três níveis principais para organização das atividades do projeto:

- **1º Nível (Tarefa Principal):** Representa o topo da EAP e define o objetivo geral do projeto.
- **2º Nível (Pacotes de Trabalho):** Agrupamento de atividades relacionadas, facilitando a distribuição de tarefas.
- **3º Nível (Tarefas Detalhadas):** Define tarefas específicas e objetivas em que as pessoas serão alocadas.

Visualização da EAP

A EAP do sistema elétrico do projeto está representada na figura abaixo, em que as células em verde correspondem à tarefa principal, as em azul e vermelho aos pacotes de trabalho, e as em branco descrevem as tarefas.

Figura 1: Diagrama da EAP de Energia



Fonte: Autor, 2025

Conclusão

A execução da EAP é fundamental para o planejamento claro dos recursos, prazos e entregas esperadas para cada fase, servindo como base para o controle do progresso e para a tomada de decisões.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Emerson Batista Freire e Gabriela Neves Onives Dias

Arquitetura

Introdução

A arquitetura estrutural do DengBuster foi elaborada com foco em garantir **proteção, estabilidade e eficiência operacional**. Este documento detalha o projeto da estrutura física da armadilha, incluindo o sistema de ventilação, a câmara de captura, o compartimento para componentes eletrônicos e o sistema de fixação dos LEDs UV, considerando os requisitos de proteção contra chuva e poeira, controle de temperatura e resistência mecânica.

Estrutura Externa

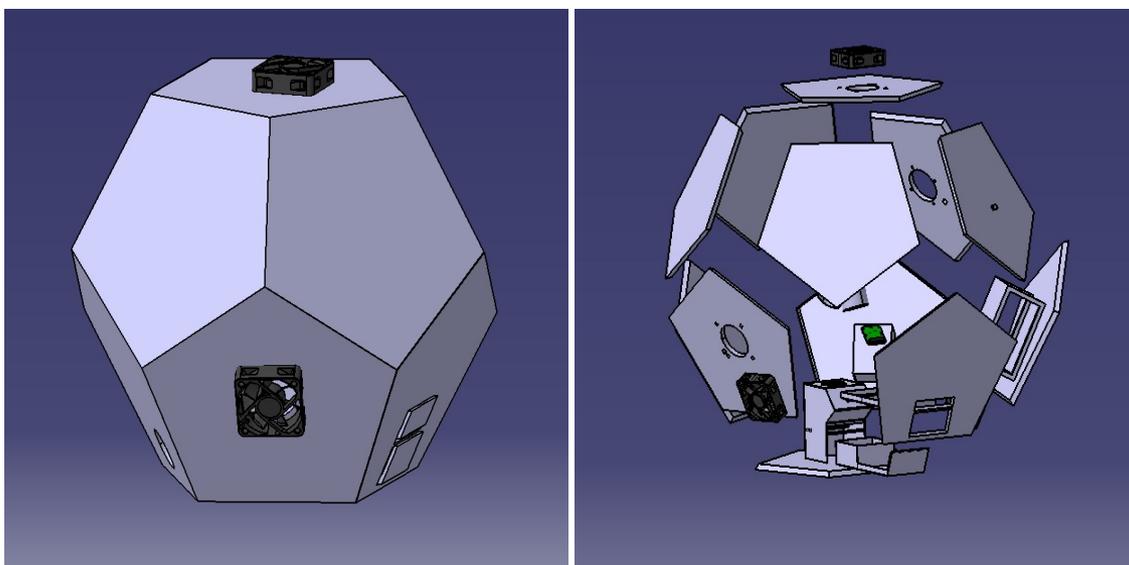
A estrutura externa do projeto é baseada em um **dodecaedro** — uma forma geométrica composta por 12 faces pentagonais, cada uma com aproximadamente 12 cm de lado, resultando em um volume total estimado de 300 cm³. A escolha deste formato foi resultado de um estudo sobre **poliedros regulares**, buscando uma estrutura simétrica e estável que atendesse aos requisitos do projeto, sendo eles:

- Uma face deve servir como base de apoio
- Uma face deve estar livre e apontando para cima, oposta à face de apoio
- Pelo menos 4 faces adicionais devem estar livres, sem contato com o chão
- A estrutura deve ser simétrica para garantir estabilidade
- A forma deve permitir a instalação e manutenção dos componentes internos

O primeiro poliedro que satisfaz esses requisitos é o cubo, porém seus ângulos internos de 90° podem eventualmente prejudicar o fluxo de ar interno. Assim, o dodecaedro foi escolhido por ser o próximo poliedro que atende a todos os requisitos, oferecendo uma estrutura mais adequada para o fluxo de ar.

Para garantir a proteção das estruturas internas, todos os vínculos entre as faces serão vedados, com exceção de uma única face removível para manutenção interna. Na face inferior externa da estrutura, serão instaladas duas corredeiras para que a estrutura possa ser encaixada na base de forma deslizante, facilitando a instalação e remoção da armadilha.

Figura 2: Estrutura externa da armadilha



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Estrutura Interna

A estrutura interna do DengBuster foi projetada para criar um sistema eficiente de captura de mosquitos. No centro da estrutura, encontra-se a **câmara de captura**, que contém a fita adesiva responsável por reter os mosquitos identificados como *Aedes aegypti*. Esta câmara está conectada a um sistema de tubulação em formato de T, com três saídas estratégicas: uma direcionada para a entrada/saída da armadilha e as outras duas conectadas aos ventiladores.

Os ventiladores foram posicionados para criar fluxos de ar controlados. O **ventilador superior** está instalado na face superior do dodecaedro, posicionado de forma oposta à câmara de captura. Este ventilador é responsável por criar um fluxo de ar que empurra os mosquitos identificados como

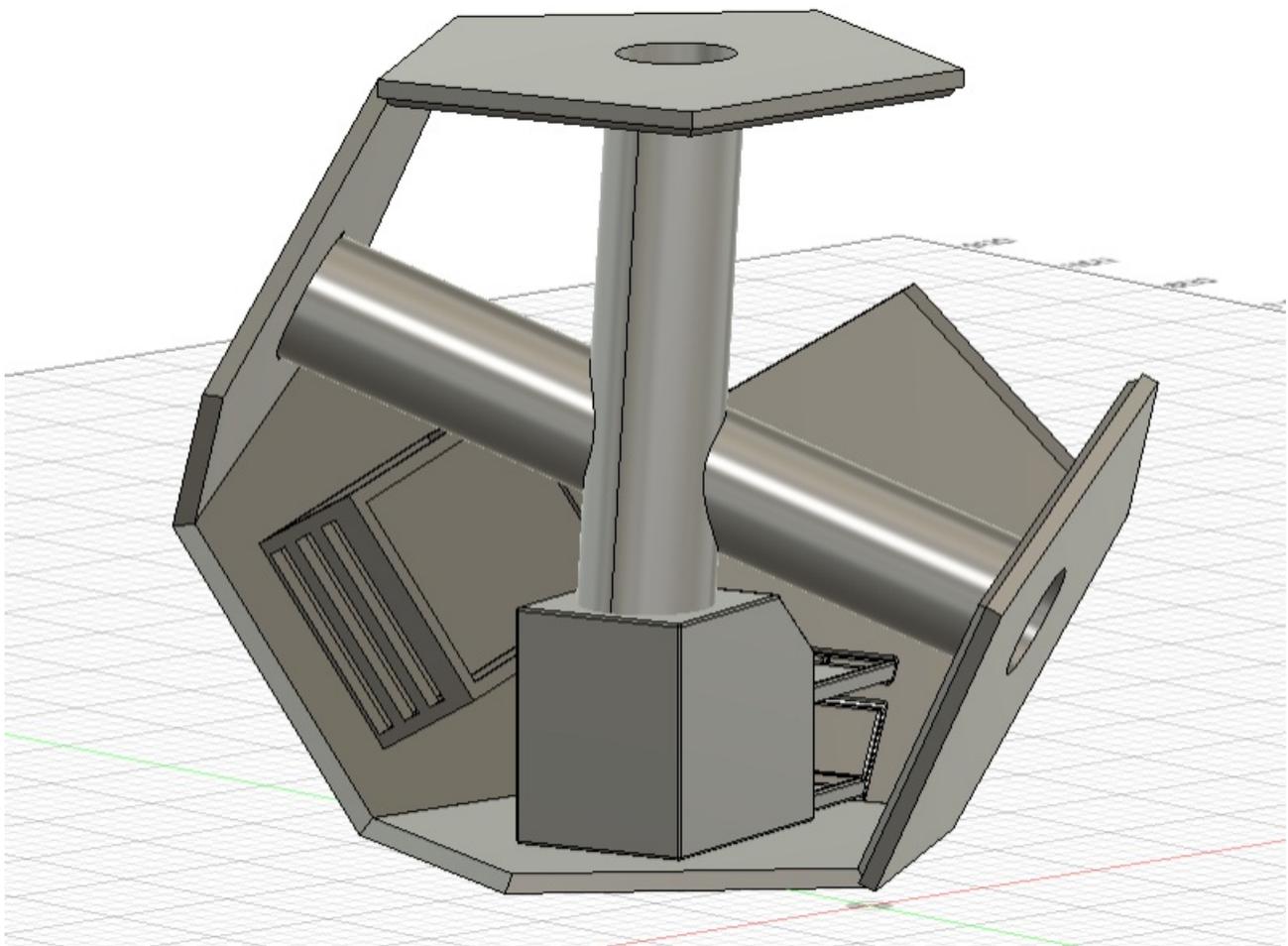
Aedes para dentro da câmara de captura. Já o **ventilador inferior** está instalado na face inferior esquerda, oposto à face superior direita onde está localizada a entrada/saída da armadilha. Este segundo ventilador cria um fluxo de ar paralelo à saída, expulsando os insetos que não foram identificados como Aedes.

Na face removível da estrutura, há um compartimento interno onde a placa Raspberry será instalada. Esta posição foi escolhida estrategicamente para facilitar a manutenção da placa. A placa irá possuir conexões com três componentes eletrônicos:

- Um **microfone** instalado dentro do tubo de entrada/saída
- Uma **câmera** instalada dentro da câmara de captura, apontando para a fita adesiva
- Um **termômetro** instalado na parte exterior da face inferior

Na parte inferior da câmara de captura, foram implementadas duas estruturas removíveis em formato de gaveta. A primeira estrutura, posicionada imediatamente abaixo da câmera, contém a fita adesiva onde os mosquitos ficarão colados após a captura. Esta estrutura pode ser facilmente removida por um profissional para análise das amostras coletadas. Logo abaixo, no fundo da câmara da captura, há uma segunda estrutura removível similar, que contém um atrativo específico para os mosquitos, auxiliando no processo de captura. Ambas as estruturas foram projetadas para permitir uma fácil remoção e substituição, facilitando a manutenção e análise das amostras.

Figura 3: Estrutura interna da armadilha



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Fluxo de Funcionamento

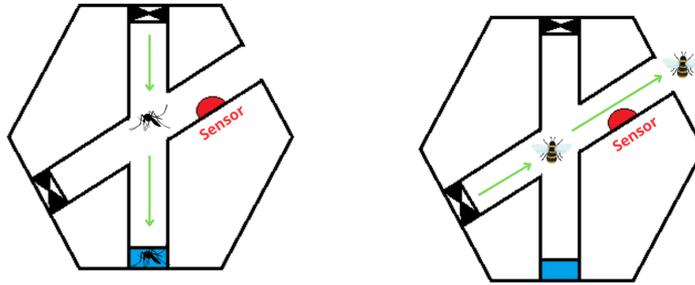
O funcionamento da armadilha DengBuster segue uma sequência lógica de operações, garantindo a captura seletiva dos mosquitos *Aedes aegypti*. O processo inicia quando um mosquito entra pela entrada/saída da armadilha. Neste momento, o **microfone** instalado no tubo de entrada/saída captura o som do batimento das asas do inseto e, através do sistema de inteligência artificial, identifica se é um *Aedes aegypti*.

Se o mosquito for identificado como *Aedes aegypti*, o sistema ativa automaticamente o **ventilador superior**. Este ventilador cria um fluxo de ar que empurra o mosquito em direção à câmara de captura, onde ele ficará preso na fita adesiva. A **câmera** instalada dentro da câmara de captura serve como verificação secundária, confirmando a captura do mosquito, embora não controle diretamente os ventiladores.

Caso o inseto não seja identificado como *Aedes aegypti*, o sistema ativa o **ventilador inferior**. Este ventilador cria um fluxo de ar paralelo à saída,

empurrando o inseto para fora da armadilha de forma suave e eficiente.

Figura 1: Esquemático da armadilha



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Ambientes de Instalação

O projeto DengBuster foi desenvolvido para funcionar tanto em ambientes internos quanto externos, adaptando-se a diferentes condições de instalação.

Ambiente Externo

Para ambientes externos, a armadilha irá possuir uma **base** própria e será energizada por energia solar. A base será construída como um banco de cerca de 1 metro de altura, onde na parte superior serão instaladas as corredeiras para fixar a armadilha. Apesar de fixa, a armadilha poderá ser facilmente removida da base para manutenção ou para uso em ambiente interno.

A **placa solar** que fornecerá energia para o sistema utilizará uma estrutura já existente. Esta estrutura será fixada na base desenvolvida por nós, criando assim um sistema único e integrado.

Ambiente Interno

Para ambientes internos, o sistema de fixação será diferente. A estrutura será apoiada em duas mãos francesas que poderão ser **fixadas** em qualquer parede interna. Nestas mãos francesas serão instaladas as corredeiras, permitindo a fácil instalação e remoção da armadilha, similar ao sistema utilizado na base externa. Esta padronização do sistema de corredeiras em todos os ambientes facilita a manutenção e a mobilidade do dispositivo, além de permitir a instalação em diferentes locais conforme a necessidade.

Materiais

Para a confecção da estrutura do DengBuster, foi selecionado o **PLA** (Poli ácido láctico) como material principal. Esta escolha se deve às excelentes propriedades do PLA para impressão 3D, que incluem biocompatibilidade, biodegradabilidade e absorção biológica. Além disso, o material apresenta boas propriedades mecânicas e estabilidade térmica, características essenciais para garantir a durabilidade da armadilha em diferentes condições ambientais. Outro fator importante na escolha do PLA foi seu baixo impacto ambiental, alinhando-se com os princípios de sustentabilidade do projeto. Conforme demonstrado por Santana et al. (2018), o PLA se mostra uma excelente opção para aplicações que requerem resistência e durabilidade, mantendo características ambientais favoráveis.

Para a **base** da armadilha, será utilizada madeira como material principal. A madeira foi escolhida por sua resistência, durabilidade e facilidade de manutenção, além de ser um material sustentável e de baixo custo. A base em madeira será tratada para resistir à chuva e ao sol quando instalada em ambientes externos, garantindo sua durabilidade mesmo em condições climáticas adversas.

Referências

SANTANA, Leonardo; ALVES, Jorge Lino; SABINO NETTO, Aurélio da Costa; MERLINI, Claudia. Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. Revista Matéria, v. 23, n. 4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620180004.0601>. Acesso em: 26 maio 2025.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Arthur Trindade
1.1	Escrita sobre a arquitetura	02/05/2025	Ana Karolina Fernandes dos Santos
1.2	Atualização sobre a arquitetura	26/05/2025	Gabriela Rodrigues Itacaramby
2.0	Detalhamento da arquitetura	30/05/2025	Arthur Trindade
2.1	Atualização de imagem	18/07/2025	Gabriela Itacaramby

Divisão de Subsistemas

Introdução

O projeto DengBuster foi desenvolvido com uma arquitetura modular que divide seus componentes em subsistemas internos e externos. Esta divisão visa facilitar a manutenção, instalação e operação da armadilha. Este documento detalha cada um desses subsistemas, suas funções específicas e como eles se integram para formar o sistema completo.

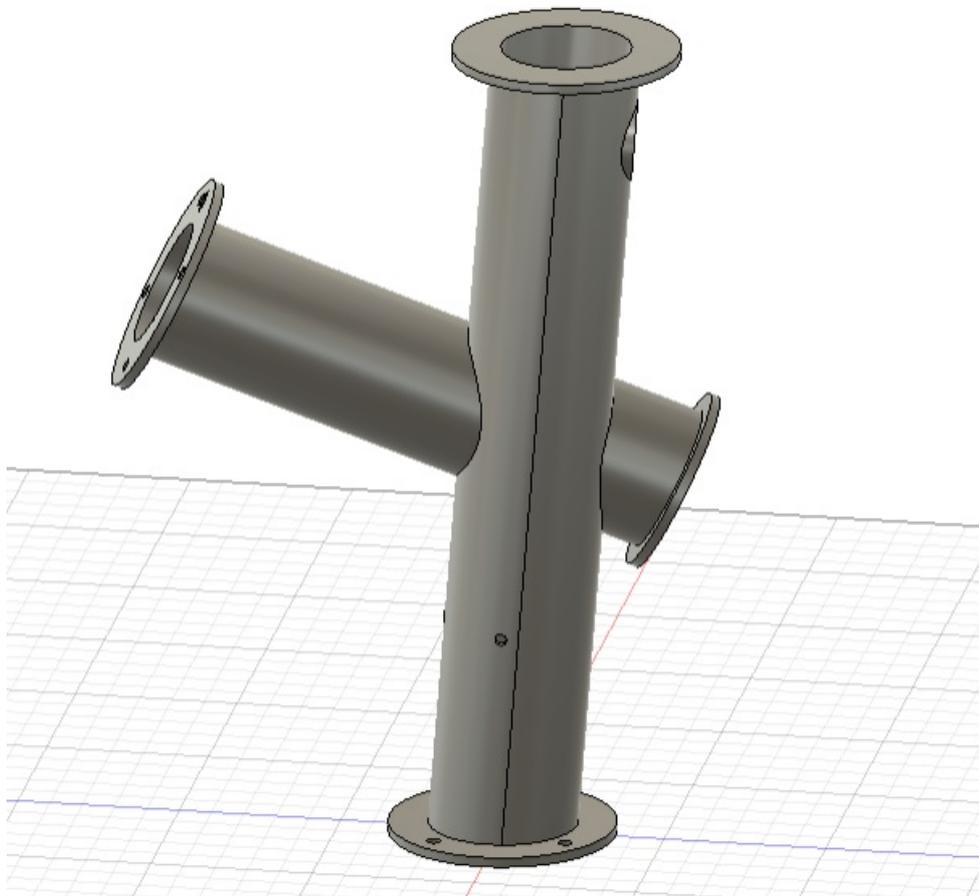
Subsistemas Internos

Sistema de Tubulação e Ventilação

O sistema de tubulação é composto por três tubos interligados por uma conexão em T. Esta configuração foi posicionada acima da câmara de captura para otimizar o fluxo de ar e o direcionamento dos mosquitos. Esse sistema é responsável por:

- Estabelecer a conexão entre a entrada/saída da armadilha e os ventiladores
- Criar um fluxo de ar controlado para direcionar os mosquitos identificados para a câmara de captura
- Gerar uma corrente de ar para expulsar os insetos não identificados como *Aedes aegypti*

Figura 1: Sistema de Tubulação



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Câmara de Captura e Estruturas Removíveis

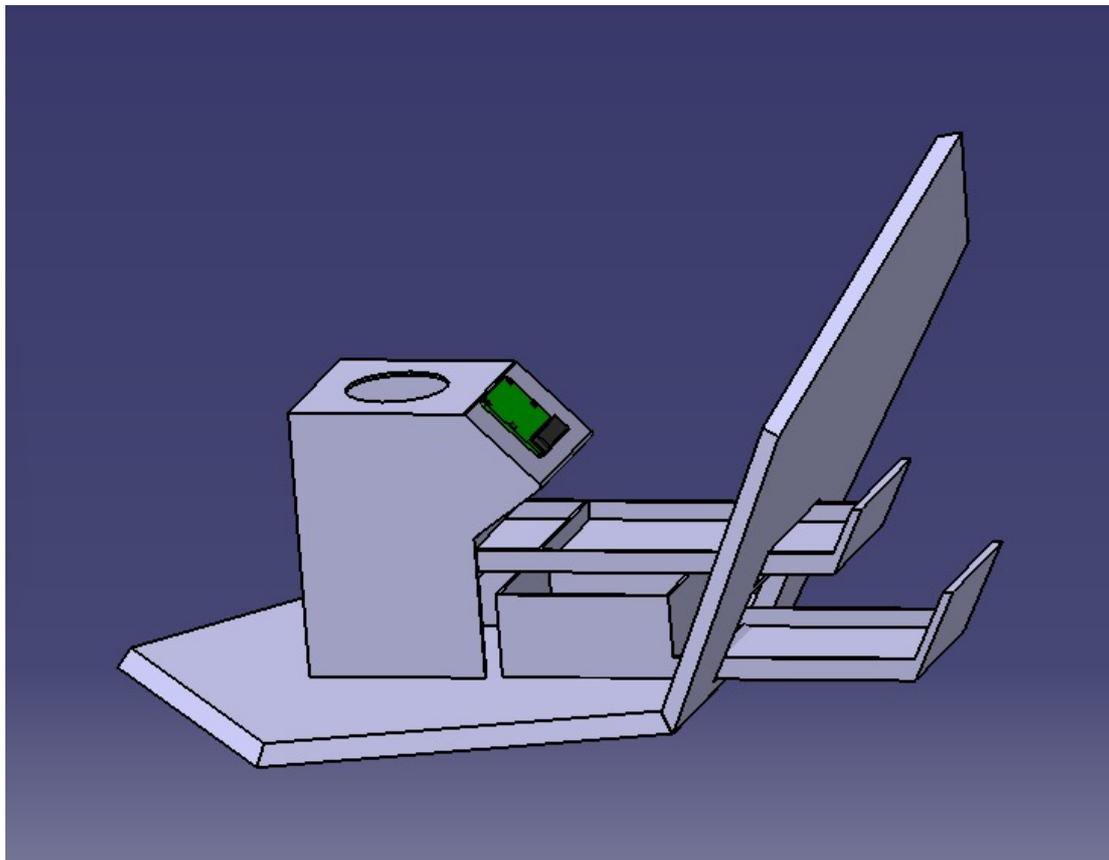
A câmara de captura constitui o componente central do sistema completo, responsável pela retenção dos mosquitos após sua identificação. Este subsistema foi projetado com duas estruturas removíveis em formato de gaveta, projetadas para facilitar a manutenção e análise das amostras.

A **Gaveta Superior de Captura** está posicionada estrategicamente na entrada da câmara de captura, logo abaixo do sistema de câmara. Esta estrutura

contém a fita adesiva responsável pela retenção dos mosquitos capturados. Seu design foi desenvolvido como uma pequena gaveta com encaixe *snap fit* para permitir uma rápida remoção e análise das amostras coletadas, além de facilitar a substituição da fita adesiva quando necessário.

Logo abaixo, no fundo da câmara, encontra-se a **Gaveta Inferior de Atrativo**, que contém o atrativo específico para mosquitos. Esta estrutura, similar à anterior, também foi projetada para ser removível, permitindo a manutenção periódica e a substituição do atrativo conforme necessário.

Figura 2: Câmara de Captura e Estruturas Removíveis

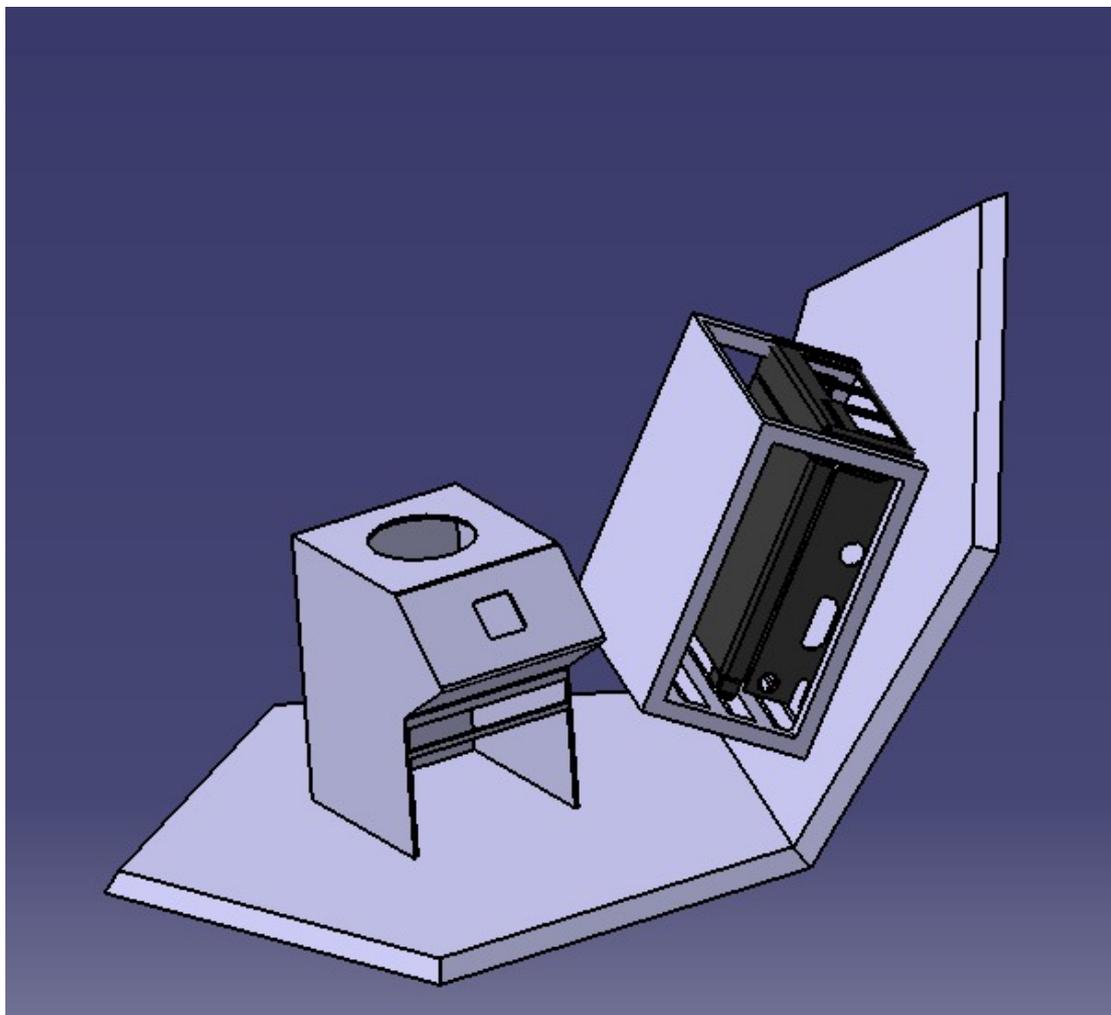


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Compartimento Eletrônico

Localizado na face removível da estrutura, o compartimento eletrônico foi projetado para abrigar e proteger a placa Raspberry Pi e seus componentes associados. Esta estrutura foi desenvolvida com foco na facilidade de manutenção, permitindo acesso rápido aos componentes eletrônicos quando necessário. O design do compartimento inclui uma face superior vazada apoios laterais que fixam a placa de forma segura, mantendo-a fixa mas acessível para manutenção.

Figura 3: Compartimento Eletrônico



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Encaixes Específicos

A estrutura interna também inclui encaixes específicos para três componentes críticos:

- O **encaixe do microfone**, posicionado no tubo de entrada dos insetos para capturar o som do batimento das asas dos mosquitos.
- O **encaixe da câmera**, localizado em uma das faces da câmara de captura, com um ângulo específico para visualização dos mosquitos capturados. Este encaixe foi projetado para fora do perfil da câmera, evitando interferência durante a captura dos insetos.
- O **encaixe do termômetro**, instalado na face inferior da armadilha, posicionado para medir a temperatura ambiente e protegido contra chuva e poeira.

Subsistemas Externos

Sistema de Energia Solar

O subsistema externo é composto pelo sistema de energia solar, que fornece energia para todos os componentes eletrônicos da armadilha.

Figura 5: Sistema de Energia Solar



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Tabela de Versionamento

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	25/04/2025	Gabriela Itacaramby
1.1	Escrita inicial	29/05/2025	Gabriela Itacaramby
2.0	Detalhamento de subsistemas	30/05/2025	Arthur Trindade

Requisitos

Introdução

Requisitos são condições ou capacidades que devem estar presentes em um produto, serviço ou resultado para satisfazer uma necessidade de negócio. São a base para definir o escopo do projeto e orientar o desenvolvimento do produto final.

Os requisitos podem ser classificados em duas categorias principais: Requisitos Funcionais e Requisitos Não Funcionais, cada um com características e objetivos específicos que serão detalhados nas seções seguintes.

Requisitos Funcionais

No contexto estrutural do projeto **DengBuster**, os requisitos funcionais descrevem as capacidades físicas e mecânicas que a estrutura deve possuir para cumprir sua função principal. Estes requisitos estão diretamente relacionados com a capacidade da estrutura de: - Acomodar e proteger componentes - Garantir o funcionamento correto do sistema de captura

Tabela 1: Requisitos Funcionais da Estrutura

ID	Descrição	Critério de Aceitação
RF01	Sistema de ventilação direcionada para controle de insetos	A estrutura deve direcionar os insetos capturados para a câmara de captura quando identificados como <i>Aedes aegypti</i> , ou para fora da armadilha quando não identificados
RF02	Câmara de captura para retenção de mosquitos	A câmara deve reter com eficiência de 90% os insetos identificados como <i>Aedes aegypti</i>
RF03	Compartimento para componentes eletrônicos	A estrutura deve acomodar o microfone MEMS e demais componentes com espaço adequado para ventilação e manutenção
RF04	Sistema de fixação para LEDs	A estrutura deve posicionar os LEDs em ângulos que maximizem a atração dos mosquitos

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Requisitos Não Funcionais

Para a estrutura do **DengBuster**, os requisitos não funcionais estabelecem as qualidades, restrições e características que, embora não estejam diretamente ligadas à função principal, são essenciais para garantir a durabilidade da estrutura em ambientes internos e externos, assegurar a segurança dos usuários e viabilizar a produção e manutenção do dispositivo.

Tabela 2: Requisitos Não Funcionais da Estrutura

ID	Descrição	Critério de Aceitação
RNF01	Proteção contra intempéries	A estrutura deve ser feita de material impermeável para proteger os componentes internos contra chuvas e respingos
RNF02	Isolamento térmico	A estrutura deve ser feita de material de baixa condutividade térmica para manter a temperatura interna adequada
RNF03	Estabilidade física	A estrutura deve permanecer estável e resistir a impactos e forças externas quando fixada
RNF04	Resistência mecânica	A estrutura deve suportar cargas dinâmicas de até 3kg sem apresentar deformação
RNF05	Durabilidade em ambiente externo	A estrutura deve manter sua integridade estrutural e funcional após 72 horas de uso em ambiente externo
RNF06	Viabilidade econômica	O custo total de produção da estrutura deve ser inferior a R\$ 300,00

ID	Descrição	Critério de Aceitação
RNF07	Peso	A massa total da estrutura deve ser inferior a 10 kg
RNF08	Facilidade de montagem	A estrutura deve permitir montagem e desmontagem completa em menos de 15 minutos
RNF09	Manutenibilidade	A estrutura deve permitir acesso aos componentes internos sem necessidade de ferramentas especiais

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Métodos de Validação

Para garantir que os requisitos definidos sejam atendidos, uma série de testes será realizada no protótipo. Estes testes visam simular as condições reais de uso e validar a conformidade com as especificações estabelecidas.

Testes Estruturais

Os testes estruturais têm como objetivo principal avaliar a resistência e durabilidade do protótipo em condições que simulam o ambiente de operação. Estes testes são fundamentais para garantir que a estrutura mantenha sua integridade e funcionalidade ao longo do tempo em ambientes reais.

Teste de Impermeabilidade

- **Objetivo:** Verificar a proteção dos componentes internos contra água da chuva ou respingos
- **Procedimento:**
 - Simular chuva com diferentes intensidades
 - Expor a diferentes ângulos de incidência de água
 - Verificar vedação e drenagem adequada
- **Critério de aprovação:** Ausência de infiltração em áreas críticas

Teste de Resistência ao Calor

- **Objetivo:** Avaliar comportamento dos materiais da estrutura sob exposição solar prolongada ou aquecimento interno
- **Procedimento:**
 - Expor ao sol direto por períodos controlados
 - Monitorar temperatura interna
 - Verificar deformações ou degradação do material
- **Critério de aprovação:** Ausência de deformações permanentes e manutenção da integridade estrutural

Testes Destrutivos de Impacto

- **Objetivo:** Avaliar resistência e estabilidade da estrutura em condições extremas
- **Procedimento:**
 - Simular quedas de diferentes alturas
 - Testar estabilidade da estrutura em ventos fortes
 - Simular impactos laterais
- **Critério de aprovação:** Manutenção da integridade estrutural e funcionalidade após impactos

Teste de Resistência ao Desgaste

- **Objetivo:** Verificar durabilidade em condições reais de operação
- **Procedimento:**
 - Instalar protótipo em ambiente final
 - Monitorar por período prolongado (mínimo 72 horas)
 - Avaliar degradação e funcionamento
- **Critério de aprovação:** Manutenção das características funcionais após período de exposição

Teste de Carga Estática

- **Objetivo:** Avaliar resistência estrutural sob cargas constantes
- **Procedimento:**
 - Aplicar carga gradualmente até atingir 150% da carga nominal
 - Manter carga por 24 horas
 - Verificar deformações durante e após o teste
- **Critério de aprovação:** Deformação residual inferior a 0.1mm após remoção da carga

Testes de Usabilidade

O objetivo dos testes de usabilidade é avaliar a facilidade de uso, manutenção e transporte do produto final, garantindo que os usuários possam realizar todas as operações necessárias de forma intuitiva e segura.

Teste de Manutenção

- **Objetivo:** Avaliar facilidade de acesso e manutenção
- **Procedimento:**
 - Abrir a estrutura usando ferramentas especificadas
 - Acessar e manipular componentes internos
 - Retirar amostra de captura
 - Fechar e verificar vedação
- **Critério de aprovação:** Todas as operações devem ser completadas em menos de 15 minutos

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Arthur Trindade
1.1	Adição de requisitos e métodos de validação	29/04/2025	Arthur Trindade

Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Introdução

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é uma ferramenta de gestão que organiza todas as atividades do projeto em uma hierarquia lógica e detalhada. O objetivo é facilitar o planejamento, execução, monitoramento e controle das entregas ao dividir o projeto em partes menores e mais gerenciáveis.

No contexto do projeto **DengBuster**, a EAP da equipe de Estruturas foi desenvolvida considerando as etapas necessárias para o desenvolvimento da parte estrutural da armadilha, desde o planejamento inicial até a apresentação final do produto. A estrutura foi organizada em quatro fases principais para garantir o cumprimento dos prazos e requisitos do projeto.

Hierarquia da EAP

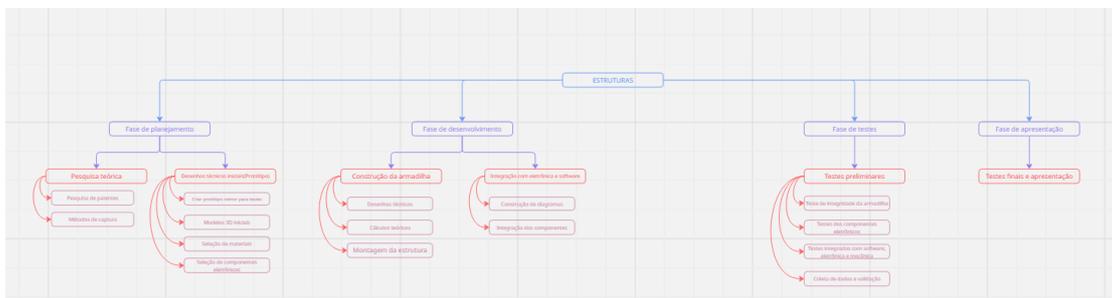
A estrutura segue uma hierarquia com quatro fases principais:

1. **Fase de Planejamento:** Etapa inicial do projeto que compreende pesquisas, desenvolvimento de protótipos iniciais e seleção de componentes;
2. **Fase de Desenvolvimento:** Período dedicado à construção da armadilha e integração com os sistemas eletrônicos e de software;
3. **Fase de Testes:** Momento destinado à realização dos testes preliminares da armadilha;
4. **Fase de Apresentação:** Etapa final que engloba os testes conclusivos e a apresentação do produto para professores, comunidade acadêmica e sociedade.

Visualização da EAP

A **Figura 1** ilustra as fases citadas acima com suas respectivas atividades:

Figura 1: Estrutura Analítica do Projeto - Parte Estrutural



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Arthur Trindade
1.1	Escrita do tópico	29/04/2025	Gabriela Itacaramby
2.0	Padronização	30/05/2025	Arthur Trindade

Montagem

Introdução

Este documento detalha o processo de montagem da armadilha DengBuster, descrevendo as técnicas e procedimentos utilizados para unir os componentes estruturais, bem como os testes realizados para validar a viabilidade do processo de fabricação. O documento abrange desde a montagem das faces principais até a instalação dos subsistemas internos, incluindo os protótipos desenvolvidos para validação do processo.

Visão Geral

A montagem da armadilha será realizada após a impressão das 12 faces pentagonais em PLA. Onze dessas faces serão unidas com super bonder e caneta 3D, criando a estrutura principal do dodecaedro. A face restante, projetada para ser removível, utiliza um sistema de fixação magnético: 2 ímãs foram colados nas bordas desta face e nas bordas correspondentes da estrutura principal foram colocados pedaços de metal para se juntar ao ímã. Esta abordagem foi escolhida para facilitar o processo de manutenção e tornar a montagem simples e rápida.

As estruturas gaveta, responsáveis pela captura dos mosquitos e armazenamento do atrativo, são impressas separadamente do corpo principal. Estas estruturas são encaixadas na armadilha através de um sistema *snap fit*, funcionando como gavetas deslizantes que permitem fácil remoção para manutenção e análise das amostras.

Protótipos

Protótipo em EVA

Para avaliar o tamanho real da armadilha e verificar o encaixe dos componentes, foi desenvolvido um protótipo em EVA em escala 1:1. Este protótipo permitiu visualizar a distribuição espacial dos componentes e validar as dimensões propostas.

Figura 1: Protótipo em EVA em tamanho real



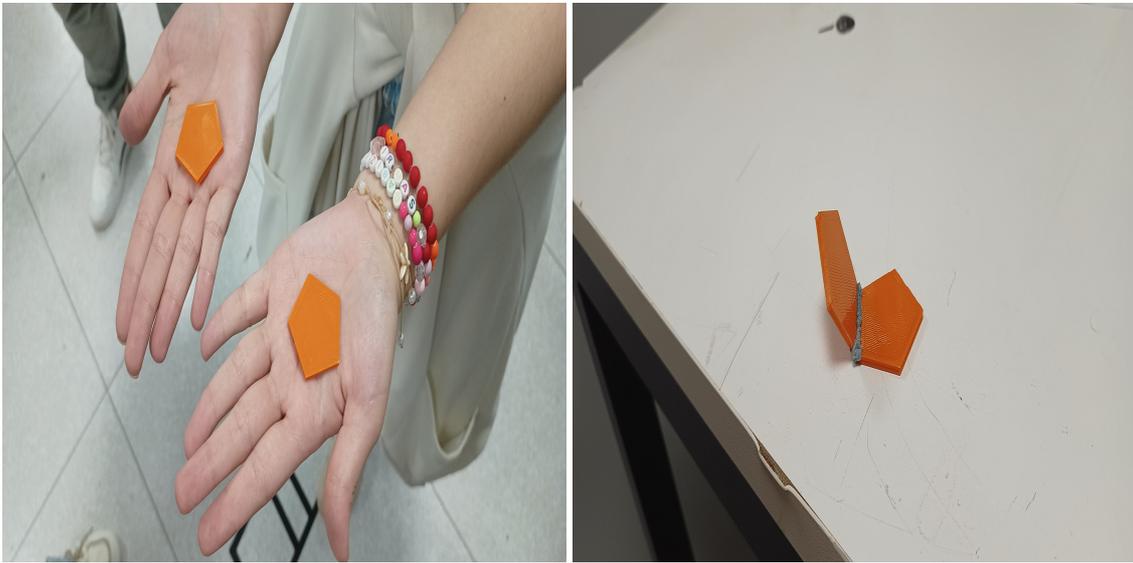
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Teste de Impressão em PLA

Foi realizado um teste de impressão 3D em escala reduzida para avaliar a viabilidade do material PLA e a qualidade da soldagem. Este teste incluiu:

- Avaliação da qualidade de impressão
- Teste de soldagem entre as faces
- Teste destrutivo para verificar a resistência das soldas

Figura 2: Teste de impressão 3D em PLA



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Estrutura final

Após a construção dos protótipos e o processo de colagem, a estrutura final pode ser apresentada a seguir:

Figura 3: Estrutura pronta





Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Tabela de Versionamento

Versão	Descrição	Data	Responsável
--------	-----------	------	-------------

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Arthur Trindade
1.1	Escrita inicial	27/05/2025	Gabriela Itacaramby
2.0	Adição de detalhes técnicos	30/05/2025	Arthur Trindade
2.1	Adição de detalhes	18/07/2025	Gabriela Itacaramby

Cálculos

Introdução

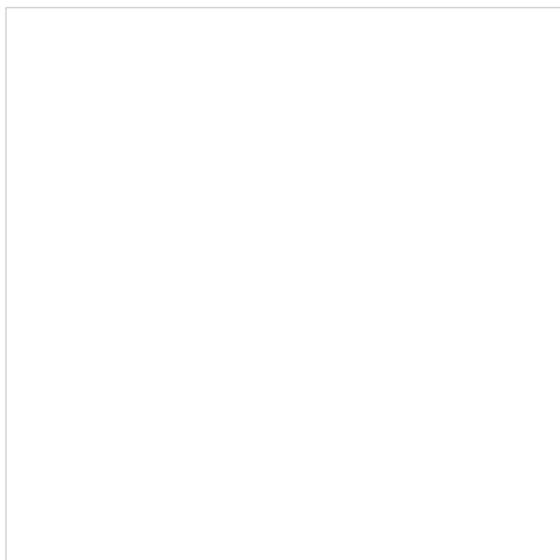
Este relatório apresenta a simulação do escoamento de ar na armadilha desenvolvida para capturar o mosquito *Aedes aegypti*, utilizando a técnica de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) no software Ansys Fluent. Foi realizado um estudo de convergência de malha para garantir a precisão dos resultados. Analisamos 2 casos de uso. O primeiro caso será quando o algoritmo de captura, identifique que um *Aedes Aegypti* entrou na armadilha, desse jeito, o ventilador superior ligará criando um escoamento de ar pela tubulação com o intuito de empurrar o mosquito para dentro do reservatório onde ficaria colado numa fita adesiva. O segundo caso será quando o algoritmo identificar que não é um *Aedes Aegypti*, ligando assim o ventilador da parte inferior para expulsar o visitante.

Metodologia

2.1 Pré-processamento

Descrição do Problema - Velocidade média de entrada: $V_{in} = 2,90 \text{ m/s}$ - Massa específica: $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ - Viscosidade dinâmica: $\mu = 1,7894 \times 10^{-5} \text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$ - Pressão de saída (outlet): $P = 0$

Figura 1: Cálculo da velocidade do ar gerada pelo ventilador usando um anemômetro digital portátil de hélice

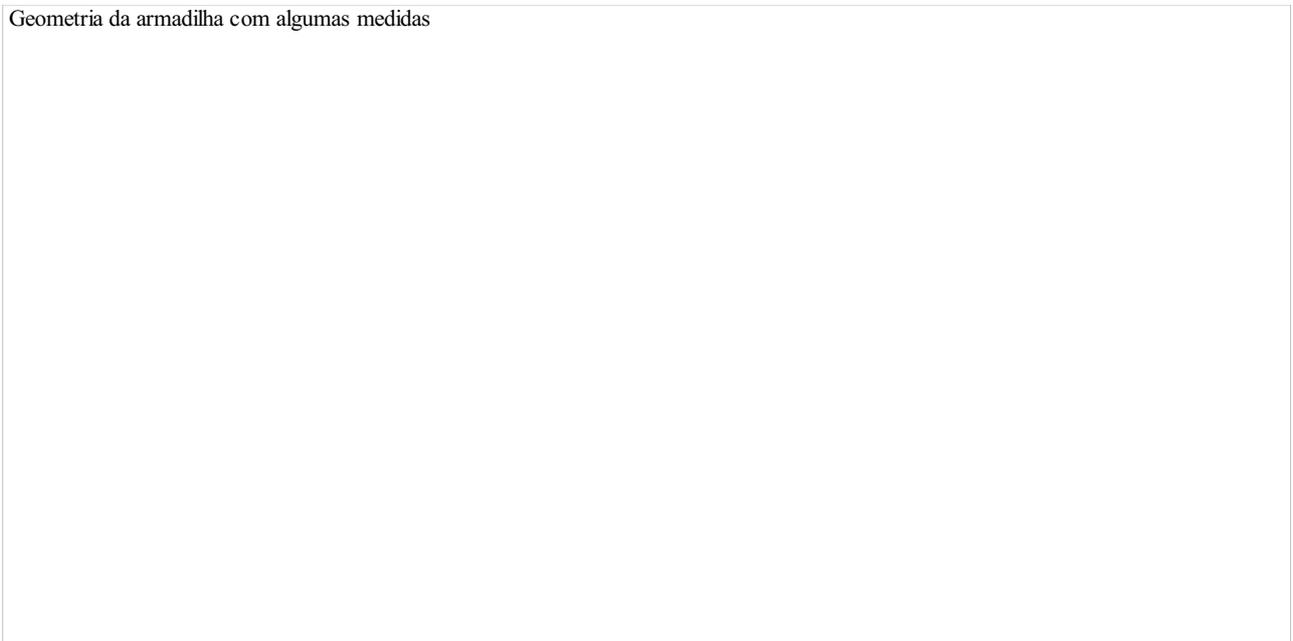


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Geometria da Armadilha

Figura 2: Geometria da armadilha com algumas medidas

Geometria da armadilha com algumas medidas



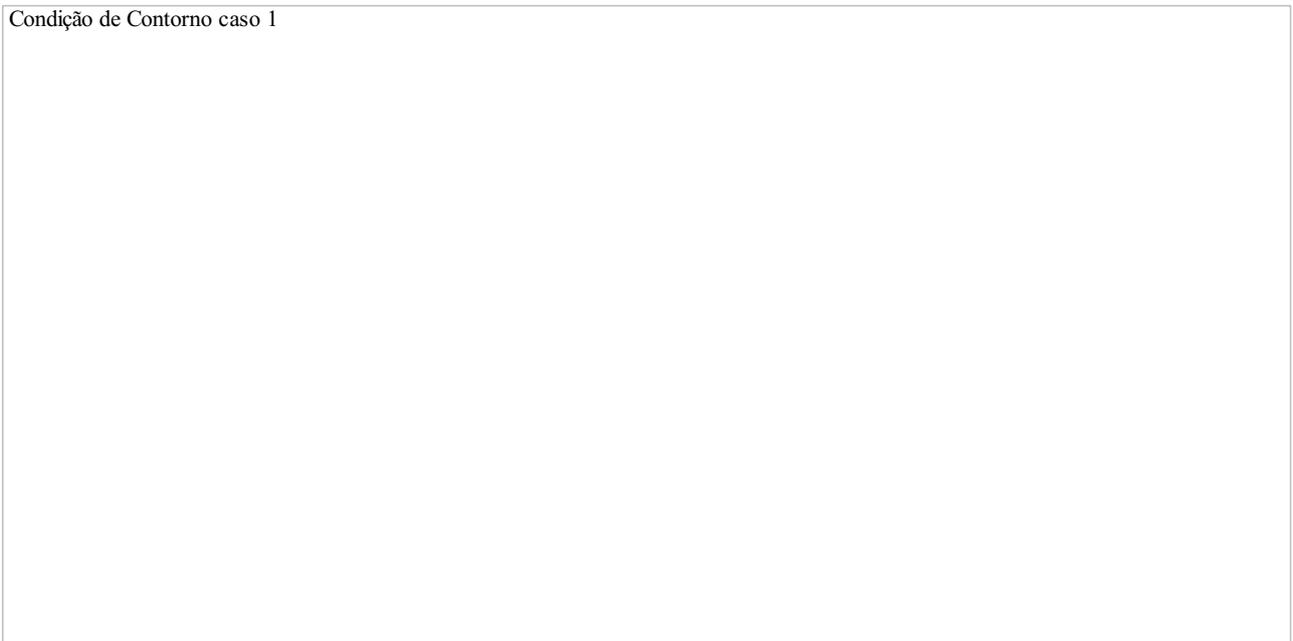
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Condições de Contorno Caso 1

- Aresta C: Inlet (ventilador superior ligado)
- Arestas A e B: A aresta B é considerada a ventoinha inferior desligada como
- Restante de Arestas: Paredes (condição no-slip)

Figura 3: Condição de Contorno caso 1

Condição de Contorno caso 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Condições de Contorno Caso 2

- Aresta B: Inlet (ventilador inferior ligado)
- Arestas A e C: A aresta C é considerada a ventoinha superior desligada como outlet.
- Restante de Arestas: Paredes (condição no-slip)

Figura 4: Condição de Contorno caso 2

Condição de Contorno caso 2



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Malhas Utilizadas

Foram testadas 7 malhas com diferentes tamanhos de elemento, variando de 0,02 m até 0,0006 m. O número de elementos variou de 39 até 39.330. Abaixo estão os dados principais: - Malha 1: 0,02 m– 39 elementos - Malha 2: 0,01 m– 154 elementos - Malha 3: 0,005 m– 554 elementos - Malha 4: 0,0025 m– 2304 elementos - Malha 5: 0,00125 m– 9158 elementos - Malha 6: 0,000625 m– 36.314 elementos - Malha 7: 0,0006 m– 39.330 elementos

Malha Final Utilizada

Figura 5: Malha refinada utilizada na simulação

Malha refinada utilizada na simulação



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

2.2 Processamento

- Simulador utilizado: ANSYS Fluent
- Modelo de turbulência: $k-\omega$ SST, adequado para capturar regiões de separação e gradientes de velocidade próximos às paredes, especialmente com malhas refinadas.
- Simulações realizadas considerando os dois casos:– Caso 1: Ventilador superior como entrada (inlet), ventilador inferior como saída de pressão (outlet).– Caso 2: Ventilador inferior como entrada (inlet), ventilador superior como saída de pressão (outlet).
- Critério de convergência: os resultados foram considerados convergentes quando a velocidade máxima no ponto de interesse deixou de variar

significativamente com o refinamento da malha, o que ocorreu a partir da Malha 6.

Tabela 1: Estudo de Convergência de Malha com Velocidade Máxima da Linha do Outlet do Reservatório

Tabela 1: Estudo de Convergência de Malha com Velocidade Máxima da Linha do Outlet do Reservatório

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 6: Número X Tamanho de Elementos

Número X Tamanho de Elementos

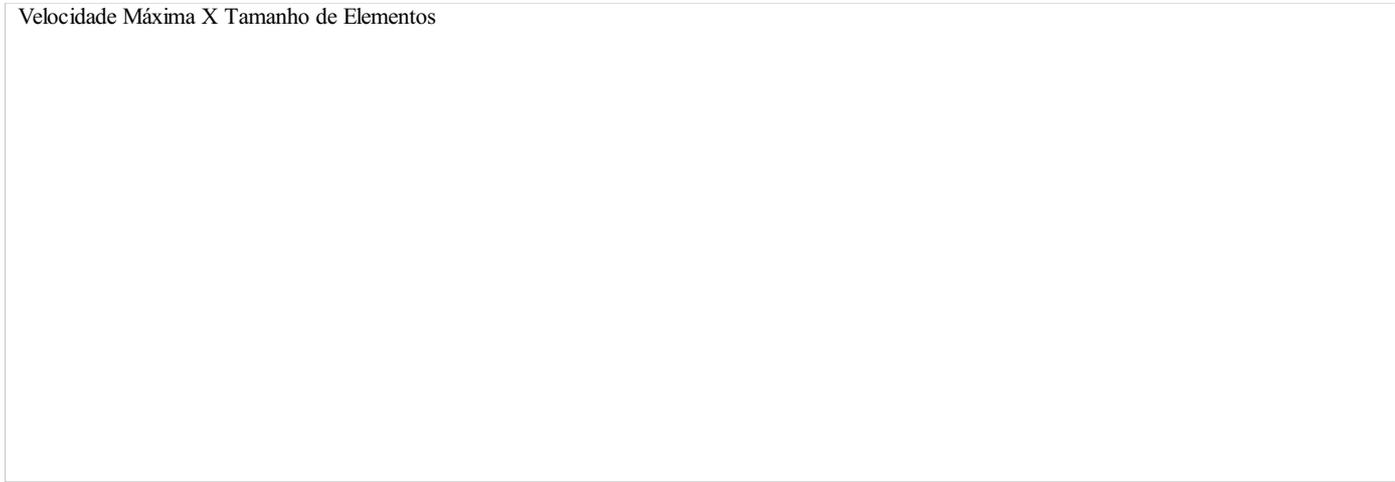
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 7: Velocidade Máxima X Número de Elementos

Velocidade Máxima X Número de Elementos

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 8: Velocidade Máxima X Tamanho de Elementos



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

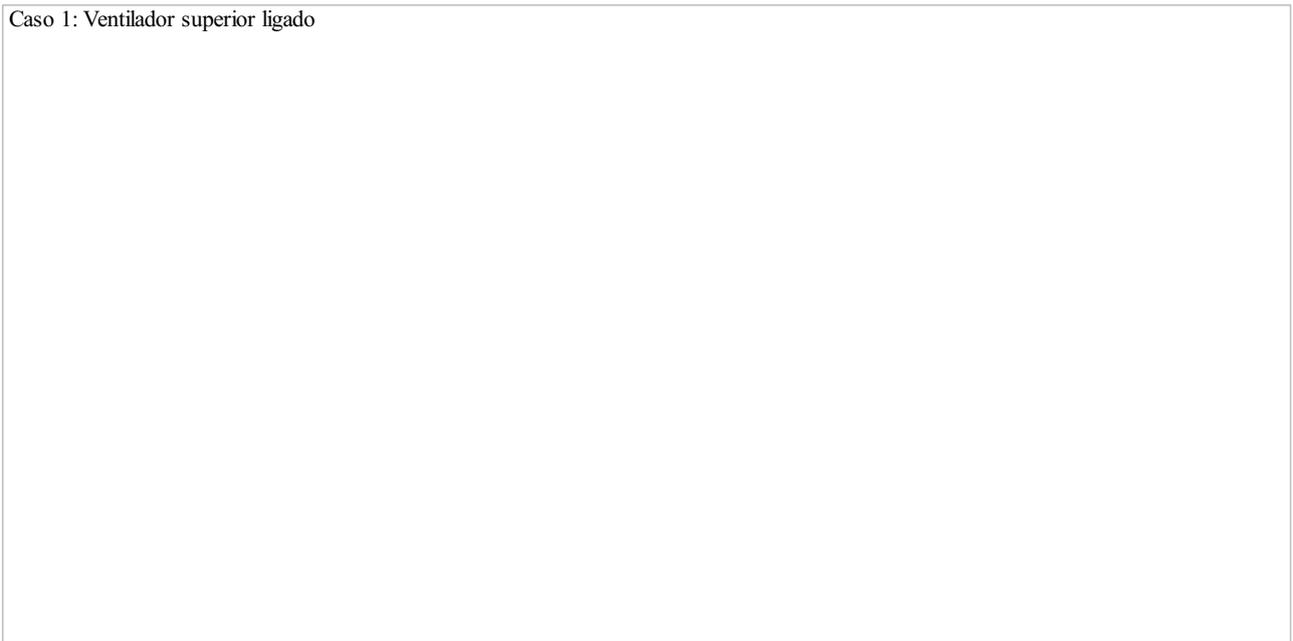
2.3 Pós-processamento

- As velocidades máximas observadas variaram de 2,49 m/s a 3,08 m/s com o refinamento das malhas
- A partir da Malha 6, as variações de velocidade foram mínimas, indicando convergência dos resultados
- Gráficos gerados: velocidade máxima vs número de elementos; velocidade máxima vs tamanho dos elementos

Campo de Velocidade Resultante

Figura 9: Distribuição da magnitude da velocidade para os dois casos simulados:(a) Caso 1: Ventilador superior ligado

Caso 1: Ventilador superior ligado



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figura 9: Distribuição da magnitude da velocidade para os dois casos simulados:(b) Caso 2: Ventilador inferior ligado

Caso 2: Ventilador inferior ligado

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Análise do Comportamento de uma Partícula (Mosquito) Dentro da Armadilha

Para compreender a eficácia da armadilha no direcionamento de mosquitos até o sistema de captura, é essencial analisar qualitativamente o comportamento de uma partícula representando um mosquito ao ser inserida no escoamento de ar gerado pelas ventoinhas. Usando o Modelo de Fase Discreta (DPM), foi simulado o comportamento de uma partícula (single) e um grupo de partículas (group) para o primeiro caso de funcionamento da armadilha. O modelo DPM é usado para investigar o comportamento de partículas a partir de uma visão Lagrangiana e de uma perspectiva discreta. Foi definida a partícula como inerte, ou seja, segue equilíbrio de forças e possui transferência de calor. Por fim, a simulação foi feita em um modelo laminar, ou seja, sem turbulência. A partícula foi definida usando as seguintes propriedades: - Diâmetro: 2 mm. - Densidade: 1 kg/m³ (matéria orgânica). - Velocidade inicial: 0,1 m/s - Tipo de partícula: inerte.

Os resultados da simulação de partícula do tipo individual (single) e grupo (group) para o modo captura de mosquito podem ser consultadas nas figuras abaixo:

Figura 10: simulação de partícula do tipo individual (single) e grupo (group) para o modo captura de mosquito

simulação de partícula do tipo individual (single) e grupo (group) para o modo captura de mosquito

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Conclusão

O estudo de convergência de malha demonstrou que, a partir da Malha 6, os resultados numéricos se tornaram praticamente independentes do refinamento, validando a qualidade da simulação.

Para o **caso 1**, com o ventilador superior ativado e a base fechada como uma parede, observamos que a geometria atual da armadilha não favorece o direcionamento do mosquito para o reservatório com fita adesiva. O escoamento tende a seguir em direção à saída inferior, o que pode comprometer a eficiência do sistema de captura. Como recomendação futura, sugere-se a modelagem de uma nova geometria que favoreça o escoamento do ar em direção à fita adesiva no centro do dispositivo.

Já para o **caso 2**, em que a ventoinha inferior atua como entrada de ar (inlet), a simulação indicou que o escoamento segue exatamente a direção desejada, validando o funcionamento esperado da armadilha nesse modo. Assim, conclui-se que essa condição apresenta um projeto eficiente para direcionamento do fluxo ao sistema de captura.

No **caso 1**, com a ventoinha superior ativada e a parte inferior da armadilha fechada, o escoamento gerado foi direcionado majoritariamente para a lateral inferior. A linha de corrente indica que o fluxo não guia a partícula diretamente para o centro da armadilha, onde está localizada a fita adesiva. Isso sugere que, sob essa condição, o mosquito tenderia a ser expulso pelo orifício inferior, dificultando a sua captura. Portanto, a geometria da armadilha não favorece o trajeto ideal do mosquito nessa configuração. Quando simulamos este mesmo caso porém com um grupo de 20 partículas, observamos que a trajetória dessa partícula para a fita adesiva é uniformemente distribuída. Essa análise mostra que o comportamento da partícula depende fortemente tanto da geometria quanto das condições de contorno impostas. Modificações futuras na forma interna da armadilha e no posicionamento dos ventiladores podem otimizar ainda mais a eficiência do sistema de captura.

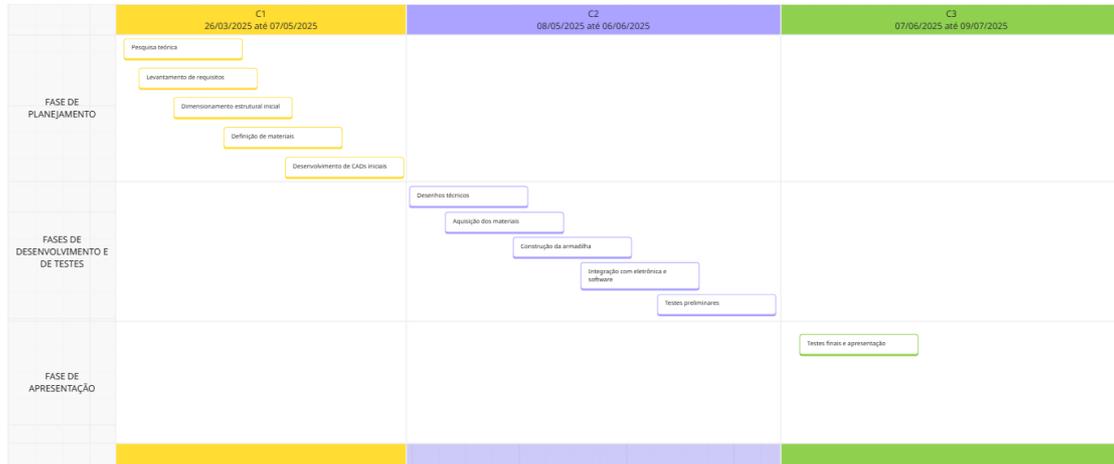
Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	25/04/2025	Gabriela Itacaramby
1.1	Adição dos cálculos	02/05/2025	Ana Karolina Fernandes
2.0	Adição dos cálculos	03/05/2025	Luis Rivera e Ana Karolina Fernandes
2.1	Atualização dos cálculos e simulações	18/07/2025	Luis Rivera e Alejandro Lopez

Cronograma de Execução

O cronograma da parte estrutural do projeto foi pensado levando em consideração as datas dos pontos de controle da disciplina, dessa forma, a seguir será apresentado um cronograma com as atividades detalhadas até a data de cada ponto de controle.

Figura 1: Cronograma de desenvolvimento das estruturas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	29/04/2025	Arthur Trindade
1.1	Edição do tópico	29/04/2025	Gabriela Itacaramby

Requisitos

Introdução

Este documento apresenta os Requisitos Funcionais e Não Funcionais da **interface** do DengBuster. Tais requisitos foram definidos com base nas necessidades práticas do sistema e pensando nos seus stakeholders, visando garantir funcionalidade, acessibilidade, integração com dispositivos eletrônicos e disponibilidade de dados em tempo real.

A seguir, são listados os requisitos que guiarão o desenvolvimento e validação da aplicação.

Requisitos Funcionais

Nº	Requisito
01	O usuário deve ser capaz de visualizar dados coletados pelo produto na aplicação com diferentes tipos de gráficos.
02	O usuário deverá ser capaz de filtrar os dados disponibilizados no gráfico.
03	A aplicação deverá exibir um mapa indicando a localização dos produtos cadastrados.
04	O usuário deve ser capaz de acessar um suporte do produto, contendo informações de configuração, instalação e orientações.
05	O sistema deve se comunicar com o eletrônico através de uma API.
06	O sistema deve conter mudança de temas, contendo tema claro e tema escuro.

Requisitos Não Funcionais

Nº	Requisito
01	O sistema deve atualizar os dados dos gráficos em tempo real.
02	A aplicação deve ser responsiva, adaptando-se bem a diferentes dispositivos (desktop, tablet, mobile).
03	O sistema deve garantir alta disponibilidade.
04	O sistema deverá armazenar os dados coletados utilizando o banco de dados MySQL, garantindo que todas as informações sejam salvas de forma estruturada e segura.
05	O sistema deve ser intuitivo, permitindo rápida compreensão dos dados.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Vinicius de Oliveira
2.0	Atualização dos requisitos	30/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes

Versão	Descrição	Data	Responsável
3.0	Correções Gerais da documentação	17/05/2025	Breno Lucena e Breno Fernandes
3.1	Atualização dos requisitos	17/07/2025	Kauã Vinícius e Arthur Marmo

Backlog

Introdução

Este backlog apresenta a lista priorizada de funcionalidades que deverão ser desenvolvidas ao longo do projeto. Cada item representa uma funcionalidade essencial para o funcionamento da aplicação, com base nos requisitos levantados. O backlog é organizado em épicos e histórias, com foco na entrega de valor incremental ao usuário final e suporte à operação do sistema.

As funcionalidades listadas servirão como guia para o planejamento de sprints, alocação de tarefas e acompanhamento da evolução do desenvolvimento.

A seguir, temos o backlog da interface:

ID	Épico	Item de Backlog (Funcionalidade a ser desenvolvida)	Prioridade
US01	Visualização de Dados	Implementar gráficos para exibir dados coletados dos produtos.	Alta
US02	Filtros nos Gráficos	Adicionar filtros para manipular a visualização dos dados nos gráficos.	Média
US03	Visualização no Mapa	Exibir localização geográfica dos produtos cadastrados por meio de um mapa interativo.	Média
US04	Integração com Produto	Construir API para comunicação entre o sistema e o produto eletrônico.	Alta
US05	Armazenamento em MySQL	Implementar mecanismo de armazenamento de dados utilizando arquivos MySQL.	Alta

Critérios de Aceitação

Introdução

Os critérios de aceitação descritos a seguir definem as condições mínimas que cada funcionalidade deve atender para ser considerada completa e pronta para entrega. Eles garantem alinhamento entre o time de desenvolvimento e os stakeholders, além de servirem como base para testes de validação.

Cada critério foi redigido no formato "Dado que / Quando / Então", visando clareza, objetividade e foco no comportamento esperado da aplicação frente às ações do usuário.

A seguir, temos os critérios de aceitação do backlog da interface:

US01 - Visualização de Dados

- **Dado que** um produto tenha dados disponíveis,
Quando o usuário acessar a visualização,
Então o sistema deverá exibir gráficos com os dados coletados.
- **Dado que** novos dados estejam sendo coletados,
Quando forem atualizados,
Então os gráficos devem refletir as alterações em tempo real.

US02 - Filtros nos Gráficos

- **Dado que** o usuário esteja visualizando um gráfico,
Quando selecionar um filtro (ex: intervalo de datas, espécie),
Então o gráfico deverá ser atualizado com base no filtro aplicado.

US03 - Visualização no Mapa

- **Dado que** existam produtos cadastrados com localização,
Quando o usuário acessar a seção de mapa,
Então o sistema deverá exibir um mapa com marcadores nas localizações dos produtos.

US04 - Integração com Produto

- **Dado que** o produto eletrônico esteja ativo e transmitindo dados,
Quando a API estiver conectada,
Então os dados deverão ser recebidos e armazenados pela aplicação em tempo real.

US05 - Armazenamento em MySQL

- **Dado que** o sistema armazene informações,
Quando um novo dado for coletado ou alterado,
Então ele deverá ser salvo automaticamente em um banco de dados MySQL de forma estruturada.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Vinícius de Oliveira
2.0	Atualização do documento	30/05/2025	Breno Lucena Cordeiro
2.1	Correção de US e revisão	30/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes
3.0	Atualização do documento	17/07/2025	Bruno Ricardo de Menezes

MVPs

Introdução

Esta documentação descreve os MVPs (Produtos Mínimos Viáveis) planejados para a **interface** do projeto DengBuster. O objetivo dos MVPs é construir o sistema de forma incremental, validando funcionalidades principais em fases, garantindo feedback contínuo e validação técnica e de usabilidade antes da implementação completa.

A abordagem será dividida em duas entregas:

- **MVP 1:** Foco em cadastro de produtos, login de administradores, integração básica com hardware e estruturação do banco de dados.
- **MVP 2:** Funcionalidades de visualização e análise de dados, mapa, filtros e responsividade.

MVP 1 — Estrutura da Interface

Objetivo

Entregar as funcionalidades essenciais para a estrutura da interface e armazenamento dos dados.

Data de Entrega

A data de entrega desse MVP é no Ponto de Controle 2 do projeto.

Funcionalidades Incluídas

ID	Épico	Funcionalidade
US01	Visualização de Dados	Exibição de dados em gráficos
US04	Integração com Produto	Início dos teste de comunicação com o eletrônico via API
US05	Armazenamento em MySQL	Armazenamento dos dados em arquivos MySQL

Telas prontas

- Dados de Captura
- Localização de Máquina
- Temperatura
- Umidade

Produto Final — Visualização, Mapa e Filtros

Objetivo

Expandir o sistema com foco na experiência do usuário final, possibilitando visualização de dados em tempo real, mapa de produtos e refinamento das telas.

Data de Entrega

A data de entrega desse MVP é no Ponto de Controle 3 do projeto.

Funcionalidades Incluídas

ID	Épico	Funcionalidade
US02	Filtros nos Gráficos	Aplicação de filtros nos dados visualizados
US03	Visualização no Mapa	Mapa com localização dos produtos
US04	Integração com Produto	Comunicação com o eletrônico via API

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Vinícius de Oliveira
2.0	Atualização das funcionalidades em cada MVP	30/05/2025	Vinícius de Oliveira
2.1	Atualização da descrição dos MVPs	30/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes
3.0	Atualização do documento	17/07/2025	Bruno Ricardo de Menezes

Funcionalidades

Introdução

Este documento apresenta as **funcionalidades previstas** da interface do sistema **DengBuster**, com base nos requisitos funcionais e não funcionais definidos. As funcionalidades estão agrupadas em categorias, visando organizar de forma clara os recursos que serão implementados ao longo do desenvolvimento da aplicação.

Visualização e Análise de Dados

Nº	Funcionalidade
01	Exibição de dados coletados pelo dispositivo em diferentes tipos de gráficos.
02	Aplicação de filtros sobre os dados apresentados.
03	Atualização em tempo real das informações exibidas nos gráficos.

Geolocalização

Nº	Funcionalidade
04	Visualização de mapa interativo com a localização dos produtos cadastrados.

Integração e Acesso

Nº	Funcionalidade
05	Comunicação da aplicação com o dispositivo eletrônico por meio de API.
06	Armazenamento dos dados coletados no MySQL.

Interface e Usabilidade

Nº	Descrição
07	Interface responsiva.
08	Garantia de alta disponibilidade da aplicação.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Ana Beatriz
2.0	Atualização das funcionalidades	30/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Ana Beatriz

Versão	Descrição	Data	Responsável
3.0	Atualização do documento	17/07/2025	Bruno Ricardo de Menezes

Arquitetura

Introdução

Este documento apresenta as principais características da arquitetura do software da armadilha inteligente DengBuster, destacando seus componentes e as interações entre eles.

Arquitetura de Software

A figura 1 evidencia a arquitetura do software em questão:

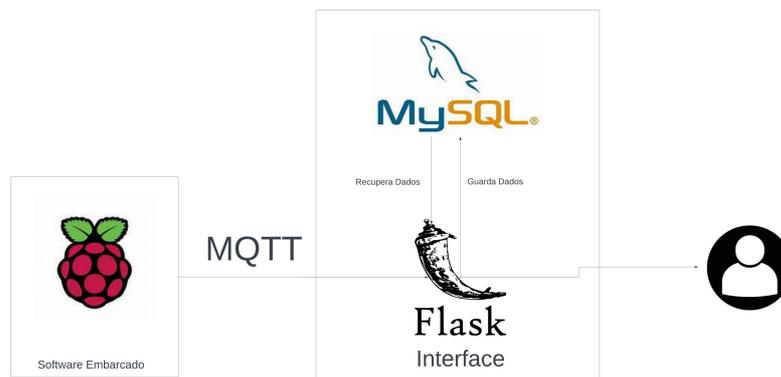


Figura 1 – Arquitetura do Produto de Software. Fonte: Autor.

Na imagem, fica evidente o uso das seguintes tecnologias:

- **Flask:** O Flask é um framework WSGI leve para aplicações web^[1]. Ele é conhecido por sua simplicidade e facilidade de uso, sendo uma ótima opção para desenvolvedores que desejam criar aplicativos da web pequenos a médios de forma eficiente^[2]. A aplicação web construída com Flask segue uma arquitetura inspirada no modelo MVC, facilitando a separação entre lógica de apresentação (dashboard), controle e acesso aos dados da armadilha.
- **Raspberry Pi:** Raspberry Pi é o nome de uma linha de placas de computador de baixo custo voltada para projetos de sistemas embarcados. Essas placas funcionam como um computador, podendo ser ligadas a monitor, teclado e mouse, e ter um sistema operacional com interface gráfica, funcionando como um computador pessoal^[3]. Seu foco é realizar o processamento dos sinais recebidos através dos sensores.
- **MySQL:** MySQL é uma linguagem responsável pela administração de um sistema de banco de dados.
- **Python:** Python é uma linguagem de programação de fácil uso, multiparadigmas que atualmente está na versão 3.13^[5], utilizada para programar a solução.

Metas e Restrições Arquiteturais

Este tópico elenca as metas arquiteturais com a finalidade de atender aos requisitos exigidos, além disso, descreve as restrições para a escolha do design.

Metas

As metas definem os princípios que guiam as escolhas do projeto. Dentre elas, pode-se citar:

- **Usabilidade:** Deve garantir com que o usuário possa, de maneira rápida, compreender os dados encontrados;
- **Velocidade:** O algoritmo embarcado deve realizar suas atividades em um período menor que 2 segundos;
- **Paralelismo:** O dashboard deve atualizar seus dados em tempo real;
- **Precisão:** O algoritmo de detecção deve ter uma precisão maior que 90%;
- **Evitar perda de dados:** A integração deve ocorrer de tal maneira que reduza ou elimine a perda de dados.

Restrições

As restrições delimitam as escolhas de software e estabelecem limites a serem seguidos. Pode-se citar:

- **Baixo Custo:** Deve-se buscar um menor custo possível, gastando apenas com componentes extremamente necessários;
- **Limitações de Hardware:** O software embarcado deve realizar suas operações dentro das restrições do hardware;
- **Integração Simples:** O dashboard precisa se integrar facilmente com o software embarcado.

Casos de Uso

Os casos de uso evidenciam como o sistema atende às interações entre os atores e suas funcionalidades. Desta maneira, as tabelas a seguir descrevem cada caso de uso do sistema:

Caso de Uso: Cadastro de Localização para uma armadilha cadastrada

Campo	Descrição
Ator Primário	Usuário
Descrição	Permite ao usuário cadastrar uma nova localização para uma armadilha no sistema, capturando informações como localização.
Pré-condições	Usuário com computador, armadilha funcionando e conexão com a internet.
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário adiciona uma localização para a máquina no mapa. 2. O usuário acessa a localização.
Fluxo Alternativo	Se falhar na coleta de informações (ex: sem internet), exibe erro ao usuário.
Pós-condições	Armadilha cadastrada e visível no dashboard.
Requisitos Especiais	Informações claras do local, funcionamento da armadilha.

Tabela 1: Caso de uso de registro de armadilha

Fonte: Autor

Caso de Uso: Registro de Captura

Campo	Descrição
Ator Primário	Sistema
Descrição	Sistema detecta captura de mosquito e notifica o dashboard do usuário.
Pré-condições	Armadilha funcionando e comunicação com o dashboard ativa.
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema detecta captura. 2. Envia notificação via MQTT. 3. Dashboard exibe o evento.
Fluxo Alternativo	Se falhar o envio, armazena o evento em uma fila para retransmissão futura.
Pós-condições	Usuário notificado sobre a captura.
Requisitos Especiais	Persistência da informação em caso de falha de comunicação.

Tabela 2: Caso de uso de envio de informação

Fonte: Autor

Diagrama de Sequência

O diagrama de sequência ilustrado na figura 2, representa a ordem e o fluxo das interações entre os sistemas ao longo do tempo, destacando como a comunicação e a transferência de dados ocorrem de maneira organizada. No contexto do DengBuster, o diagrama descreve a relação entre o Usuário, que realiza ações através do Dashboard, a Armadilha, que coleta os dados do ambiente, e a Base de Dados, que armazena e disponibiliza essas informações.

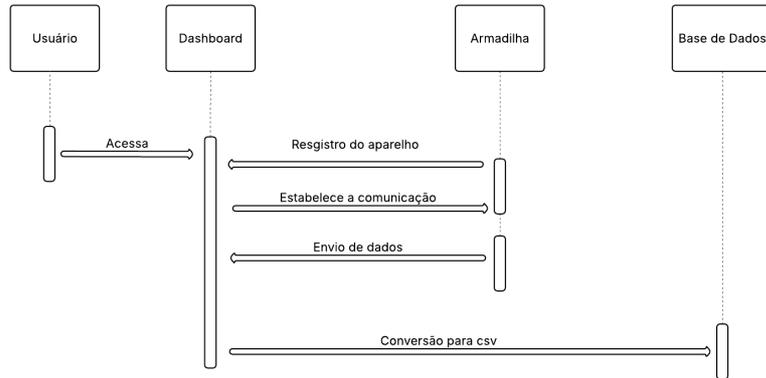


Figura 2: Diagrama de sequência.

Referências bibliográficas

- [^1]: FLASK. Bem-vindo ao Flask — Documentação do Flask (3.1.x). Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/>. Acesso em: 24 abr 2025.
- [^2]: HABBEMA, Hugo. Brincando com o Flask - Hugo Habbema. Medium, 28 Nov 2024. Disponível em: <https://medium.com/@habbema/brincando-com-o-flask-e0c1a0562726>. Acesso em: 24 abr 2025.
- [^3]: ASSUNCAO, Arthur. Quer brincar com a Raspberry? Aprenda os primeiros passos com a Raspberry Pi 3. Medium, 2 Mar 2020. Disponível em: <https://arthurnassuncao.medium.com/quer-brincar-com-a-raspberry-aprenda-os-primeiros-passos-com-a-raspberry-pi-3-614b5d8956f3>. Acesso em: 24 abr 2025.
- [^4]: ONLYOFFICE. O que é um arquivo CSV e como abri-lo? Disponível em: <https://www.onlyoffice.com/blog/pt-br/2023/11/csv>. Acesso em: 24 abr 2025.
- [^5]: PYTHON. What's New In Python 3.13. Disponível em: <https://docs.python.org/3/whatsnew/3.13.html>. Acesso em: 25 abr 2025.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	24/04/2025	Arthur Trindade
1.1	Adição do diagrama de sequência	26/04/2025	Christian Hirsch
1.2	Adição da Arquitetura de Software	27/04/2025	Kauã Vinícius
1.3	Correção dos paths das imagens	01/05/2025	Christian Hirsch
1.4	Ajuste do histórico e mkdocs	01/05/2025	Christian Hirsch
1.5	Padronização	02/05/2025	Miguel Moreira
2.0	Ajustes documentação	17/07/2025	Breno Lucena e Breno Cordeiro

Jornada do Usuário

Introdução

A jornada do usuário é uma técnica de design centrado no ser humano utilizada para descrever, passo a passo, como uma pessoa interage com um sistema, produto ou serviço. No contexto de software, essa abordagem visa mapear os pontos de contato entre o usuário e a tecnologia, suas ações, necessidades e emoções em cada fase de uso. Isso auxilia no desenvolvimento de soluções mais eficazes, intuitivas e adaptadas à realidade do usuário final.

Este documento descreve a jornada de uso da interface web da Armadilha Inteligente DengBuster, um projeto interdisciplinar da Universidade de Brasília voltado ao monitoramento automatizado de mosquitos vetores de doenças como dengue, zika e chikungunya.

Metodologia

A construção da Jornada do Usuário para o sistema da Armadilha Inteligente para *Aedes aegypti* foi baseada em uma abordagem colaborativa e iterativa, envolvendo análise técnica do projeto, discussões em grupo e aplicação de princípios de design centrado no ser humano.

O processo metodológico seguiu os seguintes passos:

1. Reuniões Colaborativas

As atividades foram realizadas por meio de reuniões remotas no Discord, permitindo a troca contínua de ideias entre os membros da equipe. Nessas sessões, foram discutidos os objetivos do projeto, funcionalidades do sistema e necessidades dos usuários finais. Também utilizamos o liveshare do Visual Studio Code para realizar o documento

2. Mapeamento de Interações

A partir da compreensão do fluxo de funcionamento da armadilha, foram identificadas as etapas principais da interação entre o operador e o sistema. Em cada etapa, foram destacados os objetivos do usuário, as ações esperadas, suas necessidades e os resultados desejados.

3. Construção da Jornada

As informações foram organizadas em formato de tabela, detalhando cada fase do uso do sistema, desde a instalação da armadilha até o encerramento das coletas e análise dos dados. A estrutura visou clareza, objetividade e fácil interpretação.

4. Revisão e Versionamento

O documento foi revisado e ajustado com base em feedback da equipe. As versões foram registradas conforme a Tabela de Versionamento, garantindo rastreabilidade e histórico de alterações.

Objetivo da Jornada

Permitir que o usuário:

- Instale e ative a armadilha de forma prática;
- Garanta que o sistema esteja funcionando autonomamente;
- Acesse os dados coletados de forma compreensível;
- Use os dados para orientar ações de combate ao mosquito.

Jornada do Usuário (Resumo das Etapas)

Etapa	Ação do Usuário	Expectativa	Resultado Esperado
1	Instalar a armadilha	Processo rápido e intuitivo	Dispositivo ligado e em operação
2	Verificar funcionamento	LEDs e sensores indicando status	Armadilha atrai e analisa mosquitos
3	Aguardar captura automática	Sistema funciona sem interferência	Deteção e análise dos insetos
4	Acessar dados no sistema	Interface acessível e funcional	Dados visíveis por dia/localização
5	Analisar padrões e surtos	Informações confiáveis e completas	Identificação de áreas críticas

Etapa	Ação do Usuário	Expectativa	Resultado Esperado
6	Realizar manutenção (troca de fita)	Procedimento simples e seguro	Sistema pronto para nova coleta

Conclusão

A jornada do usuário apresentada oferece uma visão estruturada de como o software e o hardware da armadilha inteligente devem funcionar sob a perspectiva do operador/usuario. Com base nessa jornada, os desenvolvedores podem ajustar funcionalidades, melhorar a interface de dados e otimizar a experiência geral do uso da solução.

Referências bibliográficas

1. UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. Pró-Reitoria de Orçamento, Planejamento e Administração. Coordenadoria de Processos e Projetos Organizacionais. Notação BPMN: Business Process Model and Notation. Abril 2020. Disponível em: https://sites.ufop.br/sites/default/files/escritoriodeprocessos/files/notacao_bpmn.pdf?m=1607987832. Acesso em: 09 abr. 2025.
2. CURSOS PM3. Jornada do usuário: o que é, como montar e ferramentas. Disponível em: <https://pm3.com.br/blog/as-diferentes-estruturas-da-jornada-do-usuario/>. Acesso em: 30 abr. 2025.
3. ZENDESK. Exemplo de mapa da jornada do cliente: como montar? [GUIA]. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/exemplo-de-mapa-da-jornada-do-cliente/>. Acesso em: 30 abr. 2025.
4. MICHELAN, Fabio. Como criar uma Jornada do Usuário? Medium, 26 set. 2019. Disponível em: <https://medium.com/doghero-brasil/como-criar-uma-jornada-do-usu%C3%A1rio-5f84fa88ac4f>. Acesso em: 30 abr. 2025.
5. SOFTDESIGN. Jornada do usuário: o que é, como mapear e 6 dicas práticas! Disponível em: <https://softdesign.com.br/blog/jornada-do-usuario/>. Acesso em: 30 abr. 2025.
6. HUBSPOT. Jornada do usuário: como criar uma eficiente? Disponível em: <https://br.hubspot.com/blog/sales/jornada-do-usuario>. Acesso em: 30 abr. 2025.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	25/04/2025	Paulo Victor Fonseca Sousa e Arthur Marmo Cathalá
1.1	Versionamento e ajustes na metodologia	26/04/2025	Ana Beatriz Norberto da Silva

Identidade Visual

Introdução à Marca

O **DengBuster** é um dispositivo inteligente desenvolvido para auxiliar no combate à dengue por meio da identificação e captura do mosquito *Aedes aegypti*. Equipado com sensores e um algoritmo de reconhecimento, o dispositivo atrai o mosquito, registra sua presença com base em características específicas da espécie, coleta informações como data, hora e local da captura e o armazena vivo para posterior análise ou descarte seguro. O DengBuster integra tecnologia, ciência e responsabilidade social. Seu propósito vai além do controle vetorial: é um compromisso com a saúde pública, a prevenção de epidemias e o desenvolvimento de soluções sustentáveis para os desafios ambientais.

Proposta de Valor

O **DengBuster** oferece uma solução inovadora e automatizada para o controle do mosquito *Aedes aegypti*, vetor de doenças como dengue, zika e chikungunya. Combinando atração inteligente, identificação por algoritmo e armazenamento seguro, o dispositivo permite a coleta precisa de dados em tempo real sobre a presença do vetor. Acompanhado de um aplicativo que mapeia focos e gera relatórios, o DengBuster apoia autoridades e comunidades no monitoramento e combate preventivo a surtos. É um compromisso com a saúde pública, a inovação tecnológica e a construção de ambientes urbanos mais seguros.

Princípios de Design

As heurísticas de usabilidade de Nielsen são fundamentais para garantir uma experiência de usuário eficiente e intuitiva, tanto no dispositivo físico (DengBuster) quanto na aplicação associada. Com foco em proporcionar uma solução eficaz para o controle do mosquito *Aedes aegypti*, o projeto DengBuster se alinha a quatro das dez heurísticas de usabilidade de Nielsen, conforme descrito na **Tabela 1**.

Tabela 1: Heurísticas a serem usadas.

Nome da Heurística	Descrição	Aplicação na Interface
Visibilidade do Sistema	O design deve manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, por meio de feedback apropriado.	Indicadores de status da captura, da bateria e dados visíveis em tempo real.
Reconhecimento em vez de Recordação	Minimiza a carga de memória ao tomar ações e opções visíveis.	Ícones intuitivos e informações visuais sobre capturas e status.
Flexibilidade e Eficiência de Uso	Atalhos para usuários experientes e personalização de ações.	Ajustes rápidos de parâmetros de captura e exibição de dados.
Consistência e Padrões	Elementos devem ser consistentes entre telas e ações.	Ícones, textos e cores padronizadas em toda a interface.

Fonte: Autoria própria. Todos os direitos reservados.

Implementação das Heurísticas no DengBuster

- **Visibilidade do Sistema:** A interface do Assistente de Captura oferece feedback em tempo real, como o status da bateria, o progresso da captura do mosquito e qualquer falha no processo. No Relatório de Captura, o usuário é informado sobre o andamento do upload dos dados e a análise dos registros, garantindo que sempre saiba o status do sistema.
- **Reconhecimento em vez de Recordação:** A aplicação utiliza ícones claros e informações visíveis, como a direção do mosquito ou a quantidade de mosquitos capturados, reduzindo a carga cognitiva e evitando que o usuário precise lembrar informações previamente inseridas. A interface do Relatório de Captura também facilita a visualização dos dados, com opções claras de interação e exportação.
- **Flexibilidade e Eficiência de Uso:** A possibilidade de personalizar ações e ajustar configurações com facilidade é essencial para usuários experientes. Por exemplo, no Assistente de Captura, é possível ajustar os parâmetros do dispositivo sem interromper a captura, e no Relatório de Captura, usuários avançados podem personalizar como os dados são visualizados e exportados.
- **Consistência e Padrões:** O design do DengBuster mantém uma consistência visual e funcional em toda a interface, utilizando ícones, cores e termos padronizados. Isso facilita a navegação e o uso do sistema, evitando confusão e aumentando a previsibilidade da interação, tanto no Assistente de Captura quanto no Relatório de Captura.

Slogan

O slogan do projeto DengBuster transmite a mensagem essencial sobre o propósito do projeto: ser uma solução eficaz no combate ao mosquito *Aedes aegypti*, vetor de doenças como dengue, zika e chikungunya. Se não controlado, o mosquito pode causar grandes surtos e afetar a saúde pública de forma devastadora. O grupo reconhece que a luta contra esse vetor é desafiadora, mas acredita que, com inovação e comprometimento, é possível fazer a diferença e proteger vidas.

Logotipo e Identidade Visual

O logotipo do projeto DengBuster foi desenvolvido com o objetivo de representar visualmente a essência do projeto: a captura seletiva do mosquito *Aedes aegypti* por meio de um dispositivo inteligente de monitoramento. A imagem central da logo traz o mosquito em destaque, posicionado dentro de uma mira, simbolizando a precisão da armadilha na identificação e na captura da espécie correta.

As cores também foram cuidadosamente escolhidas:

- O **verde-azulado** na parte superior remete ao ambiente natural e ao céu, relacionando-se ao comportamento de voo do mosquito.
- O **laranja-terroso** na parte inferior sugere o ambiente urbano e terrestre, locais comuns de proliferação do *Aedes aegypti*.
- O **preto de fundo**, quando usado, ajuda a destacar os elementos centrais com contraste e força visual, principalmente em materiais digitais ou com foco em impacto visual.

A forma circular da logo remete ao conceito de sistema fechado, representando a câmara de captura do DengBuster, enquanto as marcas em cruz da mira comunicam diretamente o foco seletivo do projeto, que distingue os mosquitos-alvo de outras espécies por meio de algoritmos embarcados.

A concepção da logo contou com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial para geração de ideias visuais, sendo refinada posteriormente pela equipe do projeto para garantir coerência com os valores de tecnologia, precisão e inovação que norteiam o desenvolvimento da armadilha.

Essa identidade visual será aplicada tanto em materiais de apresentação quanto na interface web do sistema, reforçando a marca DengBuster como uma solução científica, acessível e moderna no combate ao *Aedes aegypti*.

Figura 1 – Logo DengBuster



Fonte: Autoria própria.

Uso das Cores

É fundamental entender como as cores são usadas no logotipo do projeto DengBuster, pois elas podem criar harmonia ou contraste com o fundo, o que impacta diretamente na percepção visual do público. Caso o logotipo seja apresentado em um fundo inadequado ou sem atenção ao contraste, pode

ocorrer uma perda de legibilidade ou até confusão no reconhecimento da identidade visual.

A escolha das cores deve ser cuidadosa, pois elas são responsáveis por criar uma memória afetiva no usuário. Se o logotipo não for bem compreendido ou não tiver um significado claro associado às cores, isso pode prejudicar a comunicação visual do projeto. Assim, é essencial que o ambiente onde o logotipo é exibido seja adequado para que ele seja facilmente reconhecido, além de garantir que todos os elementos internos, como os emissores de informações, também sejam visualmente compatíveis.

Figura 2 – Cores utilizadas



Fonte: Autoria própria.

Tipografia

A tipografia é uma parte essencial da identidade visual de qualquer aplicação. Ela não só define a legibilidade dos textos, mas também comunica o tom da interface — seja ele técnico, acessível ou institucional. Neste projeto, optou-se pelo uso da família tipográfica **Roboto**, que apresenta traços limpos e proporções bem definidas, alinhando modernidade e objetividade.

- A fonte **Roboto Bold** foi utilizada nos títulos principais para garantir destaque e hierarquia visual.
- A **Roboto Regular** aparece nos menus e conteúdos secundários, proporcionando uma leitura fluida e direta.

Essas escolhas reforçam a proposta de um sistema atual, focado na clareza de dados e na experiência do usuário.

Ícones e Elementos Gráficos

Os ícones desempenham um papel fundamental na construção de uma interface intuitiva e eficiente. Para que cumpram esse papel com clareza, é essencial que sejam visualmente compreensíveis e facilmente identificáveis por usuários e desenvolvedores.

A diretriz principal para o uso de ícones neste projeto é que eles devem sempre adotar uma **cor primária que contraste adequadamente com o plano de fundo** em que estão inseridos — seja esse fundo composto por cores neutras, secundárias ou até mesmo gradientes.

Além disso, em contextos interativos, como botões, os ícones devem apresentar uma **leve simulação de sombra ou relevo**, contribuindo para uma sensação de profundidade e indicando sua funcionalidade.

Vale destacar também que a paleta dos ícones será adaptável ao tema da interface:

- Na **versão clara**, eles terão **cores escuras ou vibrantes**;
- Na **versão escura**, **tons mais claros** serão utilizados;

Sempre mantendo o contraste necessário para garantir acessibilidade visual.

Figura 3 – Ícone utilizados



Fonte: Autoria própria.

Layout e Grid

Além de orientar a estruturação do conteúdo, o layout e o grid são fundamentais para manter o alinhamento e a harmonia visual dos elementos. Pensando nisso, a **Figura 4** demonstra os grids que serão usados para a construção das páginas

Figura 4 – Grid



Fonte: Autoria própria.

Protótipo de Alta Fidelidade

Figura 5 – Protótipo de Interface

Fonte: Autoria própria.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do artefato	30/04/2025	Ian Lucca Soares Mesquita e Breno Lucena Cordeiro
1.1	Adição de conteúdo	02/05/2025	Breno Lucena e Ian Lucca Mesquita

Diagrama BPMN

Introdução

O BPMN (Business Process Model and Notation) é um padrão de modelagem de processos de negócio que permite representar graficamente as etapas de um fluxo de trabalho. Ele utiliza uma notação compreensível tanto por especialistas técnicos quanto por profissionais da área de negócio.

O diagrama apresentado descreve o processo automatizado de captura e análise de mosquitos realizado pela armadilha inteligente desenvolvida na Universidade de Brasília.

Metodologia

A construção do BPMN foi baseada em uma abordagem colaborativa e iterativa, envolvendo análise técnica do projeto, discussões em grupo e aplicação de princípios de design centrado no ser humano.

O processo metodológico seguiu os seguintes passos:

1. Reuniões Colaborativas

As atividades foram realizadas por meio de reuniões remotas no Discord, permitindo a troca contínua de ideias entre os membros da equipe. Nessas sessões, foram discutidos o passo-a-passo. Também utilizamos o liveshare do Visual Studio Code para realizar o documento

2. Mapeamento de Interações

A partir da compreensão do fluxo de funcionamento da armadilha, foram identificadas as etapas principais do funcionamento da armadilha. Em cada etapa, foram destacados os objetivos do usuário, as ações esperadas, suas necessidades e os resultados desejados.

3. Construção do BPMN

A modelagem foi construída com base em pools e lanes que representam os diferentes componentes do sistema:

4. *LED*: Responsável por atrair os mosquitos.
5. *ARMADILHA*: Parte física que detecta e interage com os mosquitos.
6. *ALGORITMO*: Software que realiza a análise dos dados capturados.
7. *DASHBOARD*: Interface que trata e apresenta os dados ao usuário final.

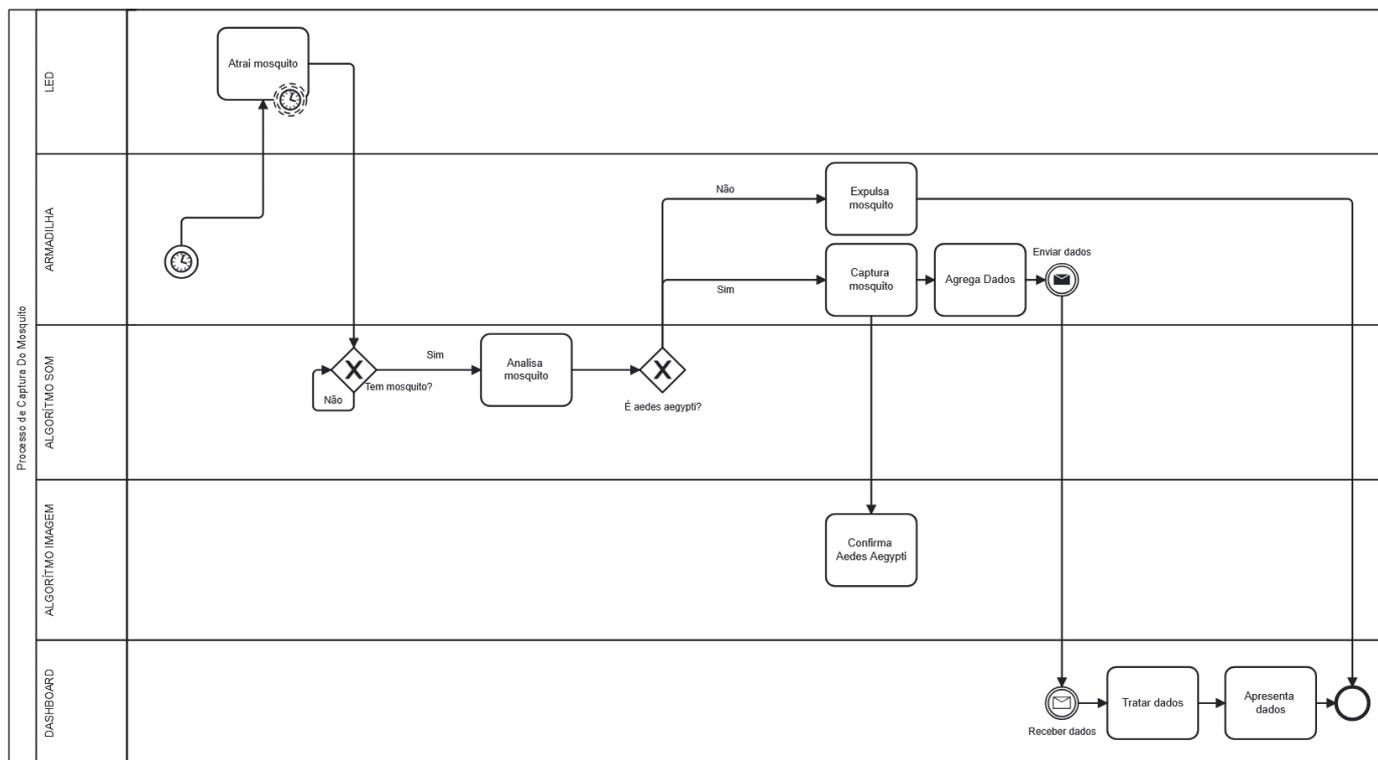
A ferramenta utilizada para a criação do diagrama foi o BPMN.iO.

1. Revisão e Versionamento

O documento foi revisado e ajustado com base em feedback da equipe. As versões foram registradas conforme a Tabela de Versionamento, garantindo rastreabilidade e histórico de alterações.

2. Atualização para PC2

O diagrama foi atualizado para refletir as mudanças no sistema de captura entre os pontos de controle 1 e 2, de acordo com feedback da equipe.



Explicação do Fluxo

1. *Ativação dos LEDs (LED):*
2. O processo inicia com os LEDs atraindo os mosquitos.
3. *Deteção do mosquito (ARMADILHA):*
4. Um evento intermediário temporizado aciona a verificação da presença de mosquitos.
5. Um gateway exclusivo pergunta: “Tem mosquito?”
 - *Não:* O processo retorna a aguardar uma nova verificação.
 - *Sim:* O processo segue para análise.
6. *Análise inicial do mosquito (ALGORITMO SOM):*
7. A armadilha coleta sinais e os envia ao algoritmo.
8. Um novo gateway avalia: “É *Aedes aegypti*?”
 - *Sim:* O mosquito é capturado.
 - *Não:* O mosquito é expulso.
9. *Confirmação visual, envio e processamento de dados (ALGORITMO IMAGEM, ARMADILHA e DASHBOARD):*
10. Caso o mosquito seja capturado, uma foto é tirada para uma confirmação visual de que é *Aedes Aegypti* por um algoritmo de imagem.
11. Independentemente do resultado dessa confirmação, os dados de todo o processo de captura são agregados e enviados ao dashboard.
12. O dashboard recebe os dados, realiza tratamento e apresenta em formato visual.

Considerações Finais

O uso de BPMN neste projeto permite a visualização clara do funcionamento automatizado do sistema, separando responsabilidades entre hardware e software. Essa modelagem facilita a documentação do processo, o entendimento por não-programadores e a validação por especialistas em saúde pública.

O modelo serve também como base para ajustes futuros, integração com outras ferramentas e apoio à replicabilidade do projeto.

Referências bibliográficas

1. UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. Pró-Reitoria de Orçamento, Planejamento e Administração. Coordenadoria de Processos e Projetos Organizacionais. Notação BPMN: Business Process Model and Notation. Abril 2020. Disponível em:

https://sites.ufop.br/sites/default/files/escritoriodeprocessos/files/notacao_bpmn.pdf?m=1607987832. Acesso em: 09 abr. 2025.

- ZEEV. O que significa BPMN? Disponível em: <https://zeev.it/blog/o-que-significa-bpmn/>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- HOLMES. O que é notação BPMN? Tudo que você precisa saber para começar. Disponível em: <https://holmes.app/blog/notacao-bpmn>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- HEFLO. Exemplos de diagramas de fluxo de processo de negócio. Disponível em: <https://www.heflo.com/pt-br/blog/exemplos-diagramas-fluxo-processo-negocio>. Acesso em: 30 abr. 2025.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	25/04/2025	Paulo Victor Fonseca Sousa e Arthur Marmo Cathalá
1.1	Versionamento e ajustes na escrita	26/04/2025	Ana Beatriz Norberto da Silva e Kauã Vinicius Ponte Aguiar
2.0	Atualização do diagrama para refletir novas mudanças	28/05/2025	Ana Beatriz Norberto da Silva, Arthur Marmo Cathalá e Paulo Victor Fonseca Sousa

O sistema é organizado em **subsistemas**, que agrupam os principais módulos físicos e lógicos de acordo com suas responsabilidades:

1. Subsistema de Aquisição de Dados

- **Sensor de Temperatura e Umidade**
- **Câmera**
- **Microfone**

Estes componentes coletam dados ambientais e comportamentais dos insetos. Eles fornecem interfaces que são consumidas pelo software embarcado.

2. Subsistema de Processamento e Decisão

- **Raspberry Pi**
- **Software Embarcado**

O Raspberry Pi executa o software responsável por: - Classificar os mosquitos com base em som e imagem - Acionar atuadores (via relés) - Registrar eventos no banco de dados - (Opcionalmente) enviar dados para o painel

3. Subsistema de Ação

- **Relé**
- **Ventoinha de Captura**
- **Ventoinha de Expulsão**
- **Módulo de Iluminação (LEDs)**

Executam ações físicas conforme a decisão do sistema. O controle é feito pelo software embarcado, que consome as interfaces desses dispositivos.

4. Subsistema de Armazenamento

- **Banco de Dados**

Responsável por armazenar os dados transmitidos pela aplicação, incluindo contagem de capturas, data, hora, temperatura e umidade.

5. Subsistema de Visualização e Interface

- **Aplicação (Backend e Frontend)**

A aplicação recebe dados via MQTT, realiza operações de persistência no banco de dados (via ORM) e disponibiliza uma interface para visualização remota.

6. Subsistema de Alimentação de Energia

- **Bateria**

Fornecem energia ao sistema. O painel alimenta o dispositivo durante o dia, enquanto a bateria entra em ação à noite. A transição ocorre automaticamente.

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Breno Soares Femandes e Christian Hirsch Santos

Versão	Descrição	Data	Responsável
2.0	Atualização do diagrama com MQTT, camada de aplicação e melhorias visuais	30/05/2025	Breno Soares Fernandes

Banco de Dados

Introdução

Este documento apresenta a estrutura do banco de dados do projeto **DengBuster**, que tem como objetivo armazenar os dados dos mecanismos e clientes, além de armazenar os dados capturados pelos sensores e disponibilizá-los para análises em nossa interface.

Abaixo, são descritas as **tabelas** utilizadas no banco de dados, com detalhes sobre suas colunas, tipos de dados e descrições dos campos.

Diagrama Entidade-Relacionanto

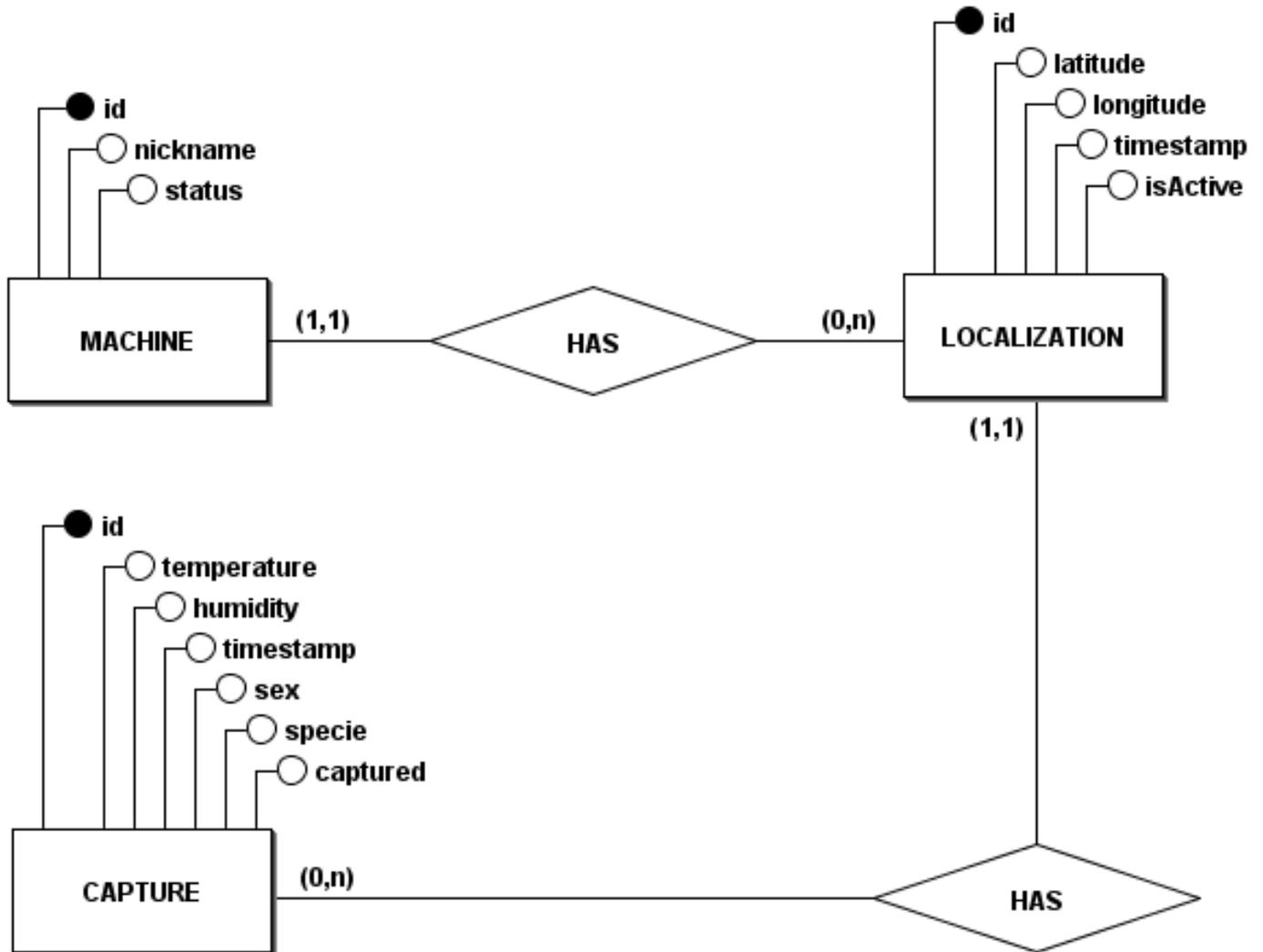
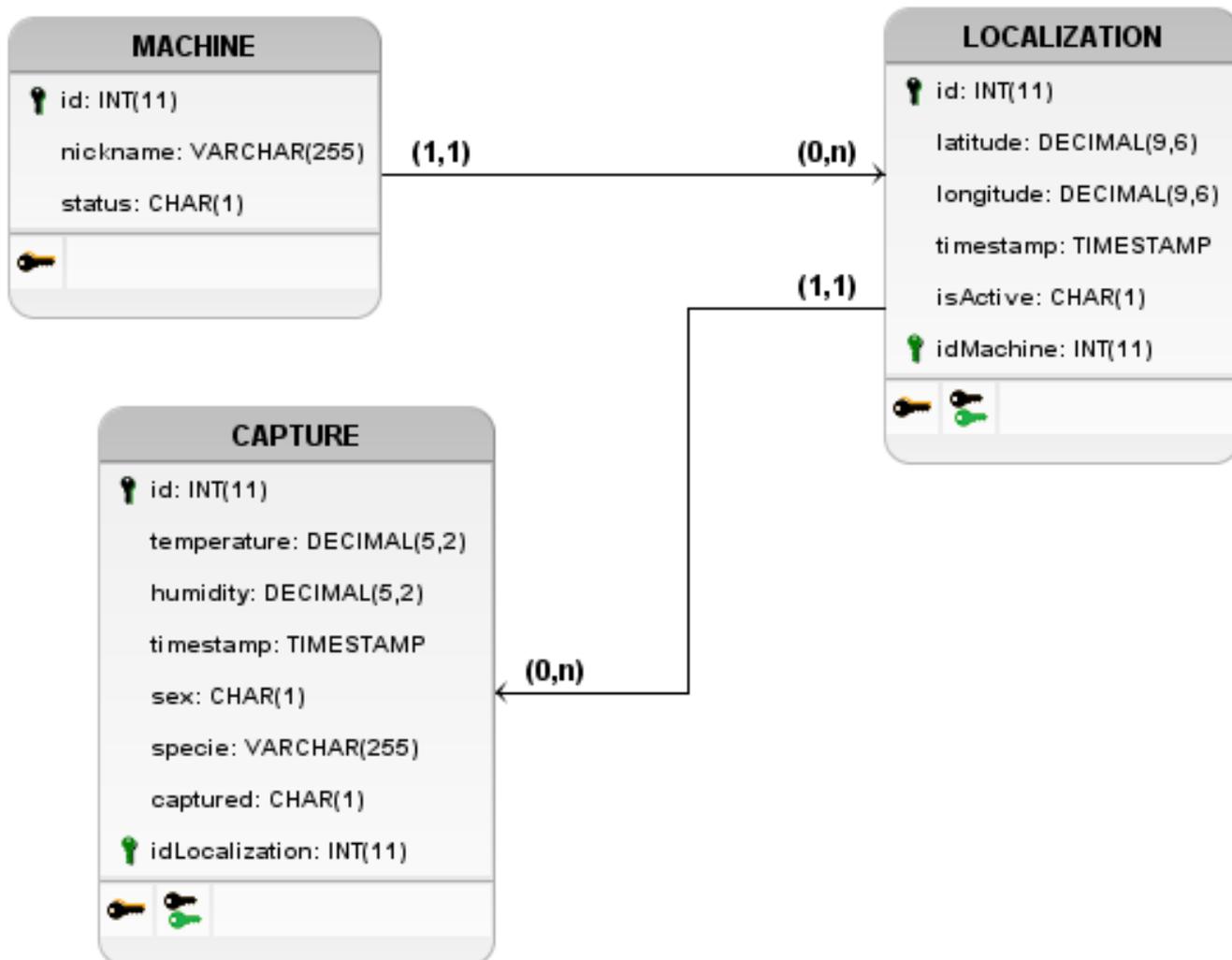


Diagrama Lógico de Dados



Dicionário de Dados

Tabela MACHINE

Contém os dispositivos físicos responsáveis pela captura dos dados.

Coluna	Tipo	Descrição
id	INT(11)	Identificador numérico da máquina
nickname	VARCHAR(255)	Nome ou apelido atribuído à máquina
status	CHAR(1)	Status de funcionamento da máquina ('A' ou 'T')

Tabela LOCALIZATION

Armazena as coordenadas geográficas e status de localização das máquinas.

Coluna	Tipo	Descrição
id	INT(11)	Identificador numérico da localização
latitude	DECIMAL(9,6)	Latitude em coordenadas WGS-84

Coluna	Tipo	Descrição
longitude	DECIMAL(9,6)	Longitude em coordenadas WGS-84
timestamp	TIMESTAMP	Data e hora do registro da localização
isActive	CHAR(1)	Indica se a localização está ativa ('Y' ou 'N')
idMachine	INT(11)	Identificador da máquina (FK para MACHINE.id)

Tabela CAPTURE

Armazena os registros de capturas realizadas pelas máquinas, com informações sobre o ambiente no momento da coleta.

Coluna	Tipo	Descrição
id	INT(11)	Identificador numérico da captura
temperature	DECIMAL(5,2)	Temperatura externa (°C) no momento da captura
humidity	DECIMAL(5,2)	Umidade relativa do ar (%) no momento da captura
timestamp	TIMESTAMP	Data e hora da captura
sex	CHAR(1)	Sexo do inseto capturado (M/F)
specie	VARCHAR(255)	Espécie taxonômica identificada
captured	CHAR(1)	Indicador se o inseto foi capturado ('S' ou 'N')
idLocalization	INT(11)	Identificador da localização (FK para LOCALIZATION.id)

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	02/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Vinicius de Oliveira
2.0	Nova versão e diagramas	30/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Breno Fernandes
3.0	Atualização do documento	17/07/2025	Bruno Ricardo de Menezes

Tela de Temperatura

A tela de Temperatura faz parte do módulo de monitoramento de dados ambientais do sistema. Sua função principal é permitir a visualização dos registros de temperatura capturados pelas máquinas ao longo do tempo, oferecendo ao usuário uma interface intuitiva com gráficos dinâmicos.

Objetivo

A tela de temperatura foi desenvolvida com o objetivo de apresentar, de forma clara e organizada, os dados de temperatura registrados pela máquina durante os momentos específicos de captura. Sua concepção atende diretamente aos Requisitos Funcionais nº 1, 2 e 6, aos Requisitos Não Funcionais nº 2, 4 e 5, bem como às Funcionalidades nº 01, 02 e 03, que envolvem a visualização de dados, utilização de filtros sobre os dados e responsividade das telas.

Além disso, a implementação da tela foi orientada pelas Histórias de Usuário US04 e US05, que descrevem as necessidades dos usuários visualizarem os dados das capturas e a aplicação de filtros sobre os dados. Essas histórias garantiram que a solução proposta estivesse alinhada com os objetivos de usabilidade e eficiência definidos durante a fase de levantamento de requisitos.

É importante destacar que todas as telas da aplicação, incluindo esta, foram desenvolvidas com base nas diretrizes estabelecidas no documento de identidade visual do projeto. Isso assegura consistência estética, padronização dos elementos gráficos e uma melhor experiência de uso, promovendo uma interface coerente com os princípios de design adotados para o sistema como um todo.

Contextualização

A tela de Temperatura pode ser acessada por meio da opção "Temperatura" localizada na barra lateral de navegação (sidebar) do sistema. Nesta interface, é apresentado um gráfico interativo que exibe os dados de temperatura capturados, com a possibilidade de aplicar filtros temporais que permitem selecionar um espaço de tempo específico. Além disso, o usuário pode escolher a máquina desejada e o local em que ela se encontra.

Esses filtros permitem ao usuário ajustar o intervalo temporal dos dados exibidos, facilitando a análise de variações e tendências ao longo do tempo, e possibilitando uma visualização segmentada conforme o contexto da captura.

Filtros

Funcionalidades de filtragem foram incorporadas às telas de Temperatura, Umidade, Dados de Captura e Localização dos Dispositivos, com o objetivo de proporcionar uma navegação mais eficiente e personalizada por parte do usuário. Nas três primeiras telas — Temperatura, Umidade e Dados de Captura — foram implementados filtros temporais que permitem a seleção de intervalos específicos de tempo, além de filtros para a seleção de máquinas e suas respectivas localidades.

Esses filtros possibilitam uma análise mais granular ou agregada dos dados, conforme a necessidade do usuário, contribuindo para uma melhor compreensão dos padrões de variação ao longo do tempo.

- **Filtro Temporal**

Permite selecionar intervalos específicos de tempo para exibição dos dados. Foi implementado com foco em usabilidade e desempenho, oferecendo uma experiência fluida na visualização das informações.

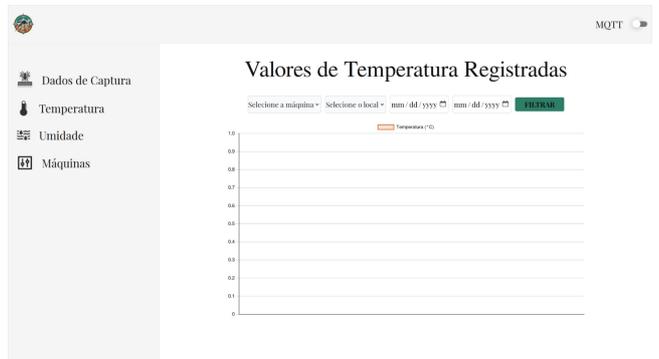
- **Filtro de Máquina**

Permite a seleção de diferentes máquinas, possibilitando a comparação entre dados capturados por distintos dispositivos, sem comprometer a performance das interfaces.

- **Filtro de Localização**

Desenvolvido com o objetivo de permitir ao usuário acompanhar os dados de temperatura registrados em diferentes locais onde a máquina esteve. Com esse filtro, é possível realizar análises comparativas entre ambientes distintos, observando como as variações geográficas influenciam os valores de temperatura capturados.

Figura 1 – Tela de Temperatura



Tela de Temperatura em modo claro e escuro

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/05/2025	Ian Lucca Soares Mesquita
2.0	Correções Gerais do Artefato	17/07/2025	Ian Lucca Soares Mesquita

Tela de Umidade

A tela de Umidade faz parte do módulo de monitoramento de dados ambientais do sistema. Sua função principal é permitir a visualização dos registros de umidade capturados pelas máquinas ao longo do tempo, oferecendo ao usuário uma interface intuitiva com gráficos dinâmicos.

Objetivo

A tela de umidade foi desenvolvida com o objetivo de apresentar, de forma clara e organizada, os dados de umidade registrados pela máquina durante os momentos específicos de captura. Sua concepção atende diretamente aos Requisitos Funcionais nº 1, 2 e 6, aos Requisitos Não Funcionais nº 2, 4 e 5, bem como às Funcionalidades nº 01, 02 e 03, que envolvem a visualização de dados, utilização de filtros sobre os dados e responsividade das telas.

Além disso, a implementação da tela foi orientada pelas Histórias de Usuário US04 e US05, que descrevem as necessidades dos usuários visualizarem os dados das capturas e a aplicação de filtros sobre os dados. Essas histórias garantiram que a solução proposta estivesse alinhada com os objetivos de usabilidade e eficiência definidos durante a fase de levantamento de requisitos.

É importante destacar que todas as telas da aplicação, incluindo esta, foram desenvolvidas com base nas diretrizes estabelecidas no documento de identidade visual do projeto. Isso assegura consistência estética, padronização dos elementos gráficos e uma melhor experiência de uso, promovendo uma interface coerente com os princípios de design adotados para o sistema como um todo.

Contextualização

A tela de Umidade pode ser acessada por meio da opção "Umidade" localizada na barra lateral de navegação (sidebar) do sistema. Nesta interface, é apresentado um gráfico interativo que exibe os dados de umidade capturados, com a possibilidade de aplicar filtros temporais que permitem selecionar um espaço de tempo específico. Além disso, o usuário pode escolher a máquina desejada e o local em que ela se encontra.

Esses filtros permitem ao usuário ajustar o intervalo temporal dos dados exibidos, facilitando a análise de variações e tendências ao longo do tempo, e possibilitando uma visualização segmentada conforme o contexto da captura.

Filtros

Funcionalidades de filtragem foram incorporadas às telas de Temperatura, Umidade, Dados de Captura e Localização dos Dispositivos, com o objetivo de proporcionar uma navegação mais eficiente e personalizada por parte do usuário. Nas três primeiras telas — Temperatura, Umidade e Dados de Captura — foram implementados filtros temporais que permitem a seleção de intervalos específicos de tempo, além de filtros para a seleção de máquinas e suas respectivas localidades.

Esses filtros possibilitam uma análise mais granular ou agregada dos dados, conforme a necessidade do usuário, contribuindo para uma melhor compreensão dos padrões de variação ao longo do tempo.

- **Filtro Temporal**

Permite selecionar intervalos específicos de tempo para exibição dos dados. Foi implementado com foco em usabilidade e desempenho, oferecendo uma experiência fluida na visualização das informações.

- **Filtro de Máquina**

Permite a seleção de diferentes máquinas, possibilitando a comparação entre dados capturados por distintos dispositivos, sem comprometer a performance das interfaces.

- **Filtro de Localização**

Desenvolvido com o objetivo de permitir ao usuário acompanhar os dados de umidade registrados em diferentes locais onde a máquina esteve. Com esse filtro, é possível realizar análises comparativas entre ambientes distintos, observando como as variações geográficas influenciam os valores de umidade capturados.

Figura 1 – Tela de Umidade



Tela de Umidade em modo claro e escuro

Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/05/2025	Christian Hirsch Santos
2.0	Correções Gerais do Artefato	17/07/2025	Christian Hirsch Santos e Ian Lucca Soares Mesquita

Tela de Localização dos Dispositivos

A **Tela de Localização dos Dispositivos** integra o módulo de monitoramento entomológico do sistema. Sua principal função é apresentar, de forma visual e interativa, a localização geográfica dos dispositivos de captura de mosquitos, facilitando a análise espacial dos pontos de monitoramento.

Objetivo

Esta tela foi desenvolvida para atender à necessidade de visualizar a **distribuição espacial** dos dispositivos cadastrados, proporcionando uma análise clara da cobertura e da disposição geográfica dos pontos. Sua construção contempla:

- **Funcionalidade nº 07** – Visualização de mapa interativo com localização dos produtos cadastrados;
- **Funcionalidade nº 14** – Interface responsiva e adaptável a diferentes dispositivos.

A interface foi projetada conforme a identidade visual do projeto, assegurando uma navegação fluida e uma experiência consistente para o usuário.

Contextualização

A tela é acessível por meio da opção "**Máquinas**" no menu lateral esquerdo do sistema. Ao entrar na tela, o usuário visualiza um **mapa interativo** com marcadores indicando a posição dos dispositivos ativos.

À esquerda do mapa, há um **seletor de localidade**, com o rótulo " Local". Por padrão, a opção "Visão Geral" está selecionada, permitindo visualizar todos os dispositivos simultaneamente. Ao selecionar uma máquina específica (ex: *Máquina 1*), o sistema realiza um zoom automático e foca a exibição na localização da máquina escolhida.

Acima do mapa, há também um campo de busca ("Buscar endereço para atualizar localização da máquina...") que permite atualizar a localização da máquina selecionada diretamente pelo endereço digitado.

Filtros e Controles

A tela dispõe dos seguintes recursos interativos:

- **Filtro por Localidade:** Lista de seleção com localidades ou máquinas específicas. A mudança no filtro atualiza dinamicamente a visualização do mapa.
- **Busca de Endereço:** Campo de busca para localizar endereços específicos e, atualizar a posição da máquina selecionada.

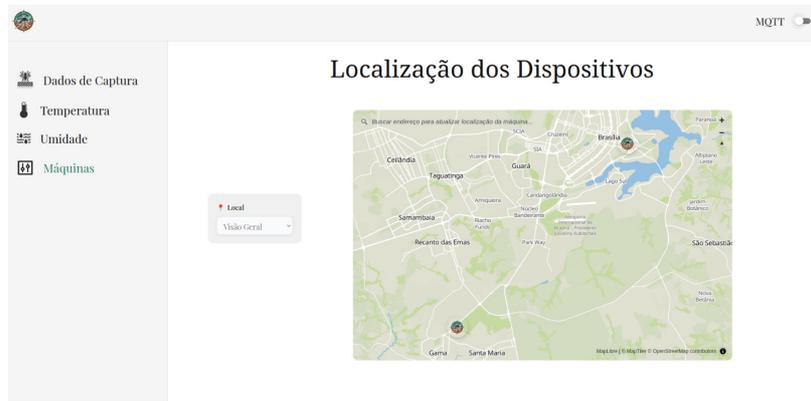
Esses filtros otimizam a navegação, facilitando o foco em regiões de interesse ou em dispositivos individuais.

Funcionalidades

- Visualização de dispositivos em **mapa interativo** com marcadores georreferenciados (**Funcionalidade nº 07**);
- **Seleção de localidades** por meio de lista suspensa;
- **Campo de busca de endereço** para localização e atualização;
- **Zoom automático** ao selecionar um dispositivo específico;
- **Visualização geral** de todos os dispositivos cadastrados;
- Interface **responsiva** e integrada ao design geral do sistema (**Funcionalidade nº 14**).

Figura da Tela

Figura 1 – Tela de Localização dos Dispositivos



Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/05/2025	Ana Beatriz Norberto
3.0	Atualização final	18/07/2025	Ana Beatriz Norberto

Tela de Dados de Captura

A tela de Dados de Captura faz parte do módulo de monitoramento de informações entomológicas do sistema. Sua principal função é exibir, de forma clara e interativa, a quantidade de insetos capturados, discriminados por espécie e por local de monitoramento, ao longo de um determinado período.

Objetivo

Esta tela foi desenvolvida com o objetivo de apresentar os dados de captura registrados pelas máquinas, permitindo ao usuário uma análise eficiente da incidência dos vetores em diferentes locais e períodos. Sua concepção atende diretamente ao **Requisito Funcional nº 1**, aos **Requisitos Não Funcionais nº 2 e nº 3**, e às **Funcionalidades nº 04, 05 e 14**, que envolvem a visualização de dados, utilização de filtros e responsividade.

A implementação seguiu as **Histórias de Usuário US02 e US03**, que abordam a necessidade de os usuários visualizarem os dados de captura e aplicarem filtros temporais e geográficos. A interface foi construída alinhada às diretrizes de identidade visual do projeto, assegurando uma experiência consistente, intuitiva e agradável.

Contextualização

A tela de Dados de Captura pode ser acessada através da opção "Dados de Captura" na barra lateral do sistema. Nela, é apresentado um gráfico de barras que ilustra a quantidade de capturas por tipo de inseto (como mosquito-palha, dengue, Haemagogus e abelha), segmentadas por qualquer período selecionado pelo usuário.

O gráfico possui uma legenda verde que indica as "Capturas".

Acima do gráfico, há filtros que permitem selecionar:

- Máquina (através do seletor "Selecione a máquina")
- Local de monitoramento (através do seletor "Selecione o local")
- Período de tempo (intervalo de datas "mm/dd/yyyy")

Após a seleção dos filtros desejados, o usuário deve clicar no botão "FILTRAR" para que o gráfico seja atualizado com os novos dados. Esses filtros permitem que o usuário visualize os dados de forma personalizada, facilitando a análise da distribuição dos insetos ao longo do tempo e entre os diferentes locais de monitoramento.

Filtros

Funcionalidades de filtragem foram incorporadas às telas de Temperatura, Umidade, Dados de Captura e Localização dos Dispositivos, com o objetivo de proporcionar uma navegação mais eficiente e personalizada por parte do usuário. Nas três primeiras telas — Temperatura, Umidade e Dados de Captura — foram implementados filtros temporais que permitem a seleção de intervalos específicos de tempo, além de filtros para a seleção de máquinas e suas respectivas localidades.

Esses filtros possibilitam uma análise mais granular ou agregada dos dados, conforme a necessidade do usuário, contribuindo para uma melhor compreensão dos padrões de variação ao longo do tempo.

- **Filtro Temporal**
Permite selecionar intervalos específicos de tempo para exibição dos dados. Foi implementado com foco em usabilidade e desempenho, oferecendo uma experiência fluida na visualização das informações.
- **Filtro de Máquina**
Permite a seleção de diferentes máquinas, possibilitando a comparação entre dados capturados por distintos dispositivos, sem comprometer a performance das interfaces.
- **Filtro de Localização**
Desenvolvido com o objetivo de permitir ao usuário acompanhar os dados de captura registrados em diferentes locais onde a máquina esteve. Com esse filtro, é possível realizar análises comparativas entre ambientes distintos, observando como as variações geográficas influenciam a quantidade de mosquitos capturados

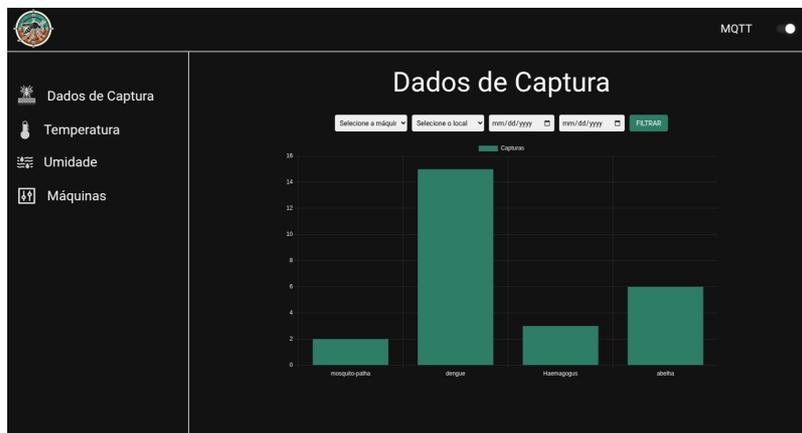
Funcionalidades

- Visualização gráfica das capturas por espécie e por período.

- Aplicação de filtros por local e intervalo de datas.
- Interface responsiva e aderente às diretrizes de identidade visual do projeto.
- Atualização dinâmica dos dados conforme os filtros aplicados.
- Suporte para diferentes perfis de usuários.
- responsividade para usuários mobile

Figura da Tela

Figura 1 – Tela de Dados de Captura



Histórico de Versão

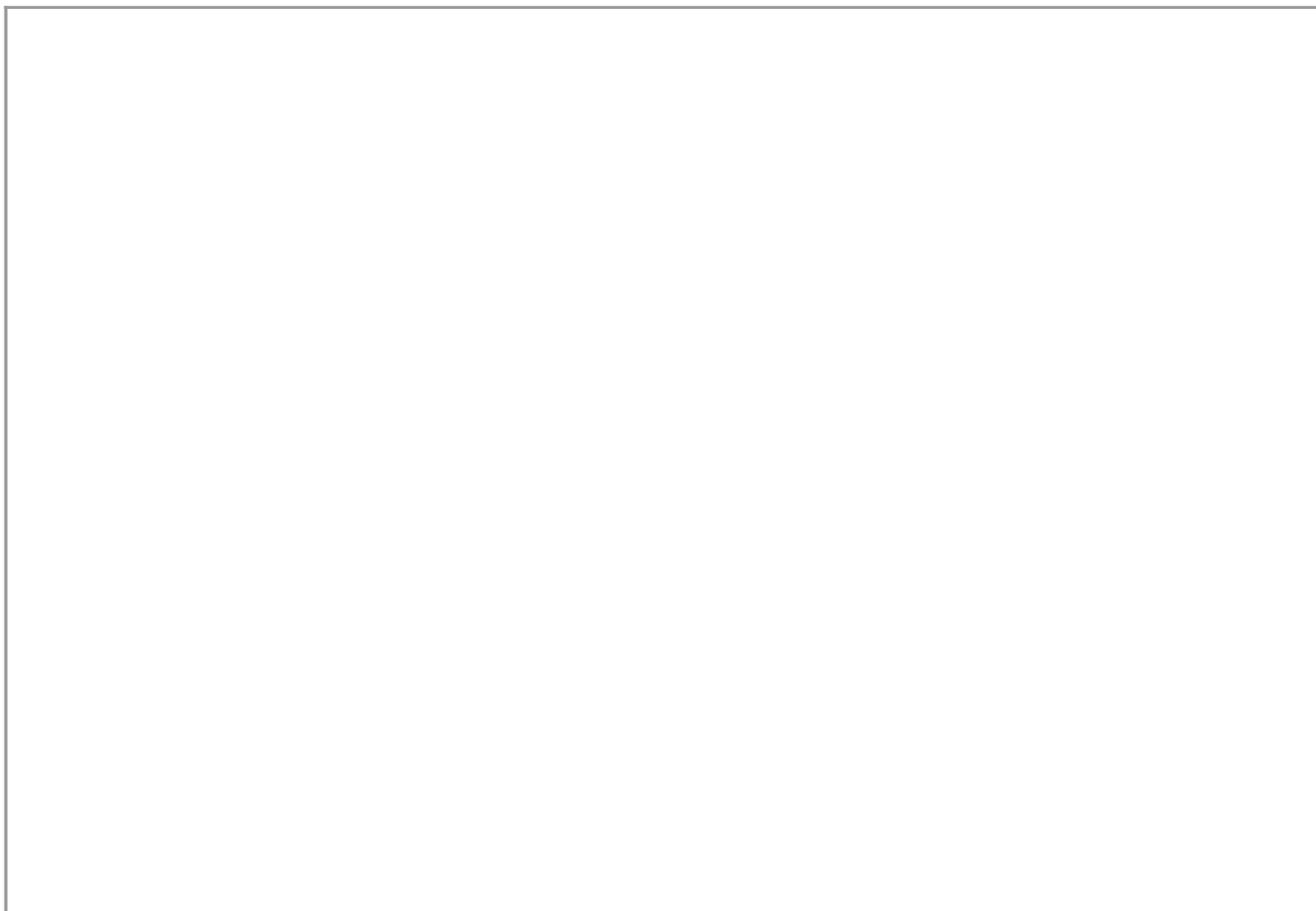
Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	30/05/2025	Paulo Victor Fonseca Sousa
2.0	Atualização do documento	18/07/2025	Paulo Victor Fonseca Sousa

Ciclo de Vida

Ciclo de Vida - Aedes Aegypti

O ciclo de vida do mosquito **Aedes Aegypti** é um processo que envolve algumas fases, desde a oviposição dos ovos até o desenvolvimento de um mosquito adulto. Abaixo, está disponível uma apresentação visual e clara sobre como esse mosquito se reproduz e se desenvolve, além de detalhar as diferentes etapas desse ciclo

Apresentação do Ciclo de Vida do Aedes Aegypti



Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	06/05/2025	Bruno Ricardo de Menezes e Breno Fernandes

Patentes Pesquisadas

Introdução

Durante o desenvolvimento do projeto **DengBuster**, foi fundamental investigar o estado da arte de tecnologias similares com o objetivo de identificar soluções, limitações e oportunidades de inovação. A pesquisa por patentes nos ajudou a entender métodos já testados para atrair, identificar e capturar mosquitos *Aedes aegypti*, assim como estratégias de construção de armadilhas com foco em seletividade e eficiência energética.

Realizamos uma ampla varredura de documentos nacionais e internacionais. Entre os materiais analisados, destacam-se os seguintes registros:

- BRPI0203907B1
- US6594946B2
- US7074830B2
- US20220046907A1
- US20220361471A1
- US20220232813A1

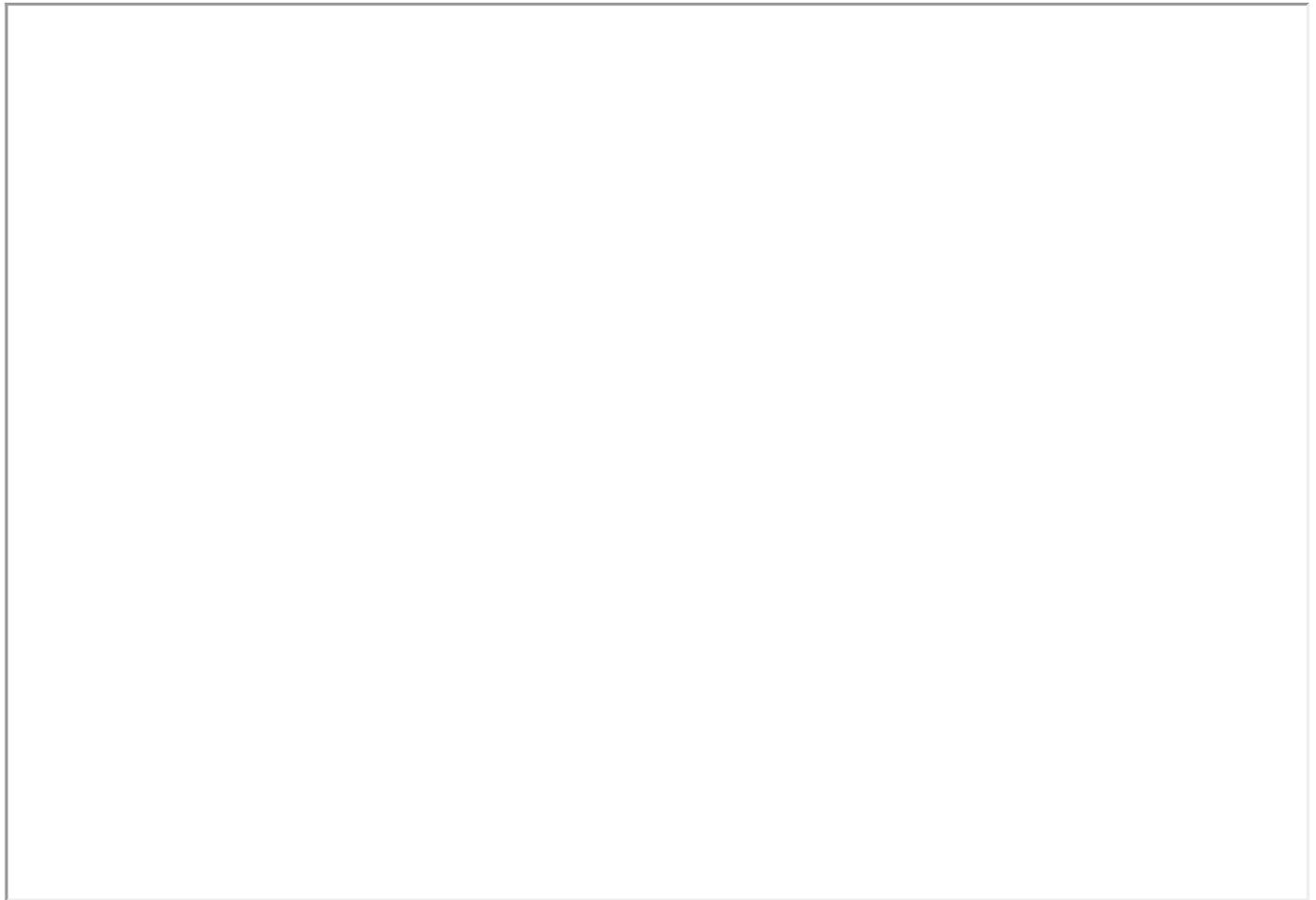
Embora esses documentos tenham contribuído para nosso entendimento, **não foram utilizados diretamente** no projeto. Aprendemos com eles, mas não copiamos nenhuma solução específica. No entanto, três patentes em particular foram profundamente estudadas e ajudaram a orientar decisões de projeto.

Patentes Fundamentais

Estrutura

A patente abaixo inspirou o desenho estrutural da armadilha, principalmente no que diz respeito à retenção dos mosquitos após a captura e à disposição dos elementos internos de sucção e atração.

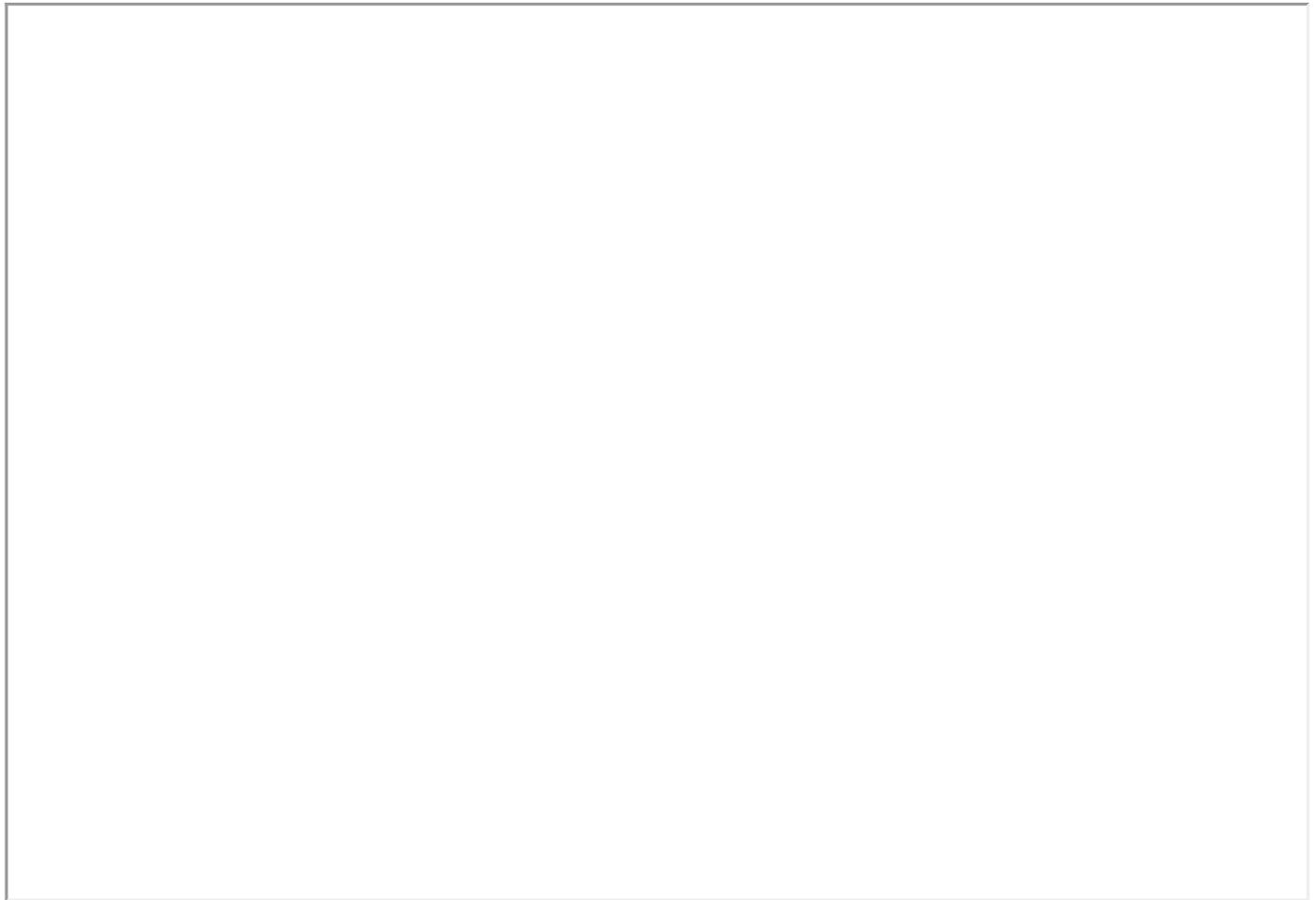
Patente: Estrutura física e retenção dos insetos



LEDs

Neste documento, analisamos o uso de diferentes comprimentos de onda de LEDs, especialmente o pico de sensibilidade no **verde**, que foi replicado na nossa configuração. A análise nos ajudou a entender como montar um sistema de atração visual seletiva para fêmeas do *Aedes aegypti*.

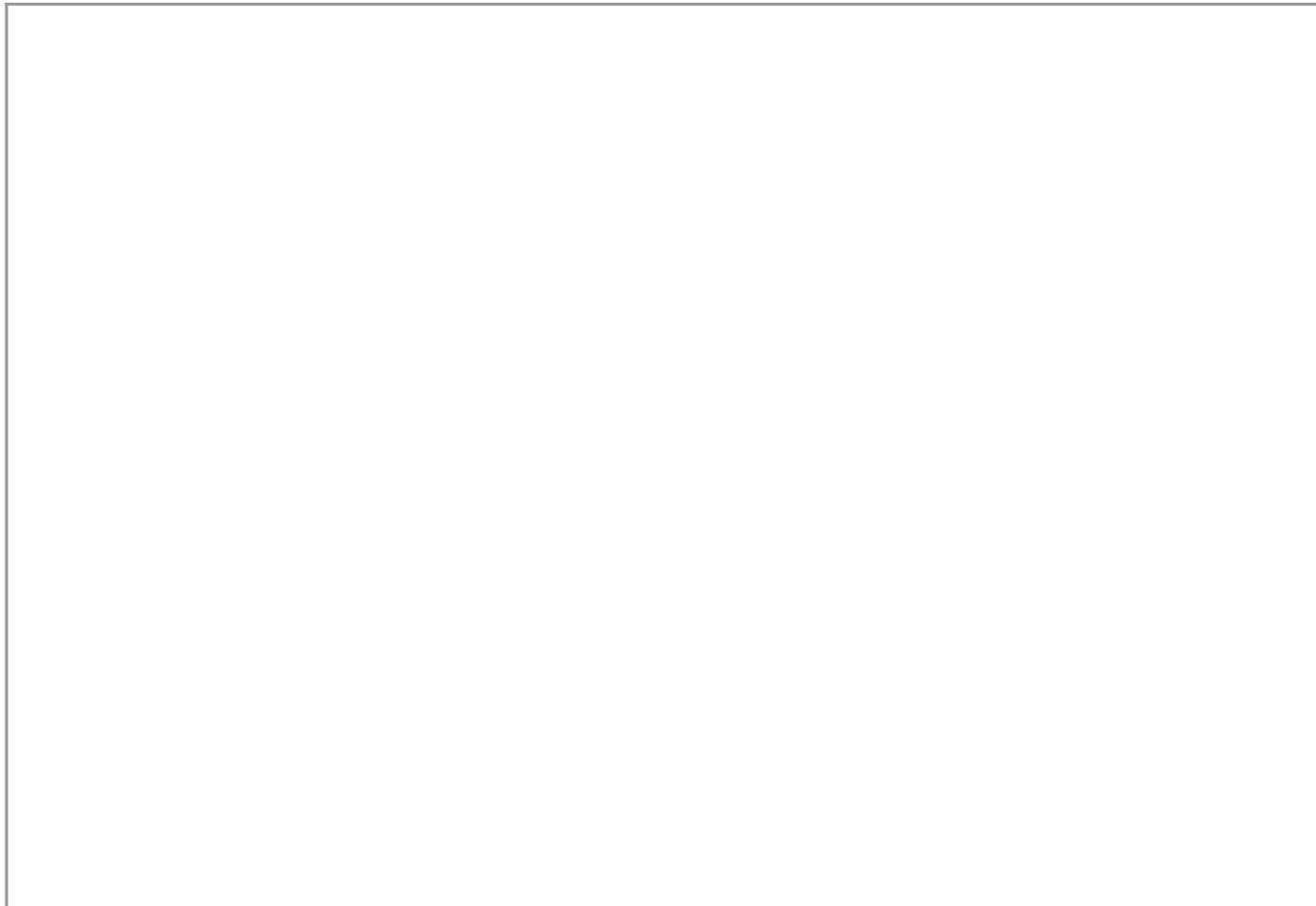
Patente: Arranjo de LEDs para atração seletiva



Algoritmo Shazam

Embora a patente do Shazam trate de identificação de músicas, o conceito de fingerprint acústico e a resistência do algoritmo ao ruído inspiraram diretamente o desenvolvimento da detecção sonora dos mosquitos, com foco no reconhecimento do batimento de asas do *Aedes aegypti*.

Patente: Algoritmo de fingerprint acústico aplicado à detecção sonora



Histórico de Versão

Versão	Descrição	Data	Responsável
1.0	Criação do documento	07/05/2025	Miguel Moreira da Silva de Oliveira