

A Proposal Project for a PROJETO INTEGRADOR 6:

Gustavo Souto Silva de Barros Santos (gustavo.santos@novaroma.edu.br)

João Lucas Camilo (lucascamilo373@gmail.com)

Luiz Felipe Silva (luiz.silva1@novaroma.edu.br)

Nicolas Sá Simões (nicolassasimoes1@gmail.com)

Supervisor Professor: MSC Claudio Pereira da Silva

(profclaudiosilva@gmail.com)

Faculdade Nova Roma

1 Project Description

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 dos 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 trabalhadores ao ar livre sob radiação solar.

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 dia a dia, práticas desportivas ao ar livre, até campanhas de conscientização sobre doenças dermatológicas, como o câncer de pele, de modo a reforçar o uso de tecnologias vestíveis como ferramentas de bem-estar e prevenção.

2 Project Scope

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:

- **Sensores de Radiação UV e Temperatura:** O boné inteligente será equipado com sensores para permitir a medição precisa da radiação ultravioleta e da temperatura ambiente, com o fito de poder proceder com o monitoramento contínuo das condições de exposição solar.
- **Microcontrolador:** O dispositivo contará com um microcontrolador o qual será o responsável por seguir com o processamento dos dados capturados pelos sensores, além de permitir o gerenciamento da 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, para dar alertas ao usuário, de modo eficiente e eficaz, acerca dos níveis de exposição elevados.
- **Fonte de Alimentação:** O boné será mantido por fontes de energia portátil e eficiente para assegurar o funcionamento contínuo.

O desenvolvimento do software abrangerá as seguintes funcionalidades:

- **Aquisição e Processamento de Dados:** A competência de coletar e analisar dados de radiação ultravioleta (UV) e temperatura serão dos algoritmos, pois o sistema terá o encargo 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 emitirá notificação aos usuários, via sinais vibratórios ou visuais, quando a regra de radiação UV ou temperatura estiverem além limites de segurança previamente fixados.
- **Interface do Usuário:** Uma interface digital e intuitiva será criada e desenvolvida de modo a ser acessível, por meio de dispositivo móvel ou plataforma web, possibilitando que o usuário possa visualizar os dados de exposição solar em tempo real, além de poder ter acesso às informações sobre o histórico de suas exposições.

- **Armazenamento de Dados:** O sistema irá conceder a permissão ao usuário que possa ser feito o armazenamento de dados históricos de exposição solar, concedendo-o a fazer consultas ou análises de seus respectivos padrões de exposição ao longo do tempo.
- **Integração com Plataforma Digital:** O dispositivo inteligente irá ser perfeitamente apto a se conectar a aplicativos móveis ou plataformas web para fins de que se possa ter visualização remota dos dados, bem como a personalização das configurações do sistema.

O projeto ainda contemplará 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 UV 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 fins de prognósticos analíticos, ou seja, para prever os padrões de exposição solar ou sugerir ações personalizadas com base no comportamento pretérito do usuário.
- **Integração com Sistemas de Saúde:** O boné não integrará dados com repositórios médicos ou sistemas de monitoramentos clínicos, limitando-se apenas a alertar e conscientizar o usuário.
- **Recursos Avançados de Conectividade:** Não irão ser incluídas as funcionalidades de comunhão de dados em tempo real no projeto, ou seja, terceiros interessados ou quaisquer instituições de saúde não terão acesso aos dados coletados pelo dispositivo.

3 Project Team Members

A equipe de criação e desenvolvimento do projeto UVTrack é composta por 4 (quatro) membros, onde cada um irá desempenhar funções estratégicas e complementares, assegurando, desta forma, uma execução eficiente, eficaz, coesa e tecnicamente sólida em todas as etapas do projeto:

- Gustavo Souto Silva de Barros Santos (G) - Graduando em Bacharelado em Ciência da Computação pela Faculdade Nova Roma (FNR), é o responsável pela elicitação, modelagem e rastreabilidade dos RFs e RNFs, além de produzir e manter atualizada a documentação técnica do projeto (Especificações de caso de uso, relatórios técnicos, matriz de rastreabilidade e diagramas do sistema, além de garantir o alinhamento entre escopo, requisitos e entregas técnicas de modo a proporcionar a consistência e clareza em todas as fases do ciclo de vida do projeto.
- João Lucas Camilo (J) – Graduando em Bacharelado em Ciência da Computação pela Faculdade Nova Roma (FNR), é o encarregado pela criação e desenvolvimento da programação embarcada do sistema, ou seja, será o responsável pelo código-fonte o qual irá permitir a aquisição de dados, bem como pela lógica de processamento e acionamento de alertas. Além disso, tem a responsabilidade de conduzir todos os testes funcionais e de integração, assegurando o correto comportamento do sistema sob diferentes condições operacionais. Atuará na calibração dos sensores, ajustes de *thresholds* e otimização da resposta do sistema.
- Luiz Felipe Silva (L) – Graduando em Bacharelado em Ciência da Computação pela Faculdade Nova Roma (FNR), é o responsável por liderar o projeto em seu aspecto técnico e estrutural, onde este membro definirá a arquitetura do sistema embarcado, bem como especificará não só os componentes e validar a viabilidade de integração como também supervisionará o desenvolvimento físico e lógico da solução. Irá atuar também como ligação entre os objetivos do projeto e as decisões de engenharia, garantindo, desta forma, a perfeita aderência aos requisitos técnicos e às boas práticas de desenvolvimento.
- Nicolás Sá Simões (N) – Graduando em Bacharelado em Ciência da Computação pela Faculdade Nova Roma (FNR), é o responsável pela montagem prática e integração dos componentes com a tecnologia vestível acoplada ao boné, bem como assegurar que a disposição física dos módulos respeite critérios de conforto, segurança e usabilidade. Ademais, cuidará da ergonomia do produto, da estabilidade dos circuitos e do nível de resistência mecânica do protótipo. Por fim, fará testes de campo voltados à avaliação do design e da experiência do usuário.

4 Device Functionality and Design

4.1 Modelagem Arquitetural

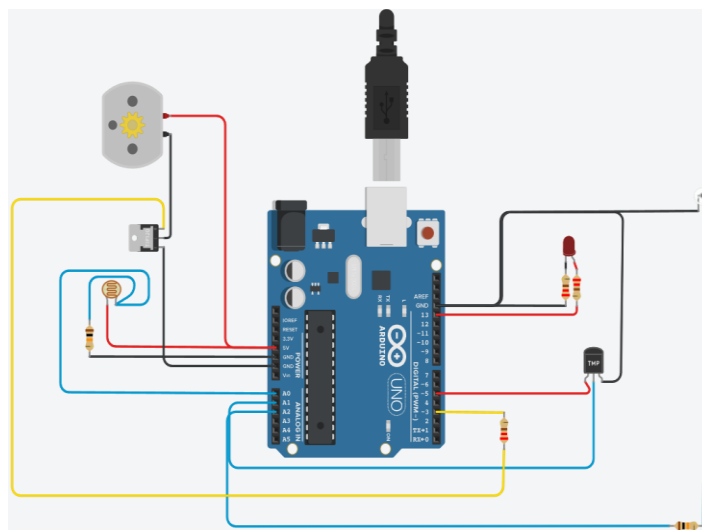
A modelagem arquitetural do UVTrack descreve a organização funcional dos componentes do sistema, evidenciando a forma como microcontrolador, sensores, atuadores e módulos de comunicação interagem. Seu objetivo é representar, de forma clara, o fluxo de dados desde a captação (radiação UV e

temperatura), passando pelo processamento no microcontrolador, até a geração de alertas ao usuário.

A arquitetura se estrutura em três camadas: sensoriamento, processamento e atuação. Essa divisão facilita a compreensão do comportamento do sistema, tanto na implementação física quanto na simulação no Tinkercad, servindo como base para montagem, testes e validações.

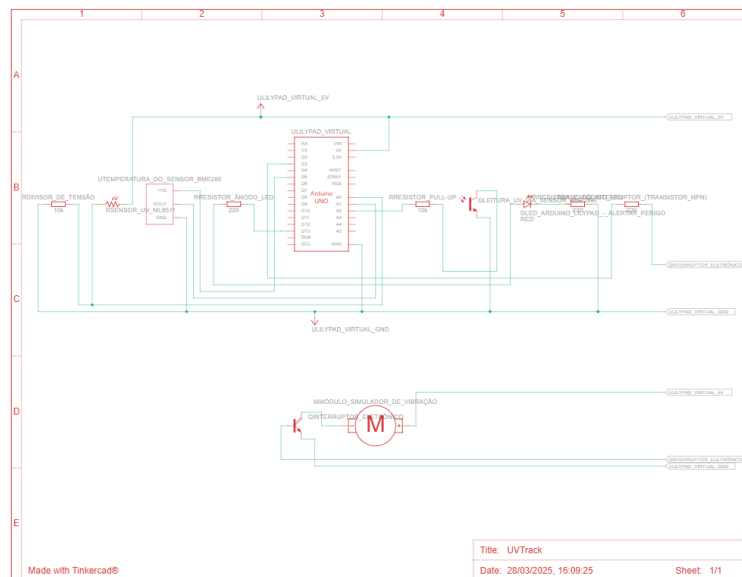
4.1.1 Arquitetura do Circuito UVTrack via TinkerCad

A imagem abaixo apresenta um circuito eletrônico o qual foi especialmente desenvolvido a fim de produzir um Boné Inteligente para Monitoramento da Exposição Solar (UVTrack), fazendo o uso de Arduino Uno R3 como unidade de processamento central. O circuito integra sensores, atuadores e componentes auxiliares para auferir a radiação UV e assim dar um alerta ao usuário a respeito dos níveis elevados de estar exposto ao sol.



4.1.2 Vista Esquemática do Circuito UVTrack via Tinkercad

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.



4.2 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.

4.2.1 Sistemas inteligentes wearable (Computação Vestível)

Diz respeito a tecnologia *wearable computing*, pois é uma inovação *tech* de fácil otimização ou integração de componentes aos acessórios de uso cotidiano, ou seja, irá permitir o uso competente de funcionalidades inteligentes busca manter o conforto ou usabilidade do produto, que, no caso do projeto, será a incorporação dos sensores e atuadores ao boné.

4.2.2 Dispositivos Computacionais Autônomos (Sistemas Embarcados)

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

4.2.3 Codificação para Sistemas Integrados (Programação Embarcada)

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.

4.2.4 Estudo e Previsão do Comportamento 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 ter a implementação física no boné, garantindo assim a sua funcionalidade e confiabilidade.

4.3 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 é que os componentes eletrônicos estão compondo o sistema descrito.

4.3.1 Microcontroladores

- **Componente Original:**

Arduino LilyPad

Consiste em um dispositivo programável de baixo consumo energético projetado especialmente para ser usado em aplicações vestíveis. Isso se dá em razão de que o microcontrolador irá atuar como o núcleo do sistema, ou seja, processará os dados do sensor UV e assim irá poder realizar o controle dos atuadores (LEDs e motor de vibração).

- **Componente Substituto (Simulação Tinkercad):**

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 seja feita a simulação. Portanto, o Uno R3 foi usado 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.

4.3.2 Sensoriamentos

- **Componente Original:**

- 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.

- **Componente Substituto (Simulação Tinkercad):**

- Sensor TMP36 + Fotorresistor (LDR)**

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

- Na simulação feita no ambiente da plataforma Tinkercad, o sensor UV foi substituído por uma fotocélula (LDR), a qual reage ao nível de intensidade luminosa. Essa substituição permite simular a entrada analógica correspondente à variação de luz solar no circuito do sistema.

4.3.3 Atuadores e Feedback ao Usuário

- **Componentes Originais:**

- Módulo de Vibração LilyPad**

- 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 RGB 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:

- Verde – Baixo;
- Amarelo – Moderado;
- Vermelho – Alto.

• **Componentes Substitutos (Simulação TinkerCad):**

Motor CC Pequeno

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 prefixado 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 eletrônico atua como um interruptor para controlar o motor CC. O Arduino não fornece corrente suficiente para ligar diretamente o motor, então o TIP120 permite que o motor seja acionado, de modo controlado pelo pino D3 do Arduino, recebendo um sinal de ativação via resistor de $1k\Omega$. A razão de usar este componente é porque a plataforma não há em seu acervo componente equivalente em sua lista de circuitos.

LED Comum

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.

4.3.4 Fontes de Alimentação e Gerenciamento de Energia

• **Componente Original:**

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 o 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, prolongando a vida útil dos componentes e assim podendo garantir seu funcionamento seguro e eficiente.

- **Componente Substituto (Simulação Tinkercad):**

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.

4.3.5 Conectividade e Fiação

- **Componentes Originais:**

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.

- **Componentes Substitutos (Simulação TinkerCad):**

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 o Módulo Bluetooth HC-05 não está disponível na lista de componentes da plataforma do Tinkercad.

• Componentes em Comum (Originais e Substitutos):

Jumpers Macho e Fêmea

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:

- Verde – Alimentação (VCC/5V);
- Preto – Terra (GND);
- Azul - Sinais de entrada/saída.

Cabos Jacarés

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.

- Verde – Alimentação (VCC/5V);
- Preto – Terra (GND);
- Azul - Sinais de teste ou verificação.

4.4 Módulos do Sistema

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.

4.4.1 Módulo de Sensoriamento

Responsável por captar a intensidade da radiação UV no ambiente. Usa um **sensor UV ML8511/BME280** (Simulado com fotoresistor) o qual converterá os níveis de radiação UV em um sinal elétrico proporcional ao nível de exposição,

assegurando medições precisas para a tomada de decisão no sistema.

4.4.2 Módulo de Processamento

Composto pelo Arduino LilyPad (Simulado no TinkerCad 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.

4.4.3 Módulo de Alerta ao Usuário

Atua na notificação do usuário sobre os graus de intensidade da radiação Ultravioleta via 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).

4.4.4 Módulo de Alimentação

Fornece energia para todo o sistema. Usa uma bateria recarregável, limitada para dispositivos vestíveis, garantindo autonomia suficiente para longos períodos sem comprometer a leveza e o conforto do boné.

4.5 Mechanical Design (Design Mecânico)

O design mecânico do boné inteligente foi desenvolvido com foco em ergonomia, usabilidade e integração eficiente dos componentes eletrônicos. A disposição dos sensores foi planejada para garantir exposição ideal à luz solar, sem obstruções, enquanto os atuadores (LED RGB e motor de vibração) foram posicionados estrategicamente para proporcionar feedback claro e imediato ao usuário.

Todos os módulos são fixados de forma que não comprometam o conforto nem a mobilidade do boné, utilizando suporte leve e discreto. O encapsulamento dos circuitos protege os componentes contra impactos leves e condições ambientais, respeitando a flexibilidade do tecido.

Modelos tridimensionais foram utilizados para validar o posicionamento e dimensionamento dos elementos embarcados, garantindo que o sistema se mantenha funcional e esteticamente integrado à peça de vestuário.



4.6 Safety and Security Items (Itens de Segurança e Confiabilidade)

Esta seção trata de descrever os mecanismos implementados no UVTrack a fim de poder garantir a segurança operacional do sistema e a confiabilidade das informações coletadas. Considerando que o boné inteligente irá operar de forma contínua em ambientes externos e irá expor o usuário a alertas os quais estarão relacionados à sua respectiva saúde, então foram adotadas medidas que irão assegurar o funcionamento preciso dos sensores, a integridade dos dados e a proteção dos componentes eletrônicos.

As práticas de segurança irão incluir autotestes de inicialização, calibração periódica dos sensores, mecanismos de proteção contra variações elétricas e estratégias de economia de energia. Adicionalmente, o sistema oferece redundância visual para notificação de falhas e permite desativação manual dos alertas, assegurando maior controle ao usuário em situações específicas. Essas medidas garantem que o dispositivo opere de forma estável, segura e com alto grau de confiabilidade, tanto durante testes quanto em uso real.

4.6.1 Autoteste na Inicialização

Na inicialização do sistema, o microcontrolador (Arduino LilyPad ou Uno R3) executa um trecho de código que verifica a resposta dos sensores UV e de temperatura (ML8511/BME280 ou TMP36), bem como dos atuadores (LED RGB e motor de vibração). Essa rotina garante que todos os módulos estejam operacionais antes do início do monitoramento.

4.6.2 Calibração Periódica dos Sensores

A estabilidade das leituras é mantida por meio de parâmetros definidos no código-fonte, baseados no comportamento do sensor UV (ML8511) e do sensor de temperatura (TMP36). Caso os dados recebidos apresentem desvio constante, o sistema pode alertar o usuário sobre a necessidade de calibração.

4.6.3 Otimização do Consumo Energético

O firmware embarcado no microcontrolador aplica lógica condicional e temporizações para reduzir leituras desnecessárias. Os componentes com maior consumo — como o motor vibratório e os LEDs — permanecem desativados até que os sensores ultrapassem os limiares definidos. A bateria

Li-Po 3,7V, associada ao regulador de tensão, assegura eficiência no fornecimento de energia.

4.6.4 Proteção contra Picos de Tensão

O circuito conta com regulador de tensão específico para estabilizar a alimentação dos sensores, do microcontrolador e dos atuadores. Esse componente evita que picos de corrente danifiquem os elementos do sistema, prolongando sua vida útil e aumentando a confiabilidade do boné.

4.6.5 Ativação Manual de Alertas

O firmware pode ser programado para desativar os alertas vibratórios e luminosos via comando serial (na simulação) ou através de botão físico em versões futuras. Essa função permite ao usuário silenciar os avisos em situações controladas, sem interromper a coleta de dados.

4.6.6 Condições Precisas com Margem de Erro Controlada

Os sensores utilizados foram selecionados pela sua precisão: o ML8511 apresenta alta sensibilidade à radiação UV e o TMP36 possui margem de erro de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Esses dispositivos garantem que as informações geradas tenham confiabilidade suficiente para uso pessoal e profissional.

4.6.7 Detecções de Falhas com Feedback Visual

O LED RGB também atua como indicador de falhas. Em caso de ausência de resposta dos sensores ou valores fora da faixa esperada, o sistema altera o padrão de cor para sinalizar erro, permitindo que o usuário reconheça imediatamente a anomalia.

4.6.8 Testes Funcionais e de Campo

Os testes foram realizados inicialmente no ambiente virtual Tinkercad, com substituições apropriadas (LDR no lugar do ML8511, LED comum no lugar do RGB LilyPad). Em seguida, o protótipo físico será validado com os componentes originais, testando o comportamento do sistema em diferentes condições ambientais.

4.7 Diagramas

Os diagramas desenvolvidos no projeto UVTrack têm como finalidade representar de forma clara a estrutura, o comportamento e as interações do sistema. Eles auxiliam na validação da arquitetura e no alinhamento entre a modelagem teórica e a implementação prática.

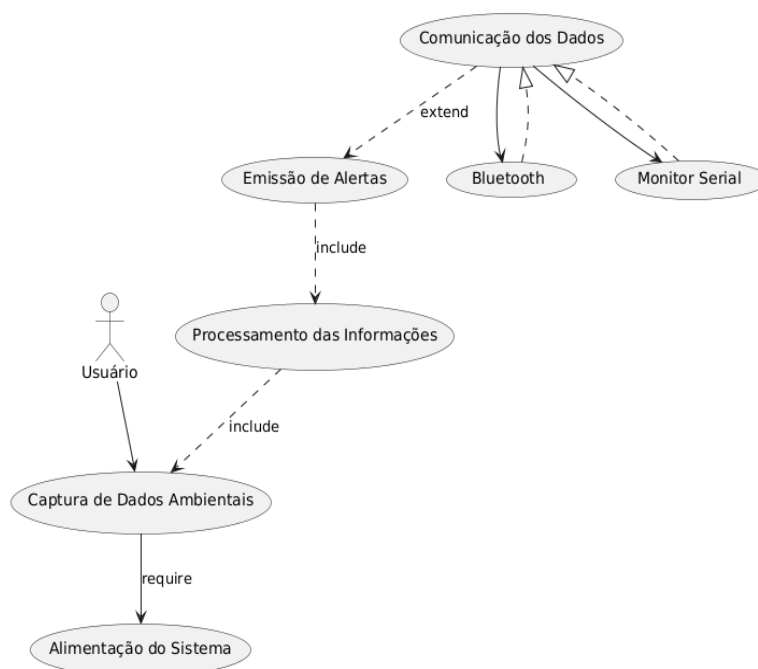
Entre os principais, estão os **diagramas de caso de uso**, que ilustram as ações do usuário sobre o sistema; os **diagramas de classes**, que organizam

logicamente os elementos do software. Essas representações visuais são essenciais para documentação, testes e expansão futura do projeto.

4.7.1 Diagrama de Caso de Uso

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.

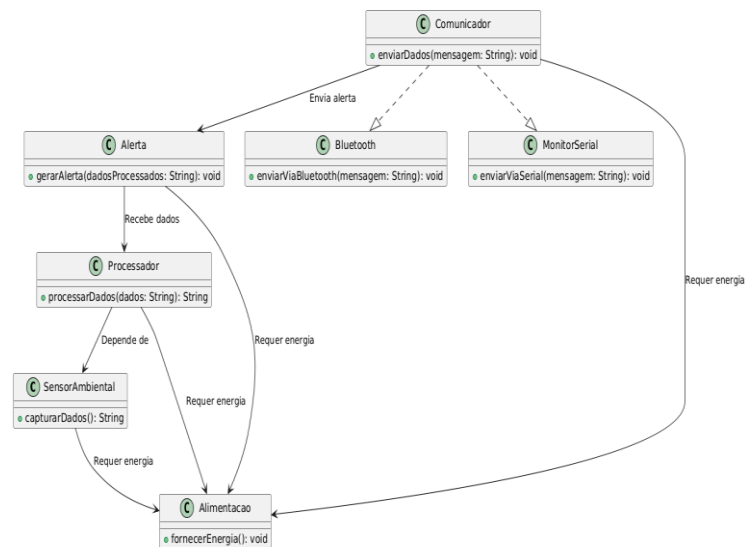
Em suma, este diagrama proporciona uma visão estruturada acerca do fluxo de operação do sistema, pois destaca bem as codependências entre os casos de uso e assim permite que seja feita uma análise clara de todas as funcionalidades as quais estão sendo implementadas.



4.7.1 Diagrama de Caso de Uso

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.

Em suma, este diagrama proporciona uma visão bem ilustrada acerca da organização das classes e seus relacionamentos, pois ele garante uma estrutura modular definida com o fim de implementar o sistema.



5 Project Schedule

O cronograma de execução do projeto UVTrack foi estruturado para abranger, de forma sequencial e integrada, todas as etapas necessárias ao desenvolvimento de um dispositivo vestível funcional e confiável.

Com início em 10 de março de 2025 e término previsto para 15 de junho de 2025, o planejamento contempla desde a elaboração da documentação técnica até a entrega do protótipo físico validado, respeitando todos os marcos de acompanhamento e controle de progresso. Segue, abaixo, tanto o resumo do cronograma tabelado quanto o detalhamento das fases principais do projeto.

Resumo do Cronograma	
Etapa	Período
Início do Projeto	10/03/2025
Documentação Técnica	10/03/2025 - 25/03/2025
Simulação no TinkerCad	26/03/2025 - 05/04/2025
Prototipagem Física	06/04/2025 - 30/05/2025
Testes e Validações	01/06/2025 - 10/06/2025
Finalização e Entrega	11/06/2025 - 15/06/2025

5.1 Fase 1 - Elaboração e Planejamento Inicial

Esta etapa foi dedicada à definição dos objetivos do projeto, identificação do problema a ser resolvido, estruturação conceitual da solução proposta e

formalização das funções de cada membro da equipe. Também foram definidos os prazos, escopo, entregáveis e delimitações técnicas iniciais, considerando o contexto de um dispositivo inteligente de uso vestível voltado à monitoração da radiação solar.

5.2 Fase 2 - Desenvolvimento da Documentação Técnica

Compreendeu a elaboração do Documento de Especificação de Software, contendo desde os objetivos, escopo e definição de personas até a modelagem arquitetural do sistema, detalhamento dos componentes eletrônicos, regras de negócio, requisitos funcionais e não funcionais, casos de uso e descrição dos fluxos operacionais. Esta etapa foi fundamental para assegurar o alinhamento técnico da solução e fornecer base para o desenvolvimento prático.

5.3 Fase 3 - Prototipagem Virtual

A estrutura lógica do sistema foi modelada e testada na plataforma Tinkercad, utilizando componentes equivalentes para simular o comportamento real do circuito. O Arduino Uno R3, a LDR e o LED comum foram empregados como substitutos funcionais do Arduino LilyPad, do sensor UV ML8511 e do LED RGB LilyPad, respectivamente. Essa etapa teve como foco validar a arquitetura de funcionamento, os limiares de leitura e os acionamentos de resposta do sistema.

5.4 Fase 4 - Implementação do Protótipo Físico

Envolverá a aquisição dos componentes originais, montagem do circuito sobre a base mecânica do boné e implementação do firmware no microcontrolador Arduino LilyPad. Os testes de bancada serão regularmente conduzidos para verificar a aderência funcional entre o projeto físico e a lógica previamente simulada, além de proceder com a avaliação de aspectos como ergonomia, estabilidade dos dados e resposta dos atuadores sob condições reais.

5.5 Fase 5 - Testes e Validações

A funcionalidade do dispositivo irá ser submetida a testes em ambientes externos controlados, visando verificar a precisão dos sensores, eficiência da comunicação e confiabilidade das rotinas de segurança. Irão ser testadas situações como exposição prolongada ao sol, acionamentos repetitivos dos alertas e comportamento sob diferentes níveis de radiação e temperatura.

5.6 Fase 6 - Entrega Final e Apresentação

Quando for concluída a fase de testes do boné inteligente, então a versão final do relatório técnico, bem como do material de apresentação, irão ser elaboradas. Incluir-se-á, também, a consolidação dos dados experimentais, análise crítica do desempenho do sistema e proposta de melhorias para versões futuras. A entrega irá compreender a documentação completa,

protótipo funcional e exposição oral dos resultados obtidos.

6 Budget

A estimativa de custos dos componentes eletrônicos a serem usados no projeto é uma etapa vital para o planejamento e viabilidade do boné inteligente. Esta análise permitirá avaliar o investimento necessário para aquisição de cada item, considerando a funcionalidade, compatibilidade e qualidade de todos os elementos envolvidos. Os valores atribuídos foram cotados com base no mercado, levando em conta a disponibilidade local (Município do Recife).

A seguir, uma tabela detalhada irá ser apresentada com todos os principais componentes usados no projeto, tanto em sua versão original quanto com os respectivos substitutos simulados no TinkerCad. A tabela contém informações como nome do componente, quantidade necessária, preço unitário, fabricante, fornecedor, descrição técnica e o custo total por item. Isso visa garantir a total transparência no levantamento do orçamento, servindo de referência para futuras etapas de aquisição e montagem do protótipo.

6.1 Componentes Originais

CE	QTD	PUO	FBC	FNCD	Descrição	CT (R\$)
Arduino Lilypad	1	95,00	Arduino	FilipeFlop	Placa	95,00
Sensor UV ML8511	1	48,90	ROHM	Curto Circuito	Detector UV	48,90
Sensor BME280	1	32,90	Bosch Sensortec	FilipeFlop	Sensor	32,90
Módulo de Vibração Lilypad	1	34,90	SparkFun	Robocore	Atuador	34,50
LED RGB Lilypad	1	12,00	SparkFun	FilipeFlop	LED RGB	12,00
Bateria Li-Po 3.7V 850mAh	1	39,90	DFRobot	Curto Circuito	Bateria Recarregável	39,90
Regulador de Tensão 3.3V	1	8,90	SparkFun	FilipeFlop	Estabilizador de Tensão	8,90
Módulo Bluetooth HC-05	1	29,90	CSR	Curto Circuito	Comunicador	29,90
Cabos e Jumpers Diversos	1 kit	10,00	Genérico	Mercado Local	Fio e Conexões	10,00
CTG (R\$) →						312,00
Observações importantes						

Siglas da Tabela:
CE (Componentes Eletrônicos), QTD (Quantidade), PUO (Preço Unitário Orçado), FBC (Fabricante), FNCD (Fornecedor), CT (Custo Total), CTG (Custo Total Geral)

6.2 Componentes Substitutos

CE	QTD	PUO	FBC	FNCD	Descrição	CT (R\$)
Arduino Uno R3	1	74,90	Arduino	FilipeFlop	Placa	74,90
Sensor Temperatura TMP36	1	6,90	Analog Devices	FilipeFlop	Sensor	48,90
LED 5mm (Comum)	1	0,50	Genérico	Mecado Local	Emissor	0,50
Motor CC (Pequeno)	1	5,90	Genérico	Mercado Local	Atuador	5,90
Fonte 5V integrada (IDE)	-	-	-	-	Fonte Virtual	-
Comunicação Via Serial	-	-	-	-	Comunicador Virtual	-
CTG (R\$) →						88,00
Observações importantes						
Siglas da Tabela:						
CE (Componentes Eletrônicos), QTD (Quantidade), PUO (Preço Unitário Orçado), FBC (Fabricante), FNCD (Fornecedor), CT (Custo Total), CTG (Custo Total Geral)						

7 Appendix

7.1 Links importantes

- Repositório GitHub ([Click Aqui!](#))
- Datasheet Arduino Lilypad ([Click Aqui!](#))
- Documento de Especificação de Software - Versão 1.5 ([Click Aqui!](#))
- Checklist para Revisão de Especificação de Requisitos ([Click Aqui!](#))