



FACULDADE NOVA ROMA
TECNÓLOGO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

Documento de Especificação de Software do UVTrack

Versão 1.2

Março 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
------------	-----	---	---------------

Índice

Nenhuma entrada de sumário foi encontrada.

Descrição da documentação

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um dispositivo inteligente e vestível, concebido na forma de um boné inteligente, o qual se tornará capaz de proceder com o monitoramento em tempo real os níveis de intensidade proporcionados pela exposição à radiação ultravioleta (UV). Nesse sentido, o objetivo deste dispositivo consiste em fornecer alertas aos usuários - com auxílio de sinais vibratórios ou visuais - quando os níveis de radiação luminosa ou temperatura estiverem acima dos limites seguros de modo a poder prevenir riscos à saúde humana decorrente da superexposição solar. A finalidade deste dispositivo é proporcionar aos usuários uma maior gama de incentivos quanto a práticas preventivas de saúde, onde seu uso estará voltado para atividades ao ar livre, esportes ou funcionar como EPI (Equipamento de Proteção Individual) para profissionais que trabalham sob exposição solar direta.

O sistema se funda na utilização de placa de microcontrolador ATmega328P Arduino LilyPad, especialmente desenvolvida para desenvolvimento de projetos *wearables* e *e-textiles* devido à sua natureza flexível e fácil aplicação em tecidos, juntamente com um sensor ultravioleta para detectar os graus de incidência da radiação UV através da leitura analógica de seus níveis de intensidade, onde, por meio destas leituras, a placa de microcontrolador não só processará os dados coletados como também procederá com a ativação tanto do módulo de saída do LilyPad RGB LED quanto do Módulo de Vibração de acordo com os parâmetros previamente estabelecidos.

O projeto também inclui uma versão simulada na plataforma Tinkercad, onde alguns componentes indisponíveis foram substituídos. Por exemplo, o sensor ultravioleta (UV) foi substituído por uma fotocélula (LDR). Essa simulação irá permitir testar a lógica e a arquitetura do sistema em um ambiente virtual.

As aplicações do boné inteligente abrangem desde cuidados pessoais no cotidiano, práticas desportivas ao ar livre, até campanhas de conscientização sobre doenças dermatológicas, como o câncer de pele, de modo a reforçar a utilização de tecnologias vestíveis como ferramentas de bem-estar e prevenção.

O boné inteligente contém diversas aplicações, desde o uso no dia a dia para proteção pessoal e atividades esportivas ao ar livre até para trabalhadores externos. Além disso, pode ser utilizado em campanhas de conscientização sobre doenças dermatológicas, como o câncer de pele, destacando o papel fundamental das tecnologias vestíveis na promoção do bem-estar e na prevenção de problemas de saúde.

1. Introdução

1.1 Objetivos

O objetivo deste projeto consiste em criar e desenvolver um boné inteligente equipado com sensores e tecnologia IoT, onde irá ter a capacidade de realizar o monitoramento e alertar o usuário sobre os graus de radiação à exposição solar de modo a contribuir para a prevenção de doenças dermatológica como o câncer de pele. A solução visa proporcionar ao usuário um mecanismo eficiente e acessível para o controle dos níveis de intensidade aos raios ultravioletas, promovendo hábitos seguros e incentivando o uso de tecnologias "*wearables*" e "*e-textiles*" como método ou estilo de vida para obter saúde e bem-estar. Os objetivos específicos incluem:

- **Monitoramento da Radiação Solar e Temperatura Ambiental:** Desenvolver e integrar um sistema de sensores que permita a medição precisa e contínua dos níveis de radiação luminosa (UV) e da temperatura ambiental. O sistema deverá ser capaz de identificar situações em que os parâmetros de exposição excedam os limites seguros, possibilitando a detecção precoce de riscos à saúde.
- **Emissão de Alertas aos Usuários:** Implementar um mecanismo de notificação robusto que, mediante uso de sinais vibratórios ou visuais, alerte o usuário com nitidez, eficiência e eficácia sempre que os níveis de radiação ou temperatura excederem os parâmetros previamente fixados. O sistema deverá assegurar a confiabilidade e a clareza dos alertas para evitar situações de risco.
- **Visualização de Dados em Tempo Real:** Desenvolver uma interface de usuário intuitiva e responsiva que permita ao usuário visualizar, em tempo real, todos os dados de radiação e temperatura coletados pelos sensores. Esta interface terá o dever de apresentar informações claras, com indicação dos atuais níveis de exposição e recomendações de ações preventivas, como, por exemplo, a busca por sombra ou aplicação de proteção solar.
- **Armazenamento e Análise de Dados Históricos:** Implementar funcionalidades para o armazenamento seguro e eficiente dos dados de exposição solar, bem como os de temperatura, permitindo que o usuário possa visualizar o histórico de seus níveis de exposições ao longo do tempo. O sistema deverá permitir a análise desses dados de modo a fornecer ao usuário insights sobre padrões de exposição e recomendando ajustes nos hábitos de proteção.
- **Integração com Aplicativos Móveis ou Plataformas Digitais:** Desenvolver a capacidade de integração do dispositivo com aplicativos móveis ou plataformas digitais, permitindo ao usuário configurar preferências personalizadas, acessar alertas e visualizar gráficos ou relatórios a respeito da sua exposição solar. A

comunicação entre o dispositivo e a plataforma digital deverá ser apenas eficaz e eficiente como também segura, de fácil acesso e usabilidade.

- **Promoção da Conscientização e Prevenção:** Impulsionar o uso do dispositivo como sendo uma ferramenta de conscientização ou prevenção contra doenças de natureza dermatológica, em especial o câncer de pele, mediante utilização de tecnologias *wearables* e *e-textiles*. O sistema irá fornecer informações educativas sobre os riscos da exposição solar excessiva, promovendo práticas mais seguras e responsáveis no cotidiano dos usuários.

1.2 Escopo

O escopo deste projeto trata de abranger o desenvolvimento de um boné inteligente com a finalidade de proceder com o monitoramento da exposição solar do usuário, por meio do uso de tecnologia IoT e sensores ambientais. O sistema será composto por um dispositivo vestível o qual irá ser capaz de medir e processar dados relacionados à radiação ultravioleta e à temperatura ambiente, fornecendo alertas ao usuário quando os limites de segurança forem excedidos. O escopo deste projeto ainda contempla o desenvolvimento de hardware, software e a integração do dispositivo com plataformas digitais para que se possa proceder com a visualização ou análise dos dados.

O desenvolvimento do hardware incluirá os seguintes componentes essenciais:

- **Sensores de Radiação UV e Temperatura:** O boné inteligente irá ser equipado com sensores para possibilitar a medição precisa da radiação ultravioleta e da temperatura ambiente, com o objetivo de poder de proceder com o competente monitoramento contínuo das condições de exposição solar.
- **Microcontrolador:** O dispositivo irá contar com um microcontrolador o qual irá ser o responsável por proceder com o processamento dos dados capturados pelos sensores, além de permitir que se possa gerenciar a comunicação com os módulos de alerta e com a plataforma digital.
- **Mecanismos de Alertas:** Alguns dispositivos de notificação irão ser integrados, como LEDs ou vibradores, a fim de poder dar alertas ao usuário, de maneira eficiente e eficaz, a respeito dos níveis de exposição elevados.
- **Fonte de Alimentação:** O boné será alimentado por fontes de energia portátil e eficiente a fim de assegurar o funcionamento contínuo durante o uso.

O desenvolvimento do software abrangerá as seguintes funcionalidades:

- **Aquisição e Processamento de Dados:** A responsabilidade de proceder com a coleta e análise de dados de radiação ultravioleta (UV) e temperatura serão dos

algoritmos uma vez que o sistema terá a competência de calcular, em tempo real, os níveis de risco associados à exposição do usuário ao sol.

- **Sistemas de Alertas:** O software projetado permitirá a configuração de alertas customizados e irá emitir notificação aos usuários, através de sinais vibratórios ou visuais, quando os parâmetros de radiação ultravioleta (UV) ou temperatura já estiverem excedidos dos limites de segurança previamente fixados.
- **Interface do Usuário:** Uma interface digital e intuitiva irá ser desenvolvida de modo a ser acessível, via dispositivo móvel ou plataforma web, permitindo que o usuário possa visualizar os dados de exposição solar em tempo real, além de poder acessar informações sobre o histórico de suas exposições.
- **Armazenamento de Dados:** O sistema irá permitir o armazenamento de dados históricos de exposição solar de modo a possibilitar que o usuário possa fazer consultas e análises de seus padrões de exposição ao longo do tempo.
- **Integração com Plataforma Digital:** O dispositivo inteligente será capaz de se conectar a aplicativos móveis ou plataformas web para visualização remota dos dados e para personalização das configurações do sistema.

O projeto ainda irá contemplar a execução de alguns testes em diferentes etapas de desenvolvimento para proceder com sua validação, inclusive:

- **Simulação de Sistema:** A validação sistemática irá ser realizada por meio de simulações na plataforma virtual do Tinkercad com o objetivo de assegurar que a arquitetura e a lógica do software possam estar funcionando de forma correta antes mesmo da implementação física do dispositivo inteligente.
- **Testes Físicos:** O dispositivo irá ser testado em condições reais de uso, com a verificação de seus níveis de desempenho na medição de radiação ultravioleta e temperatura, bem como a precisão e a efetividade dos alertas gerados.

Destacar que, em relação às limitações e exclusões, o projeto não contemplará - neste primeiro instante - as seguintes funcionalidades:

- **Análise Preditiva e Inteligência Artificial:** O sistema não irá conter recursos de inteligência artificial para poder 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 médicos ou sistemas de monitoramento clínico de modo a se limitar apenas à função de alerta e conscientização do usuário.

- **Recursos Avançados de Conectividade:** Não estarão inclusas 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

- **Usuário Final:** Indivíduo exposto ao sol, ou seja, a pessoa que utilizará o boné inteligente em atividades externas para proteção contra a radiação UV.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Fazer a utilização do boné durante períodos de exposição solar.	Recebe alertas de exposição por meio de sensores de vibração ou visuais (LED).
Responder adequadamente aos alertas gerados pelo sistema (vibração ou LED).	Visualizar os níveis de radiação UV em tempo real (Caso display ou app forem adicionados).
Realizar ao procedimento de recarga do sistema quando necessário.	Aciona comandos de calibração ou reset se habilitado pelo sistema.

- **Engenheiro de Produto:** Trata-se do especialista em tecnologia *wearables*, *e-textiles* e eletrônica o qual irá ser responsável pelo projeto e pela integração dos componentes eletrônicos no boné inteligente.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Projetar a arquitetura eletrônica e mecânica do sistema.	Proceder com a realização de testes tanto de hardware quanto o de firmware.
Integrar Arduino LilyPad, sensor UV, módulo de vibração e LEDs.	Implementa atualizações de projeto visando eficiência e usabilidade.
Garantir tanto a ergonomia quanto assegurar a segurança do produto.	Define critérios para poder assegurar a qualidade e segurança do produto.

- **Desenvolvedor de Software/Firmware:** Responsável por criar e desenvolver o código que irá ser utilizado para rodar na placa de Arduino.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Programar a leitura do sensor ultravioleta e a lógica de alerta.	Trata de realizar a implementação de firmware na placa de Arduino.
Implementar algoritmos de calibração e ajustes de sensibilidade.	Procede com testes das funcionalidades em ambiente real e de simulação.
Garantir baixo consumo de energia e tempo de resposta adequado.	Fornece o competente suporte técnico para manutenção e melhorias.

- **Engenheiro de Testes:** Responsável por assegurar a qualidade do produto visto que visa validar a operação do sistema conforme os requisitos especificados.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Realizar testes funcionais e de estresse nos sensores e alertas.	Acompanha todas as métricas de desempenho do produto desenvolvido.

Validar a precisão da leitura UV e o acionamento correto dos alertas.	Executa protocolos de validação para liberação comercial do produto.
Emitir relatórios de conformidade e identificação de falhas.	Propor melhorias com base em resultados ou evidências de teste.

- **Designer de Produto:** Trata-se do profissional responsável que irá desenvolver o design físico do boné, assegurando a estética e ergonomia.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Realizar testes funcionais e de estresse nos sensores e alertas.	Acompanha as métricas de desempenho.
Validar a precisão da leitura UV e o acionamento correto dos alertas.	Executa protocolos de validação para liberação comercial do produto.
Emitir relatórios de conformidade e identificação de falhas.	Propor melhorias com base em resultados ou evidências de teste.

- **Fornecedor de Componentes Eletrônicos:** São as empresas responsáveis por fornecer as placas de Arduino, sensores UV, LEDs e motores de vibração.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Garantir entrega de componentes conforme especificações técnicas.	Participa na homologação de novos componentes.
Oferecer suporte sobre compatibilidade e manuseio.	Atua em parceria no desenvolvimento de protótipos.

- **Reguladores e Certificadores:** São os órgãos ou instituições responsáveis pela regulamentação de dispositivos eletrônicos vestíveis.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Avaliar o produto quanto a normas de segurança, emissão eletromagnética, e impacto ambiental.	Tratam de receber toda a documentação técnica referente ao desenvolvimento do projeto.
Emitir certificações (ex: INMETRO, CE, FCC) necessárias para comercialização.	Procuram fazer avaliações de protótipos em testes de conformidade.

- **Equipe de Suporte Técnico e Pós-venda:** Trata-se dos profissionais que detém a responsabilidade de atender o usuário final após aquisição do produto.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Tratam de atender e sanar todas as dúvidas e orientações de uso.	Acessam logs e métricas do dispositivo para poder proceder com diagnóstico.
Executar procedimentos de manutenção corretiva e preventiva.	Providenciam atualizações de firmware, quando aplicável.

- **Pesquisadores e Médicos:** Trata-se dos especialistas que orientam sobre os limites seguros de exposição UV e impactos à saúde.

Responsabilidades	Interações com o sistema
Definir parâmetros seguros de exposição UV baseados em estudos clínicos.	Atuam como participantes na definição dos <i>thresholds</i> de alerta.
Validar as faixas de alerta implementadas no sistema do boné inteligente.	Auxiliam na calibração do dispositivo com base em evidências científicas

1.4 Abreviações e Acrônimos

- APP: Aplicativo
- Arduino LilyPad: Plataforma de prototipagem eletrônica
- CA: Critério de Aceitação
- CIn: Centro de Informática
- EPI: Equipamento de Proteção Individual
- FA: Fluxo Alternativo
- FE: Fluxo de Exceção
- ML8511/BME280: Sensor de radiação ultravioleta
- RF: Requisito Funcional
- RNF: Requisito Não Funcional
- RN: Regra de Negócio
- SE: Sistema Embarcado
- TC: TinkerCad
- UC: Caso de Uso
- US: História de usuário
- UV: Ultravioleta

1.5 Definição de User Stories (US)

• 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

• Alerta por Vibração

US02	CA02
Como Usuário	<ol style="list-style-type: none"> 1. O módulo de vibração deve ser ativado quando o nível de UV atingir a categoria "alto".

<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>	<p>2. O alerta vibratório deve durar 3 segundos e repetir a cada 30 segundos enquanto o nível ultravioleta ainda estiver elevado.</p> <p>3. O alerta deve cessar automaticamente quando o nível ultravioleta retornar para "moderado" ou "baixo".</p> <p>4. O sistema deve permitir calibrar a intensidade da vibração, caso aplicável.</p>
Comentário	Requisito Funcional

- **Alerta por LED**

US03	CA03
<p>Como Usuário</p> <p>Eu quero ser alertado por luzes LED coloridas conforme a intensidade do UV.</p> <p>Para que eu possa visualizar rapidamente a situação a qual me encontro.</p>	<p>1. O LED deve indicar verde para quando o UV estiver baixo, bem como o amarelo para UV moderado e vermelho para UV alto.</p> <p>2. A mudança de cor deve ocorrer em tempo real, sem atraso perceptível (>1s).</p> <p>3. O LED deve permanecer ativado enquanto o nível UV estiver na categoria correspondente.</p> <p>4. O sistema deve permitir desativar o alerta luminoso via configuração, se desejado.</p>
Comentário	Requisito Funcional

- **Eficiência Energética**

US04	CA04
<p>Como Usuário</p> <p>Eu quero que o sistema proceda com a otimização do consumo de bateria.</p> <p>Para que eu possa utilizá-lo por longos períodos sem precisar recarregar frequentemente.</p>	<p>1. O sistema deve entrar em modo de baixo consumo quando o dispositivo estiver inativo por mais de 5 minutos.</p> <p>2. O sensor UV deve operar com um intervalo ajustável de leitura para economizar energia.</p> <p>3. O módulo de vibração deve ser acionado apenas quando necessário e desligado automaticamente.</p> <p>4. A autonomia da bateria deve permitir pelo menos 8 horas de operação contínua.</p>
Comentário	Requisito Funcional

- **Segurança e Confiabilidade**

US05	CA05
<p>Como Usuário</p> <p>Eu quero que o sistema o sistema funcione de forma confiável.</p> <p>Para que eu possa evitar o recebimento de leituras incorretas ou falsos alertas.</p>	<p>1. O sensor UV deve ser calibrado periodicamente para manter precisão dentro dos padrões esperados.</p> <p>2. O sistema deve realizar uma autoverificação ao iniciar, garantindo que os sensores e módulos estão funcionando corretamente.</p> <p>3. Em caso de falha do sensor, o sistema deve</p>

	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

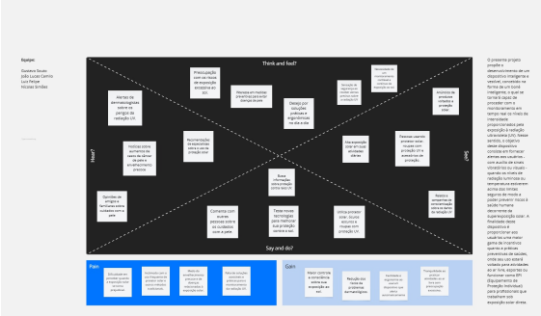
1.6 Definição das personas

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 tênis* 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.

1.7 Mapa de Empatia

- **Mapa de Empatia UVTrack**

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 Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar, desenvolvido com a finalidade fazer um monitoramento competente e assim alertar aos usuários sobre os níveis de radiação UV, utilizando uma combinação de sensores de radiação, microcontroladores e dispositivos de feedback (como LEDs e módulos de vibração). Este produto tem como base a tecnologia Arduino LilyPad, um sistema de natureza embarcada flexível e apropriado para vestíveis, e conta com um sensor UV integrado para realizar a medição da intensidade da radiação solar. A arquitetura do sistema permite uma interação intuitiva e eficiente com o usuário, possibilitando que ele seja alertado sobre níveis de radiação potencialmente prejudiciais à saúde.

2.2 Missão do Sistema

A missão do Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar é proporcionar aos usuários uma ferramenta prática, eficiente e eficaz a fim de monitorar exposição à radiação ultravioleta durante atividades externas, com o propósito de prevenir danos à saúde causados pela exposição excessiva ao sol. Ao medir continuamente a radiação UV, o sistema oferece alertas em tempo real, mediante vibração ou sinais luminosos (LEDs), permitindo que o usuário possa tomar decisões informadas sobre a contínua exposição solar e ajuste sua rotina para garantir a proteção da pele.

A missão do sistema também está associada a 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, muito 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 imediatas.

Nesse vetor, o Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar visa endereçar essa lacuna ao oferecer um sistema vestível autônomo, completamente capaz de medir ou informar o usuário a respeito dos 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:

- **Atividades esportivas ao ar livre:** Atletas em geral (futevolistas, voleibolistas de praia, surfistas, corredores, ciclistas, beatchenistas, badmintonista) e outros praticantes de esportes ao ar livre podem fazer uso do boné inteligente para monitorar sua exposição ao sol 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 ultravioleta.
- **Uso em atividades recreativas ou familiar:** Pais, auxiliares de cuidados infantis ou cuidadores de idosos podem usar o boné inteligente para monitorar a exposição solar sobre crianças ou idosos, trazendo uma maior garantia de segurança durante passeios em praias, parques e outras áreas externas.
- **Aplicações médicas e de pesquisa:** Dermatologistas e pesquisadores poderão empregar o uso do boné inteligente para realizar a coleta de dados significativos sobre os níveis de exposição à radiação ultravioleta, auxiliando em estudos ou no desenvolvimento de diretrizes customizadas de proteção solar.

O dispositivo inteligente - equipado com sensores de radiação UV, microcontroladores

e módulos de alerta (vibração ou LED) - 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.

2.5 Descrição dos Interessados do Sistema

Os *stakeholders* do Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar englobam todas as partes interessadas que desempenham um papel vital no desenvolvimento, operação, manutenção e regulamentação do sistema. Esse conjunto 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.

- **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.

- **Equipe de Desenvolvimento**

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**

Interessado	Descrição
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.

- **Profissionais de Saúde e Pesquisadores**

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.

- **Órgãos Reguladores e Instituições Normativas**

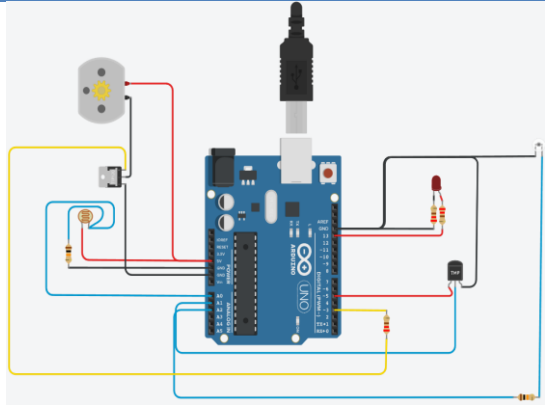
Interessado	Descrição
Órgãos Reguladores e Instituições Normativas	São as entidades responsáveis por estabelecer diretrizes ou regulamentações para dispositivos vestíveis e sensores de radiação UV. Exemplos são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Food and Drug Administration (FDA)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

- **Investidores e Parceiros Comerciais**

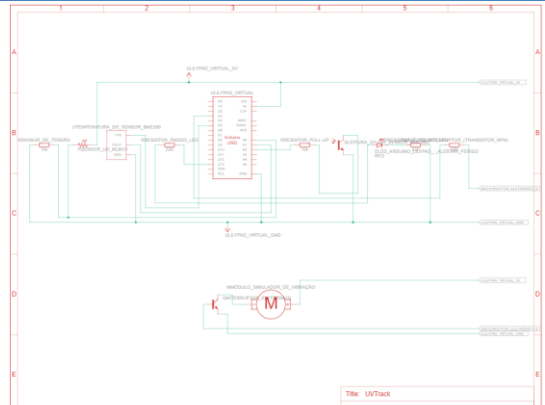
Interessado	Descrição
Investidores e Parceiros Comerciais	São as Empresas e os indivíduos interessados na viabilização do dispositivo inteligente como um produto comercial. Esse grupo pode incluir startups de tecnologia vestível, fabricantes de equipamentos esportivos, programas de saúde pública. O foco está diretamente vinculado na inovação, bem como na viabilidade econômica e aceitação do mercado para o produto.

2.6 Modelagem Arquitetural

- **Arquitetura do Circuito UVTrack via Tinkercad**

Descrição	Imagem
<p>A imagem ao lado apresenta um circuito eletrônico que fora especialmente desenvolvido a fim de produzir um Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar (UVTrack), fazendo o uso de um Arduino Uno como unidade de processamento central. O circuito integra sensores, atuadores e componentes auxiliares para realizar a medição da radiação UV e assim poder dar um alerta ao usuário a respeito dos níveis elevados de estar exposto ao sol.</p>	

- **Vista Esquemática do Circuito UVTrack via Tinkercad**

Descrição	Imagem
<p>A visão esquemática apresentada representa a arquitetura eletrônica do Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar (UVTrack), projetado para medir os níveis de radiação UV e assim poder alertar o usuário através de sinais visuais e táteis. O circuito é estruturado em módulos interconectados, garantindo não só a aquisição dos alertas como também seu respectivo processamento e acionamento, conforme os parâmetros prefixados de exposição à radiação solar.</p>	

2.7 Principais Tecnologias

O desenvolvimento do UVTrack incorpora um conjunto de tecnologias avançadas que garantem precisão na captação e processamento de dados, eficiência energética e usabilidade otimizada. Essas tecnologias abrangem desde arquiteturas embarcadas e computação vestível até mesmo as técnicas de processamento de dados e simulação de circuitos, assegurando um desempenho confiável e seguro para o usuário.

- **Sistemas inteligentes *wearable***

Tecnologia	Descrição
Computação Vestível	<p>Diz respeito a tecnologia <i>wearable computing</i>, pois é uma inovação <i>tech</i> de fácil otimização ou integração de componentes eletrônicos aos acessórios de utilização cotidiana, ou seja, irá permitir o uso competente de funcionalidades inteligentes buscando manter a usabilidade ou</p>

	conforto do produto, que, no caso da UVTrack, será a incorporação dos sensores e atuadores ao dispositivo inteligente (boné).
--	---

- **Dispositivos Computacionais Autônomos**

Tecnologia	Descrição
Sistemas embarcados	Consiste em solução computacional composta tanto por hardware quanto por software os quais são dedicados a uma função específica. Isto é: reside no uso de uma arquitetura computacional altamente otimizada com o fito de proceder com o processamento autônomo, eficiente e eficaz de todas as informações a serem coletadas. A UVTrack irá fazer o uso de sistemas embarcados baseado no microcontrolador Arduino Lilyp (Ou UNO R3 via Tinkercad) a fim de processar todos os dados do Sensor UV e assim poder acionar os alertas incorporados no dispositivo (boné).

- **Codificação para Sistemas Integrados**

Tecnologia	Descrição
Programação Embarcada (C/C++)	A linguagem de programação usada para criar o firmware foi o C/C++ uma vez que o ambiente de desenvolvimento utilizado para poder integrá-lo ao sistema embarcado foi o Arduino IDE, pois esse permite o controle eficiente do hardware. Isso significa dizer que o código gerenciar-se-á a captação de dados do sensor UV, bem como permitirá o processamento das informações ou dados coletados além de definir a lógica para a ativação dos atuadores (Módulo de Vibração e LEDs). Está inclusa a otimização para reduzir o consumo energético e assim garantir respostas em tempo real às variações na radiação UV.

- **Estudo e Previsão do Comportamento dos Circuitos**

Tecnologia	Descrição
Modelagem e Simulação dos Circuitos	A Plataforma em Serviços (PaaS) utilizada para o estudo, prototipagem e simulação do circuito montado foi o tinkercad tendo em vista não só o nível de intuitividade e fácil manejo no momento do desenvolvimento do circuito como também a necessidade de tanto projetá-lo quanto validá-lo antes mesmo de haver a implementação física do dispositivo inteligente desenvolvido (boné), garantindo sua funcionalidade e confiabilidade.

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 possibilitar não só a detecção e o processamento dos dados coletados acerca dos estágios de intensidade à radiação ultravioleta (UV) como também resposta às suas respectivas variações. Tais componentes foram selecionados com muito cuidado para garantir tanto o baixo custo energético quanto a integração eficiente com os materiais têxteis e resposta precisa às condições ambientais. Vejamos, a seguir, como os componentes eletrônicos que compõem o sistema estão descritos.

- **Microcontroladores**

Componentes Originais	Descrição
Arduino Lilypad	Consiste num dispositivo programável de baixo consumo energético projetado especialmente para ser usado em aplicações vestíveis. Isso que o microcontrolador irá atuar como o núcleo do sistema, ou seja, processará os dados do sensor ultravioleta e assim irá poder realizar o controle dos atuadores (LEDs e motor de vibração).

Componentes Substitutos	Descrição
Arduino Uno R3	Trata-se de um componente eletrônico que está funcionando como um substituto para o Arduino Lilypad por limitação da plataforma Tinkercad, pois ela não tem a placa de microcontrolador à disposição para que possa ser feita a simulação. Portanto, o Uno R3 foi usada para exercer esta função na plataforma visto que ele é bem capaz de atuar como núcleo do sistema ao processar os dados do sensor UV e controlar os atuadores (LED e Motor de Vibração), além do processo de codificação ser basicamente o mesmo.

- **Sensoriamentos**

Componentes Originais	Descrição
Sensor UV ML8511/BME280	Sensor analógico de radiação ultravioleta, capaz de medir a intensidade dos raios UV e converter essas informações em sinais elétricos passíveis de interpretação pelo microcontrolador (Seja o LilyPad, seja o Uno R3). Em outras palavras, isso significa dizer que o sensor irá fornecer todos os dados continuamente para permitir a análise da exposição solar em tempo real.

Componentes Substitutos	Descrição
-------------------------	-----------

Sensor TMP36	É um dispositivo eletrônico de baixo custo que mede temperatura com alta precisão. No caso do projeto UVTrack, o TMP36 apenas procederá com a substituição da funcionalidade de auferir de temperatura ambiente visto que a plataforma Tinkercad não contém Sensor UV ML85/BME280 em sua lista de componentes.
--------------	--

• **Atuadores e Feedback ao Usuário**

Componentes Originais	Descrição
Módulo de Vibração	Atuador tátil que terá a funcionalidade de gerar vibrações perceptíveis ao usuário, ou seja, que sejam passíveis de serem notadas quando os graus de intensidade de radiação UV romperem os limites de segurança prefixados. Em suma, o módulo de vibração irá oferecer uma resposta discreta e eficaz, ideal para serem usados como alertas em ambientes cheios de ruídos ou para os usuários portadores de hipoacusia.
LED LilyPad	Trata-se de dispositivos emissores de luzes RGB que irão fornecer ao usuário um feedback visual a respeito dos diferentes níveis de exposição à radiação ultravioleta. Isso significa dizer que um esquema de cores irá ser utilizado para poder indicar a gravidade da exposição, onde terá: <ul style="list-style-type: none"> ○ Verde – Baixo; ○ Amarelo – Moderado; ○ Vermelho – Alto.

Componentes Substitutos	Descrição
Módulo CC para Vibração	Consiste em um dispositivo eletromecânico que tem a serventia de converter energia elétrica em movimento rotacional. No caso, ele irá simular a vibração ao ser acionado quando os níveis de luz e temperatura excederem o limite prefixados de segurança. Na plataforma TC, um motor CC substituirá o módulo de vibração pelo fato de que este supramencionado componente não se está na lista para uso ou montagem de circuito.
Transistor TIP120	O componente irá atuar como um interruptor eletrônico para controlar o motor CC. O Arduino não fornece corrente suficiente para poder ligar o motor diretamente, então o TIP120 permitirá que o motor seja acionado de modo controlado pelo pino D3 do Arduino, recebendo um sinal de ativação através de um resistor de 1kΩ. A razão de usar este componente específico se dá pelo fato da plataforma não dispor de componente equivalente em sua lista de circuitos.
	Indica visualmente que níveis de intensidade de

LED Comum	radiação ultravioleta (UV) estão elevados. Nesse sentido, foi preciso fazer uso de LED vermelho a fim de conectar ao pino D13 com um resistor de 220Ω e assim proceder com a simulação dentro da plataforma do Tinkercad já que ela não tem em seu rol o componente do LED Lilypad.
-----------	--

- **Fontes de Alimentação e Gerenciamento de Energia**

Componentes Originais	Descrição
Bateria Recarregável Li-Po (Lítio-Polímero)	Tal bateria foi selecionada em razão da sua alta densidade energética, baixíssimo peso e por ter dimensões bem compactas. Isso se dá pelo fato de que ela não impacta na usabilidade do boné, pois fornece a autonomia necessária para o seu funcionamento regular. Ademais, as baterias Li-Po apresentam boa eficiência energética e uma descarga energética, que são tidos como sendo aspectos vitais para as aplicações vestíveis.
Circuito Regulador de Tensão	É componente responsável pela estabilização da corrente elétrica fornecida pela bateria, ou seja, ele é quem dará ordens aos componentes eletrônicos para operarem dentro das faixas de tensão recomendadas. Esse circuito não só irá proteger o microcontrolador e atuadores como também os sensores diante da picos de tensão ou variações indesejadas, prologando a vida útil dos componentes e assim podendo garantir seu funcionamento seguro e eficiente.

Componentes Substitutos	Descrição
Fonte de Alimentação 5V do Arduino	Trata-se de uma saída de energia fornecida pela própria placa do microcontrolador Arduino, que converterá a tensão de entrada (normalmente entre 7~12V) para 5V estáveis, garantindo dessa forma que funcionem adequadamente dentro da tensão exigida. Esta bateria está sendo utilizada para atender as necessidades do projeto, pois é preciso testar o funcionamento do sistema e o TC não tem a bateria LiPo 3.7V em sua lista de componentes disponíveis para ser utilizado.

- **Conectividade e Fiação**

Componentes Originais	Descrição
Módulo Bluetooth HC-05	Trata-se de um dispositivo de comunicação sem fio o qual utiliza protocolo UART para transmitir dados entre microcontrolador (Arduino Lilypad) e dispositivos externos. Isso significa dizer que o módulo HC-05 seria responsável por conectar o

	boné com outro aparelho a fim de que o usuário possa receber alertas e monitorar em tempo real os níveis de exposição à radiação UV e a temperatura ambiente sem ter a necessidade de conexão física com o microcontrolador.
Jumpers Macho e Fêmea	<p>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 significa dizer que eles são essenciais para a montagem ou modularidade do sistema, pois isso facilita e agiliza tanto a substituição quanto à manutenção dos componentes. As cores dos fios utilizados seguem a convenção de padrão de boas práticas, quais sejam:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Vermelho – Alimentação (VCC/5V); ○ Preto – Terra (GND); ○ Azul – Sinais de entrada/Saída.
Cabos Jacaré	<p>São conectores de fácil manuseio usados para realizar ligações temporárias durante as etapas ou processo de prototipação e testes, o que não só possibilita providenciar ajustes rápidos como também seguir com verificações antes mesmo da implementação final do circuito em razão de sua montagem definitiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Vermelho – Alimentação (VCC/5V); ○ Preto – Terra (GND); ○ Azul – Sinais de teste ou verificação.

Componentes Substitutos	Descrição
Monitor Serial	Trata-se de uma ferramenta a qual se encontra integrada ao ambiente de desenvolvimento do Arduino (Arduino IDE), onde permite que haja a comunicação direta entre o microcontrolador e o computador por meio de interface USB. Em suma, ele irá funcionar como um terminal de entrada e saída de dados de modo a possibilitar o envio de comandos ao Arduino e a leitura das respostas geradas pelo código em execução. O motivo de usá-lo se dá pelo fato de que Módulo Bluetooth HC-05 não está disponível na lista de componentes da plataforma do Tinkercad.

2.9 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.

- **Módulo de Sensoriamento**

Interessado	Descrição
Módulo de Sensoriamento	Responsável pela captação da intensidade da radiação UV no ambiente. Utiliza um sensor UV ML8511/BME280 (Simulado com fotoresistor) o qual converterá os níveis de radiação UV em um sinal elétrico diretamente proporcional ao nível de exposição, assegurando medições precisas para a tomada de decisão no sistema.

- **Módulo de Processamento**

Interessado	Descrição
Módulo de Processamento	Composto pelo Arduino LilyPad (Simulado no TC via Uno R3), 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.

- **Módulo de Alerta ao Usuário**

Interessado	Descrição
Módulo de Alerta ao Usuário	Atua na notificação do usuário sobre os graus de intensidade da radiação Ultravioleta através de feedbacks táteis ou visuais. Para isso, utiliza o módulo de vibração (emite impulsos quando os níveis críticos de radiação estão elevados) e os indicativos de LED (As cores são alteradas de acordo com a intensidade da exposição).

- **Módulo de Alimentação**

Interessado	Descrição
Módulo de Alimentação	Fornece energia para todo o sistema. Usa uma bateria recarregável , limada para dispositivos vestíveis, garantindo autonomia suficiente para longos períodos de uso sem comprometer a leveza e o conforto do boné.

3. Requisitos do Sistema

3.1 Requisitos Funcionais (RF) e prioridade – Componentes Originais

ID	Nome	Descrição	Prioridade
RF001	Medição de Radiação UV	O sistema deverá medir a intensidade da radiação UV utilizando o Sensor UV ML8511/BME280, com a leitura conectada ao pino A0 do Arduino.	Alta
RF002	Medição de Temperatura	O sistema deverá proceder com o monitoramento da temperatura usando Sensor ML8511/BME280, conectado ao pino I2C do Arduino para lê-la.	Alta
RF003	Geração de Alerta Visual	O sistema deve acionar o LED LilyPad, conectado ao pino D13 do Arduino, que acenderá quando os níveis de radiação UV excederem o limite fixado.	Alta
RF004	Geração de Alerta Tátil	O sistema deverá acionar o Módulo de Vibração LilyPad, quando a exposição UV estiver além dos limites previamente estabelecidos, por meio do pino de controle digital do Arduino.	Alta
RF005	Monitoramento e Comunicação de Dados	O sistema deverá enviar os dados de radiação UV e temperatura para o Módulo Bluetooth HC-05, pois permitirá o boné a fazer comunicação com dispositivos móveis via Bluetooth.	Alta
RF006	Controle de Alimentação	O sistema deve ser alimentado pela Bateria Li-Po 3.7V, para proporcionar energia ao sistema, o que fará estar em conformidade com o modelo físico do projeto da UVTrack.	Alta
RF007	Feedback ao Usuário	O sistema deverá fornecer feedback ao usuário por meio de alerta visual (LED LilyPad) ou tátil (Módulo de Vibração LilyPad), em consonância ao nível de intensidade da radiação UV auferida.	Alta
RF008	Interface com o Usuário	O sistema deverá permitir que o usuário possa visualizar as leituras dos níveis de intensidade da radiação UV e temperatura em tempo real através de aplicativo móvel conectado via Bluetooth.	Média

3.2 Requisitos Funcionais (RF) e prioridade – Componentes Substitutivos

ID	Nome	Descrição	Prioridade
RF001	Medição de Radiação UV	O sistema deverá auferir o nível de intensidade da radiação UV mediante uso de fotoresistor (LDR), conectado ao pino analógico A0 do Arduino.	Alta
RF002	Medição de Temperatura	O sistema deverá proceder com o monitoramento da temperatura ambiente via sensor TMP36, que deverá estar conectado ao pino analógico A1 da placa do microcontrolador Arduino Uno R3.	Alta
RF003	Geração de Alerta Visual	O sistema deve acionar o LED LilyPad, conectado ao pino D13 do Arduino, que acenderá quando os níveis de radiação UV excederem o limite fixado.	Alta
RF004	Geração de Alerta Tátil	O sistema deve acionar um motor CC controlado por um transistor TIP120, conectado ao pino D3 do Arduino, quando a exposição à radiação UV já estiver acima dos limites elevados.	Alta
RF005	Monitoramento e Comunicação de	O sistema deve enviar os dados de radiação UV e temperatura para o Serial Monitor no Arduino IDE,	Média

	Dados	exibindo as medições em tempo real.	
RF006	Controle de Alimentação	O sistema deve ser alimentado pela fonte de 5V da placa Arduino, no ambiente de simulação no Tinkercad. Em configuração física, o controle pode ser alimentado via bateria LiPo de 3.7V.	Alta
RF007	Feedback ao Usuário	O sistema deve fornecer feedback ao usuário via alerta visual (LED) e tátil (motor CC), conforme a intensidade da radiação UV medida.	Alta
RF008	Interface com o Usuário	O sistema deve permitir que o usuário visualize as leituras de ultravioleta e temperatura no Serial Monitor, com dados claros e compreensíveis.	Média

3.3 Requisitos Não Funcionais (RNF) – Componentes Originais

ID	Nome	Descrição	Prioridade
RNF001	Desempenho	O sistema deve ser capaz de realizar leituras de radiação UV e temperatura de forma precisa e confiável, com um intervalo de atualização em torno de 1 (um) segundo.	
RNF002	Durabilidade	O sistema deverá operar por, no mínimo, 6 (seis) horas consecutivas com a bateria Li-Po 3.7V, sem quaisquer tipos de perda de funcionalidade ou falhas.	
RNF003	Consumo Energético	O sistema deve consumir energia de forma eficiente, sem exceder 150mA na totalidade de consumo, para garantir que haja uma maior autonomia da bateria.	
RNF004	Conectividade	A comunicação via Bluetooth (HC-05) deverá ser estável, com alcance mínimo de 10 metros e sem interferências, para garantir o monitoramento remoto do usuário.	
RNF005	Usabilidade	O sistema de alerta visual (LED LilyPad) e tátil (Módulo de Vibração LilyPad) deverá ser intuitivo e eficaz, garantindo que o usuário possa compreender de imediato os alertas gerados pelo dispositivo do boné inteligente.	
RNF006	Compatibilidade	O sistema de comunicação através de Bluetooth (HC-05) deverá ser compatível com dispositivos móveis Android e iOS, para permitir a integração com diferentes plataformas.	
RNF007	Robustez	O sistema deverá ser perfeitamente capaz de conseguir resistir a variações de temperatura e condições ambientais, como umidade e poeira, com o propósito de assegurar que a operação seja estável em ambientes externos.	
RNF008	Escalabilidade	O sistema deverá permitir que outros sensores ou módulos sejam integrados no futuro com facilidade, como sensores adicionais para medição de outros parâmetros ambientais.	

3.4 Requisitos Não Funcionais (RNF) – Componentes Substitutos

ID	Nome	Descrição
RN001	Desempenho	O sistema deve realizar as leituras de intensidade luminosa (simulando a radiação UV) e temperatura com precisão e confiabilidade, com intervalo de atualização de 1 segundo.
RN002	Durabilidade	O sistema deve operar de maneira contínua por até 6 horas com a alimentação por meio de Arduino, sem comprometer

		o desempenho ou resultar em falhas.
RN003	Consumo Energético	O consumo de energia do sistema não deverá ultrapassar o valor de 150mA, assegurando autonomia eficiente mesmo usando da alimentação do Arduino no Tinkercad.
RN004	Conectividade	A comunicação entre o Arduino e o computador por meio do Monitor Serial deve ser eficiente, transmitindo os dados com baixa latência e em tempo real.
RN005	Usabilidade	O sistema de alerta visual (LED Comum) e tátil (Motor CC com Transistor TIP120) deve ser intuitivo de modo a facilitar a identificação de altos níveis de exposição UV.
RN006	Compatibilidade	A comunicação através de Monitor Serial deverá funcionar de forma correta dentro do ambiente de simulação do TC, possibilitando a leitura dos dados gerados pelo sistema.
RN007	Robustez	O sistema deverá ser capaz de operar de maneira confiável em ambiente virtual de simulação no Tinkercad, simulando corretamente os impactos de variações ambientais.
RN008	Escalabilidade	O sistema no Tinkercad deverá permitir facilmente a adição de novos sensores ou módulos, a fim de simular futuras expansões de funcionalidade sem a necessidade de fazer alterações mais complexas.

3.5 Regras de Negócio (RN) – Componentes Originais

ID	Nome	Descrição
RN001	Segurança do Usuário	O sistema deve emitir alertas visuais e táteis sempre que os níveis de radiação ultravioleta (UV) ultrapassarem um limite seguro, prevenindo danos à saúde do usuário.
RN002	Precisão na Medição	O sensor ultravioleta (UV) deverá fornecer leituras precisas, assegurando tanto a confiabilidade dos dados coletados quanto a efetividade dos alertas emitidos pelo sistema.
RN003	Autonomia Energética	O sistema deve ser otimizado para operar por um longo período usando a Bateria LiPo 3.7V, garantindo mobilidade e autonomia ao usuário.
RN004	Comunicação Remota	A transmissão de dados através de Bluetooth (HC-05) deve ser estável e permitir a integração com dispositivos móveis para monitoramento remoto.
RN005	Confiabilidade	O dispositivo inteligente deverá operar de forma correta em ambientes externos, resistindo a variações climáticas sem comprometer a precisão dos sensores.
RN006	Portabilidade	O sistema deverá ser leve e confortável, garantindo que sua presença no boné inteligente não possa causar desconforto ao usuário durante atividades prolongadas ao ar livre.
RN007	Usabilidade	Os alertas – tanto os visuais (LED LilyPad) quanto os táteis (Módulo de Vibração LilyPad) - deverão ser intuitivos de modo que o usuário compreenda os sinais rápido.
RN008	Integração de Aplicativos	O sistema deverá ser compatível com aplicativos móveis, possibilitando assim a visualização e o armazenamento de dados históricos de exposição solar.

3.6 Regras de Negócio (RN) – Componentes Substitutivos

ID	Nome	Descrição	Prioridade
RN001	Segurança do Usuário	O sistema deve emitir alertas visuais (LED comum) e táteis (Motor CC com Transistor TIP120) no momento em que os níveis de intensidade luminosa (LDR) atingir níveis críticos.	
RN002	Precisão na Simulação	A substituição do sensor ultravioleta (UV) pelo LDR deverá permitir que seja realizada uma simulação aproximada da captação de luz, assegurando a viabilidade da realização do teste na plataforma do Tinkercad.	
RN003	Eficiência Energética	O sistema deve operar adequadamente com a alimentação direta do Arduino (5V), assegurando, assim, a continuidade da simulação na plataforma do TinkerCad sem quaisquer tipos de interferências.	
RN004	Comunicação via Monitor Serial	Os dados coletados deverão ser transmitidos ao usuário por meio da utilização do Monitor Serial, substituindo, portanto, a funcionalidade do módulo Bluetooth HC-05.	
RN005	Confiabilidade na Simulação	O sistema deve ter seu regular funcionamento sem erros de quaisquer naturezas na plataforma do TiC, assegurando a simulação possa refletir o comportamento que é esperado do projeto real.	
RN006	Adaptabilidade	O hardware deverá permitir a substituição de componentes no ambiente virtual sem proceder com qualquer alteração da lógica de funcionamento do projeto real.	
RN007	Usabilidade	Os alertas implementados no dispositivo deverão ser tanto intuitivos quanto facilmente identificáveis no ambiente de simulação da plataforma do TinkerCad, garantindo a leitura certa dos sinais emitidos.	
RN008	Expansibilidade	A simulação a ser feita na plataforma do TinkerCad deverá ser compatível com as adições ou modificações futuras de componentes, permitindo proceder com todos os ajustes que se fazem necessário fazer na lógica do sistema.	

4. Casos de Uso (UCs)

4.1 Realizações de Casos de Uso – Componentes Originais

Caso de Uso (UC)	Descrição
UC01.01	Captura de Dados Ambientais
UC01.02	Processamento das Informações
UC01.03	Emissão de Alertas
UC01.04	Comunicação dos Dados Via Bluetooth
UC01.05	Alimentação do Sistema

4.2 Realizações de Casos de Uso – Componentes Substitutos

Caso de Uso (UC)	Descrição
UC01.01	Captura de Dados Ambientais

UC01.02	Processamento das Informações
UC01.03	Emissão de Alertas
UC01.04	Comunicação dos Dados Via Monitor Serial
UC01.05	Alimentação do Sistema

4.3 Especificações de Caso de Uso – Componentes Originais

- Especificações de Caso de Uso – “001”**

UC01.01		Captura dos Dados Ambientais
Requisitos Relacionados		RF001. Medição de Radiação UV; RF002. Medição de Temperatura.
Descrição		O sistema faz a leitura contínua dos dados ambientais, captando o nível de intensidade da radiação ultravioleta via do Sensor UV ML8511 e também procedendo com registros das condições ambientais de temperatura via Sensor BME280. Estes dados são vitais para que possa ser feita a avaliação da exposição solar do usuário.
Pré-condições		1. Sistema Energizado via bateria LiPo 3.7V); 2. Sensores Conectados e calibrados; 3. Firmware do Arduino LilyPad em execução.
Pós-Condições		Dados ambientais obtidos e anotados para tratamento.
Ator(es)		Nenhum
Fluxo Principal de Eventos	Leitura e Processamento Ambiental	1. O sistema é energizado e os sensores são ativados; 2. O Sensor UV ML8511 inicia a leitura da radiação UV; 3. O Sensor BME280 colhe dados ambientais referentes à temperatura ou umidade do local; 4. Os dados são armazenados na memória do Sistema Embarcado para fins de análise e processamento.
Fluxo de Exceções	E01. Erro em Ler os Sensores	1. O sistema tenta nova leitura após um intervalo; 2. Se persistir, o usuário é notificado via Bluetooth.

- Especificações de Caso de Uso – “002”**

UC01.02		Processamento das Informações
Requisitos Relacionados		RF005. Monitoramento e Comunicação de Dados
Descrição		O sistema trata de processar todos os dados captados, comparando, portanto, os valores medidos com os limites de segurança preestabelecidos, para determinar se é necessário emitir alertas.
Pré-condições		Dados ambientais captados conforme UC01.01
Pós-Condições		1. Se os dados estiverem dentro dos limites, a decisão a ser tomada pelo sistema é continuar monitorando; 2. Se os dados estiverem acima dos limites, a decisão a ser tomada pelo sistema é acionar os alertas.
Ator(es)		Nenhum
Fluxo Principal de Eventos	Estudo de Dados Sensoriais	1. O sistema recebe os dados dos sensores; 2. Compara os valores com os limites seguros; 3. Define o estado do sistema (normal ou em alerta).

Fluxo de Exceções	E02. Dados Inconsistentes	1. O sistema tenta reprocessar os dados no caso destes estarem corrompidos ou não estarem completos; 2. Não tendo êxito, o alerta de erro será enviado via BT.
-------------------	---------------------------	---

• **Especificações de Caso de Uso – “003”**

UC01.03		Emissão de Alertas
Requisitos Relacionados		RF003: Geração de Alerta Visual; RF004: Geração de Alerta Tátil
Descrição		No caso de os dados processados indicarem que os graus de intensidade à radiação UV estejam em estado crítico, então o sistema do dispositivo inteligente irá acionar os seguintes alertas: o LED LilyPad acenderá (alerta visual) e o Módulo de Vibração LilyPad gerará alerta tátil.
Pré-condições		Os dados processados tratam de indicar que os limiares de segurança foram ultrapassados (conforme UC01.02).
Pós-Condições		Alertas visuais e táteis irão ser emitidos, procedendo com a notificação do usuário a respeito da exposição excessiva à radiação ultravioleta (UV).
Ator(es)		Usuário Final
Fluxo Principal de Eventos	Detecção de Excesso e Alerta ao Usuário	1. O sistema procederá com a competente detecção dos valores os quais forem considerados excedentes, ou seja, quando os valores estiverem além dos limites seguros. 2. Aciona o LED LilyPad - ligado ao pino D13 - bem como o Módulo de Vibração LilyPad. 3. O usuário é alertado e irá proceder com a competente adoção de todas as medidas preventivas cabíveis.
Fluxo de Exceções	E03. Falha na Ativação de Alerta e Reenvio via Bluetooth	1. Se o LED ou o módulo de vibração não forem acionados, o sistema registra a falha e tenta reativá-los. 2. Se persistir a inconsistência, um alerta secundário irá ser emitido através de mensagem Bluetooth.

• **Especificações de Caso de Uso – “004”**

UC01.04		Comunicação dos Dados Via Bluetooth
Requisitos Relacionados		RF005. Monitoramento e Comunicação de Dados; RF008. Interface com o Usuário.
Descrição		O sistema trata de transmitir os dados ambientais obtidos (radiação UV, temperatura e umidade) por meio de Módulo Bluetooth HC-05 para um dispositivo móvel, permitindo monitoramento remoto e acesso à interface do usuário.
Pré-condições		O módulo Bluetooth HC-05 está ativado e devidamente emparelhado com o dispositivo móvel.
Pós-Condições		Os dados são transmitidos com sucesso, possibilitando ao usuário poder visualizar remotamente as informações.
Ator(es)		Dispositivo Móvel
Fluxo Principal de Eventos	Detecção e Notificação de Excesso de Valores: Ação	1. O sistema procederá com a competente detecção dos valores os quais forem considerados excedentes, ou seja, quando os valores estiverem além dos limites seguros. 2. Aciona o LED LilyPad - ligado ao pino D13 - bem como o Módulo de Vibração LilyPad.

	de Alerta e Prevenção	3. O usuário é alertado e irá proceder com a competente adoção de todas as medidas preventivas cabíveis.
Fluxo de Exceções	E03. Falha no Alerta e Notificação via Bluetooth	1. Se o LED ou o módulo de vibração não forem acionados, o sistema registra a falha e tenta reativá-los. 2. Se persistir a inconsistência, um alerta secundário irá ser emitido através de mensagem Bluetooth.

- **Especificações de Caso de Uso – “005”**

UC01.05		Alimentação do Sistema
Requisitos Relacionados		RF006. Controle de Alimentação; RF007. Feedback ao Usuário
Descrição		O sistema é alimentado por uma bateria LiPo 3.7V a fim de garantir mobilidade e autonomia ao dispositivo. O sistema também trata de fornecer feedback a respeito do status da energia para o usuário para fins de acompanhamento.
Pré-condições		1. A bateria Li-Po 3.7V permanecerá carregada e conectada de forma correta para seu respectivo funcionamento; 2. O sistema foi iniciado com todos os módulos operantes.
Pós-Condições		O sistema deverá operar ininterruptamente, e o feedback - a respeito do status da alimentação - irá ser disponibilizada para o usuário poder acompanhar.
Ator(es)		Usuário Final
Fluxo Principal de Eventos	Gerenciamento de Energia e Monitoramento da Bateria	1. A bateria Li-Po 3.7V terá a funcionalidade de fornecer energia a todos os componentes do sistema. 2. O sistema fará o monitoramento do consumo energético e opera dentro dos parâmetros definidos. 3. Caso a bateria esteja baixa, o sistema alertará o usuário através de feedback visual ou via aplicativo.
Fluxo de Exceções	E05. Falha de Bateria e Solicitação de Recarga	1. Se a bateria apresentar falha ou estiver descarregada, o sistema irá interromper as operações; 2. Um alerta irá ser emitido com o propósito de solicitar a recarga ou substituição da bateria.

4.4 Especificações de Caso de Uso – Componentes Substitutos

- **Especificações de Caso de Uso – “001”**

UC01.01		Captura dos Dados Ambientais
Requisitos Relacionados		RF001: Medição de Radiação UV (simulada pelo LDR); RF002: Medição de Temperatura (com TMP36).
Descrição		O sistema faz a captação de todos os dados ambientais utilizando um fotoresistor (LDR) para simular a medição de radiação ultravioleta (UV) e o Sensor TMP36 para poder registrar a temperatura ambiente.
Pré-condições		1. Arduino alimentado via USB (5V); 2. Os sensores substitutos conectados e calibrados; 3. O firmware deverá estar em execução.
Pós-Condições		Dados ambientais obtidos e anotados para tratamento.
Ator(es)		Nenhum

Fluxo Principal de Eventos	Aquisição e Armazenamento de Dados Sensoriais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema é energizado e os sensores são ativados; 2. O LDR aufera a intensidade luminosa (Entrada A0); 3. O TMP36 aufera a temperatura (Entrada A1); 4. Os dados são armazenados na memória do Sistema Embarcado para fins de análise e processamento.
Fluxo de Exceções	E01. Erro em Ler os Sensores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se vir a ocorrer inconsistência de leitura de quaisquer sensores, o sistema registrará o erro no Monitor Serial; 2. O sistema tenta nova leitura após um intervalo; 3. Se persistir, o usuário é notificado via Bluetooth.

- **Especificações de Caso de Uso – “002”**

UC01.02		Processamento das Informações
Requisitos Relacionados		RF005. Monitoramento e Comunicação de Dados.
Descrição		O Arduino processará os dados captados dos sensores substitutos, comparando os valores com os limites de segurança para determinar a necessidade de alertas.
Pré-condições		Dados ambientais captados conforme UC01.01.
Pós-Condições		O sistema determinará se os valores medidos indicam condição normal ou exigem a emissão de alertas.
Ator(es)		Nenhum.
Fluxo Principal de Eventos	Recuperação e Análise de Dados Sensoriais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Arduino irá recuperar todos os dados armazenados dos sensores substitutos; 2. Compara os valores com os limites seguros; 3. Define o estado do sistema (normal ou em alerta).
Fluxo de Exceções	E02. Erro na Leitura e Notificação no Monitor Serial	<ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema irá tentar uma nova leitura caso os dados estiverem inconsistentes; 2. Se persistir, uma mensagem de erro irá ser exibida no Monitor Serial.

- **Especificações de Caso de Uso – “003”**

UC01.03		Emissão de Alertas
Requisitos Relacionados		RF003: Geração de Alerta Visual; RF004: Geração de Alerta Tátil
Descrição		Quando os dados processados indicarem níveis críticos, o sistema aciona os alertas: o LED Comum acende e o Motor DC é ativado via Transistor TIP120 para gerar vibração.
Pré-condições		Os dados processados tratam de indicar que os limiares de segurança foram ultrapassados (conforme UC01.02).
Pós-Condições		Alertas visuais e táteis irão ser emitidos, procedendo com a notificação do usuário a respeito da exposição excessiva à radiação ultravioleta (UV).
Ator(es)		Usuário Final
Fluxo Principal de Eventos	Detecção de Excesso e Ativação de Alerta	<ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema procederá com a competente detecção dos valores os quais forem considerados excedentes, ou seja, quando os valores estiverem além dos limites seguros; 2. O sistema acionará o LED Comum (conectado ao pino D13 com resistor de 220Ω); 3. O sistema acionará o Motor CC por meio do Transistor

		TIP120 (pino D3 via resistor de 1k Ω); 4. O usuário recebe os alertas e assim adotará as medidas preventivas cabíveis quando necessárias.
Fluxo de Exceções	E03. Falha na Ativação de Alertas	1. Se o LED ou o Motor CC não forem acionados, o sistema registra a falha no Monitor Serial e tenta reativá-los; 2. Se persistir a falha, um alerta de erro será exibida.

• **Especificações de Caso de Uso – “004”**

UC01.04		Comunicação dos Dados Via Monitor Serial
Requisitos Relacionados		RF005. Monitoramento e Comunicação de Dados;
Descrição		O sistema envia os dados ambientais processados para o Monitor Serial com o fim de permitir que o usuário veja as medições em tempo real, em substituição ao módulo BT.
Pré-condições		1. Arduino conectado via USB (alimentação estável de 5V); 2. Monitor Serial ativado.
Pós-Condições		Os dados irão ser exibidos no Monitor Serial para análise e monitoramento em tempo real.
Ator(es)		Usuário Final
Fluxo Principal de Eventos	Detecção de Excesso e Alerta ao Usuário	1. O Arduino processa os dados dos sensores substitutos. 2. Envia os valores para o Monitor Serial em tempo real. 3. O Monitor Serial exibe os dados para o usuário.
Fluxo de Exceções	E04. Falha na Transmissão e Restabelecimento de Conexão	1. Se ocorrer inconsistência na transmissão, o sistema irá tentar restabelecer a conexão; 2. Se persistir a inconsistência, uma mensagem de erro irá ser exibida no Monitor Serial.

• **Especificações de Caso de Uso – “005”**

UC01.05		Alimentação do Sistema
Requisitos Relacionados		RF006. Controle de Alimentação; RF007. Feedback ao Usuário
Descrição		No ambiente de simulação, o sistema será alimentado pela fonte de 5V do Arduino, garantindo a operação contínua e estável dos componentes substitutos.
Pré-condições		1. Arduino conectado via USB, fornecendo 5V estáveis; 2. Os sensores e atuadores substitutos estão conectados de forma regular e correta.
Pós-Condições		O sistema operará de forma contínua, e o feedback sobre o status de alimentação irá ser exibido por meio do Monitor Serial, se estiver devidamente configurado.
Ator(es)		Usuário Final
Fluxo Principal de Eventos	Fornecimento de Energia e Operação Contínua	1. O Arduino fornece energia de 5V a todos os componentes eletrônicos substitutos usados no projeto. 2. O sistema mantém a operação estável e contínua. 3. As leituras e os alertas irão ser processados e exibidos conforme esperado.
Fluxo de Exceções	E05. Falha na Alimentação e Interrupção de	1. Se ocorrer quaisquer tipos de instabilidade na hora de fazer a alimentação oriundo de desconexão USB, o sistema irá interromper temporariamente as operações;

	Operações	2. Um alerta de falha será exibido no Monitor Serial;
--	-----------	---

5. Diagramas

5.1 Diagrama de Caso de Uso

Descrição	Imagem
<p>O diagrama de casos de uso do projeto da UVTrack, especificamente neste sistema, representa as principais interações entre o Usuário e os módulos - que fazem parte deste presente sistema - de modo a poder descrever os fluxos funcionais vitais para a operação do dispositivo desenvolvido.</p> <p>Em suma, este diagrama proporciona uma visão estruturada do fluxo operacional do sistema, pois destaca as codependências entre os casos de uso e permitindo uma análise clara de todas as funcionalidades que estão sendo implementadas.</p>	
Link para acessar a imagem em maior tamanho: clique aqui!	

5.2 Diagrama de Classes

Descrição	Imagem
<p>O diagrama de classes representa toda a estrutura lógica do sistema, pois detalha as entidades desenvolvidas, bem como os seus atributos, métodos e as relações que há entre os componentes.</p> <p>Em suma, este diagrama proporciona uma visão bem lustrada acerca da organização das classes e seus relacionamentos, pois ele garante uma estrutura modular e bem definida com o propósito de proceder com a implementação do sistema.</p>	
Link para acessar a imagem em maior tamanho: clique aqui!	

6. Apêndice

6.1 Links importantes

- Datasheet Arduino Lilypad ([Clique Aqui](#))
- Checklist para Revisões de Especificação de Requisitos ([Clique Aqui](#))