



FACULDADE NOVA ROMA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Documento de Especificação de Software do UVTrack
Professor Supervisor: Cláudio Pereira da Silva

Versão 1.5
Junho de 2025

Histórico de Versões

Data	Versão	Artefato	Responsável
10/03/2025	0.1	<ul style="list-style-type: none">• Capa;• Índice;• Descrição da Documentação.	Gustavo Souto
12/03/2025	0.2	<ul style="list-style-type: none">• Introdução: Objetivos.	Gustavo Souto
14/03/2025	0.3	<ul style="list-style-type: none">• Introdução: Escopo.	Gustavo Souto
18/03/2025	0.4	<ul style="list-style-type: none">• Introdução: Atores envolvidos.	Gustavo Souto
20/03/2025	0.5	<ul style="list-style-type: none">• Abreviações e Acrônimos;• Definição de Users Stories (US);• Definição das Personas.	Gustavo Souto
24/03/2025	0.6	<ul style="list-style-type: none">• Mapa de Empatia;• Descrição do Problema e do Sistema:<ul style="list-style-type: none">○ Identificação do Sistema;○ Missão do Sistema;○ Domínio do Problema;○ Contexto da aplicação do problema;○ Descrição dos Interessados do Sistema.	Gustavo Souto
25/03/2025	0.7	<ul style="list-style-type: none">• Descrição do Problema e do Sistema:<ul style="list-style-type: none">○ Modelagem Arquitetural;○ Principais Tecnologias.	Gustavo Souto
26/03/2025	0.8	<ul style="list-style-type: none">• Descrição do Problema e do Sistema:<ul style="list-style-type: none">○ Componentes Eletrônicos;○ Descrição dos Módulos.	Gustavo Souto
27/03/2025	0.9	<ul style="list-style-type: none">• Requisitos do Sistema:<ul style="list-style-type: none">○ Requisitos Funcionais e Prioridades – CO;○ Requisitos Funcionais e Prioridades – CS;	Gustavo Souto
28/03/2025	1.0	<ul style="list-style-type: none">• Atualização da Modelagem Arquitetural:<ul style="list-style-type: none">○ Arquitetura do Circuito UVTrack;○ Vista Esquemática do Circuito;• Requisitos do Sistema:<ul style="list-style-type: none">○ Requisitos Não Funcionais – CO;○ Requisitos Não Funcionais – CS;○ Regras de Negócio - CO;○ Regras de Negócio - CS.	Gustavo Souto
29/03/2025	1.1	<ul style="list-style-type: none">• Casos de Uso (UCs):<ul style="list-style-type: none">○ Realizações de Casos de Uso – CO;○ Realizações de Casos de Uso – CS.	Gustavo Souto

30/03/2025	1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Casos de Uso (UCs): <ul style="list-style-type: none"> ○ Especificações de Casos de Uso – CO; ○ Especificações de Casos de Uso – CS; • Diagramas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Diagrama de Caso de Uso; ○ Diagramas de Classes; • Apêndice: <ul style="list-style-type: none"> ○ Links importantes • Atualizando Índice 	Gustavo Souto
01/04/2025	1.3	<ul style="list-style-type: none"> • Membros da Equipe do Projeto; 	Gustavo Souto
03/04/2025	1.4	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção do Índice 	Gustavo Souto
06/04/2025	1.5	<ul style="list-style-type: none"> • Apêndice: <ul style="list-style-type: none"> ○ Anexação do Link do Check List para Revisões de Especificações de Requisitos; ○ Especificação do Link do Repositório GitHub; • Descrição do Problema e do Sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Orçamento do Projeto. 	Gustavo Souto

Descrição da documentação

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um dispositivo inteligente e vestível, concebido na forma de um suporte inteligente para bonés, capaz de monitorar em tempo real os níveis de intensidade da exposição à radiação ultravioleta (UV).

O objetivo deste dispositivo consiste em fornecer alertas aos usuários - via sinais vibratórios - quando os níveis de radiação UV excederem os limites seguros, visando prevenir riscos à saúde decorrentes da superexposição solar. A finalidade, portanto, é incentivar práticas preventivas, sendo útil em atividades ao ar livre, esportes ou como Equipamento de Proteção Individual (EPI) para trabalhadores expostos ao sol.

O sistema baseia-se na placa de microcontrolador ESP8266 NodeMCU, que oferece conectividade Wi-Fi para comunicação sem fio eficiente e de baixo custo. Em conjunto, utiliza o sensor UV GUVA-S12SD para detectar os níveis de radiação.

O ESP8266 trata de processar os dados coletados, ativa o Módulo de Vibração para alertar o usuário e envia os dados via MQTT para uma plataforma de software backend para armazenamento (InfluxDB) e visualização (Grafana).

As aplicações do suporte inteligente para boné abrangem cuidados pessoais, práticas desportivas e conscientização sobre doenças dermatológicas, reforçando o uso de tecnologias vestíveis para bem-estar e prevenção.

1. Introdução

1.1 Objetivos

O objetivo principal é criar um suporte inteligente para boné com sensores e tecnologia IoT para poder monitorar e alertar sobre a exposição à radiação solar, contribuindo para a prevenção de doenças dermatológicas. A solução visa fornecer um mecanismo acessível para controle dos níveis de radiação UV, promovendo hábitos seguros e o uso de tecnologias vestíveis para saúde e bem-estar.

1.1.1 Objetivos Específicos

Hardware	Descrição
Monitoramento da Radiação UV	Integrar o sensor UV GUVA-S12SD e o ESP8266 para poder fazer medição contínua e precisa da intensidade UV.
Emissão de Alertas Locais	Proceder a implementação de um mecanismo de notificação tátil (vibração) confiável quando os níveis de UV excederem limiares seguros.
Transmissão de Dados	Enviar dados de UV formatados em JSON via MQTT para uma plataforma de backend.
Armazenamento de Dados Históricos	Usar o InfluxDB para armazenar eficientemente os dados de exposição ao longo do tempo.
Visualização de Dados	Permitir que seja feita a visualização dos dados atuais, bem como seus históricos, por meio de dashboards interativos no Grafana.
Integração da Plataforma	Garantir que seja feito a integração fluida entre dispositivo (ESP8266), comunicação (MQTT), back-end (Golang), banco de dados (InfluxDB) e visualização (Grafana).
Promoção da Conscientização	Fomentar o uso do suporte inteligente de boné como ferramenta de prevenção e educação sobre os riscos da exposição solar.

1.2 Escopo

O escopo trata de abranger o desenvolvimento de um suporte inteligente para bonés para monitorar a exposição solar usando IoT. Inclui um dispositivo vestível que mede radiação UV, processa dados, fornece alertas locais (vibração) e transmite dados para uma plataforma digital para análise e visualização.

1.2.1 Desenvolvimento de Hardware

O desenvolvimento do hardware incluirá os seguintes componentes:

Hardware	Descrição
Sensores de Radiação UV	Uso do GUVVA-S12SD para medição precisa.
Microcontrolador	Uso da placa ESP8266 NodeMCU para fins de processamento e comunicação Wi-Fi;
Mecanismos de Alertas	Módulo de vibração para feedback tátil;
Fonte de Alimentação	Bateria LiPo com circuito de gerenciamento;

1.2.2 Desenvolvimento de Software

O desenvolvimento do software abrangerá as seguintes funcionalidades:

Software	Descrição
Aquisição e Processamento de Dados	Firmware (C++/Arduino) no ESP8266 para ler sensor, calcular Índice UV, formatar em JSON e gerenciar alertas;
Comunicação IoT	Transmitir dados JSON via MQTT sobre Wi-Fi;
Serviço de Back-end	Aplicação em Golang para poder receber dados MQTT, validar e persistir no InfluxDB;
Armazenamento de Dados	InfluxDB para dados de séries temporais;
Interface do Usuário e Visualização	Dashboards Grafana conectados ao InfluxDB para visualização web.

1.2.3 Testes e Validação

O projeto contemplará com a execução dos seguintes testes:

Testes e Validação	Descrição
Testes Físicos	Testes com o protótipo do suporte inteligente montado em condições reais (medição UV, comunicação, alertas e autonomia);
Testes de Software	Testes unitários e os de integração (Firmware, Backend Go), testes de carga na plataforma;
Testes de Usabilidade	Avaliação da Interface Grana

1.2.4 Limitações e Exclusões

O projeto não contemplará, a princípio, as seguintes funcionalidades:

Limitações e Exclusões	Descrição
Análise Preditiva e Inteligência Artificial	O sistema não conterà recursos de inteligência artificial para prever os padrões de exposição solar ou sugerir ações personalizadas com base

	no comportamento passado do usuário.
Integração com Sistemas de Saúde	O dispositivo não integrará dados com bancos de dados de médicos ou com os sistemas de monitoramento clínico, limitando-se apenas à função de alerta e conscientização do usuário.
Recursos Avançados de Conectividade	Não irão ser incluídas as funcionalidades de compartilhamento de dados em tempo real no projeto, ou seja, terceiros ou instituições de saúde não terão acesso aos dados coletados.

1.3 Atores Envolvidos

1.3.1 Usuário Final

Indivíduo exposto ao sol, isto é: a pessoa que fará uso do boné com o suporte inteligente em atividades externas para se proteger da radiação UV.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Fará uso do boné com suporte inteligente, bem como carregará a bateria, observar alertas e visualizar dados no Grafana.	Recebe alertas vibratórios, acessa dashboards Grafana.

1.3.2 Desenvolvedores

Equipe responsável pelo design, implementação e teste do hardware, firmware e software backend.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Desenvolver, testar, documentar e manter o sistema.	Tratam de Configurar o sistema, analisam logs, atualizam software/firmware.

1.3.3 Administrador do Sistema

Responsável por manter toda a infraestrutura do backend (Broker MQTT, Serviço Go, InfluxDB, Grafana) operacional.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Trata de proceder com o monitoramento dos serviços, bem como realizar backups e aplicar atualizações.	Gerencia a plataforma de backend.

1.4 Membros da Equipe do Projeto

A equipe de desenvolvimento do sistema UVTrack é composta por quatro integrantes, cada um desempenhando funções estratégicas e complementares, assegurando uma execução eficiente, coesa e tecnicamente sólida em todas as etapas do projeto.

Alunos	Responsabilidades
<p>Nome: Gustavo Souto Silva de Barros Santos</p> <p>Matrícula:</p> <p>Email institucional: gustavo.santos@faculadadenovaroma.com.br</p> <p>Função:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Engenheiro e Analista de Requisitos; ○ Engenheiro de Sistemas; ○ Especialista em Usabilidade e Ergonomia; ○ Documentador Técnico; ○ Líder e Gestor do Projeto; 	<p>É o responsável pela elicitação, modelagem e rastreabilidade dos requisitos funcionais (RFs) e não funcionais (RNFs), bem como por toda a produção e manutenção da documentação (especificações, diagramas, relatórios). Atua para poder garantir todo o alinhamento entre escopo, requisitos e entregas técnicas. Além disso, é o responsável por fazer a montagem física do protótipo do suporte inteligente para boné, considerando os critérios de ergonomia, segurança e usabilidade.</p>
Nome: Luiz Felipe Silva	
Matrícula:	
<p>Email institucional:</p> <p>Função:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Líder Técnico; ○ Arquiteto de Sistemas; ○ Arquiteto de Soluções; ○ Engenheiro-chefe do Projeto; ○ DevOps; 	
Nome: João Lucas Camilo	<p>Líder técnico e responsável pela arquitetura do sistema, incluindo a definição da arquitetura embarcada e plataforma de software (MQTT, Go, InfluxDB, Grafana). Além disso, trata de especificar componentes, bem como validar a viabilidade de integração e supervisionar todo o desenvolvimento físico e lógico. Atua como elo entre os objetivos do projeto e as decisões de engenharia, garantindo a aderência aos requisitos e boas práticas.</p>
Matrícula:	
Email institucional:	
<p>Função:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Engenheiro e Desenvolvedor de Firmware; ○ Engenheiro de Sistemas Embarcados; ○ Especialista em IoT; 	

1.5 Abreviações e Acrônimos

- APP: Aplicativo;
- ESP8266: NodeMCU Placa de Microcontrolador;
- CA: Critério de Aceitação;
- EPI: Equipamento de Proteção Individual;
- FA: Fluxo Alternativo;
- FE: Fluxo de Exceção;
- FNR: Faculdade Nova Roma;
- GUVAS12SD: Sensor de radiação ultravioleta;
- RF: Requisito Funcional;

- RNF: Requisito Não Funcional;
- RN: Regra de Negócio;
- SE: Sistema Embarcado;
- UC: Caso de Uso;
- US: História de usuário;
- UV: Ultravioleta;
- MCP73833: Módulo Carregador;
- LC802530: Bateria LiPo 3.7v
- UF: Usuário Final

1.6 Definição de User Stories (US)

1.6.1 Monitoramento da Radiação UV

US01	CA01
<p>Como Usuário</p> <p>Eu quero que o sistema monitore continuamente a radiação UV.</p> <p>Para que eu possa ser alertado quando a exposição ultrapassar níveis seguros.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema deve medir a radiação UV periodicamente (ex: a cada 5 segundos) 2. O sensor UV deve fornecer leituras precisas dentro de um erro máximo de $\pm 5\%$ 3. O nível de intensidade de radiação UV deve ser categorizado em baixo, moderado e alto, conforme padrões da OMS. 4. O sistema deve registrar a última leitura e mantê-la acessível até uma nova atualização.
Comentário	Requisito Funcional

1.6.2 Alerta por Vibração

US02	CA02
<p>Como Usuário</p> <p>Eu quero ser alertado por vibração quando a exposição ao UV estiver em nível prejudicial.</p> <p>Para que eu possa tomar medidas preventivas cabíveis.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. O módulo de vibração deve ser ativado quando o nível de UV atingir a categoria "alto". 2. O alerta vibratório deve durar 3 segundos e repetir a cada 30 segundos enquanto o nível ultravioleta ainda estiver elevado. 3. O alerta deve cessar automaticamente quando o nível ultravioleta retornar para "moderado" ou "baixo". 4. O sistema deve permitir calibrar a intensidade da vibração, caso aplicável.
Comentário	Requisito Funcional

1.6.3 Eficiência Energética

US04	CA04
Como Usuário	<ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema deve entrar em modo de baixo consumo quando o dispositivo estiver inativo

Eu quero que o sistema proceda com a otimização do consumo de bateria.	por mais de 5 minutos.
Para que eu possa utilizá-lo por longos períodos sem precisar recarregar frequentemente.	2. O sensor UV deve operar com um intervalo ajustável de leitura para economizar energia. 3. O módulo de vibração deve ser acionado apenas quando necessário e desligado automaticamente. 4. A autonomia da bateria deve permitir pelo menos 8 horas de operação contínua.
Comentário	Requisito Funcional

1.6.4 Segurança e Confiabilidade

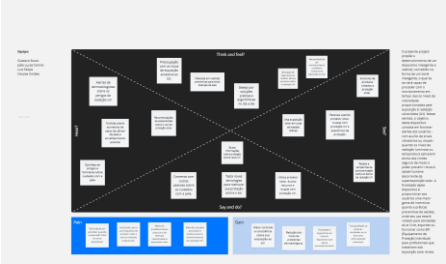
US05	CA05
Como Usuário	
Eu quero que o sistema o sistema funcione de forma confiável.	1. O sensor UV deve ser calibrado periodicamente para manter precisão dentro dos padrões esperados.
Para que eu possa evitar o recebimento de leituras incorretas ou falsos alertas.	2. O sistema deve realizar uma autoverificação ao iniciar , garantindo que os sensores e módulos estão funcionando corretamente. 3. Em caso de falha do sensor, o sistema deve exibir um alerta (ex: LED que fica piscando em padrão específico). 4. A latência entre a medição ultravioleta e o acionamento do alerta não deve ultrapassar 1 segundo.
Comentário	Requisito Funcional

1.7 Definição das personas

Wilson de Barros Santos (Arquiteto): Wilson, 66 anos, é um arquiteto que pratica corrida de rua regularmente e está exposto ao sol durante seus treinos diários. Embora tenha uma boa compreensão a respeito da importância da proteção solar, ele esquece de verificar com frequência os níveis de radiação UV e acaba tomando sol em horários críticos. Com o uso de seu boné inteligente, ele espera ser alertado de modo discreto e eficiente, mediante vibração, quando os níveis de radiação forem elevados, permitindo que ajuste sua exposição sem que possa comprometer o desempenho físico.

Nícolas Sá Simões (Estagiário): Nícolas, 22 anos, é um estudante que pratica *beach tennis* nas praias com regularidade e se está exposto ao sol intenso diariamente. Embora seja bem consciente sobre a importância da proteção solar, ele esquece de verificar com frequência os níveis de radiação UV e assim poder repor o protetor solar a fim de assegurar a proteção de sua pele durante as partidas. Com seu boné inteligente, ele espera receber alertas de forma discreta e eficiente, através de vibração, quando os níveis de radiação ultrapassarem os limites prefixados pela aplicação, permitindo ajustar sua exposição sem comprometer a alta performance.

1.8 Mapa de Empatia

Descrição	Imagem
O Mapa de Empatia é uma ferramenta essencial para poder compreender o perfil do usuário do Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar (UVTrack) visto que ele permite identificar quais são as necessidades e preocupações, bem como as expectativas do público-alvo, garantindo assim um design centrado no usuário.	
Link para acessar o mapa de empatia: clique aqui!	

2. Descrição do Problema e do Sistema

2.1 Identificação do Sistema

O sistema em questão é um dispositivo inteligente e vestível, concebido na forma de um suporte inteligente para bonés, que é capaz de monitorar em tempo real os níveis de intensidade proporcionados pela exposição à radiação ultravioleta (UV).

Este produto tem como base o NodeMCU ESP8266, a fim de dar conectividade Wi-Fi independente com capacidade de comunicação sem fio - de forma barata e eficiente - em conjunto com o sensor UV GUVVA-S12SD para detectar a incidência da radiação, via leitura analógica dos níveis de intensidade, onde microcontrolador não só processará os dados coletados como também procederá com disparo SMS e ativação do Módulo de Vibração para poder emitir o alerta ao usuário.

A arquitetura do sistema do suporte inteligente de Boné permite haver uma interação intuitiva e eficiente com o usuário, possibilitando que ele seja alertado a respeito dos níveis de radiação potencialmente prejudiciais à sua saúde.

2.1.1 Funções do Produto

O suporte inteligente de Bonés UVTrack é um sistema IoT completo, composto por um dispositivo vestível autônomo e uma plataforma de software baseada em nuvem (ou local). Ele se insere no mercado de *wearables* focados em saúde e bem-estar, oferecendo uma solução específica para o monitoramento da exposição à radiação UV. As principais funções do produto incluem:

Produto	Função
Suporte Inteligente de Bonés	Medir a intensidade da radiação UV ambiente e calcular índice UV;
	Alertar o usuário localmente (vibração) sobre os níveis UV elevados;

	Transmitir dados de radiação de UV (índice, classificação) coletados para um servidor remoto via MQTT;
	Receber e persistir todos os dados de UV em um banco de dados de séries temporais (InfluxDB);
	Disponibilizar os dados históricos e atuais para fins de visualização em dashboards (Grafana);

2.2 Missão do Sistema

A missão do Suporte Inteligente de Bonés para Monitoramento da Exposição Solar é proporcionar aos usuários uma ferramenta prática, eficiente e eficaz, a fim de poder monitorar exposição à radiação UV durante atividades externas, com o propósito de prevenir danos à saúde causados pela exposição excessiva ao sol.

Ao fazer medição contínua da radiação UV, o sistema oferece alertas em tempo real, mediante vibração ou SMS, permitindo, portanto, que o usuário possa tomar decisões mais acertadas a respeito de sua contínua exposição solar e o consequente ajuste sua própria rotina para poder garantir a proteção da pele.

A missão do sistema também está associada à educação preventiva, permitindo aos usuários aprenderem sobre os diferentes níveis de intensidade da radiação ultravioleta e como os impactos de cada um desses níveis pode afetar sua saúde ou bem-estar, contribuindo para ações preventivas ou melhora na qualidade de vida.

Portanto, a missão do sistema é atuar como uma ferramenta facilitadora de saúde ou bem-estar de modo a promover uma abordagem mais proativa na proteção solar por meio de uma interface simples e de fácil manejo, sem comprometer a ergonomia e a praticidade, que são fundamentais para seu uso contínuo.

2.3 Domínio do Problema

A exposição contínua e excessiva aos níveis de intensidade da radiação ultravioleta é um fator de altíssimo risco para a saúde humana visto que pode ensejar queimaduras solares, envelhecimento precoce da pele, danos oculares ou, em casos mais graves, o aumento da probabilidade de desenvolvimento de câncer de pele.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e demais organizações internacionais que estudam ou regulamentam questões relacionadas à exposição à radiação UV e seus impactos, bem como a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD), a exposição prolongada ao sol sem a devida proteção representa um risco escalável e gradual, em especial em países tropicais e regiões com altos índices de radiação UV.

Muitos indivíduos que ficam expostos ao sol, independentemente da natureza de suas atividades (lazer, prática desportivas ou necessidades profissionais), desconhecem os

níveis reais proporcionados pela radiação ultravioleta no ambiente e seus respectivos efeitos, que são de natureza acumulativa.

Os métodos tradicionais de proteção, como o uso de protetor solar ou acessórios de vestuário, embora sejam bem eficazes, dependem muito da percepção ou disciplina individual, o que muitas vezes resulta em exposição prolongada e prejudicial. Ademais, a ausência de mecanismos de alerta em tempo real dificulta bastante a adoção de medidas preventivas de natureza imediata.

Nesse sentido, o Suporte Inteligente de Boné para Monitoramento da Exposição Solar visa endereçar essa lacuna ao propor um sistema vestível autônomo, completamente capaz de medir ou informar o usuário sobre os níveis de intensidade proporcionados pela radiação ultravioleta, promovendo, desta maneira, uma maior conscientização assim como permitindo ações preventivas no momento adequado.

2.4 Contexto da aplicação do problema

O sistema foi especialmente desenvolvido para atender diferentes perfis de usuários, incluindo atletas, trabalhadores expostos ao sol, profissionais da saúde ou pessoas preocupadas com sua própria saúde ou bem-estar no exercício de suas atividades do dia a dia. O uso deste dispositivo se aplica a diversos cenários, como:

Cenário de Uso	Descrição
Atividades esportivas ao ar livre	Atletas em geral (futebolistas, voleibolistas de praia, surfistas, corredores, ciclistas, beatchtenistas, badmintonista) e outros podem usar o suporte inteligente com o boné para monitorar sua exposição e evitar períodos críticos de radiação.
Ambientes de trabalho ao ar livre	Profissionais como trabalhadores do ramo da construção civil, bem como agricultores ou pescadores que frequentemente enfrentam exposição prolongada ao sol e podem se beneficiar do sistema de alertas para reduzir os impactos da radiação UV.
Uso em atividades recreativas ou familiar	Pais, auxiliares de cuidados infantis ou cuidadores de idosos podem usar o suporte inteligente com o boné para monitorar a exposição solar, trazendo garantias de segurança no decorrer de passeios em praias, parques e outras áreas externas.
Aplicações médicas e de pesquisa	Dermatologistas e pesquisadores poderão fazer uso do suporte inteligente com o boné para coletar dados relevantes sobre os níveis de exposição à radiação UV, auxiliando em estudos ou no desenvolvimento de diretrizes customizadas de proteção.

O dispositivo inteligente - equipado com sensores de radiação UV, microcontroladores e módulos de alerta (vibração ou SMS) - fornece um retorno imediato ao usuário a fim de permitir que haja uma resposta mais proativa com o propósito de poder minimizar os danos causados pela exposição excessiva ao sol. Seu design intuitivo, ergonômico e vestível garante conveniência e usabilidade, tornando-o um valioso dispositivo para promover saúde ou prevenir de doenças dermatológicas.

2.4.1 Característica do Usuário

O usuário típico deste dispositivo é qualquer pessoa preocupada com os efeitos da exposição solar sobre si ou terceiros, como, por exemplo, os praticantes de esportes ao ar livre, trabalhadores externos, pais monitorando crianças, ou até mesmo indivíduos com sensibilidade à luz solar.

Não é esperado nenhum tipo de conhecimento técnico de nível avançado do usuário para poder fazer uso básico (receber alertas) do dispositivo, mas algum conforto com tecnologia é útil para acessar os dashboards online.

2.5 Descrição dos Interessados do Sistema

Os *stakeholders* do Suporte Inteligente de Bonés para Monitoramento da Exposição Solar englobam as partes interessadas que desempenham um papel vital na operação, desenvolvimento, manutenção e regulamentação do sistema. Esse conjunto, portanto, inclui desde os profissionais responsáveis pelo projeto e implementação da tecnologia até os usuários finais os quais se beneficiam de suas funcionalidades.

Ademais, órgãos reguladores, instituições de pesquisa e investidores também exercem influência, impulsionando avanços científicos e viabilizando a adoção do produto no mercado, na medida do exercício de suas competências ou atribuições funcionais com o fito de assegurar a conformidade com normas técnicas.

2.5.1 Usuário Final

Interessado	Descrição
Usuário Final	Pessoas que usam o boné para monitorar sua exposição à radiação ultravioleta e assim poder receber alertas de riscos. Esse grupo abrange tanto atletas quanto trabalhadores expostos ao sol, bem como profissionais de saúde (cuidador de idosos, auxiliar de cuidados infantis), além de pessoas com sensibilidade à radiação. Seu principal interesse é obter um produto confiável e eficiente que possa lhe auxiliar na proteção contra os efeitos nocivos da radiação solar.

2.5.2 Equipe de Desenvolvimento, Qualidade e Testes

Interessado	Descrição
Equipe de Desenvolvimento	São os profissionais responsáveis pela criação, implementação e progressão do sistema. Inclui

	engenheiros de hardware e software, designers de produto, especialistas em IoT e ergonomia, além de equipes de manufatura e produção. Seu objetivo é garantir que o boné inteligente seja funcional, confiável e possa atender às especificações técnicas exigidas.
Equipe de Qualidade e Testes	Profissionais encarregados para proceder com a validação do desempenho e da segurança do boné inteligente. Tratam de realizar os testes de precisão do sensor UV, bem como os testes de usabilidade ou resistência, assegurando que o dispositivo possa atender de fato os requisitos de qualidade antes de sua comercialização.

2.5.3 Profissionais de Saúde, Pesquisadores Investidores e Parceiros Comerciais

Interessado	Descrição
Profissionais de Saúde e Pesquisadores	Inclui dermatologistas, médicos especialistas e pesquisadores da área da saúde. Seu interesse no sistema está relacionado à sua aplicação em estudos sobre exposição solar e saúde da pele, além da recomendação do boné como um mecanismo auxiliar para os pacientes que têm maior sensibilidade à radiação UV.
Investidores e Parceiros Comerciais	São as Empresas e os indivíduos interessados na viabilização do dispositivo inteligente como um produto comercial. Esse grupo pode incluir startups de tecnologia vestível, fabricantes de equipamentos esportivos, programas de saúde pública. O foco está diretamente vinculado na inovação, bem como na viabilidade econômica e aceitação do mercado para o produto.

2.5.4 Órgãos Reguladores e Instituições Normativas

Interessado	Descrição
Órgãos Reguladores e Instituições Normativas	São as entidades responsáveis por estabelecer diretrizes ou regulamentações para dispositivos vestíveis e sensores de radiação UV. Exemplos são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Food and Drug Administration (FDA) e a Organização Mundial da Saúde (OMS). Seu interesse está na conformidade do dispositivo com normas técnicas e de segurança.

2.6 Modelagem Arquitetural

A modelagem arquitetural do suporte inteligente de boné da UVTrack descreve a

organização funcional dos componentes do sistema, evidenciando a interação entre o microcontrolador, sensores, atuadores e a plataforma de comunicação e dados.

O objetivo consiste em representar o fluxo de dados desde a captação (radiação UV), passando pelo processamento no microcontrolador (ESP8266), a geração de alertas locais e a transmissão de todos os dados para o Back-end.

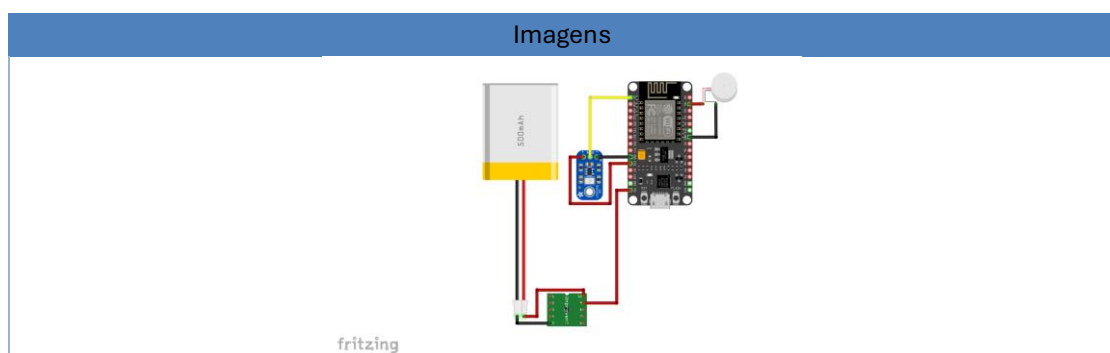
A arquitetura se estrutura nas camadas: sensoriamento, processamento embarcado, atuação local, comunicação e plataforma de dados/visualização.

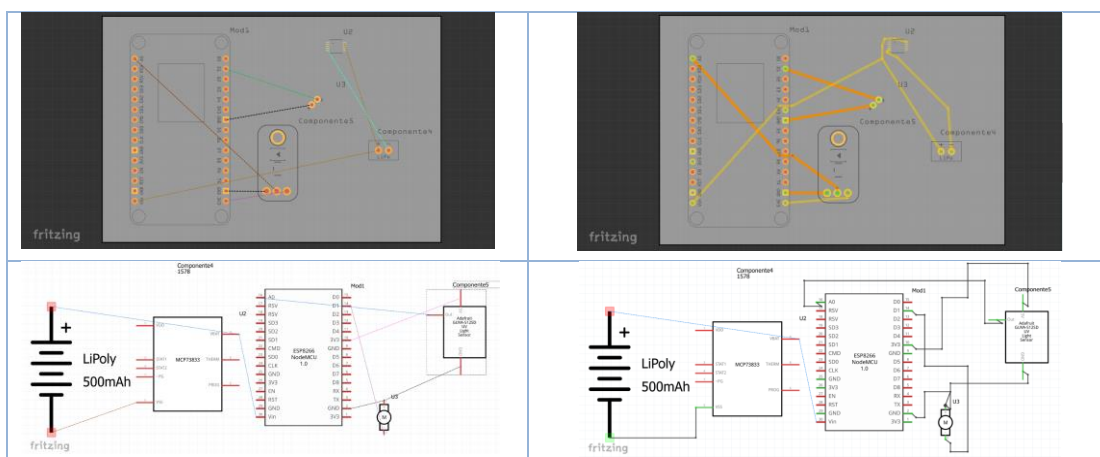
2.6.1 Arquitetura do Circuito UVTrack

A implementação física do protótipo utiliza o módulo NodeMCU, baseado no System-on-Chip (SoC) ESP8266, como unidade central de processamento e conectividade. Este SoC, com CPU Xtensa LX106 de 32 bits e Wi-Fi integrado (IEEE 802.11 b/g/n), é ideal para aplicações IoT.

Interessado	Descrição
Sensoriamento	O sensor GUVVA-S12SD é conectado à entrada analógica (A0) do NodeMCU ESP8266 a fim de poder fazer a medição dos níveis dos raios UV;
Processamento	O ESP8266 executa o firmware responsável por fazer a leitura do sensor, bem como calcular o índice UV, formatar dados em JSON e gerenciar a comunicação MQTT.
Atuação	Um módulo de vibração é conectado a um pino GPIO do Node MCU para fornecer feedback tátil ao usuário;
Bateria	Fonte de energia que fornece energia sistema. É uma bateria LiPo de 3.7V, que é gerenciada por circuito de carga dedicado (MCP73833).
Interface	A programação e depuração iniciais são feitas via interface UART/USB ao passo que todas as atualizações de firmware podem ser realizadas Over-The-Air (OTA) via Wi-Fi.

Segue, abaixo, as imagens referentes ao protótipo virtual do modelo físico via Fritzing:





2.6.2 Arquitetura do Circuito UVTrack

A plataforma de software complementa o hardware embarcado, permitindo a coleta, armazenamento e visualização dos dados de exposição UV:

Interessado	Descrição
Dispositivo (ESP8266)	Coleta os dados do sensor GUVVA-S12SD, bem como processa-os localmente, gera alertas vibratórios e trata de publicar dados (Índice UV, classificação) em formato JSON via MQTT para um tópico específico.
Broker MQTT	Um servidor MQTT (como Mosquitto) trata de atuar como um intermediário, recebendo todas as mensagens publicadas pelo ESP8266 e entregando-as aos clientes subscritos.
Serviço Backend (GO)	Uma aplicação escrita em Go subscreve ao tópico MQTT uvtrack/data. Ao receber uma mensagem JSON, o serviço a valida, processa (se necessário) e a insere no banco de dados InfluxDB, associando um timestamp.
Banco de Dados (InfluxDB)	Armazena as séries temporais dos dados de UV recebidos, organizados por tags (ex: ID do dispositivo) e field (ex: indice_uv, classificacao)
Plataforma de Visualização (Grafana)	Conecta-se ao InfluxDB como fonte de dados. Dashboards configurados no Grafana permitem aos usuários visualizarem gráficos do histórico de exposição, níveis atuais (com certa latência), tabelas de dados e alertas, acessíveis via web.

2.7 Principais Tecnologias

A criação e desenvolvimento do Suporte Inteligente para bonés da UVTrack trata de proceder com a incorporação de um conjunto de tecnologias chave a fim de garantir funcionalidade, eficiência e usabilidade:

2.6.1 Computação Vestível

Tecnologia	Descrição
Computação Vestível	O projeto trata de materializar o conceito de computação vestível ao integrar sensores, processamento e atuadores de forma discreta e miniaturizada em um acessório de uso pessoal (suporte para boné). O design prioriza o conforto e a usabilidade, habilitando o monitoramento contínuo sem interferir significativamente na experiência do usuário.

2.6.2 Dispositivos Computacionais Autônomos

Tecnologia	Descrição
Sistemas Embarcados	O núcleo do dispositivo inteligente é um sistema embarcado fundado no SoC ESP8266. Esta solução autônoma integra hardware e firmware otimizados para a tarefa específica de monitoramento UV, processamento em tempo real, geração de alertas locais e comunicação sem fio, caracterizando-se pelo baixo consumo energético e custo reduzido.

2.6.3 Codificação para Sistemas Integrados

Tecnologia	Descrição
Programação Embarcada (C/C++)	O firmware do ESP8266 é desenvolvido em C/C++ utilizando o framework Arduino ou o ESP-IDF. Esta abordagem permite controle de baixo nível do hardware, interação direta com periféricos (ADC, GPIO, Wi-Fi), otimização de performance e gerenciamento eficiente de energia. O código implementa a lógica de leitura do sensor, cálculo do índice UV, acionamento do módulo de vibração e comunicação via MQTT com payloads em formato JSON.

2.6.4 Protocolo de Comunicação IoT

Tecnologia	Descrição
MQTT	O Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) é utilizado para poder fazer a comunicação entre o dispositivo ESP8266 e o Back-end. Sua arquitetura publish/subscribe, leveza e eficiência o tornam ideal para ambientes com restrições de rede e energia, típicos de aplicações IoT. Garante a entrega desacoplada e assíncrona dos dados do sensor.

2.6.5 Formato de Serialização de Dados

Tecnologia	Descrição
JSON	O JavaScript Object Notation (JSON) é o formato escolhido

	para estruturar os dados enviados pelo ESP8266 via MQTT. Sua simplicidade, legibilidade humana e facilidade de parsing por diversas linguagens de programação (incluindo Go no backend) o tornam um padrão de fato para APIs e troca de dados na web e em IoT.
--	--

2.6.6 Tecnologia Back-end

Tecnologia	Descrição
Go (Golang)	É uma linguagem de programação a qual é empregada no desenvolvimento do serviço de back-end responsável por receber e processar os dados MQTT. Suas características, como tipagem estática, compilação nativa, excelente suporte à concorrência (goroutines, channels) e bibliotecas padrão robustas para rede, a tornam altamente adequada para poder construir serviços performáticos, escaláveis e confiáveis para ingestão de dados IoT.

2.6.7 Banco de Dados de Séries Temporais

Tecnologia	Descrição
InfluxDB	Para a persistência dos dados de monitoramento UV, utiliza-se o InfluxDB. Como um banco de dados especificamente projetado para séries temporais, o InfluxDB trata de oferecer alta performance de escrita e consulta para dados com timestamp, compressão eficiente e funcionalidades nativas para análise temporal (agregações, downsampling), sendo ideal para armazenar métricas e eventos de sensores IoT.

2.6.8 Plataforma de Visualização de Dados

Tecnologia	Descrição
Grafana	Foi a ferramenta escolhida para a criação de dashboards interativos e visualização de todos os dados armazenados no InfluxDB. Sua flexibilidade na criação de gráficos, tabelas e alertas, suporte a diversas fontes de dados (incluindo InfluxDB) e interface web extremamente amigável permitem aos usuários monitorar facilmente os níveis de exposição de radiação UV históricos e recentes.

2.8 Componentes Eletrônicos

O projeto UVTrack é baseado em uma arquitetura embarcada decorrente da tecnologia wearable computing, sendo composta por vários componentes eletrônicos que estão a permitir não só a detecção e processamento dos dados coletados acerca dos estágios da radiação (UV) como também resposta às suas respectivas variações.

Tais componentes foram selecionados com muito cuidado para poder garantir tanto o baixo custo energético do dispositivo quanto a integração eficiente com os materiais têxteis e resposta precisa às condições ambientais.

2.8.1 Microcontrolador

Componentes	Descrição
NodeMCU ESP8266	<p>O módulo NodeMCU v1.0 foi escolhido como cérebro do dispositivo. Isso porque ele trata de integrar o SoC ESP8266, que oferece:</p> <ul style="list-style-type: none">• Processador Xtensa LX106 de 32 bits;• Memória Flash (tipicamente 4MB);• Conectividade Wi-Fi 802.11 b/g/n integrada;• Pinos GPIO (General Purpose Input/Output);• Conversor Analógico-Digital (ADC) de 10 bits (1 pino utilizável);• Interfaces de comunicação (UART, SPI, I2C);• Regulador de tensão e interface USB para fins de programação ou alimentação. Sua popularidade e baixo custo, bem como sua ampla documentação e suporte da comunidade facilitam o desenvolvimento.

2.8.2 Sensoriamento

Componentes	Descrição
Sensor UV GUVA-S12SD	<p>Este sensor é projetado para detectar a intensidade da luz ultravioleta (UV), especificamente na faixa UVA e UVB. Suas características são:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fotodiodo sensível a UV;• Saída analógica de tensão proporcional à intensidade UV (0-1V para 0-10 mW/cm² já que é seu típico);• Faixa de operação de tensão compatível com ESP8266 (3.3V);• Permite calcular o Índice UV (requer calibração e fórmula de conversão apropriada).

2.8.3 Atuadores e Feedback ao Usuário

Componentes	Descrição
Módulo de Vibração	<p>Um pequeno motor de vibração (tipo "pancake" ou cilíndrico) é usado para fornecer feedback tátil. Suas características incluem:</p> <ul style="list-style-type: none">• Operação em baixa tensão (compatível com saídas de 3.3V do ESP8266, mas geralmente requer um transistor driver);• Consumo de corrente moderado (necessita de um transistor NPN ou MOSFET para acionamento seguro a partir de um pino GPIO, evitando sobrecarga);• Fornece um alerta discreto e eficaz diretamente ao usuário.

2.8.4 Fontes de Alimentação e Gerenciamento de Energia

Componentes	Descrição
Bateria LiPo	O sistema é alimentado por uma bateria de Polímero de Lítio (LiPo) de célula única (3.7V nominal). Suas características incluem: <ul style="list-style-type: none"> Alta densidade energética, leveza e formato flexível; Capacidade 600mAh com base nos requisitos de autonomia.
Módulo carregador MCP73833	Um módulo dedicado baseado em CIs como TP4056 ou MCP73831/3 é essencial para carregar a bateria LiPo de forma segura via USB e assim fornecer proteção contra sobrecarga, descarga excessiva e curto-circuitos. Regulador de Tensão: Pode ser necessário um regulador LDO (Low-Dropout) para fornecer 3.3V estáveis ao NodeMCU e ao sensor a partir da tensão variável da bateria (tipicamente 3.0V a 4.2V), embora os módulos NodeMCU já incluam um regulador on-board.

2.8.5 Conectividade e Fiação

Componentes	Descrição
Módulo Wi-Fi (Integrado do ESP8266)	A conectividade sem fio principal do sistema é estabelecida por meio do módulo Wi-Fi integrado no microcontrolador ESP8266. Isso permite que o dispositivo se conecte a redes locais (Wi-Fi) para enviar dados de telemetria (níveis de UV e temperatura ambiente) para um broker MQTT e, depois, para serviços como o InfluxDB e o Grafana.
Módulo carregador MCP73833	Trata-se de cabos flexíveis especialmente feitos para poder estabelecer conexões seguras entre os módulos do circuito de modo a permitir que haja a transmissão eficiente de sinais elétricos. Isso quer dizer que eles são essenciais para a montagem ou modularidade do sistema, pois facilita e agiliza a substituição e a manutenção dos componentes. As cores dos fios utilizados seguem a convenção de padrão de boas práticas, quais sejam: <ul style="list-style-type: none"> Vermelho – Alimentação (VCC/5V); Preto – Terra (GND); Azul – Sinais de entrada/saída.

2.9 Orçamento do Projeto

A estimativa de custos dos componentes eletrônicos a serem utilizados no projeto é uma etapa vital para o planejamento e viabilidade do boné inteligente. Esta análise irá permitir avaliar objetivamente o investimento necessário para aquisição de cada item, considerando a funcionalidade, compatibilidade e qualidade de todos os elementos envolvidos. Os valores atribuídos aos componentes foram obtidos mediante cotações de fornecedores reconhecidos no mercado, levando em conta a disponibilidade local no Município do Recife. A seguir, será apresentada uma tabela detalhada com os principais componentes utilizados no projeto, tanto em sua versão original quanto com os respectivos substitutos simulados em ambiente virtual.

A tabela contempla informações como nome do componente, quantidade necessária, preço unitário, fabricante, fornecedor, descrição técnica resumida e o custo total por item. Esta abordagem visa garantir total transparência no levantamento orçamentário,

servindo de referência para futuras etapas de aquisição e montagem do protótipo.

2.9.1 Tabela de Valores

CE	QTD	PUO	FBCT	FRNC	DESCRIÇÃO	CT
NodeMCU ESP8266	1	30,00	Espressif	M. Livre	Placa	30,00
Sensor GUVB-S12SD	1	20,00	Keyes	Aliexpress	Sensor	20,00
Módulo de Vibração	1	8,40	—	Nefeltech	Sensor	8,40
Bateria LC802530	1	39,90	Rontek	M. Livre	Bateria	39,90
Módulo MCP73833	1	18,99	—	Shopee	Carregamento	18,99
Cabos e Jumpers (kit)	1	11,50	—	Nefeltech	Fios	11,50
Suspensório Turtle	1	47,90	Steelfex	F. Costa	Base Suporte	47,90

2.10 Descrição dos Módulos

O sistema vestível da **UVTrack** é composto por diversos módulos integrados, onde cada um deles contém uma função específica para garantir o monitoramento da radiação UV com precisão e a geração de alertas ao usuário. Vejamos, abaixo, como os principais módulos que compõem o sistema se encontram descritos.

2.10.1 Módulo de Sensoriamento

Módulo	Descrição
Sensoriamento	Responsável pela captação da intensidade da radiação UV no ambiente. Faz uso de um sensor UV GUVB-S12SD, que trata de converter o nível de radiação UV em sinal elétrico diretamente proporcional ao grau de exposição, garantindo medições precisas para a tomada de decisão no sistema.

2.10.2 Módulo de Processamento

Módulo	Descrição
Processamento	Composto pelo ESP8266, microcontrolador responsável por processar os dados obtidos pelo sensor UV e classificar o nível de exposição com base em referências estabelecidas por órgãos de saúde. Esse módulo executa as lógicas de decisão do sistema e controla os dispositivos de alerta.

2.10.3 Módulo de Alerta ao Usuário

Módulo	Descrição
Alerta ao Usuário	Atua diretamente na notificação do usuário sobre os níveis de intensidade da radiação UV por meio de feedbacks táteis ou SMS. Para isso, utiliza-se o módulo de vibração (emite

	impulsos quando os níveis de radiação estão elevados).
--	--

2.10.4 Módulo de Alimentação

Módulo	Descrição
Alimentação	Fornece energia para todo o sistema. Usa uma bateria de Polímero de Lítio de 3.7V, gerenciada por circuito de carga dedicado MCP73833, garantindo autonomia suficiente para longos períodos de uso sem ter de comprometer a leveza e o conforto do boné equipado com o suporte inteligente.

2.11 Restrições Gerais

A materialização de qualquer solução tecnológica robusta e eficaz, como o sistema UVTrack, está intrinsecamente condicionada a um conjunto de limitações inerentes ao processo de desenvolvimento e operação. Nesse sentido, o corrente tópico trata de detalhar os fatores delimitadores que podem influenciar tanto o desempenho quanto a funcionalidade e a aplicabilidade do dispositivo.

Tais restrições tratam de abranger aspectos de hardware, requisitos de conectividade, condições ambientais de operação, dependências da plataforma de software e parâmetros orçamentários, sendo cruciais para a compreensão do escopo técnico do projeto e das fronteiras de sua atual implementação.

Restrições Gerais	Descrição
Hardware	Dependência dos componentes eletrônicos específicos (ESP8266, GUVA-S12SD). Precisão limitada pela calibração do sensor. Autonomia da bateria é finita.
Conectividade	Requer conexão via Wi-Fi para poder fazer transmissão de dados para a plataforma.
Ambiente	Desempenho do sensor pode ser afetado por sujeiras ou até danos físicos. O protótipo não foi especificamente projetado para ser à prova d'água.
Plataforma	Requer infraestrutura de Back-end (MQTT, Golang, InfluxDB, Grafana) para armazenamento e visualização.
Custo	Limitado pelo orçamento definido para os componentes do protótipo.

2.12 Suposições e Dependências

No desenvolvimento de sistemas complexos, é fundamental estabelecer premissas e identificar elementos externos que influenciam diretamente o projeto e sua viabilidade. Nesse sentido, o corrente tópico trata de explicitar os pilares sobre os quais o design e a funcionalidade do UVTrack foram concebidos.

Aqui, são delineadas as condições que se presumem verdadeiras para o adequado funcionamento do sistema, bem como as interdependências com recursos, ambientes externos e tecnologias. A clareza destas suposições e dependências é essencialmente vital para a avaliação da robustez do sistema e para a mitigação de potenciais riscos ao longo de seu respectivo ciclo de vida.

Suposições e Depedências	Descrição
Acesso à Rede Wifi	Assume-se que o usuário terá acesso a uma rede Wi-Fi para que o dispositivo possa transmitir dados.
Disponibilidade da Infraestrutura de Back-end	Assume-se tanto a disponibilidade quanto a funcionalidade da infraestrutura de backend.
Precisão do Índice UV	A precisão do Índice UV calculado depende da fórmula de conversão usada e da calibração do sensor GUVA-S12SD.
Disponibilidade dos Componentes	O projeto depende da disponibilidade dos componentes eletrônicos no mercado a um custo razoável.
Dependência de Softwares e Ferramentas	Depende das bibliotecas de software (Arduino, Go, MQTT, InfluxDB client) e ferramentas (IDE, Docker) utilizadas.

3. Requisitos do Sistema

3.1 Requisitos Funcionais (RF) e prioridade

ID	Nome	Descrição	Prioridade
RF001	Medição de Radiação UV	O sistema deve medir a intensidade da radiação UV usando o sensor GUVA-S12SD.	Alta
RF002	Cálculo do Índice UV	O sistema deve calcular o Índice UV com base na leitura do sensor.	Alta
RF003	Comparação com Limiares	O sistema deve comparar o Índice UV calculado com limiares pré-configurados.	Alta
RF004	Alerta Vibratório Local	O sistema deve ativar o módulo de vibração se o Índice UV exceder o limiar.	Alta
RF005	Conexão com Wi-fi	O sistema deve conectar-se a uma rede Wi-Fi configurada.	Alta
RF006	Formatação de Dados JSON	O sistema deve formatar os dados (Índice UV, timestamp) em JSON.	Alta
RF007	Publicação MQTT	O sistema deve publicar os dados JSON em um tópico MQTT configurado.	Alta
RF008	Subscrição Backend MQTT	O backend deve subscrever ao tópico MQTT para poder receber os dados.	Média
RF009	Persistência de Dados (InfluxDB)	O backend deve persistir os dados recebidos no banco de dados InfluxDB.	Alta
RF010	Visualização de Dados (Grafana)	A plataforma deve permitir visualização dos dados UV via Grafana.	Média
RF011	Voltagem Bateria	O sistema deve medir a voltagem da bateria do dispositivo.	Média
RF012	Payload Bateria	O sistema deve incluir a voltagem da bateria no payload JSON enviado via MQTT.	Média

RF013	Dashboard Grafana	A plataforma deve permitir a configuração dos dashboards no Grafana.	Média
RF014	Status Operacional	O dispositivo deve proceder com a indicação do status de funcionamento.	Baixa
RF015	Carregamento de Bateria	O dispositivo deve possuir um mecanismo para carregamento da bateria.	Alta

3.2 Requisitos Não Funcionais (RNF)

ID	Nome	Descrição	Prioridade
RNF01	Desempenho	O sistema deve fazer leituras e publicações MQTT em intervalos configuráveis como, por exemplo, a cada 5 minutos.	Alta
RNF02	Usabilidade	O alerta vibratório deverá ser perceptível pelo usuário de forma bem clara.	Alta
RNF03	Confiabilidade	O dispositivo deve tentar conectar de novo, de forma automática, ao Wi-Fi e MQTT em caso de falha ou persistências.	Alta
RNF04	Eficiência	O firmware deve implementar de modos de baixo consumo (deep sleep) para maximizar a autonomia da bateria.	Média
RNF05	Manutenibilidade	O código (firmware e back-end) deve ser modular, comentado e seguir padrões de codificação.	Média
RNF06	Segurança	A comunicação via MQTT (opcionalmente) e o acesso ao Grafana devem ser protegidos através de autenticação.	Média
RNF07	Portabilidade	A plataforma de Backend adotada deve ser containerizada (Docker) para poder facilitar a implantação.	Média
RNF08	Compatibilidade	A interface Grafana deve ser compatível com os navegadores web modernos (Brave, Firefox, Edge, Safari, Chrome, Opera).	Alta
RNF09	Robustez	O backend deverá lidar graciosamente com os payloads JSON malformados ou dados inválidos.	Média
RNF010	Precisão	A medição do Índice UV deve ter precisão consistente com todas as especificações do sensor GUVA-S12SD.	Alta
RNF011	Autonomia	O dispositivo deve operar por um período mínimo com uma carga total da bateria.	Média

3.3 Regras de Negócio (RN)

ID	Nome	Descrição
RN001	Limiares de Alerta UV	Os limiares para alerta de Índice UV seguem todas as recomendações da OMS (Organização Mundial da Saúde) ou podem ser configurados.
RN002	Identificação de Dados por	Cada dispositivo UVTrack deve possuir um identificador único (device_id) para rastreamento dos dados.

	Dispositivo	
RN003	Conteúdo Mínimo de Dados UV	Os dados que são armazenados no InfluxDB devem incluir, no mínimo: timestamp da medição, device_id, uv_index e voltage.
RN004	Autenticação de Acesso Grafana	O acesso aos dashboards do Grafana que exibem dados individuais ou agregados pode requerer autenticação.
RN005		Só usuários autorizados (Administradores) podem configurar a plataforma backend (ex: criar usuários Grafana, gerenciar InfluxDB).

4. Casos de Uso (UCs)

4.1 Realizações de Casos de Uso

Caso de Uso (UC)	Descrição
UC01.01	Monitorar Nível UV
UC01.02	Receber Alerta Vibratório
UC01.03	Visualizar Dados Históricos
UC01.04	Carregar Dispositivo
UC01.05	Transmitir Dados UV (MQTT)
UC01.06	Receber Dados UV (Backend)
UC01.07	Armazenar Dados UV (InfluxDB)
UC01.08	Configurar Plataforma
UC01.09	Manter Plataforma

4.2 Especificações de Caso de Uso

4.2.1 Especificação de Caso de Uso - “001”

UC01.01	Monitorar Nível UV
Requisitos Relacionados	RF001, RF002, RF003, RF011, RNF01 (intervalo), RNF04 (eficiência/sleep), RNF10 (precisão).
Descrição	O dispositivo mede continuamente a intensidade UV, calcula o Índice UV e verifica se limiares de alerta foram atingidos. Em outras palavras, este presente caso de uso trata de descrever o processo contínuo realizado pelo dispositivo UVTrack para poder medir a radiação UV ambiente, calcular o Índice UV correspondente e assim verificar se os níveis representam um risco que necessita de alerta.
Pré-condições	1. O dispositivo está ligado e com bateria suficiente; 2. O sensor GUVA-S12SD está conectado e funcional.
Pós-Condições	1. O valor atual do Índice UV deve estar internamente disponibilizado no dispositivo; 2. O estado de alerta (basilar ou não) é determinado. 3. Os dados que foram coletados estão prontos para serem transmitidos (incluído em UC05).

Ator(es)		Sistema (UVTrack) e Hardware (Sensor GUVA-S12SD).
Fluxo Principal de Eventos	1. Medição e Processamento de Dados UV	<ol style="list-style-type: none"> 1. O dispositivo acorda do modo de baixo consumo (se de fato for aplicável); 2. O dispositivo trata de proceder com a leitura do valor analógico do sensor GUVA-S12SD; 3. O dispositivo converte o valor analógico em Índice UV usando a fórmula/calibração definida; 4. O dispositivo lê a voltagem atual da bateria; 5. O dispositivo compara o Índice UV calculado com os limiares de alerta pré-configurados; 6. O dispositivo determina se o alerta deve ser ativado; 7. O dispositivo trata de preparar todos os dados (UV, voltagem, <i>timestamp</i>) para transmissão (UC05); 8. O dispositivo entra em modo de baixo consumo (<i>deep sleep</i>) até o próximo intervalo de medição.
Fluxo de Exceções	FE01. Falha na Leitura do Sensor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se houver falha na leitura do sensor ou retornar um valor inválido, o dispositivo pode: <ul style="list-style-type: none"> • Registrar um erro internamente; • Pular cálculo/alerta/transmissão da iteração; • Tentar novamente no próximo ciclo.

4.2.2 Especificação de Caso de Uso - “002”

UC01.02		Receber Alerta Vibratório
Requisitos Relacionados		RF004, RNF02 (usabilidade/perceptibilidade).
Descrição		O Usuário Final recebe uma notificação tátil (vibração) do dispositivo quando o nível de UV excede um limiar seguro. Em outras palavras, descreve como o Usuário Final é notificado pelo dispositivo por meio de vibração quando os níveis de radiação UV monitorado (UC01) for exceder o limiar de segurança definido.
Pré-condições		<ol style="list-style-type: none"> 1. O dispositivo está sendo usado pelo Usuário Final. 2. O UC01 determinou que o limiar de UV foi excedido; 3. O módulo de vibração está conectado e funcional.
Pós-Condições		1. O UF percebe a vibração e é alertado sobre o risco.
Ator(es)		Usuário Final, Dispositivo UVTrack (Sistema), Módulo de Vibração (Hardware).
Fluxo Principal de Eventos	Estudo de Dados Sensoriais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Após à ocorrência do UC01, especificamente quando determinado que o Índice UV teve seu limiar excedido; 2. O dispositivo proceder com a ativação do Módulo de Vibração por um padrão e com duração pré-definidos (ex: pulsos curtos). 3. O Usuário Final sente a vibração.
Fluxo de Exceções	FE02. Falha no Módulo de Vibração	<p>O sistema revela o risco (índice UV alto), mas o módulo de vibração falha ao ser acionado. O sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registra a falha no log de eventos internos;

4.2.3 Especificação de Caso de Uso - “003”

UC01.03		Visualizar Dados Históricos
Requisitos Relacionados		RF010, RF013, RNF01 (desempenho consulta), RNF06 (segurança/acesso), RNF08 (compatibilidade navegador).
Descrição		O Usuário Final (ou Administrador) acessa a Plataforma de Visualização (Grafana) para poder ver gráficos e métricas da exposição UV ao longo do tempo. Em outras palavras, isso permite que o Usuário Final (ou Administrador) acesse a plataforma de visualização (Grafana) para poder consultar e analisar os dados de exposição UV registrados ao longo do tempo para um ou mais dispositivos.
Pré-condições		1. Os Dados UV foram previamente transmitidos (UC05) e armazenados (UC07); 2.O usuário tem acesso à rede onde o Grafana (plataforma de visualização de dados) está hospedado; 3.O usuário possui um navegador web compatível; 4. O usuário possui credenciais de acesso ao Grafana.
Pós-Condições		1. O UF visualiza gráficos e métricas da exposição UV.
Ator(es)		Usuário Final, Administrador, Plataforma de Visualização (Grafana), Banco de Dados (InfluxDB).
Fluxo Principal de Eventos	Detecção de Excesso e Alerta ao Usuário	1. O usuário acessa o endereço URL da plataforma do Grafana em um navegador web; 2. O sistema Grafana solicita autenticação; 3. O usuário informa suas credenciais (usuário/senha); 4. O sistema Grafana trata de proceder com a validação das credenciais e concede acesso; 5. O usuário trata de navegar até o dashboard configurado para o UVTrack. 6. O Grafana executa todas as consultas pré-configuradas no Banco de Dados InfluxDB para poder buscar os dados UV relevantes (ex: por device_id, intervalo de tempo). 7. O Grafana renderiza os painéis (gráficos, tabelas, medidores) com os dados retornados pelo InfluxDB. 8.O usuário interage com o dashboard (muda intervalo de tempo, aplica filtros, etc.).
Fluxo de Exceções	FE01. Falha na Autenticação	1. Se as credenciais forem inválidas (passo 4), o Grafana informa o erro e retorna ao passo 2.
	FE02. Falha na Consulta ao BD	1. Se o Grafana de fato não conseguir conectar ou consultar o InfluxDB (passo 6), então ele tratará de fazer a exibição de um erro nos painéis afetados.
	FE03. Nenhum Dado disponível	1. Se a consulta não retornar dados para o período/filtro selecionado, os painéis podem aparecer vazios ou exibir uma mensagem apropriada.

4.2.4 Especificação de Caso de Uso - “004”

UC01.04		Carregar Dispositivo
Requisitos Relacionados		Nenhum RF de software diretamente, mas relacionado à funcionalidade do hardware. RNF04 (Usabilidade - facilidade de conectar), RNF11 (Eficiência - relacionado à autonomia que leva à necessidade de carga).
Descrição		O Usuário Final conecta o dispositivo a uma fonte de

		energia para recarregar sua bateria. (Interação física, menos foco na especificação). Em outros dizeres, este caso de uso trata de descrever a ação física realizada pelo Usuário Final para conectar o dispositivo UVTrack a uma fonte de energia (ex: carregador USB, power bank) para recarregar a bateria interna.
	Pré-condições	1. A bateria do dispositivo está com nível muito baixo ou até mesmo podendo estar descarregada. 2. O Usuário ter um cabo de carregamento compatível e uma fonte de energia.
	Pós-Condições	1, A bateria do dispositivo começa a ser recarregada. 2. O dispositivo pode indicar o status de carregamento.
	Ator(es)	Usuário Final, Dispositivo UVTrack (Hardware).
Fluxo Principal de Eventos	Ciclo de Carrefamento	1. O Usuário Final identifica a necessidade de ter de fazer o carregamento de seu dispositivo (ex: bateria baixa indicada por algum meio, ou por tempo de uso). 2. O Usuário Final conecta o cabo de carregamento à porta correspondente no dispositivo. 3. O Usuário Final conecta a outra extremidade do cabo a uma fonte de energia USB. 4. O circuito de carga interno do dispositivo trata de dar início ao processo de recarga da bateria. 5. Após a carga estar totalmente carrega, o Usuário Final desconecta o cabo do módulo de carregamento.
Fluxo de Exceções	FE01. Falha na Fonte de Energia/Cabo	1. Falha na Conexão Wi-Fi: <ul style="list-style-type: none"> Se o dispositivo não conectar ao Wi-Fi (passo 2), ele pode tentar novamente algumas vezes. Se persistir, pode armazenar dados localmente (se houver memória/lógica para isso - escopo futuro) ou descartá-los e tentar fazer o envio no próximo ciclo. 2. Falha na Conexão MQTT: <ul style="list-style-type: none"> Se o dispositivo não conectar ao Broker (passo 3) ou a publicação falhar (passo 5), ele irá tentar reconectar/reenviar conforme a lógica de retentativa implementada (RNF03). Pode descartar dados antigos no caso da falha vir a persistir.
	FE02. Falha no Circuito de Carga	1. Tendo problemas no circuito de carga do dispositivo, a bateria não será recarregada.

4.2.5 Especificação de Caso de Uso - “005”

UC01.05	Transmitir dados UV (MQTT)
Requisitos Relacionados	RF005, RF006, RF007, RF012. RNF01 (intervalo), RNF03 (confiabilidade/reconexão), RNF06 (segurança MQTT).
Descrição	O dispositivo formata os dados medidos (UV, voltagem) em JSON e os envia para o Broker MQTT através do Wi-Fi. Em outras palavras, detalha todo o processo pelo qual o dispositivo UVTrack envia os dados de monitoramento (Índice UV, voltagem da bateria, timestamp) para o Broker MQTT por meio da rede Wi-Fi.

Pré-condições		<ol style="list-style-type: none"> 1. O dispositivo completou um ciclo de monitoramento (UC01) e tem dados para enviar. 2. O dispositivo está configurado com as credenciais da rede Wi-Fi e os detalhes do Broker MQTT (endereço, porta, tópico, credenciais - se houver). 3. A rede Wi-Fi está disponível e o dispositivo consegue conectar-se a ela. 4. O Broker MQTT está acessível pela rede.
Pós-Condições		1. A mensagem JSON com todos os dados UV é publicada com sucesso no tópico MQTT.
Ator(es)		Dispositivo UVTrack (Sistema), Broker MQTT.
Fluxo Principal de Eventos	Ciclo de Publicação MQTT do Sensor	<ol style="list-style-type: none"> 1. O dispositivo faz a ativação do módulo Wi-Fi. 2. O dispositivo conecta-se à rede Wi-Fi configurada. 3. O dispositivo estabelece conexão com o Broker MQTT. 4. O dispositivo formata os dados coletados (Índice UV, voltagem, timestamp, device_id) em uma string JSON. 5. O dispositivo publica a mensagem JSON no tópico MQTT pré-definido (ex: uvtrack/data/{device_id}). 6. O dispositivo desconecta-se do Broker MQTT (opcional, pode manter conexão). 7. O dispositivo desativa o módulo Wi-Fi (para economizar energia, se aplicável antes do deep sleep).
Fluxo de Exceções	FE01. Falha na Conexão Wi-Fi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se o dispositivo não conseguir conectar ao Wi-Fi (passo 2), ele pode tentar novamente algumas vezes. 2. Se persistir, pode armazenar os dados localmente (se houver memória/lógica para isso - escopo futuro) ou descartá-los e tentar enviar no próximo ciclo.
	FE02. Falha na Conexão MQTT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se o dispositivo não conseguir conectar ao Broker (passo 3) ou se a publicação falhar (passo 5), então ele irá tentar reconectar/reenviar de acordo com a lógica de retentativa implementada (RNF03). Pode descartar dados antigos se a falha persistir.

4.2.6 Especificação de Caso de Uso - “006”

UC01.06		Receber Dados (Backend)
Requisitos Relacionados		RF008, RNF03 (confiabilidade), RNF06 (segurança MQTT), RNF07 (portabilidade/docker).
Descrição		O Serviço Backend (Go) subscreve ao tópico MQTT, recebe as mensagens JSON publicadas pelo protótipo. Em outras palavras, o Serviço Backend (Go) monitora o Broker MQTT e recebe as mensagens contendo os dados UV publicados pelos dispositivos.
Pré-condições		<ol style="list-style-type: none"> 1. O Serviço Backend está em execução; 2. O Serviço Backend está perfeitamente configurado com os detalhes do Broker MQTT 3. O Serviço Backend estabeleceu conexão com o Broker MQTT e tratou de subscrever ao(s) tópico(s) relevante(s) (ex: uvtrack/data/+).
Pós-Condições		1. A mensagem JSON publicada pelo dispositivo é recebida pelo Serviço Backend.
Ator(es)		Serviço Backend (Go), Broker MQTT.

Fluxo Principal de Eventos	Recepção MQTT	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Serviço Backend mantém uma conexão ativa com o Broker MQTT e está subscrito ao tópico de dados. 2. O Broker MQTT recebe uma mensagem publicada por um dispositivo no tópico subscrito. 3. O Broker MQTT trata de proceder o encaminhamento da mensagem para o Serviço Backend; 4. O Serviço Backend recebe a mensagem (contendo o payload JSON).
Fluxo de Exceções	FE01. Perda de Conexão com Broker	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se o Serviço Backend perder a conexão com o Broker, então ele deve tentar restabelecê-la de modo automática (RNF03).

4.2.7 Especificação de Caso de Uso - “007”

UC01.06		Armazenar Dados UV (InfluxDB)
Requisitos Relacionados		RF009, RNF01 (desempenho escrita), RNF03 (confiabilidade), RNF09 (robustez/validação).
Descrição		O Serviço Backend processa os dados recebidos e os persiste no Banco de Dados InfluxDB. Em outras palavras, Após receber todos os dados do dispositivo via MQTT (UC06), o Serviço Backend trata de fazer o processamento desses dados, bem como os armazena permanentemente no Banco de Dados InfluxDB.
Pré-condições		<ol style="list-style-type: none"> 1. O Serviço Backend recebeu uma mensagem MQTT (UC06). 2. O Banco de Dados (InfluxDB) está em execução e acessível pelo Serviço de Backend. 3. O Serviço Backend está configurado de acordo com os detalhes de conexão do InfluxDB (endereço, porta, banco de dados/bucket, token - se aplicável).
Pós-Condições		1. Os dados UV da mensagem são armazenados com sucesso no InfluxDB.
Ator(es)		Serviço Backend (Go), Broker MQTT.
Fluxo Principal de Eventos	1. Tratamento e Armazenamento de Telemetria	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Serviço de Backend trata de receber o payload JSON da mensagem MQTT. 2. O Serviço Backend parseia a string JSON para extrair os campos (device_id, timestamp, uv_index, voltage). 3. O Serviço Backend valida os dados extraídos (ex: verifica tipos, faixas de valores razoáveis). 4. O Serviço Backend formata os dados no formato esperado pelo cliente InfluxDB (measurement, tags, fields, timestamp). 5. O Serviço Backend envia os dados formatados para escrita no InfluxDB. 6. O InfluxDB confirma a escrita.
Fluxo de Exceções	FE01. Falha no Parse/Validação JSON	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se o JSON for inválido ou os dados não passarem na validação (passo 3), o Serviço Backend deve registrar um erro e descartar a mensagem (RNF09). <p>•B: :</p>
	FE02. Falha na Escrita no InfluxDB	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se a escrita no InfluxDB falhar (passo 5), o Serviço Backend deve registrar um erro.; 2. Pode implementar uma política de retentativa ou descarte de dados, pendendo da criticidade (RNF03).

4.2.8 Especificação de Caso de Uso - “008”

UC01.06		Configurar Plataforma
Requisitos Relacionados		RF004 (implícito na config. firmware), RF013. RNF07 (segurança acesso admin).
Descrição		O Administrador trata de configurar os componentes da plataforma backend (ex: usuários do Grafana, dashboards, configurações do InfluxDB). Em outras palavras, o Administrador realiza configurações iniciais ou ajustes nos componentes da plataforma backend.
Pré-condições		1. Acesso administrativo aos servidores/containers onde os componentes estão rodando.
Pós-Condições		1. Configurações da plataforma atualizadas.
Ator(es)		Administrador, Serviço Backend, Broker MQTT, Banco de Dados, Plataforma de Visualização.
Fluxo Principal de Eventos	Configurações da Infraestrutura	1. Configurar Grafana: <ul style="list-style-type: none"> • Admin acessa a interface web do Grafana. • Configura DataSources (conexão c/ InfluxDB). • Cria/Edita Dashboards. • Gerencia usuários e permissões. 2. Configurar InfluxDB: <ul style="list-style-type: none"> • Admin acessa a interface ou CLI do InfluxDB. • Cria bancos de dados/buckets. • Configura políticas de retenção. • Gerencia tokens de acesso. 3. Configurar Serviço Go: <ul style="list-style-type: none"> • Admin trata de editar arquivos de configuração ou variáveis de ambiente (ex: via docker-compose.yml) para poder definir endereços de Broker/InfluxDB, credenciais, etc. • Reinicia o container do serviço Go para aplicar as mudanças. 4. Configurar Mosquitto: <ul style="list-style-type: none"> • Administrador edita o arquivo de configuração do Mosquitto (ex: mosquitto.conf) para definir portas, autenticação, ACLs. • Reinicia o container do Mosquitto.
Fluxo de Exceções	FE01. Verificar	N/A (depende da configuração específica).

4.2.9 Especificação de Caso de Uso - “009”

UC01.06		Manter a Plataforma
Requisitos Relacionados		RF013, RNF07 (segurança), RNF10 (portabilidade ou docker).
Descrição		O Administrador trata de monitorar, atualizar e realizar a manutenção de toda a infraestrutura da plataforma backend. Em outras palavras, O Administrador realiza tarefas de manutenção rotineira e, também, solução de

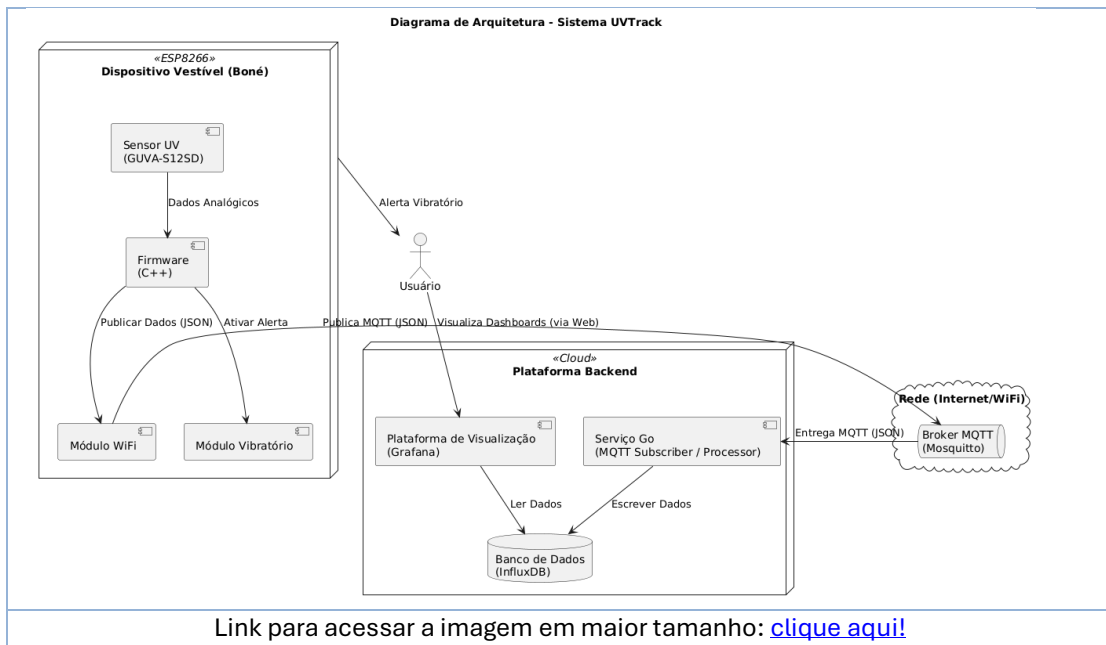
		problemas na plataforma backend.
Pré-condições		1. Acesso administrativo à plataforma.
Pós-Condições		1. Plataforma operando de forma estável e eficiente.
Ator(es)		Administrador, Serviço Backend, Broker MQTT, Banco de Dados, Plataforma de Visualização.
Fluxo Principal de Eventos	1. Manutenção Operacional	1. Monitoramento <ul style="list-style-type: none"> Administrador trata de proceder com a verificação logs dos containers Docker (Mosquitto, Go, InfluxDB, Grafana). Monitora uso de CPU, bem como memória e disco dos servidores/containers. Verifica o status dos serviços. 2. Atualizações <ul style="list-style-type: none"> Admin atualiza todas as imagens Docker para as versões mais recentes dos componentes (Mosquitto, InfluxDB, Grafana), testando assim a compatibilidade. Atualiza também o serviço Go, isto é: se as novas versões vierem a ser liberadas. 3. Backups <ul style="list-style-type: none"> Admin configura e executa backups regulares do volume de dados do InfluxDB. 4. Solução de Problemas <ul style="list-style-type: none"> Administrador investiga e resolve problemas reportados ou identificados no monitoramento (ex: serviço parado, disco cheio, erros de conexão).
Fluxo de Exceções	FE01. Perda de Conexão com Broker	N/A (depende do problema específico).

5. Diagramas

Os diagramas desenvolvidos para o projeto do suporte inteligente da UVTrack visam representar claramente a estrutura, o comportamento e as interações do sistema, tanto do hardware quanto do software. Eles são ferramentas essenciais para o design, documentação, validação e comunicação deste presente projeto.

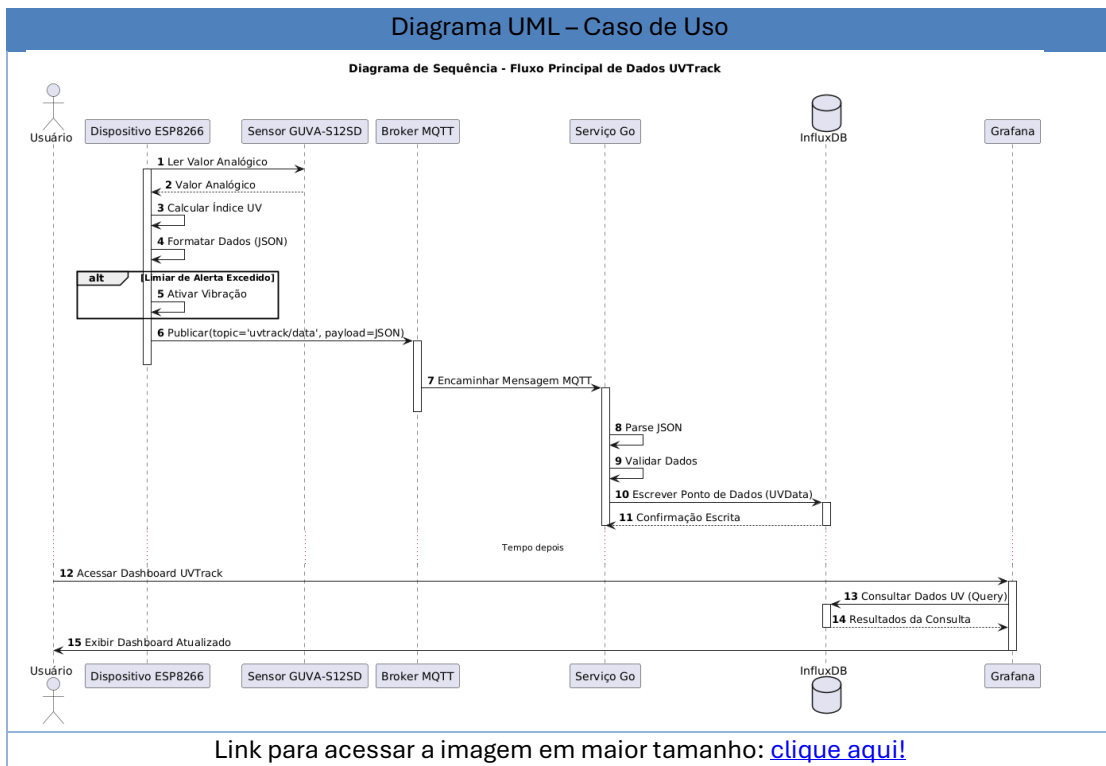
5.1 Diagrama de Caso de Uso

Trata de ilustrar as principais interações entre os atores (Usuário, Sistema UVTrack) e as funcionalidades oferecidas. Casos de uso incluem: "Monitorar Exposição UV", "Receber Alerta Vibratório", "Visualizar Histórico de Exposição (via Grafana)", "Configurar Limiares (via Grafana)". Este diagrama de caso de uso trata de ajudar a definir o escopo funcional e os requisitos do sistema do ponto de vista do usuário.



5.4 Diagrama de Sequência

Pode ser utilizado para poder detalhar interações específicas ao longo do tempo, como o fluxo de publicação de uma mensagem MQTT desde o NodeMCU ESP8266 até o armazenamento no bando de dados do InfluxDB, ou até mesmo o processo de consulta e exibição de dados via Plataforma de Visualização (Grafana).



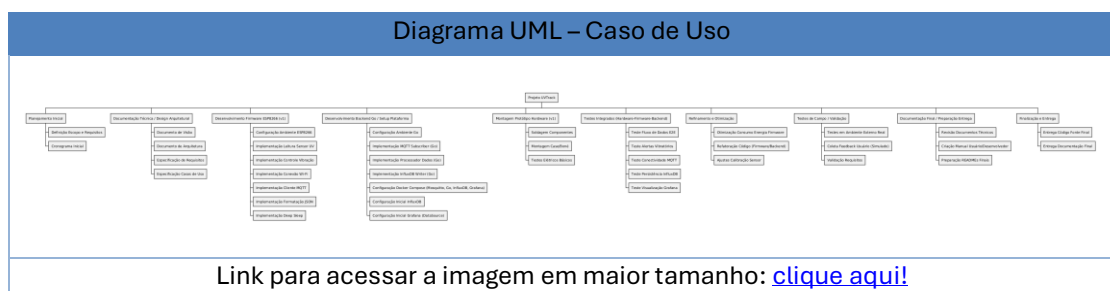
5.5 Diagrama de Gantt

O diagrama sintetiza o cronograma do projeto UVTrack, um sistema embarcado para monitoramento de radiação ultravioleta, estruturado em dez etapas sequenciais. Inicia-se com o planejamento e definição do escopo, seguido pela elaboração da documentação técnica, incluindo visão do sistema, arquitetura e requisitos.

O desenvolvimento do firmware para a placa de microcontrolador ESP8266 contempla leitura de sensores UV, controle de vibração, comunicação via Wi-Fi e MQTT, além de otimizações energéticas. Paralelamente, desenvolve-se o backend em Golang, com integração a InfluxDB, Grafana e orquestração via Docker. Em seguida, realiza-se a montagem do protótipo físico e os testes elétricos básicos.

A fase de testes integrados assegura a comunicação ponta a ponta entre hardware, firmware e backend. Com o sistema funcional, procede-se à etapa de refinamento, com ajustes de consumo, código e calibração. Os testes de campo validam o desempenho em ambiente real e coletam feedback de usuários.

Finaliza-se com a documentação técnica e entrega oficial do projeto, incluindo código-fonte e materiais de apoio. Trata-se, portanto, de uma abordagem integrada e iterativa, orientada a sistemas ciberfísicos e aplicações IoT.



6. Outros Requisitos

6.1 Requisitos de Interface Externa

6.1.1 Interface com Rede Wi-fi

Interface	Descrição
Rede Wi-fi	O dispositivo ESP8266 deve ser capaz de se conectar a redes Wi-Fi padrão 802.11 b/g/n (2.4GHz).
	Deve suportar autenticação WPA/WPA2 PSK.
	As credenciais da rede (SSID e senha) devem ser configuráveis no firmware.

6.1.2 Interface com Rede Wi-fi

Interface	Descrição
Broker MQTT	O dispositivo (cliente MQTT) e o Serviço Backend (cliente MQTT) devem ser capazes de se conectar a um broker MQTT que suporte a versão 3.1.1 do protocolo.
	O endereço IP ou hostname, a porta e o tópico MQTT devem ser configuráveis.
	Deve suportar autenticação MQTT baseada em usuário/senha (configurável e opcional).

6.1.3 Interface com InfluxDB

Interface	Descrição
InfluxDB	O Serviço Backend Go deve utilizar a API HTTP do InfluxDB (v1 ou v2) para escrita de dados.
	O Grafana deve utilizar a API HTTP do InfluxDB para consulta de dados.
	Os detalhes de conexão (URL, organização, bucket/database, token/credenciais) devem ser configuráveis.

6.1.4 Interface com Grafana

Interface	Descrição
InfluxDB	O acesso aos dashboards do Grafana será feito através de um navegador web padrão via protocolo HTTP/HTTPS.
	A interface deve ser responsiva para visualização em diferentes tamanhos de tela (desktops, tablets).

6.2 Atributos de Qualidade de Software

6.2.1 Desempenho (RNF01)

A latência entre a medição no dispositivo e a disponibilidade do dado no Grafana deve ser minimizada, embora não seja crítica (intervalos de minutos são aceitáveis). A taxa de ingestão no backend deve suportar o número inicial de dispositivos sem degradação.

6.2.2 Usabilidade (RNF02)

Além da percepção do alerta, a configuração inicial do dispositivo (Wi-Fi, MQTT - se exposta ao usuário) deve ser o mais simples possível. A interface do Grafana, embora padrão, deve ter dashboards claros e intuitivos.

6.2.3 Confiabilidade (RNF03)

O sistema deve ser resiliente a falhas temporárias de rede. O backend deve logar erros adequadamente para diagnóstico. A persistência no InfluxDB garante que dados não sejam perdidos após a escrita.

6.2.4 Eficiência (RNF04)

O uso de deep sleep no ESP8266 é crucial. O Serviço Go deve ser eficiente no uso de recursos (CPU, memória) do servidor.

6.2.5 Manutenibilidade (RNF05)

A separação em componentes (Firmware, Serviço Go, InfluxDB, Grafana) e o uso de Docker (RNF07) facilitam a manutenção e atualização independentes.

6.2.6 Segurança (RNF06)

Implementar senhas fortes para Wi-Fi, MQTT (se usado) e Grafana. Considerar TLS para MQTT e HTTPS para Grafana em implantações não locais.

6.2.7 Portabilidade (RNF07)

O uso de Docker garante que a plataforma backend possa ser implantada em qualquer host que suporte Docker (Linux, Windows, macOS).

6.2.8 Compatibilidade (RNF08)

Testes devem garantir a funcionalidade do Grafana nos principais navegadores.

6.2.9 Robustez (RNF09)

O backend deve validar os dados recebidos para evitar a inserção de dados corrompidos ou inválidos no InfluxDB.

6.2.10 Precisão (RNF10)

A calibração do sensor GUVA-S12SD e a fórmula de conversão para Índice UV no firmware são críticas para a precisão geral do sistema.

6.2.11 Autonomia (RNF11)

Atingir a meta de autonomia requer otimizações no firmware (deep sleep, frequência de leitura/transmissão) e dimensionamento correto da bateria.

7. Apêndice

7.1 Links importantes

- Repositório GitHub ([Clique Aqui!](#))
- Datasheet Arduino Lilypad ([Clique Aqui](#))
- Checklist para Revisões de Especificação de Requisitos ([Clique Aqui](#))
- Vídeos de Apresentação do Protótipo:
 - Via Drive: ([01](#) | [02](#) | [03](#))
 - Via Github