



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS - IFAM
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL - CMDI
CURSO TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA INDUSTRIAL**

LEANDRO COSTA DA SILVA

**DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DE PREVISÃO DO TEMPO
E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA SALTO A PARAQUEDAS**

MANAUS, AM

2023

LEANDRO COSTA DA SILVA

**DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DE PREVISÃO DO TEMPO E
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA SALTO A PARAQUEDAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica Industrial e aprovado em sua forma final pelo Curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas.

Orientador: Prof. Marlos André Silva Rorigues, Me.

MANAUS, AM

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silva, Leandro Costa da.

S586d

Dispositivos de monitoramento de previsão do tempo e condições climáticas para salto a paraquedas / Leandro Costa da Silva. — Manaus, 2023.

Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, Curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial, 2023.

Orientador: Prof.º Marlos André Silva Rodrigues, Me.

1. Arduino. 2. Condições climáticas. 3. Previsão do tempo. 4. Paraquedismo. I. Rodrigues, Marlos André Silva. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III.

Elaborada por Oziane Romualdo de Souza (CRB11/ nº 734)

LEANDRO COSTA DA SILVA

**DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DE PREVISÃO DO TEMPO E
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA SALTO A PARAQUEDAS.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica Industrial e aprovado em sua forma final pelo Curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas.

Orientador: Prof. Marlos André Silva Rodrigues , Me. Francisca Cordeiro Tavares

Aprovado em 12 de Abril de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof Daniel Fonseca de Souza
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

Prof Dr. Alyson de Jesus dos Santos
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

MANAUS, AM

2023

Aos meus pais Francisco e Elineia por acreditarem em mim. Aos meus amigos e professores que contribuíram para o meu amadurecimento e ao meu orientador Marlos André Silva Rodrigues.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Marlos, por ter confiança em mim para fazer o projeto, e por ter me apoiado do início ao fim, sem a devida orientação, eu não teria conseguido completar o projeto.

À Laura Michaela Batista Ribeiro, coordenadora do curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial do *Campus* Manaus Distrito Industrial-IFAM, por todos os conselhos dados, e todo o apoio durante este projeto, e por todo o carinho durante o curso.

Aos meus pais por todo o apoio que me deram desde o início da graduação, fazendo o possível e o impossível para que eu pudesse cursar o mesmo, e seguir com os meus sonhos.

Aos meus amigos que ficaram ao meu lado e apoiaram independente de qualquer coisa, e me auxiliaram em todo o caminho.

Agradeço também a todos que participaram de alguma forma para a realização do projeto, e que não foram citados acima.

“Alguns homens veem as coisas como
são e dizem ‘por quê?’ Eu sonho com as
coisas que nunca foram e digo ‘por que
não?’”

(George Bernard Shaw)

RESUMO

Esportes considerados radicais são diferenciados por conter um alto risco de adrenalina e de aventura. Riscos estes que podem ser baixos ou até mesmo considerados altíssimos. O paraquedismo, por exemplo, é um esporte considerado de alto risco e que é suscetível a interferências das condições climáticas. O paraquedismo é considerado um esporte que promove sensações de prazer e adrenalina. Portanto, o projeto prevê contribuir, através de um dispositivo, a uma melhor análise e interpretação das alterações climáticas ocorridas durante a prática de paraquedismo, antes e durante o salto. Realizou-se então, a construção de um dispositivo controlado através da plataforma Arduino, integrado à internet em tempo real para a obtenção dos dados e condições do clima. Para fins de busca bibliográficas foi utilizado como ferramenta o rastreador Google Acadêmico e os endereços eletrônicos da Confederação Brasileira de Paraquedismo (CBPq), a fim de complementar o trabalho com mais informações. Com base nas pesquisas e estudos desenvolvidos, foi constatado que atualmente não existe uma regra ou dispositivos utilizados nas escolas de paraquedismo para auxiliar os atletas de salto de paraquedas a reconhecerem as melhores condições para salto. É pertinente enfatizar a falta de estudos e a dificuldade encontrada para se fazer pesquisas experimentais dentro do paraquedismo. Para finalizar pode-se dizer que é necessária uma maior participação de profissionais das áreas de tecnologia visando o desenvolvimento e crescimento do esporte.

Palavras-chaves: Paraquedismo. Condições Climáticas. Arduino. Previsão do Tempo.

ABSTRACT

Sports considered extreme are differentiated by containing a high risk and adventure. These risks can be low or even risks considered very high. Skydiving, for example, is considered a high-risk sport that is susceptible to interference from weather conditions. Skydiving is a sport that promotes sensations of pleasure as is the case with skydiving. Therefore, this project intends to contribute, through a device, to a better analysis and interpretation of climate changes that occur during the practice of skydiving, before and during the jump. Then, the construction of a control device through the Arduino platform was carried out, integrated to the internet in real time to obtain data and weather conditions. For bibliographic search purposes, the Google Scholar tracker and the electronic addresses of the Brazilian Parachuting Confederation (CBPq) were used as a tool, to complement this work with more information. Based on research and studies carried out, it was found that currently there is no rule or devices used in skydiving schools to help skydiving athletes to recognize the best conditions for jumping. It is pertinent to emphasize the lack of studies and the difficulty encountered in carrying out experimental research within skydiving. Finally, it can be said that a greater participation of professionals in the areas of technology is necessary, aiming at the development and growth of the sport.

Keywords: Skydiving. Weather Conditions. Arduino. Weather Forecasts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Reportagem Jornal Nacional	16
Figura 2 - Reportagem Portal G1	16
Figura 3 - Plataforma HG Brasil	18
Figura 4 - Arduino Mega 2560	20
Figura 5 - Ethernet Shield	20
Figura 6 – Sinalizador	21
Figura 7 - Diagrama do Sinalizador	21
Figura 8 - Display LCD 16x2	22
Figura 9 - Módulo I2C	22
Figura 10 - Fonte DC	23
Figura 11 - Módulo Relé	23
Figura 12 - Estrutura Arduino-Shield	24
Figura 13 - Estrutura Final – Hardware	25
Figura 14 - Estrutura do Protótipo	26
Figura 15 - Bibliotecas Utilizadas	26
Figura 16 – Declaração	27
Figura 17 - Chaves de Acesso	27
Figura 18 - Escolas de Paraquedismo em Manaus	28
Figura 19 - Registro do autor e do RTA Stanley	29
Figura 20 - Código de Verificação com o módulo Ethernet	30
Figura 21 - Calibração do display	31
Figura 22 - Código de Verificação com API	31
Figura 23 - Dispositivo na condição Intermediária	32
Figura 24 -Dispositivo na condição não ideiais	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela Verdade - HG Wather.....	14
Tabela 2 - Descrição dos componentes e materiais e seus respectivos custos.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACA	Aeroclube do Amazonas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IFAM	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas
CBPq	Confederação Brasileira de Paraquedismo
DDA	Dispositivo de Abertura Automática
RTA	Responsável Técnico pela Atividade
RTAG	Responsável Técnico pela Atividade Geral
IPC	International Parachuting Commission
FAI	Fédération Aéronautique Internationale
FAP	Federação Amazonense de Paraquedismo
VF	Clube Fly de Paraquedismo
MDF	Medium-density fiberboard
FTDI	Future Technology Devices International
USB	Universal Serial Bus
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVOS GERAIS	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. MATERIAL E PROCEDIMENTOS	18
3.1. MATERIAIS	18
3.1.1. API HG Weather	18
3.1.2. ARDUINO	19
3.1.3. Ethernet Shield	20
3.1.4. Sinalizador	21
3.1.5. Sirene Eletrônica 20W HS103	21
3.1.6. Display LCD 16x2	22
3.1.7. Módulo I2C	22
3.2. PROCEDIMENTOS	24
3.2.1. Estrutura do Microcontrolador + Ethernet Shield	24
3.2.2. Estrutura Hardware Final	25
3.3. Código do Sistema	26
3.4. O Sistema Proposto	27
3.5. Visita Técnica nas Escolas de Paraquedismos	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1. Custo do Proposto	33
5. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	37
APÊNCIDE A – SKETCH ARDUINO	39

1 INTRODUÇÃO

Esportes considerados radicais são diferenciados por conter alto risco, aventura e adrenalina. Riscos considerados baixos, mas podem chegar a graus altíssimos. O paraquedismo, por exemplo, é um esporte considerado de alto risco e suscetível a interferências das condições climáticas. O paraquedismo é um esporte que promove sensações de prazer e, por isso é bastante procurado por pessoas que gostam de praticar esportes radicais.

O paraquedismo não surgiu como um esporte ou atividade de lazer. Em 1306 surgiram os primeiros registros dessa prática, acrobatas chineses pulavam de muralhas com dispositivos semelhantes aos que hoje são chamados de paraquedas.

No entanto, os saltos a grandes alturas somente foram possíveis em 1797, quando um francês chamado André-Jacques Garnerin saltou de um balão que voava a mais de 900 metros de altura segurando apenas um tecido de seda. O paraquedas usado por André-Jacques assemelhava-se a um guarda-chuva em seu formato, com sete metros de comprimento, o equipamento levou o inventor até o chão sem nenhum problema ou acidente. (PARAQUEDISMO SKY COMPANY, 2022)

A partir da invenção de André-Jacques nascia o primeiro paraquedas com conceitos que são aplicados até os dias atuais. Muito mais tarde, o salto a paraquedas começou a ser praticado por militares. Inicialmente o paraquedas foi usado para lançar militares com equipamento de guerra a conquistar a ilha de Creta na Segunda Guerra Mundial. Essa prática foi adotada primeiro pelos alemães e posteriormente pelos britânicos e franceses. O paraquedismo deixou de ser uma prática exclusiva militar para ser uma prática esportiva, atualmente é um dos esportes mais procurados por amantes de esportes radicais.

Para saltar de paraquedas é necessário que os atletas cumpram as exigências impostas pela CBPq¹(Confederação Brasileira de Paraquedismo). além dos vários equipamentos de segurança como:

- Velame: é o próprio paraquedas, construído por seda ou nylon, o velame é responsável por diminuir a velocidade do paraquedista na atmosfera através do arrasto que é criado. Pode ter até 10 metros de diâmetro. Todo equipamento conta com dois, um principal e um reserva;
- Altímetro: instrumento utilizado para saber quando o velame pode ser acionada, esse dispositivo utiliza o recurso sonoro para avisar o momento que o velame

¹ Confederação Brasileira de Paraquedismo

pode ser acionado. Atualmente também existe o DDA²(Dispositivo de Abertura Automática), que serve para abrir o paraquedas automaticamente, caso o velame não seja acionado;

- Capacete: utilizado como proteção da cabeça para qualquer esbarrão antes, durante e depois do pouso em solo;
- Óculos: os paraquedistas são submetidos a ventos que podem alcançar 300 km por hora, por conta disso, se faz necessário o uso de óculos de proteção para os olhos.
- Macacão: existem vários tipos de macacão, conforme seu objetivo. Ou seja, quanto maior ele for, menor será a velocidade da queda livre.

No Brasil é obrigatório o uso do dispositivo DDA, segundo o código desportivo da Confederação Brasileira de Paraquedismo que no artigo 76 aplica-se:

É obrigatória a utilização de dispositivo de abertura automática do reserva (DDA) ligado devidamente em dia com as manutenções previstas pelo manual do fabricante, para todas as categorias. Segundo parágrafo: Somente praticantes de Swoop utilizando velames de alta performance poderão abrir mão do uso do DDA exclusivamente para saltos de treinamento de swoop onde a altura máxima de saída seja 5.000(cinco mil) pés” (CÓDIGO ESPORTIVO DA CBPQ. Art. 76, 2020).

Para as pessoas que desejam simplesmente saltar de paraquedas uma única vez, a indicação é que ela realize um salto duplo. Neste tipo de salto, a pessoa fica acoplada com equipamento de segurança ao instrutor que está no comando de toda situação, que inclui saída da aeronave, controle de movimentos durante o salto, abertura e controle de paraquedas aterrissagem. (CBPq, 2013; VERTICAL SPEED, 2013)

A tabela 1 aborda os alguns dos tipos de condições climáticas ideias para o salto em paraquedas.

ITEM	CONDIÇÃO CLIMÁTICA	CONDIÇÃO DE SALTO	SINALIZAÇÃO
0	Tempestade forte	Não permitido	Vermelho
1	Tempestade tropical	Não permitido	Vermelho
2	Furacão	Não permitido	Vermelho
3	Tempestades severas	Não permitido	Vermelho
4	Tempestades	Não permitido	Vermelho
5	Misto de neve e chuva	Não permitido	Vermelho
6	Misto chuva e gelo	Não permitido	Vermelho
7	Misto neve e gelo	Não permitido	Vermelho
8	Geadas finas	Não permitido	Vermelho
9	Chuviscos	Não permitido	Vermelho
10	Congelamento chuva	Não permitido	Vermelho
11	Alguns chuviscos	Não permitido	Vermelho
12	Neve baixa	Não permitido	Vermelho
13	Tempestade com neve	Não permitido	Vermelho
14	Ventania com neve	Não permitido	Vermelho
15	Neve	Não permitido	Vermelho
16	Granizo	Não permitido	Vermelho

² Dispositivo de Abertura Automática ou Automatic Activation Device – AAD em inglês

17	Gelo	Não permitido	Vermelho
18	Poeira	Não permitido	Vermelho
19	Neblina	Não permitido	Vermelho
20	Tempestade de areia	Não permitido	Vermelho
21	Fumacento	Não permitido	Vermelho
22	Vento acentuado	Não permitido	Vermelho
23	Ventania	Não permitido	Vermelho
24	Tempo frio	Não permitido	Vermelho
25	Tempo nublado	Não permitido	Vermelho
26	Tempo limpo	Permitido	Verde
27	Tempo nublado	Não permitido	Vermelho
28	Parcialmente nublado	Permitido com risco	Amarelo
29	Ensolarado	Permitido	Verde
30	Estrelado	Não permitido	Vermelho
31	Ensolarado com muitas nuvens	Não permitido	Amarelo
32	Misto chuva e granizo	Permitido com risco	Vermelho
33	Ar quente	Permitido	Verde
34	Tempestades isoladas	Não permitido	Vermelho
35	Trovoadas dispersas	Não permitido	Vermelho
36	Chuvas esparsas	Não permitido	Vermelho
37	Pesados neve	Não permitido	Vermelho
38	Chuviscos com neve	Não permitido	Vermelho
39	Neve pesada	Não permitido	Vermelho
40	Sol com poucas nuvens	Permitido	Verde
41	Chuva	Não permitido	Vermelho
42	Queda de neve	Não permitido	Vermelho
43	Serviço não disponível	Não permitido	Vermelho

Tabela 1 - Tabela Verdade - HG Wather

No Brasil, o esporte de paraquedismo é regido pelas normas da Confederação Brasileira de Paraquedismo (CBPq). A normalização brasileira obedece à regulamentação da Comissão Internacional de Paraquedismo (IPC³), esta por sua vez, pertencente à FAI, com sede em Lausanne, França. No total a CBPq tem 23 federações espalhadas pelo território brasileiros, cada federação pode comportar uma ou mais escolas de saltos a paraquedas, onde todas as escolas devem possuir ao menos um RTA⁴ responsável pela verificação dos risco possíveis antes, durante e após o salto. No estado do Amazonas, até 2023 a CBPq regulamenta cinco escolas de salto a paraquedismo: Aeroclube do Amazonas (ACA); Ilegales Skydive; Paraquedismo Manaus; Skydive Amazonas; Vertical Fly Clube de Paraquedismo - VF.

Com grande quantidade de saltos realizados no Brasil, o número de risco aumentou e com isso a possibilidade de acidente também aumenta. Com base nos registros brasileiros

³ International Parachuting Commission

⁴ Responsável Técnico pela Atividade

de acidente a salto de paraquedas, a influência das condições climáticas está entre as principais causas de acidentes fatais. Acredita-se que tal fato pode ser atribuído pela falta de uma forma segura que possa identificar as condições climáticas da região antes de se realizar o salto ou não.

O Código Esportivo da CBPq estabelece condições climáticas aceitáveis de salto, como cada região pode ter características diferentes, o RTA local fica responsável por avaliar e definir se o clima está favorável ou não para saltos, no Art. 54 do Código Esportivo da CBPq lê-se:

As velocidades máximas permitidas do vento para a realização de saltos são:

- I. Paraquedistas Categorias "Al" - 12 nós ou 22.2 km/h ou 6.1 m/s;
- II. Paraquedistas Categorias "A" - 12 nós ou 22.2 km/h ou 6.1 m/s;
- III. Paraquedistas Categorias "B" – 14 nós ou 25.9 km/h ou 7.2 m/s;
- IV. Paraquedistas Categorias "C" – 18 nós ou 33.3 km/h ou 9.2 m/s;
- V. Paraquedistas Categorias "D" de acordo com as informações de fabricação do velame.

§1º Tendo em vista as condições climáticas típicas da região fica delegada a definição de outras margens de velocidades do vento ao RTA local (CÓDIGO ESPORTIVO DA CBPQ. Art. 54, §1º. 2020).

Além das condições favoráveis ao salto, o Código Esportivo da CBPq também estabelece as condições climáticas desfavoráveis ao salto:

§2º Toda atividade de salto com ventos ou rajadas superiores a 18 nós ou 33 km/h devem ser suspensas, sendo estas velocidades auferidas através de anemômetro dentro da área de salto, tais medições passam a ser incontestáveis por medida de segurança. O Responsável Técnico da Atividade ou o Responsável Técnico da Atividade Geral (RTA ou RTAG) poderá suspender a atividade a qualquer momento, mesmo com ventos inferiores aos citados.

§3º É terminantemente proibido decolar para saltar em condições meteorológicas onde ocorra qualquer intensidade de precipitação (Tempestade, Chuva, Chuvisco, Garoa, Granizo, Sereno) devendo toda atividade de salto ser interrompida pelo RTA/RTAG nestas condições." (Código Esportivo da CBPq. Art. 54, §2º. 2020)

No entanto, mesmo com todas as determinações contidas do Código Esportivo da CBPq, não é correto afirmar que todos os saltos estarão com 100% de certeza que ocorrerão de forma segura aos paraquedistas em questão. A verificação das condições meteorológicas pode ser equivocadamente interpretada e acidentes podem acontecer por conta dessas interpretações. As figuras 1 e 2 demonstram perfeitamente o que se cabou de abordar.

Militares paraquedistas sofrem acidente no Rio durante treinamento para o 7 de Setembro

O Comando Militar do Leste informou que os militares pertencem às equipes de Salto Livre do Exército e da Força Aérea, e que pousaram fora do local previsto por causa de rajadas de vento. Os acidentes foram filmados por moradores da Zona Sul da cidade.

Por Jornal Nacional
06/09/2022 22h02 - Atualizado há 5 meses

Figura 1 - Reportagem Jornal Nacional
Fonte: Jornal Nacional.



Figura 2 - Reportagem Portal G1
Fonte: G1.

Dentro deste cenário de acidentes que envolveram paraquedista no Brasil, o último grande acidente aconteceu na cidade de Manaus, no ano de 2022. Durante uma forte chuva um grupo de paraquedista saltava no Aeroclube de Manaus na região Centro-Sul. Quatro perderam o controle e foram levados pelo forte vento (G1 AMAZONAS 2022).

A partir desse acidente, foi analisado a importância de ter um dispositivo capaz de auxiliar os atletas a saltar de paraquedas. O dispositivo de monitoramento em tese deve fazer uma sinalização para avisar aos atletas se as condições climáticas estão dentro das condições aceitáveis para salto.

Com o objetivo de buscar soluções para a problemática apontada acima, esse trabalho tem por finalidade destacar as falhas e incoerências do mecanismo atual utilizado para tomada de decisão sobre a condição boa de salto de paraquedas. E ainda, discorre acerca de um dispositivo capaz de atuar e solucionar problemas de tomada de decisão e possíveis mudanças nas condições climáticas que ocorrem na região de Manaus.

Em tese, um dispositivo capaz de emitir sinalização visual e sonora seria uma ótima alternativa para substituir o método convencional de olhar na internet, pelo computador ou aparelho celular. Com a construção de um dispositivo alimentado por intermédio de bateria, será possível uma conectividade realizada de qualquer lugar das escolas de paraquedismo, utilizando apenas uma conexão com a internet. Este dispositivo deve estar em um lugar onde pode ser visto por todos e sem dificuldades para reconhecer os sons e sinais luminosos que ele estiver reproduzindo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver um dispositivo para monitoramento em tempo real sobre as condições climáticas no local do salto, para auxiliar paraquedista sobre as condições ideais de salto de paraquedas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorar em tempo real a previsão do tempo.
- Alertar os paraquedistas sobre as condições climáticas indicando se estão favoráveis ou não para salto.
- Auxiliar na segurança do salto.
- Tornar este projeto economicamente viável para facilitar o seu acesso pela escolas de paraquedismos.

3 METODOLOGIA

Neste projeto utilizamos uma Interface de programação de aplicação API HG Weather, Placa microcontrolador Arduino Mega, Arduino Ethernet Shield, Sinalizador de três cores, Sirene de seis tons, Display LCD 16x2, Módulo I2C e uma Fonte DC. Logo a seguir veremos a descrição e a funcionalidade de cada um.

3.1 MATERIAL

3.1.1 API HG Weather

A sigla API é derivada da expressão inglesa *Application Programming Interface* que, traduzida para o português, pode ser compreendida como uma interface de programação de aplicação. Em outras palavras, a API é um conjunto de normas que possibilita a comunicação entre plataformas por meio de uma série de padrões e protocolos. No portal HG Brasil⁵ disponibiliza o HG Weather⁶ é uma API que fornece dados de previsão do tempo e condições climáticas atuais para uma cidade. Para aplicação do protótipo foi utilizado para obter dados da cidade de Manaus. É por meio da API que o microcontrolador se comunica e obtêm as informações necessárias para gerenciar o dispositivo no qual foi criado e montado nesse trabalho.



Figura 3 - Plataforma HG Brasil

⁵ Portal de serviço que disponibiliza API's para cotação do dólar, Bitcoin, bolsas de valores, previsões do tempo, condições climáticas e entre outros serviços.

⁶ API que fornece dados de previsão do tempo e condições climáticas atuais para uma cidade específica.

3.1.2 ARDUINO

Arduino Mega é uma placa com microcontrolador ATMEGA2560. Ele possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB⁷, uma entrada de alimentação e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador, basta conectar a um computador com um cabo USB ou a uma fonte de alimentação e já está pronto para começar. Alimentação: A placa pode operar com alimentação externa entre 6 e 20 volts. No entanto, se menos de 7 volts forem fornecidos, o pino de 5V pode fornecer menos de 5 volts e a placa pode ficar instável. Com mais de 12V o regulador de voltagem pode superaquecer e danificar a placa, ou seja, a faixa recomendável é de 7 a 12 volts. Memória: O ATmega2560 tem 256 KB de memória flash para armazenamento de código (dos quais 8 KB é usado para o bootloader), 8 KB de SRAM e 4 KB de EEPROM (que pode ser lido e escrito com a biblioteca EEPROM). 6 Entrada e Saída: Cada um dos 54 pinos digitais do Mega pode ser usado como entrada ou saída, usando as funções de `pinMode()`, `digitalWrite()`, e `digitalRead()`. Eles operam a 5 volts. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo de 40 mA e possui um resistor interno (desconectado por default) de 20-50KΩ. Em adição alguns pinos possuem funções especializadas. Comunicação: O Arduino Mega possui várias facilidades para se comunicar com um computador, com outro Arduino ou outro microcontrolador. O ATMEGA2560 fornece quatro portas de comunicação serial UARTs para TTL (5V). Um chip FTDI FT232RL direciona uma destas portas para a conexão USB e os drivers FTDI⁸ (que acompanham o software do Arduino) fornecem uma porta COM virtual para softwares no computador. O software do arduino inclui um monitor serial que permite que dados simples de texto sejam enviados para a placa Arduino. Os LEDs RX e RT piscarão enquanto dados estiverem sendo transmitidos pelo chip FTDI e pela conexão USB ao computador (mas não para comunicação serial nos pinos 0 e 1). (ARDUINO MEGA 2560, 2022, online).

⁷ Universal Serial Bus é um padrão da indústria que estabelece especificações para cabos, conectores e protocolos para conexão, comunicação e alimentação entre computadores, periféricos e outros

⁸ Future Technology Devices International, normalmente conhecida por suas iniciais, **FTDI**, é uma empresa escocesa criadora de dispositivos semicondutores

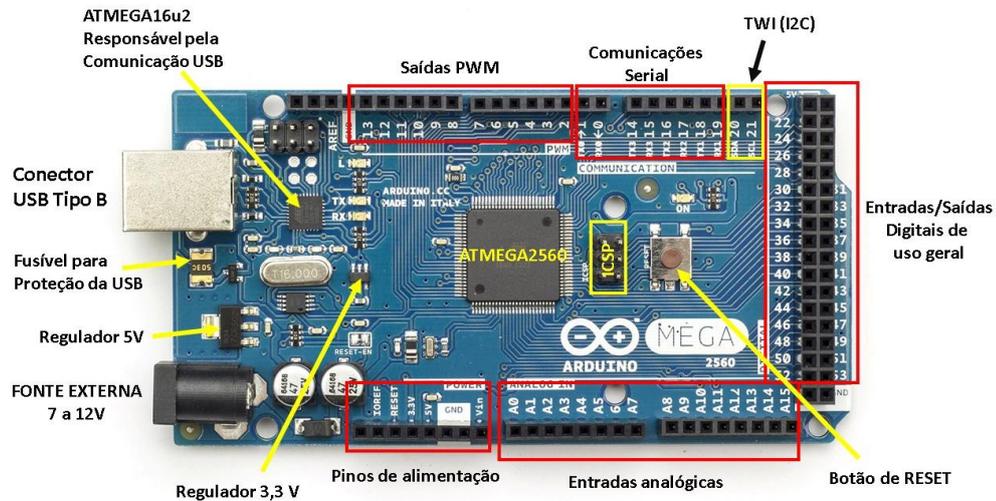


Figura 4 - Arduino Mega 2560
Fonte: Arduino

3.1.3 Ethernet Shield

O Arduino Ethernet Shield permite que um Arduino seja conectado à Internet. Ele é baseado no chip Wiznet W5100. A biblioteca Ethernet serve para escrever programas que se conectem a internet através deste Shield. O funcionamento deste shield com o Arduino é feito através da conexão por barras de pinos empilháveis, mantendo o layout e permitindo que outro shield se encaixe por cima. Há também um slot para cartões micro-SD que pode ser utilizado para armazenar arquivos que estejam disponíveis na rede.

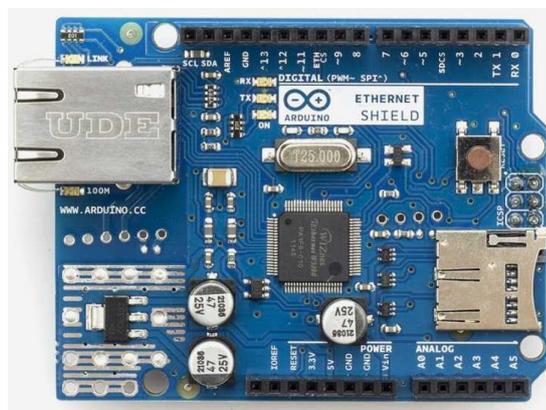


Figura 5 - Ethernet Shield
Fonte: Arduino, dezembro, 2022.

3.1.4 Sinalizador

Um dos nossos dispositivos de saída de dados é o sinalizador e indicador de estado modelo TL50GYRQ, Bimodal⁹ com 3 cores, vermelho, amarelo e verde. Operação de 18 a 30 Vcc ou 24 Vca. No projeto ele foi implementado de tal forma que cada cor representação um estado específico das condições climáticas da cidade de Manaus.



Figura 6 – Sinalizador
Fonte: Elaboração do autor.

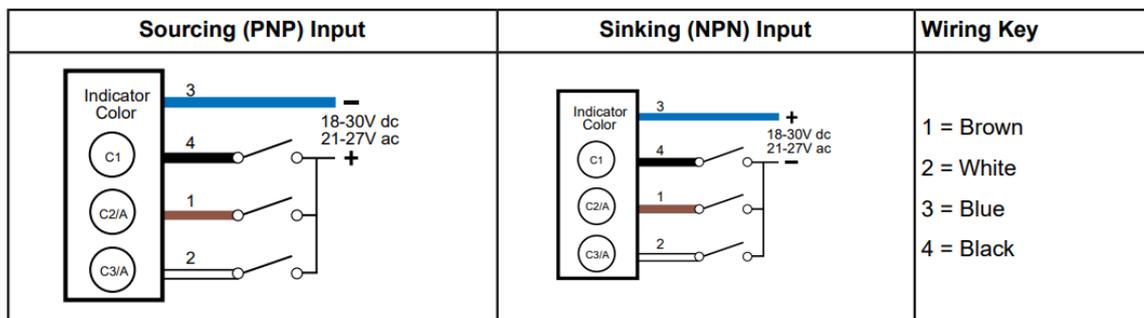


Figura 7 - Diagrama do Sinalizador.
Fonte: Farnell.

3.1.5 Sirene Eletrônica 20W HS103

Sirene com 6 tons automotivo para usos residenciais e comerciais. Possui uma faixa de voltagem de 6VDC-14VDC. Com tensão nominal de 12VD e pressão sonora de 112dB e 2VDC/1M.



Fonte: Elaboração do autor.

⁹ Tipo de entrada BiModal, com polaridade NPN e PNP.

3.1.6 Display LCD 16x2

O Display LCD 16x2 é um modelo de display vastamente utilizado em projetos onde se necessita uma interface homem-máquina (IHM). Ele é composto por 16 colunas e 2 linhas com a escrita na cor branca e sua backlight (luz de fundo) azul para exibição de caracteres, letras e números de forma clara e nítida, melhorando a visibilidade para quem recebe a informação. (CURTO-CIRCUITO, 2022)



Figura 8 - Display LCD 16x2
Fonte: Elaboração do autor.

3.1.7 Módulo I2C

O módulo I2C é utilizado junto ao display LCD e se comunica com o microcontrolador através do protocolo I2C. Esse protocolo pode se comunicar com vários outros dispositivos, comunicando-se entre si com apenas duas linhas de dados. Com isso, é possível diminuir os números de entradas conectadas ao microcontrolador.



Figura 9 - Módulo I2C
Fonte: Elaboração do autor.

3.1.8 Fonte DC

Fonte DC modelo 213-10733-01, essa fonte tem entrada de 120/240V de tensão alternada e saída que pode chegar a 48VDC. Fonte com saída ajustável, podendo obter uma tensão de 12VDC. Com mais de uma saída, é recomendável para aplicações onde é necessária alimentação de mais de um dispositivo, que tenha tensão nominal diferente.



Figura 10 - Fonte DC
Fonte: Elaboração do Autor.

3.1.9 Módulo Relé de 4 Canais

Com esse módulo é capaz de controlar cargas e comutar entre “ligado” e “desligado” o acionamento de cargas a partir de uma plataforma microcontrolada. Nesse módulo pode ser usado uma tensão de acionamento de 5V para alimentar uma carga que necessita de tensão maior que 5V.



Figura 11 - Módulo Relé
Fonte: Autor

4 PROCEDIMENTOS

A seguir o passo-a-passo do procedimento de montagem do Dispositivo de Monitoramento de Previsão do Tempo e Condições Climáticas para Salto de Paraquedas.

4.1.1 Estrutura do Microcontrolador + Ethernet Shield

Para se conectar a API HG Weather é necessário a criação de uma chave para acesso dos dados, essa chave pode ser criada através do próprio site da HG Brasil. Na plataforma existe dois meios de obter os dados, por meio de assinatura e por meio destas chaves de acesso. A chave serve para liberar recursos de busca mais avançados, como busca por geolocalização ou nome da cidade, aumentar os limites de consulta e para liberar o acesso exposto em websites por meio de headers CORS¹⁰.

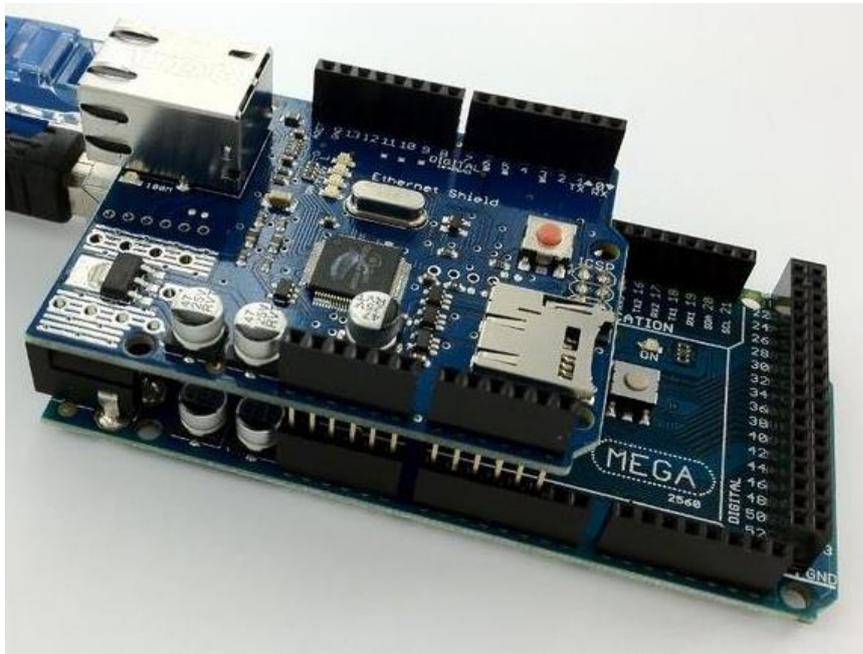


Figura 12 - Estrutura Arduino-Shield
Fonte: Resear Chgate, Junho, 2018.

¹⁰ CORS (Cross-Origin Resource Sharing) é um sistema que consiste na transmissão de HTTP headers (en-US), que determina se navegadores vão bloquear código JavaScript de acessarem respostas provindas de requisições entre origens

Após a criação da chave, a plataforma HG Weather permite até 2000 consultas por dia, como o Arduino Mega tem uma velocidade muito rápida, para que o Arduino não ultrapasse essa limitação de leitura basta adicionar linha de códigos que atrasem os intervalos entre as leituras. O chamado de `delay()`¹¹. Para projetos com alta precisão de leituras, a plataforma HG Brasil oferece as versões pagas para obtenção de dados, que contam com planos que possuem limitações bem maiores de consultas por dia. Para a aplicação desse projeto, as 2000 consultas por dia já atendiam as necessidades do protótipo.

4.1.2 Estrutura Hardware Final

Para prover internet ao dispositivo Shield-Ethernet foi utilizado um modem interligado através de um cabo de rede ao módulo Shield. Todas as demais conexões foram feitas por “jumpers”. O módulo relé é um dispositivo responsável por fazer a comutação de estados “ligado” e “desligado” dentro do diagrama, porém o controle de relé é feito pelo microcontrolador Arduino, que manda um comando elétrico para o módulo relé que responde comutando os estados, desta forma, acionando ou não o dispositivo sonoro ou dispositivo luminoso.

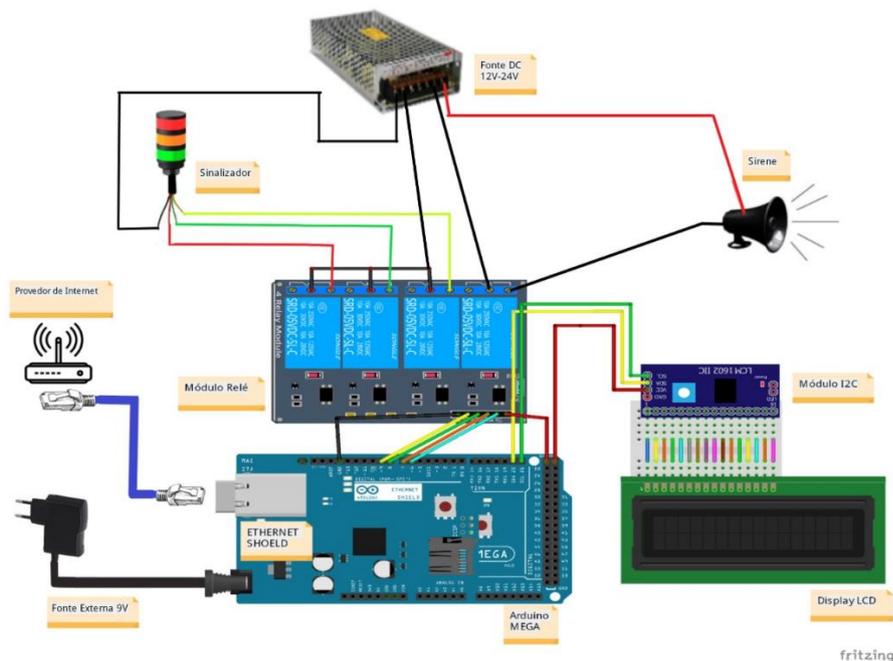


Figura 13 - Estrutura Final – Hardware
Fonte: Elaboração do autor.

¹¹ Linha de código utilizado para atrasar a leitura de uma linha do código programado, muito utilizado para controlar o tempo de execução de um comando.

Para acoplar o Arduino com todos os seus dispositivos e módulos, foi construído uma caixa utilizando placas de MDF¹². A caixa foi montada com dimensões de 35x35x14cm. Para tampa da caixa de MDF, foi utilizado uma chapa de acrílico que permite ver todos os dispositivos do protótipo.

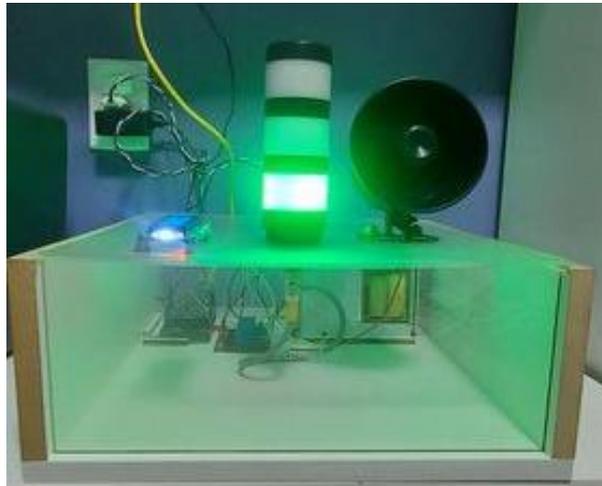


Figura 14 - Estrutura do Protótipo
Fonte: Elaboração do autor.

4.1.3 Código do Sistema

Após finalizar todas as conexões conforme mostra a Figura 11, foi feita todos os ajustes via IDE do Arduino. No código, incluiu-se primeiro as bibliotecas:

```
TCC-LEANDRO | Arduino IDE 2.0.0
File Edit Sketch Tools Help
[Icons] Arduino Mega or Mega 2560
TCC-LEANDRO.ino
1 #include <ArduinoJson.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include <Ethernet.h>
4 #include <SPI.h>
```

Figura 15 - Bibliotecas Utilizadas
Fonte: Autor.

Em seguida foi necessário configurar o Display LCD I2C e declarar as variáveis globais de armazenamento dos dados do Tempo:

¹² Medium-density fiberboard, Placa de fibra de média densidade, em outras palavras, é um material derivado da madeira.

```

5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
6 #define verde 6
7 #define laranja 7
8 #define vermelho 8
9 #define sirene 9
10 int temperatura;
11 char* dataConsulta;
12 char* horarioConsulta;
13 char* descricaoTempo;
14 char* diaOuNoite;
15 char* LocalParaConsulta;
16 int umidade;
17 char* velocidadeVento;

```

Figura 16 – Declaração
Fonte: Autor.

Outra linha muito importante para o código é sobre as chaves que foram utilizadas para acessar os dados da rede. É através dessas chaves de acesso que a plataforma HG Brasil vai disponibilizar os dados da região escolhida. Na linha 32, mostrada na imagem abaixo, representa a região que se deseja obter dos dados, para a aplicação desse trabalho, a região escolhida foi a cidade de Manaus. Já a linha 33, representa o código de acesso do usuário da plataforma HG Brasil.

```

32 String woeid = "455833";
33 String chave = "32ed2e3f";

```

Figura 17 - Chaves de Acesso
Fonte: Autor.

4.1.4 O Sistema Proposto

A solução proposta de alarme neste projeto é composta de um conjunto de hardware que se integram por meio de um software que foi desenvolvido através da plataforma e IDE do Arduino. O software é conectado via internet com um site que disponibiliza os dados de tempo e clima em tempo real para o microcontrolador. O microcontrolador (Arduino mega) é responsável pelo processamento dos dados e gerenciamento dos comandos que serão mandados para os sinalizadores integrados ao hardware.

O dispositivo responsável pela comunicação do microcontrolador com a web é o Ethernet Shield. Para manter a comunicação em perfeito funcionamento o

dispositivo se manterá conectado a um roteador de internet através de um cabo de rede com conector RJ45¹³.

O presente estudo teve-se por meta evidenciar a necessidade de um meio de monitorar em tempo real as condições climáticas da cidade de Manaus para auxiliar paraquedista sobre as condições ideais de salto a paraquedas.

4.2 Visita Técnica nas Escolas de Paraquedismos

Para fins de levantamentos de a respeito do tema, foi realizada no dia 15/01/2023 uma visita nas escolas de paraquedismo em Manaus. As escolas ficam localizadas na região Centro-Sul da cidade, no local estão instaladas quatro escolas: Vertical Fly Paraquedismo Amazonas Manaus; Federação Amazonense de Paraquedismo (FAP); Ilegales Skydive e Paraquedismo Manaus.

Na ocasião, foi feita uma entrevista com um dos RTAs da escola Paraquedismo Manaus.



Figura 18 - Escolas de Paraquedismo em Manaus
Fonte: Autor.

Para a entrevista, o RTA da Escola Paraquedismo Manaus, Stanley Willian se prontificou em acompanhar durante a visita de campo e responder perguntas acerca do assunto sobre condições climáticas e relação entre as outras escolas. Ele foi o responsável por abrir a primeira escola de paraquedismo na região Norte do Brasil. Stanley atua como instrutor de salto e RTA na escola na qual é proprietário, Paraquedismo Manaus.

¹³ Também conhecido como cabo Ethernet para conectar equipamentos de telecomunicação ou equipamento de rede de computadores



Figura 19 - Registro do autor e do RTA Stanley

Fonte: Autor. (Na esquerda, o autor. Na direita Stanley Willian, RTA da escola Paraquedismo de Manaus)

Stanley é examinador TBBF e IAFF, Avaliador Tandem e Recertificador de Sistemas da CBPq sob o número de registro 17285. Durante a entrevista Stanley contou como é feita a verificação das condições climáticas e a importância de ter um RTA em cada escola, comentando sobre os procedimentos que são realizados antes e durante o salto. Falou também sobre os tipos de saltos que são praticados nas escolas de Manaus, citou sobre os riscos de uma má decisão de salto ou avaliação incorreta das condições de clima e tempo.

Foi apresentado a proposta do projeto no qual esse trabalho explana. Stanley deu considerações sobre o projeto e ficou a disposição para tirar dúvidas ou até mesmo implementar o protótipo nas práticas dos saltos de paraquedas na sua escola.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por se tratar de um dispositivo de nível acadêmico, foi feito apenas a implementação em escala reduzida. Contudo é possível constatar a viabilidade de uso do dispositivo para a aplicação em escolas de paraquedismo.

Resultado 1 – Conectividade

Os primeiros testes que foram realizados foram de conectividade com a API HG Weather e conectividade com o módulo Ethernet. Para isso, no Skecht foi realizado diversas verificações com módulo Ethernet, nesse teste o programa só permite se conectar com a internet caso encontre a conexão com o módulo Ethernet, abaixo é possível ver as mensagens de erro, caso a conectividade não estivesse funcionando:

```

52   if (Ethernet.begin(mac) == 0)
53   {
54     Serial.println(F("Falha ao configurar Ethernet"));
55     lcd.print("FALHA NA COMUNICAÇÃO");
56     delay(2500);
57
58     if (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware)
59     {
60       Serial.println("A placa Ethernet não foi encontrada. Desculpe, não pode ser executado sem hardware. :(");
61       while (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware)
62       {
63         delay(100);
64       }
65     }
66     if (Ethernet.linkStatus() == LinkOFF)
67     {
68       Serial.println("O cabo Ethernet não está conectado.");
69       while (Ethernet.linkStatus() == LinkOFF)
70       {
71         delay(100);
72       }
73     }
74   } else {
75     Serial.println(F("Ethernet OK!"));
76   }
77
78 }

```

Figura 20 - Código de Verificação com o módulo Ethernet.
Fonte: Autor.

Resultado 2 – Calibração

O segundo teste realizado foi de calibração dos componentes, para esse projeto, o único componente que precisa ser calibrado é o display LCD:

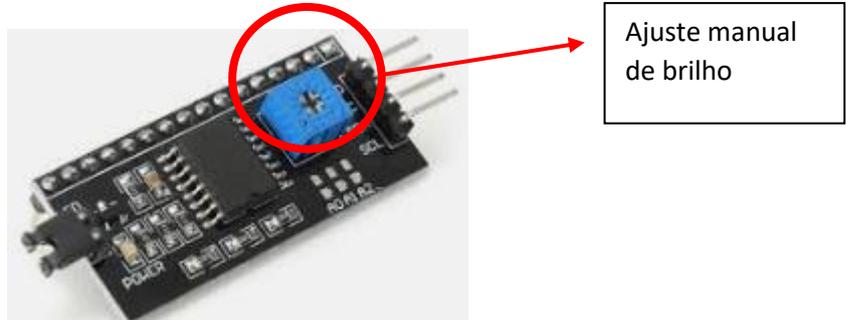


Figura 21 - Calibração do display.
Fonte: Autor.

Resultado 3 – Conectividade com API

Durante a conexão com a plataforma Weather, é necessário ter uma chave e um código de acesso. Nessas circunstâncias a chave utilizada foi a chave 32ed2e3f e o código de acesso foi 455833. Conforme mostra a linha de código abaixo:

```
client.println(F("GET
/weather?array_limit=1&fields=only_results,temp,date,time,con
dition_code,description,currenty,city,humidity,wind_speedy,fore
cast,date,weekday,max,min,description,&key=32ed2e3f&woei
d=455833 HTTP/1.0"));
client.println(F("Host: api.hgbrasil.com"));
```

E ainda, abaixo é possível verificar a conexão com o site api.hgbrasil.com:

```
void atualizarDadosDoTempo() {
  Serial.println(F("Conectando à API do Tempo..."));
  EthernetClient client;
  client.setTimeout(10000);
  if (!client.connect("api.hgbrasil.com", 80)) {
    Serial.println(F("Conexão falhou :("));
    lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Conexao com API falhou. Veja a internet");
    while (!client.connect("api.hgbrasil.com", 80)) {
      delay(450);
      lcd.scrollDisplayLeft();
    }
    lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Conexao com API restaurada!");
    rolamentoLCD(5, strlen("Conexao com API restaurada!") + strlen("API connection restored!"));
    return;
  }
}
```

Figura 22 - Código de Verificação com API.
Fonte: Autor.

Resultado 4 – Funcionamento do Protótipo

O funcionamento do protótipo ocorre em três estados: Ideal, Intermediário e Não Ideal. O funcionamento ideal, como o nome sugere é apresentado quando as condições climáticas em nada interfere no salto de paraquedas. A sinalização ficará em cor verde e a sirene permanecerá desligada.

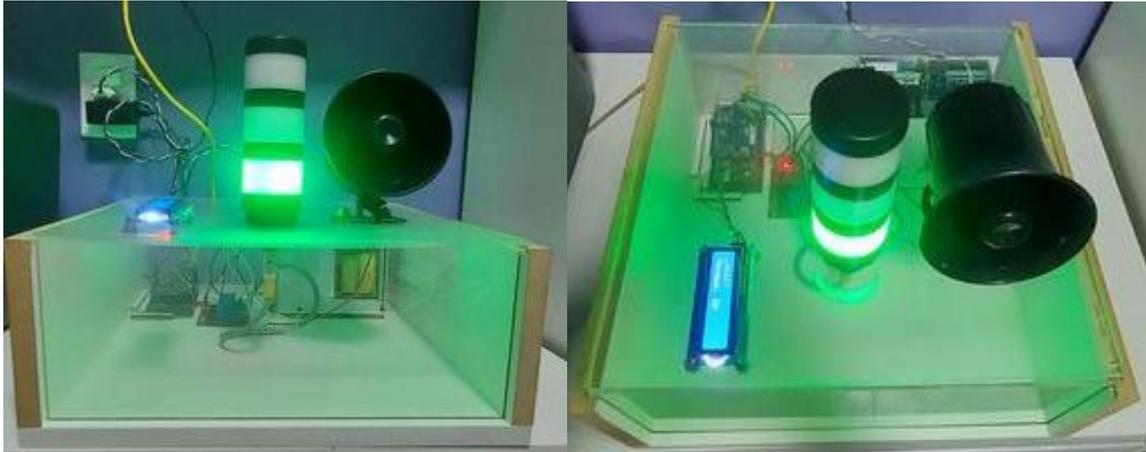


Figura 22 – Dispositivo nas condições ideais
Fonte: Autor.

Existem condições climáticas que são toleráveis para a CBPq, porém merecem uma atenção maior por parte dos RTA's de cada escola. Nessas condições o dispositivo exibirá uma mensagem como "Permitido saltar com atenção" no display. Essas condições climáticas são "Ensolarado com muitas nuvens" e "Parcialmente nublado". Já o dispositivo de sinalização estará com a luz na cor amarela, como mostra no vídeo ao lado. A sirene permanece desligada nessa situação.

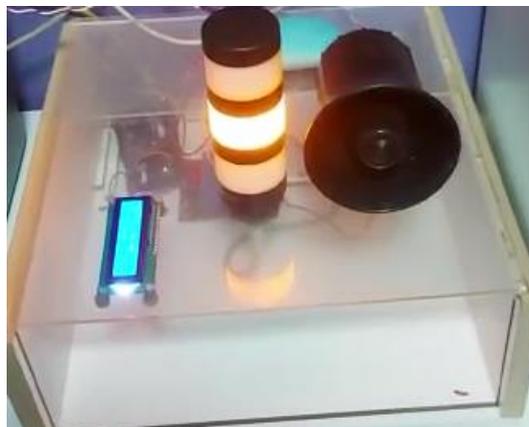


Figura 23 - Dispositivo na condição Intermediária
Fonte: Autor.

Na condição não-ideal o dispositivo sinalizará através de sons e luz e imagem que as condições climáticas não estão favoráveis para o salto. Um som é emitido até que as condições climáticas se normalizem e o sinalizador luminoso imitará uma luz na cor vermelha.



Figura 24 -Dispositivo na condição não ideais
Fonte: Autor.

Existe a possibilidade de ter erro de leitura de dados, seja por alguma conexão mal encaixada ou falta de sinal de internet, nessa situação o dispositivo ficará no estado em que estava antes de para de funcionar e o display imitará uma mensagem informando o mal funcionamento do dispositivo.

5.1 Custo do Protótipo

Este projeto utiliza de diversos componentes para a sua construção, como forma de redução de custos, é possível citar o uso da plataforma Arduino que tem como ideia de ser uma plataforma de Hardware livre, ou seja, usuários podem usar livremente, copiar e distribuir com ou sem alterações os seus códigos. Todos os dispositivos como microcontroladores e módulos possuem os sketches disponíveis em sua plataforma.

Além disso, com o objetivo de reduzir cada vez mais o custo do projeto, foi feita a importação de outros países de alguns itens da lista de matérias, dessa forma foi possível adquirir itens de fora do mercado nacional. Não só a importação foi utilizada, uma pesquisa de preços também foi necessária para conseguir encontrar os melhores preços dentro do mercado internacional.

PRODUTO	PREÇO
Arduino Mega2560	R\$ 120,00
Shield Ethernet	R\$ 57,00
Sinalizador	R\$ 500,00
Jumpers Macho-Macho	R\$ 11,90
Display + Módulo I2C	R\$ 40,00
Módulo Relé de 4 Canais	R\$ 35,00
Fonte DC – 9V/12V	R\$ 50,00
Cabo de Rede	R\$ 12,00
Sirene Eletrônica 20W HS103	R\$ 57,89
Estrutura em MDF	R\$ 20,00
Placa de Acrílico	R\$ 50,00
TOTAL	953,79

Tabela 2 - Descrição dos componentes e materiais e seus respectivos custos.
Fonte: Autor.

Entre todos os materiais mencionados acima, o de maior custo é o sinalizador que é de porte industrial, por conta disso o preço é mais elevado que os demais materiais, porém para a implementação desse protótipo, esse sinalizador poderá ser substituído por um de melhor custo-benefício, barateado o custo total do dispositivo até 50% do valor informado na tabela 2. Atualmente no mercado nacional existe diversas opções de sinalizadores visuais com valor mais em conta para a aplicação desse protótipo.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou apresentar o desenvolvimento de um projeto de baixo custo, que sinalize de uma forma mais segura a prática esportiva do salto de paraquedas, através de informações da previsão do tempo, usando como base as normas da Confederação Brasileira de Paraquedismo e o Código Esportivo da CBPq, que diz que toda atividade de saltos com ventos ou rajadas superiores a 18 nós ou 33Km devem ser suspensas e que é terminantemente proibido decolar para saltar em condições meteorológicas onde ocorra qualquer intensidade de precipitação (tempestade, chuva, chuveiro, garoa, granizo, sereno) devendo que toda atividade de salto ser interrompida pelo RTA nestas condições.

É possível verificar que por intermédio destas informações associamos a acontecimentos de incidentes com paraquedistas que ocorreram devido alterações do tempo, um ocorreu em nossa cidade Manaus-Am, onde um grupo de paraquedistas saltou, onde quatro deles perderam o controle e foram levados pelo vento, onde dois homens foram resgatados, uma jovem morreu e um outro paraquedista continua desaparecido, outro caso aconteceu no Rio de Janeiro onde militares da equipe de saltos do Exército e Força aérea pousaram fora do local previsto por causa das rajadas de vento.

Pensando nesses incidentes foi dado início ao projeto utilizando uma Interface de programação de aplicação API HG Weather, Placa microcontrolador Arduino Mega, Arduino Ethernet Shield, Sinalizador de três cores, Sirene de seis tons, Display LCD 16x2, Módulo I2C e uma Fonte DC, foi avaliado a viabilidade do uso do protótipo, o mesmo teve a sua viabilidade aprovada.

É possível perceber que para a aplicação desse trabalho teve como objetivo também a redução de custos, no qual foi alcançado através do uso dos meios gratuitos para obtenção de dados. Um exemplo foi a plataforma Arduino, que foi fundamental para desenvolver o hardware.

O projeto desenvolvido nesse trabalho atende perfeitamente as condições mínimas de um dispositivo que auxilie na segurança dos saltos nas escolas de paraquedismos, contendo uma exata leitura dos dados obtidos via internet e em tempo real, emitindo um sinal sonoro com um sinalizador luminoso dizendo se o paraquedista está apto ou não para saltar de acordo com a previsão de tempo. Todos os objetivos

foram atingidos dentro do que foi proposto, sendo validados através de uma arquitetura adequada e da integração entre os códigos desenvolvidos.

Dentre as dificuldades encontradas no decorrer do projeto, é possível citar a conectividade com o módulo Ethernet, que na ocasião foi encontrada poucos documentos em relação ao uso desse módulo, dificultando assim, a dedução de algumas condições necessárias para a utilização do dispositivo. A dificuldade foi superada depois de realizar várias pesquisas, recorrendo às bibliografias e tutoriais específico para solucionar esse empecilho.

Finalizando, o presente trabalho abre caminho para diversas melhorias em relação a conectividade, otimização da montagem e construção do protótipo, para continuação e desdobramentos deste trabalho, sugere-se o uso de um módulo de Ethernet com wifi acoplado, dispensando o uso de cabos para conexão com a internet e tornando o dispositivo mais portátil. Por se tratar de um dispositivo programável, esse projeto pode ser implementado em todas as regiões do planeta, desde que esteja com conexão de internet. Para implementar em outras regiões fora de Manaus, basta programar o microcontrolador para que o módulo que faz comunicação com a internet obtenha os dados da região que é desejada.

REFERÊNCIAS

ARDUINO, **Ethernet Eshield.** Disponível em: <<https://docs.arduino.cc/retired/shields/arduino-ethernet-shield-without-poe-module>> . Acesso em: 21 Novembro 2022.

ARDUINO, **Mega 2560.** Disponível em: <<https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-mega-adk-rev3>> . Acesso em: 21 Novembro 2022.

ARDUINO **mega e ethernet shield acoplado.** Disponível em: <<https://embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acesso em: 19 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6029: informação e documentação:** livros e folhetos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

Barbosa da Cruz, Lucas Araujo Ferreira. **A avaliação no lançamento de paraquedas no Brasil.** Disponível em < <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/3327>>. Acesso em: 15 de Fev 2023.

CBPq , CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PÁRA-QUEDISMO. **Código Esportivo da CBPq.** Disponível em: < <https://www.cbpq.org.br/documentos/estatuto-codigo-esportivo/> >. Acesso em: 10 Out. 2022.

COMPANY, PARAQUEDISMO SKY. **Semelhanças entres os primeiros paraquedas e os usados atualmente.** Boituva, São Paulo. Disponível em: <<https://www.paraquedismoskycompany.com.br/blog/primeiro-paraquedas-e-os-usado-atualmente/#:~:text=Leonardo%20da%20Vinci%20e%20o,certa%20suavidade%20at%C3%A9%20o%20ch%C3%A3o.>> Acesso em: 10 dez. 2022.

D'Ausilio, Alessandro. **Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment.** https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=TN_cdi_proquest_miscellaneous_1069203146&context=PC&vid=CAPES_V3&lang=pt_BR&search_scope=default_scope&adaptor=primo_central_multiple_fe&tab=default_tab&query=any,contains,arduino&offset=0 > Acesso em: 19 Fev 2023.

G1. **Após acidente com paraquedistas, Confederação suspende saltos no Aeroclube por 30 dias.** Portal G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2022/04/23/apos-acidente-com-paraquedistas-confederacao-suspende-saltos-no-aeroclube-por-30-dias.ghtml>>. Acesso em: 09 de Nov. 2022.

FARNELL. TL50 TOWER LIGHT. **Datasheet TL50GYRQ** Disponível em: < <https://www.farnell.com/datasheets/1658034.pdf>.> Acesso em: 23 jan. 2023.

Fernandes, Paula Teixeira ; de Godoi, Rosane Camila ; Yoshida, Hélio Mamoru. **Autoestima em praticantes de esportes de aventura**. Disponível em: < <https://e-revista.unioeste.br/index.php/cadernoedfisica/article/view/23629>>. Acesso em: 10 de Nov. 2022.

Handoko, Prio ; Hermawan, Hendi ; Nasucha, Mohammad. **Pengembangan Sistem Kendali Alat Elektronika Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan Ethernet Shield dengan Antarmuka Berbasis Android**. Disponível em: < <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html>>. Acesso em: 21 de Nov. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS. Resolução n. 94-CONSUP-IFAM, de 23 de dezembro de 2015. **Trata do Regulamento da Organização Didático-Acadêmica do IFAM**. Disponível em: <<http://www2.ifam.edu.br/pro-reitorias/adminitracao/gestao-de-pessoas/atosregulamentares/arquivos/resolucao-no-94-2015-aprova-a-nova-org-did-do-ifam.pdf>> Acesso em: 23 jan. 2023.

Jornal Nacional. **Militares paraquedistas sofrem acidente no Rio durante treinamento para o 7 de Setembro**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/09/06/militares-paraquedistas-sofrem-acidente-no-rio-durante-treinamento-para-o-7-de-setembro.ghtml>>. Acesso em: 09 de Nov. 2022.

Torres, Guilherme Almussa Leite. **Múltiplas utilidades da previsão do tempo de fácil acesso**. Disponível em: < https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=TN_cdi_cleo_primary_oai_revues_org_confins_47055&vid=CAPES_V3&search_scope=default_scope&tab=default_tab&lang=pt_BR&context=PC>. Acesso em: 09 de Nov. 2022.

APÊNCIDE A – SKETCH ARDUINO

```

#include <ArduinoJson.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Ethernet.h>
#include <SPI.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#define verde 6
#define laranja 7
#define vermelho 8
#define sirene 9
int temperatura;
char* dataConsulta;
char* horarioConsulta;
int codTempo;
char* descricaoTempo;
char* diaOuNoite;
char* LocalParaConsulta;
int umidade;
char* velocidadeVento;

byte grau[] = {
  B00111,
  B00101,
  B00111,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000
};

String woeid = "455833"; // WOIED de sua cidade
String chave = "32ed2e3f"; // Sua Chave da API HG Brasil Weather
void setup() {

  pinMode(verde, OUTPUT);
  pinMode(laranja, OUTPUT);
  pinMode(vermelho, OUTPUT);
  pinMode(sirene, OUTPUT);
  lcd.init();// Inicializa o Display LCD
  lcd.createChar(0, grau); // Armazena na memória do LCD o caractere criado;
  lcd.backlight(); // Deixa a luz de fundo do display LCD ligada
  lcd.clear(); // Limpa a tela LCD*/
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Previsao Tempo ");

```

```

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Autor: Leandro");
delay(3000);
Serial.begin(9600); // Configura a taxa de transferência para transmissão serial
Ethernet.init(10); // Configura o pino CS (seleção de chip) para o módulo Ethernet
byte mac[] = {
0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED
};
EthernetServer server(80);
server.begin();
Ethernet.begin(mac);
if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
Serial.println(F("Falha ao configurar Ethernet"));
lcd.print("FALHA NA COMUNICAÇÃO");
delay(2500);
if (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware) { // Se o módulo Ethernet não
encontrado, ...
Serial.println("A placa Ethernet não foi encontrada. Desculpe, não pode ser executado sem
hardware. :(");
while (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware) { // Tenta encontrar o módulo
Ethernet
delay(100); // Espera 100 ms entre as tentativas
}
}
if (Ethernet.linkStatus() == LinkOFF) { // Se o link estiver desligado, ...
Serial.println("O cabo Ethernet não está conectado.");
while (Ethernet.linkStatus() == LinkOFF) { // Tenta fazer link Ligado
delay(100); // Espera 100 ms entre as tentativas
}
}
} else
{
Serial.println(F("Ethernet OK!"));
}
}
void loop() {
atualizarDadosDoTempo();
telaLcd0(); delay(1000);
telaLcd1(); delay(6000);
telaLcd2(); delay(4000);
telaLcd3(); delay(4000);
telaLcd4(); delay(4000);
telaLcd15(); delay(2000);
}
void atualizarDadosDoTempo() { // Função para atualizar variáveis do Tempo e da Previsão
do tempo
Serial.println(F("Conectando à API do Tempo..."));

```

```

EthernetClient client; // Cria um cliente para se conectar ao servidor da API do Tempo
client.setTimeout(10000); // Define o máximo de milissegundos para aguardar os dados de
fluxo
if (!client.connect("api.hgbrasil.com", 80)) { // Se conectado ao endereço do servidor, na
porta 80, com sucesso...
Serial.println(F("Conexão falhou :("));
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Conexao com API falhou. Veja a internet");
while (!client.connect("api.hgbrasil.com", 80)) {
delay(450);
lcd.scrollDisplayLeft();
}
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Conexao com API restaurada!");
rolamentoLCD(5, strlen("Conexao com API restaurada!") + strlen("API connection
restored!"));
return;
}
Serial.println(F("Conectado!"));
client.println(F("GET
/weather?array_limit=1&fields=only_results,temp,date,time,condition_code,description,curre
ntly,city,humidity,wind_speedy,forecast,date,weekday,max,min,description,&key=32ed2e3f
&woeid=455833 HTTP/1.0"));
client.println(F("Host: api.hgbrasil.com"));
client.println(F("Connection: close"));
if (client.println() == 0) {
Serial.println(F("Falha ao enviar pedido"));
client.stop();
return;
}
char status[32] = {0};
client.readBytesUntil('\r', status, sizeof(status));
if (strcmp(status, "HTTP/1.1 200 OK") != 0) {
Serial.println(F("Resposta inesperada: "));
Serial.println(status);
return;
}
char endOfHeaders[] = "\r\n\r\n";
if (!client.find(endOfHeaders)) {
Serial.println(F("Resposta inválida"));
client.stop();
return;
}

const size_t capacity = JSON_OBJECT_SIZE(3) + JSON_ARRAY_SIZE(2) + 600;

```

```

DynamicJsonDocument doc(capacity);
DeserializationError error = deserializeJson(doc, client);
if (error) {
Serial.print(F("deserializeJson() falhou: "));
Serial.println(error.f_str());
client.stop();
return;
}
Serial.println(F("Resposta:"));
temperatura = doc["temp"].as<int>();
Serial.println(doc["temp"].as<int>());
dataConsulta = doc["date"].as<char*>();
Serial.println(doc["date"].as<char*>());
horarioConsulta = doc["time"].as<char*>();
Serial.println(doc["time"].as<char*>());
codTempo = doc["condition_code"].as<int>();
Serial.println(doc["condition_code"].as<int>());
descricaoTempo = doc["description"].as<char*>();
Serial.println(doc["description"].as<char*>());
diaOuNoite = doc["currently"].as<char*>();
Serial.println(doc["currently"].as<char*>());
LocalParaConsulta = doc["city"].as<char*>();
Serial.println(doc["city"].as<char*>());
umidade = doc["humidity"].as<int>();
Serial.println(doc["humidity"].as<int>());
velocidadeVento = doc["wind_speedy"].as<char*>();
Serial.println(doc["wind_speedy"].as<char*>());

/*for (JsonObject elem : doc["forecast"].as<JsonArray>()) {
const char* date = elem["date"];
const char* weekday = elem["weekday"];
int max = elem["max"];
int min = elem["min"];
const char* description = elem["description"];

dataPrevisao1 = date;
diaDaSemanaPrevisao1 = weekday;
maxPrevisao1 = max;
minPrevisao1 = min;
descricaoTempoPrevisao1 = description;

Serial.print("dia ");
Serial.println(date);
Serial.println(weekday);
Serial.println(max);
Serial.println(min);
Serial.println(description);

```

```

Serial.println("\n");

  */
  client.stop();
}

void telaLcd0() {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Tempo Atual ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" AGORA ");
}
void telaLcd1() {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(temperatura);
  lcd.write(0);//grau caractere
  lcd.print("C ");
  lcd.print(umidade);
  lcd.print("% ");
  lcd.print(diaOuNoite);
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(horarioConsulta);
  lcd.print(" ");
  lcd.print(dataConsulta);
}
void telaLcd2() {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(descricaoTempo);
  verificacao();
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(0, 0);
  rolamentoLCD(5, strlen(descricaoTempo)+5); lcd.print(" ");
}
void telaLcd3() {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Local: ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(LocalParaConsulta);
  rolamentoLCD(5, strlen(LocalParaConsulta));
}
void telaLcd4() {
  lcd.clear();

```

```

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Vento ");
lcd.print(velocidadeVento);
verificacao();
rolamentoLCD(5, strlen(descricaoTempo)+5); lcd.print(" ");
}
void verificacao() {
  String My_S = velocidadeVento;
  String sub_S = My_S.substring(0,4);
  float velocidade = sub_S.toInt();
  if(velocidade <= 33 || codTempo == 27 || codTempo == 32 || codTempo == 33 || codTempo
== 36 || codTempo == 44)
  {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.println("Permitido saltar"); Serial.println("É permitido saltar");
    digitalWrite(verde, 1);
    digitalWrite(laranja, 0);
    digitalWrite(vermelho, 0);
    digitalWrite(sirene, 0);

  } else if(velocidade <= 25 || codTempo == 34 || codTempo == 29 || codTempo == 30)
  {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.println("Permitido saltar com risco"); Serial.println("É permitido saltar com risco");
    digitalWrite(verde, 0);
    digitalWrite(laranja, 1);
    digitalWrite(vermelho, 0);
    digitalWrite(sirene, 0);
  } else
  {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.println("Nao e Permitido saltar"); Serial.println("Não é permitido saltar");
    digitalWrite(verde, 0);
    digitalWrite(laranja, 0);
    digitalWrite(vermelho, 1);
    digitalWrite(sirene, 1);
  }
}

void telaLcd15() {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Fim da Previsao ");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("do tempo ");
}
void rolamentoLCD(int velocidade, int deslocamento) {

```

```
velocidade = velocidade * 100;
if (deslocamento > 16) {
  deslocamento = deslocamento - 16;
  delay(velocidade * 2);
  for (int i = 0; i < deslocamento + 1; i++) {
    lcd.scrollDisplayLeft();
    delay(velocidade);
  }
  delay(velocidade * 1.5);
}
}
```