

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO- CAMPUS TUPÃ
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À ELETRÔNICA**

MATHEUS FELIPE ROCHA JUY

**MEDIDOR CLIMÁTICO PORTÁTIL: UMA FORMA FÁCIL DE SE OBTER INFORMAÇÕES
PRECISAS DO AMBIENTE E CLIMA EM LOCAIS SEM REDE MÓVEL OU WI-FI.**

**TUPÃ
2024**

MATHEUS FELIPE ROCHA JUY

**MEDIDOR CLIMÁTICO PORTÁTIL: UMA FORMA FÁCIL DE SE OBTER INFORMAÇÕES
PRECISAS DO AMBIENTE E CLIMA EM LOCAIS SEM REDE MÓVEL OU WI-FI.**

Projeto de Pesquisa apresentado à 14^a Bragantec do Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de São Paulo- Campus Bragança Paulista.

Orientador: Rui Bertho Junior

**TUPÃ
2024**

SUMÁRIO:

1. Introdução	1
2. Objetivos	2
2.1 Objetivo Geral	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. Material e Métodos	3
4. Resultados e Discussão	7
5. Conclusão	11
6. Referências	12
7. Anexos	13



RESUMO:

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um medidor climático portátil, destinado à coleta e análise de dados climáticos e ambientais, com o propósito de auxiliar indivíduos sem acesso a redes Wi-Fi ou cobertura de telefonia móvel. O dispositivo será projetado para ser de fácil transporte e terá baixo custo de produção, permitindo sua utilização em ambientes adversos, como áreas rurais afastadas de centros urbanos ou regiões sem infraestruturas tecnológicas de comunicação.

O medidor será capaz de capturar dados referentes a parâmetros como temperatura, umidade do ar, umidade do solo e luminosidade ambiente, por meio de sensores dedicados. Além disso, o projeto incluirá o desenvolvimento de um aplicativo compatível com o sistema operacional Android, que permitirá a visualização dos dados captados. A transmissão das informações entre o medidor e o dispositivo Android será realizada via comunicação Bluetooth, garantindo a conectividade mesmo em locais sem acesso à internet. As informações serão exibidas de forma clara e acessível, utilizando unidades de medida convencionais, como graus Celsius e porcentagens. O usuário terá a possibilidade de conectar ou desconectar o medidor a qualquer momento, conforme necessário.

Para garantir a durabilidade e facilitar o transporte do equipamento, o medidor será encapsulado em uma carcaça fabricada em impressora 3D, que protegerá os componentes eletrônicos, incluindo os sensores, o microcontrolador e a bateria de 9 volts, responsável pela alimentação do sistema. Esse dispositivo será particularmente útil em locais como hortas, floriculturas e outras áreas agrícolas, fornecendo dados essenciais para a tomada de decisões relativas ao manejo do ambiente e das condições climáticas locais.

O projeto pretende, assim, oferecer uma solução prática e precisa para o monitoramento climático em regiões desprovidas de conexão à internet ou com dados climáticos insuficientes. Dessa forma, o medidor climático portátil contribuirá para o aprimoramento do processo de tomada de decisões relacionadas ao ambiente, com impactos positivos em diversas atividades, como agricultura e floricultura, ao fornecer dados confiáveis e em tempo real para os usuários.

TUPÃ
2024



1. INTRODUÇÃO:

Desde os primórdios da civilização, o ser humano tem demonstrado uma preocupação constante em observar e compreender os elementos climáticos, como luminosidade, temperatura e umidade. A criação de modelos que descrevem as variações nas condições climáticas, baseados em sensores, depende da contínua e extensa exploração do ambiente, com observações muitas vezes viabilizadas por tecnologias que requerem conexão à internet. As análises de dados e o sensoriamento remoto visam detectar e identificar fenômenos ambientais importantes. Uma vez identificados, esses dados são utilizados para solucionar problemas como, por exemplo, a escassez de água no solo (Estes et al., 1983; Haack et al., 1997).

O sensoriamento remoto (SR) é descrito por Novo (2010) como uma técnica que permite a obtenção e transmissão de dados à distância, facilitando o acesso a informações por meio de sensores. No contexto rural, essas tecnologias são particularmente valiosas, pois não dependem de conexão à internet para operar. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), aproximadamente 9 milhões de domicílios rurais no Brasil, ou 22% do total, ainda não possuem acesso à internet, embora esse número tenha representado uma melhora em relação aos 65% observados em 2016.

Apesar desse avanço, o cenário atual ainda exige melhorias significativas para garantir o acesso à internet a uma parcela maior da população, especialmente em áreas mais isoladas. A falta de conectividade nessas regiões limita o uso de tecnologias que poderiam impulsionar a produção agrícola, melhorar o consumo e até mesmo aumentar a renda familiar. Desta forma, é fundamental a implementação de soluções tecnológicas que independam de conexão à internet, possibilitando que essas populações se beneficiem de ferramentas que promovam o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental.

Os dispositivos portáteis com sensores, possuem a capacidade de medir variáveis como temperatura, umidade do ar, luminosidade e umidade do solo, e podem ser usados para fornecer

informações em tempo real, permitindo que agricultores tomem decisões mais informadas sobre irrigação, plantio e colheita. O uso de tecnologias móveis na agricultura familiar tem o potencial de aumentar significativamente a produtividade, ao mesmo tempo em que reduz o desperdício de recursos naturais, como água e energia. Em regiões onde a conexão à internet é limitada, dispositivos que operam via Bluetooth ou outras tecnologias de curta distância são capazes de preencher essa lacuna tecnológica, oferecendo uma alternativa viável para a gestão ambiental.

Nesse contexto, é imprescindível que tecnologias como esta possam ser acessíveis e de baixo custo para populações rurais. Tais esforços não apenas promoverão maior inclusão tecnológica, mas também impulsionarão a resiliência das comunidades frente aos desafios climáticos e tecnológicos. A integração de novas tecnologias no cotidiano rural pode ser um caminho para reduzir desigualdades e promover o desenvolvimento sustentável.

2. OBJETIVOS:

2.1 Objetivo Geral:

O presente projeto tem como objetivo principal desenvolver um medidor climático portátil, inovador e de baixo custo, capaz de coletar e analisar dados climáticos e ambientais de forma precisa e prática. O dispositivo visa auxiliar indivíduos em regiões sem acesso a sinais de Wi-Fi ou redes móveis, contribuindo para a tomada de decisões relacionadas ao clima e ao ambiente.

2.2 Objetivos Específicos:

- Projetar e construir um dispositivo portátil baseado em uma plataforma Arduino, equipado com sensores para medição de temperatura, umidade do ar, umidade do solo e luminosidade ambiente.



- Desenvolver um aplicativo para dispositivos Android que se comunique com o medidor climático via tecnologia Bluetooth, proporcionando ao usuário uma visualização intuitiva e de fácil interpretação dos dados coletados.
- Tornar o dispositivo portátil utilizando impressora 3D para acoplar todos os componentes do medidor (sensores, Arduino e bateria) além de plataformas feitas em corte a laser para comportar todos os itens, procurando ter como resultado em uma carcaça resistente e leve, garantindo durabilidade, proteção dos componentes e facilidade de transporte.
- Assegurar que o medidor opere de forma eficiente utilizando uma bateria de 9 volts, garantindo uma operação estável e contínua por longos períodos.
- Realizar testes e validações em ambientes adversos, como hortas, floriculturas e plantações, de modo a assegurar a precisão, confiabilidade e robustez dos dados coletados em condições reais de uso.
- Facilitar a compreensão dos dados pelos usuários, disponibilizando as informações no aplicativo em unidades de medida claras e acessíveis, como graus Celsius e porcentagens.
- Oferecer uma solução tecnológica acessível e de baixo custo, destinada a indivíduos e comunidades em áreas remotas ou sem infraestrutura de comunicação, que necessitam de dados climáticos confiáveis para a tomada de decisões ambientais e agrícolas.

3. MATERIAL E MÉTODOS:

Inicialmente, foi necessário realizar uma pesquisa detalhada para identificar os componentes de hardware mais adequados ao desenvolvimento do projeto, incluindo o microcontrolador Arduino e sensores específicos para medir temperatura, umidade do ar, umidade do solo e luminosidade ambiente. Para realizar os testes preliminares do circuito, utilizou-se o software Fritzing, que permitiu simular o funcionamento dos componentes eletrônicos e avaliar a viabilidade do sistema antes de sua montagem física.

Com base nessa fase de pesquisa e testes, foram selecionados os sensores mais apropriados para atender às exigências do projeto. O sensor de temperatura e umidade do ar escolhido foi o DHT-11, devido à sua precisão e baixo custo. Para a medição da umidade do solo, optou-se pelo módulo



sensor de umidade do solo, enquanto o sensor de luminosidade ambiente selecionado foi o LDR (Light Dependent Resistor), que permite medir a intensidade da luz. Além disso, o módulo Bluetooth HC-06 foi escolhido para permitir a comunicação sem fio entre o medidor climático e dispositivos Android. A tabela 1 apresenta os componentes utilizados e seus respectivos custos, destacando a escolha baseada em critérios como precisão, custo-benefício e compatibilidade com o Arduino.

O circuito foi alimentado por uma bateria de 9 volts, garantindo a energia necessária para o funcionamento contínuo dos sensores e do microcontrolador, proporcionando assim uma operação estável e confiável em ambientes adversos e isolados.

Tabela 1. Média de custo dos itens do projeto e total.

Descrição	Quantidade	Custo*
Sensor de temperatura e umidade (DHT-11)	1	R\$9,40
Sensor de luminosidade (LDR)	1	R\$0,57
Módulo sensor de umidade do solo	1	R\$10,36
Clip para bateria 9v	1	R\$2,76
Bateria 9v	1	R\$6,60
Módulo <i>bluetooth</i> (HC06)	1	R\$31,11
Arduino UNO	1	R\$36,00
Resistor 220 ohms	1	R\$0,12
Placa de ensaio 400 pinos	1	R\$9,90
TOTAL:		R\$106,82

*Orçamento realizado em outubro/2024

Na etapa de desenvolvimento do hardware, após a montagem e integração dos sensores e componentes eletrônicos ao microcontrolador Arduino, foi realizado um processo rigoroso de testes para assegurar o correto funcionamento de cada elemento do sistema. Cada sensor foi testado de forma individual, verificando sua precisão e desempenho nas medições de temperatura, umidade do ar, umidade do solo e luminosidade ambiente. Essa verificação foi essencial para garantir a



confiabilidade dos dados coletados, assegurando que o sistema funcionasse de maneira eficiente em condições reais de uso.

Simultaneamente, foi iniciado o desenvolvimento de uma carcaça utilizando tecnologia de impressão 3D. A carcaça é uma parte crucial do projeto, pois proporciona proteção aos componentes eletrônicos contra fatores ambientais, como poeira, umidade e choques mecânicos. Além disso, a estrutura impressa em 3D facilita o transporte e o manuseio do dispositivo, tornando-o mais prático e acessível para os usuários em campo, especialmente em áreas remotas.

No que diz respeito ao desenvolvimento do software, foi necessária a programação do Arduino para capturar os dados dos sensores e transmiti-los via Bluetooth para um aplicativo desenvolvido especificamente para dispositivos Android. O aplicativo foi criado utilizando a plataforma MIT App Inventor, uma ferramenta intuitiva que permite a criação de aplicativos móveis de forma simplificada. Conforme destacado por Wolber (2010a), o App Inventor oferece um ambiente de aprendizagem acessível, capacitando até mesmo desenvolvedores iniciantes a criar soluções móveis que atendam a necessidades reais. Essa abordagem não só facilitou o desenvolvimento do aplicativo, mas também possibilitou uma comunicação eficiente com o hardware do medidor.

O aplicativo foi projetado com uma interface amigável e simples, garantindo uma experiência de usuário clara e objetiva. As informações capturadas pelos sensores, como temperatura e umidade, são exibidas em unidades de fácil entendimento, como graus Celsius e porcentagens. A transmissão dos dados via Bluetooth elimina a necessidade de conexão à internet, possibilitando que o sistema seja utilizado em áreas sem acesso a Wi-Fi ou rede móvel, atendendo ao principal objetivo do projeto de oferecer uma solução tecnológica acessível e funcional em regiões remotas.

A integração entre o hardware e o software foi testada extensivamente para assegurar a comunicação fluida entre os sensores e o aplicativo, garantindo que os dados coletados fossem transmitidos em tempo real e exibidos de forma precisa no dispositivo Android. Essa etapa foi fundamental para validar o funcionamento completo do sistema, tanto em termos de coleta de dados



quanto de sua apresentação ao usuário, proporcionando uma ferramenta confiável e eficaz para o monitoramento climático em ambientes adversos.

Tabela 2. Cronograma

Etapa	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Definição do tema	x								
Pesquisa bibliográfica	x	x							
Seleção de materiais		x							
Programação do microcontrolador e App			x						
Montagem do protótipo			x	x					
Testes de medição				x	x			x	
Ajustes finais e modelagem da estrutura na impressora 3D e corte a laser					x	x	x	x	
Apresentação na feira									x

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Em ambientes rurais desprovidos de acesso à internet, muitos agricultores ainda recorrem a práticas tradicionais ou baseadas em suposições empíricas para estimar a qualidade do solo, a temperatura e a umidade. No entanto, essa falta de acesso a informações precisas e em tempo real pode resultar em perdas significativas na produção agrícola e, conseqüentemente, em prejuízos financeiros. A ausência de dados confiáveis impede que os produtores ajustem suas práticas de



manejo de forma eficiente, aumentando o risco de desperdício de recursos e reduzindo o potencial produtivo de suas terras.

Segundo Kenski (2007, p. 41), "as tecnologias estão em permanente mudança, a aprendizagem por toda a vida torna-se consequência natural do momento social e tecnológico em que vivemos." A observação da autora destaca a importância da disseminação e aplicação de novas tecnologias em diferentes contextos, incluindo tanto o ambiente doméstico quanto o educacional. Essa transformação tecnológica é fundamental para mudar a maneira como os desafios são enfrentados, oferecendo soluções inovadoras e mais eficazes. No contexto rural, a introdução de tecnologias de monitoramento climático, como o medidor climático portátil, pode representar um avanço significativo, proporcionando uma nova perspectiva para a gestão agrícola e a sustentabilidade dos recursos naturais.

O medidor climático desenvolvido demonstrou ser capaz de medir com precisão os parâmetros ambientais no local de uso, detectando variações relevantes, como a umidade do solo e a queda de temperatura observada entre o final da tarde e o início da noite. Essas medições fornecem dados em tempo real que podem ser utilizados para otimizar práticas agrícolas, como a irrigação e o planejamento das atividades de campo. Além disso, o dispositivo foi avaliado quanto à sua portabilidade, mostrando-se eficiente para ser transportado pelo usuário aos locais de interesse, sem apresentar problemas relacionados ao peso ou ao tamanho, o que garante sua praticidade de uso.

A **Figura 1** apresenta o medidor durante a fase de projeto, destacando a disposição dos componentes eletrônicos e a configuração inicial. Já a **Figura 2** ilustra o protótipo montado em uma placa de ensaio, preparado para os testes de medição em campo. Essas imagens ajudam a visualizar o progresso do projeto desde a concepção até a sua implementação prática, evidenciando a funcionalidade e a aplicabilidade do sistema desenvolvido para diferentes cenários agrícolas.

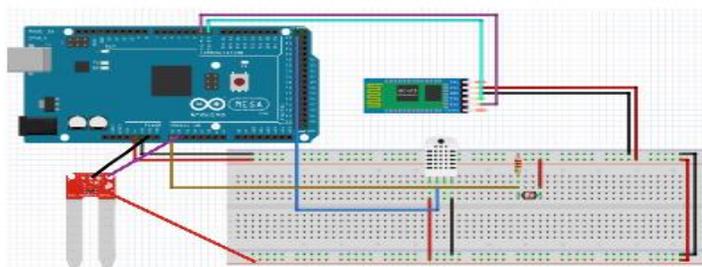


Figura 1 Projeto no simulador Fritzing.

Além disso, a programação do aplicativo se mostrou eficiente durante os testes de conectividade com o módulo Bluetooth. A comunicação entre o aplicativo e o medidor ocorreu de forma estável, sem apresentar atrasos significativos na recepção dos dados captados pelos sensores. A transmissão das informações foi rápida e contínua, garantindo que o usuário pudesse monitorar as condições climáticas e ambientais em tempo real.

No que se refere à interface do aplicativo, os dados foram exibidos de maneira clara e organizada, permitindo uma fácil compreensão por parte do usuário. As informações como temperatura, umidade do ar, umidade do solo e luminosidade ambiente foram apresentadas em unidades acessíveis, como graus Celsius e porcentagens, facilitando a interpretação dos resultados e a tomada de decisões no campo.

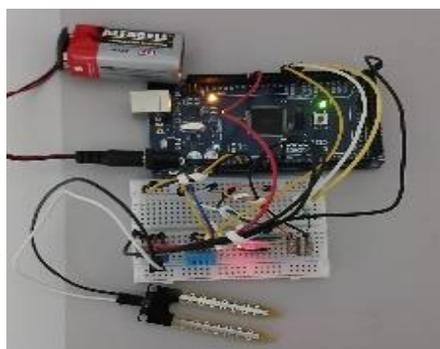


Figura 2: Circuito em funcionamento captando os dados e enviando para o app.



Figura 3: App recebendo os dados captados pelos sensores e espelhando para o usuário.



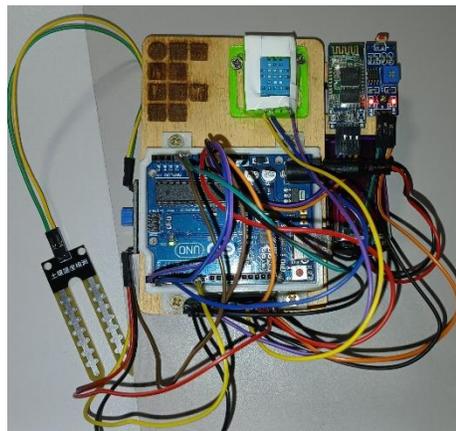
A **Figura 3** ilustra a interface do aplicativo, destacando a disposição dos dados de forma intuitiva e visualmente amigável, o que reforça a acessibilidade e a praticidade do sistema desenvolvido.

Percebe-se que, ao ser acionado, o dispositivo ativa imediatamente os sensores, que iniciam a coleta de dados do ambiente em tempo real. Esses dados são enviados para o aplicativo por meio do módulo Bluetooth, permitindo que o usuário tenha acesso imediato às informações captadas. Durante os testes realizados, um exemplo claro foi o funcionamento do módulo sensor de umidade do solo, que, por não estar inserido no solo durante o experimento, não detectou umidade, permanecendo com o valor de “0%” no aplicativo, conforme esperado. Esse comportamento demonstra a correta operação do sistema de sensoriamento e comunicação do projeto.

Visando o cumprimento das metas estabelecidas no cronograma do projeto, as etapas de desenvolvimento avançaram conforme o planejado. Atualmente, o projeto já conta com itens fabricados em impressora 3D, responsáveis por abrigar os sensores e o microcontrolador Arduino de maneira compacta e protegida. A utilização da impressão 3D permitiu a criação de uma estrutura personalizada, garantindo a proteção dos componentes eletrônicos contra danos externos e facilitando o transporte do dispositivo em campo.

Além disso, foi desenvolvida uma placa personalizada, confeccionada a laser, para acoplar todos os itens de forma organizada e segura. Essa placa permite o encaixe preciso dos sensores, do módulo Bluetooth e do Arduino, assegurando a estabilidade do circuito e proporcionando maior durabilidade ao dispositivo durante o uso em ambientes adversos. Esses avanços na fase de prototipagem asseguram que o projeto continue progredindo dentro dos prazos estabelecidos, aproximando-se cada vez mais da conclusão e validação final do medidor climático portátil, como mostra a **Figura 4**.

Figura 4: Projeto em etapa de implementação de peças em 3D e placa feita em laser.



Desde os testes iniciais no simulador até a montagem física e programação do dispositivo, não foram detectados problemas significativos, o que valida a robustez do protótipo desenvolvido. Os testes práticos confirmaram que o medidor é capaz de realizar as funções de medição climática com precisão, transmitindo os dados diretamente para um dispositivo móvel sem a necessidade de conexão à internet, cumprindo assim um dos principais objetivos do projeto.

Além disso, conforme apresentado na **Tabela 1**, o custo total dos componentes para a montagem do medidor climático ficou em pouco mais de R\$ 100, o que confirma sua viabilidade como um equipamento de baixo custo. Esse aspecto é crucial para tornar o dispositivo acessível a pequenos produtores rurais e indivíduos em áreas remotas, onde o acesso a tecnologias avançadas e redes de internet é limitado.

Portanto, o desenvolvimento de um medidor climático portátil que opera sem a necessidade de conexão à rede móvel ou Wi-Fi oferece uma solução acessível e eficiente para as pessoas que vivem em locais isolados. A disponibilidade de informações precisas sobre o clima e as condições ambientais auxilia diretamente em atividades relacionadas ao cultivo agrícola e outras práticas do setor agropecuário, promovendo maior produtividade e otimização do uso de recursos naturais.

5. CONCLUSÃO:



O projeto alcançou êxito ao trazer uma solução inovadora para ambientes rurais que não dispõem de sinais de rede móvel ou Wi-Fi, destacando-se como uma contribuição significativa para o avanço tecnológico em áreas isoladas. O dispositivo não só atende às necessidades de monitoramento climático nestes locais, como também propõe uma maneira acessível de integrar a tecnologia ao cotidiano de pessoas que vivem ou trabalham no campo. Desde a fase de planejamento digital, o projeto demonstrou capacidade de cumprir suas metas, apresentando resultados sólidos tanto na montagem física quanto na programação.

Durante os testes, a comunicação entre os sensores e o módulo Bluetooth ocorreu de maneira eficiente, sem falhas na captação ou transmissão dos dados. O processo de transmissão das informações para o aplicativo Android via Bluetooth foi realizado com sucesso, confirmando a funcionalidade do sistema. A interface do aplicativo, desenvolvida com foco na simplicidade e clareza, foi bem avaliada, facilitando a compreensão dos dados pelos usuários, sem gerar confusões.

Outro ponto positivo do projeto foi seu baixo custo, conforme previsto. O orçamento acessível permite que o dispositivo seja replicado em larga escala, tornando-o viável para pequenos agricultores e produtores rurais que necessitam de monitoramento climático preciso, mas não possuem acesso a tecnologias de alto custo. Esse fator torna o projeto uma ferramenta promissora para promover a inovação e a eficiência em ambientes remotos, contribuindo de forma direta para a melhoria das condições de trabalho no campo e a otimização das práticas agrícolas.

6. REFERÊNCIAS:

ESTES, J. E.; HAJIC, E. J.; TINNEY, L. R. Fundamentals of image analysis: visible and thermal infrared data. In: COLWELL, R. N. (Ed.). *Manual of remote sensing*. Bethesda: ASPRS, 1983. p. 987-1125.



HAACK, B.; GUPTILL, S. C.; HOLZ, R. K.; JAMPOLER, S. M.; JENSEN, J. R.; WELCH, R. A. Urban analysis and planning. In: *Manual of photographic interpretation*. Bethesda: ASP&RS, 1997. p. 517-553.

IBGE divulga pesquisa sobre conectividade no campo. 2022. Disponível em: <https://ww2.contag.org.br/ibge-divulga-pesquisa-sobre-conectividade-no-campo-20231214>. Acesso em: 17 jun. 2024.

JORNAL NACIONAL. 13 milhões de brasileiros não têm cobertura de internet em áreas rurais, mostra estudo. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornalnacional/noticia/2023/03/11/13-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-cobertura-de-internet-em-areas-rurais-mostra-estudo.ghtml>. Acesso em: 19 jun. 2024.

KENSKI, V. M. *Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Papirus, 2007.

NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 4. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. 388 p.

WOLBER, David. AppInventor.org. Disponível em: <http://www.appinventor.org/course-in-a-box>. Acesso em: 28 ago. 2024.

7. ANEXOS:

A fim de mostrar os itens utilizados, abaixo são listados os sensores e arduino utilizados no protótipo construído.

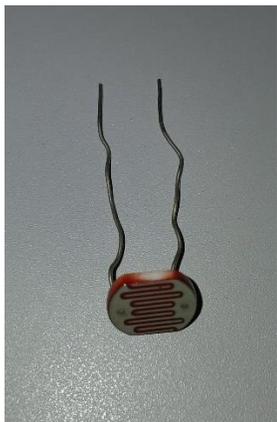


Figura 5: LED LDR

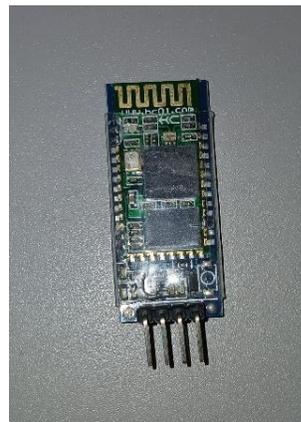


Figura 6: Módulo Bluetooth HC-06

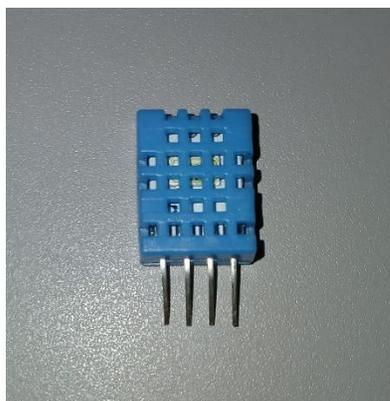


Figura 7: Sensor de temperatura/umidade do ar DHT-11.

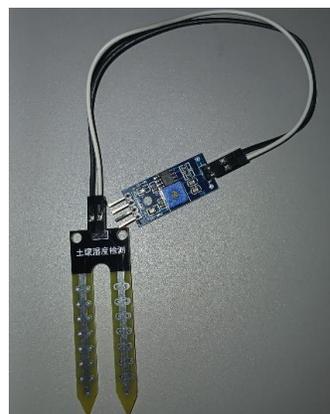


Figura 8: Módulo sensor de umidade do solo.



Figura 9: Plug de bateria 9V



Figura 10: Arduino Mega 2560