

TERMOSPEEK: medidor de temperatura inteligente

Gabriela Roberta Guaranha Silva
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
gabriela.silva196@fatec.gov.br

Soraia Mirela Bispo
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
Soraia.bispo@fatec.gov.br

Orientador: Rogério Thomazella
Professor Doutor – Fatec Bauru
rogerio.thomazella@fatec.sp.gov.br.

RESUMO

O monitoramento e a detecção de condições de temperatura corpórea elevada são temas de pesquisa e desenvolvimento ativos, com uma variedade de abordagens e tecnologias sendo exploradas para melhorar a precisão, a conveniência e a eficácia desses procedimentos. Nos últimos anos, avanços significativos têm sido feitos em direção a dispositivos mais inteligentes e integrados, capazes de fornecer alertas automáticos em caso de febre, tanto para uso médico quanto doméstico. A aferição regular da temperatura corporal é fundamental para acompanhar a evolução do estado de saúde de um paciente, principalmente se este apresenta comorbidades que limitam a leitura ou a interpretação do instrumento. O TermoSpeak é um projeto que utiliza placas de prototipagem rápida com microcontrolador ESP32 em conjunto com um display de 16x2, de um sensor de temperatura termistor NTC de 100kΩ para realizar a medição de temperatura e fornecer alertas audíveis e vibratórios em caso de febre em um paciente. Este trabalho visa proporcionar uma solução prática e eficaz para monitorar a temperatura corporal, especialmente em contextos em que é crucial detectar rapidamente a febre, como em ambientes médicos ou em situações de cuidados de saúde domiciliar. Durante os testes realizados, o sistema demonstrou ser eficaz e consistente na medição da temperatura, acionando os alertas vibratórios e de voz de forma precisa e imediata quando a temperatura medida excedeu o limite predefinido de 37°C para febre. A interface do usuário proporcionada pelo display foi intuitiva e de fácil entendimento, contribuindo para uma experiência de uso idealizada. Esses resultados validam a viabilidade do TermoSpeak como uma ferramenta prática e acessível para cuidados com a saúde, oferecendo uma solução abrangente e confiável para monitorar a condição febril dos pacientes. O projeto abre portas para futuras melhorias e aplicações no monitoramento remoto da saúde, contribuindo para uma melhor qualidade de vida e bem-estar dos pacientes

Palavras-chave: TermoSpeak, termistor , aferição.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho de conclusão de curso, demonstra como a tecnologia pode auxiliar na saúde das pessoas, pequenas alterações com inovações tecnológicas têm o poder de melhorar a qualidade de vida.

O aumento da expectativa de vida dos brasileiros segundo o censo 2023 permite a visualização mais ampla da importância desse estudo, a população envelheceu, tornando necessário a adaptação de algumas tecnologias já existentes no mercado, permitindo maior autonomia dessas pessoas.

O termômetro digital tornou-se essencial para a caracterização e determinação de parâmetros físicos, químicos, biológicos; ele possui a precisão na medição da temperatura. Os termômetros digitais existentes, atendem a população, mas quando pensamos que por fatores como idade, enfermidades, algumas pessoas possam dificuldades em aferir a temperatura corporal, a tecnologia atual apresenta números pequenos e som de alerta pouco audível.

1.1 OBJETIVO

Visando sanar essa problemática, temos por objetivo construir um termômetro que permita ao usuário ouvir e visualizar de forma clara a sua temperatura corporal, sem a necessidade do auxílio de terceiros, o termômetro intitulado “Thermo Speak”, utiliza tecnologia sonora e visual, facilitando o uso por pessoas com deficiência auditiva e visual, nos permitindo oferecer a essas pessoas qualidade no acesso à saúde.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fundamental para diferentes áreas da ciência as grandezas de temperatura influenciam todos os processos físicos e químicos presentes no nosso universo. A temperatura é uma grandeza da física que afere o quanto de energia cinética apresentam os átomos que movimentam um corpo, sendo comumente expressa em graus Celsius (°C), Fahrenheit (°F) ou Kelvin (K), suas escalas têm aplicações específicas o mais utilizado no cotidiano científico é Celsius (°C).

O conceito de temperatura teve uma origem nas vivências do homem, a noção de temperatura está ligada às sensações de quente e de frio, ou seja, à quantidade de aquecimento (Deus *et al*, 2000). A temperatura é a grandeza que nos diz quão quente ou frio está um corpo (Abreu *et al*, 1994). Compreender o funcionamento das grandezas de temperatura e suas aplicações é fundamental para determinar o equilíbrio térmico e prever como ocorre as trocas de calor, através da termodinâmica é possível entendermos fenômenos naturais como as mudanças climáticas, reações químicas e alguns processos industriais, também na área da medicina os conhecimentos sobre temperatura são determinantes, visto que o aumento da temperatura corpórea pode facilitar o diagnóstico de várias doenças.

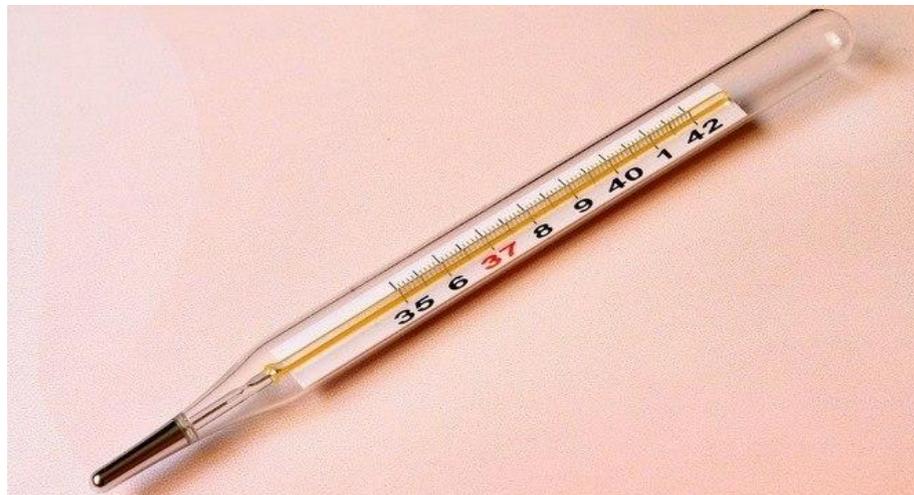
Em diversos contexto a medição de temperatura é indispensável, o seu controle é útil para aferir a temperatura corporal humana, em processos industriais, na produção de alimentos há vários dispositivos para a medição de temperatura com precisão, alguns são nomeados de termopares, termistores, termômetros de mercúrio e digitais, câmeras termográficas etc.

Para a medição de temperatura analógica são necessários dispositivos que produzem uma saída contínua de sinal proporcional a temperatura detectada, o dispositivo comumente mais conhecido é o termômetro de mercúrio, um termômetro clínico, um termômetro de máxima. O tubo termométrico apresenta nas proximidades do reservatório um estrangulamento quando a temperatura sobe, o mercúrio se eleva na haste, mas, ao descer, por conta do estrangulamento, não retrocede imediatamente, ficando assim a coluna suspensa no tubo, o que permite determinar a maior temperatura atingida pelo corpo. Para fazer descer a coluna mercurial

movimenta-se o aparelho para que **para** . Em geral, sua graduação vai apenas de 35 °C a 42 °C, e a divisão é feita em décimos do grau. (Clifford, 1870).

Os avanços tecnológicos inovaram também as formas de medida de temperatura, a forma como registramos dados térmicos com precisão, termômetro digital, tecnologia que utiliza sensores eletrônicos específicos, como termistores onde a temperatura é convertida em sinal elétrico e pode ser processada por computadores e microcontroladores, permitindo o armazenamento de dados em larga escala, a medida de temperatura digital é notável pela sua flexibilidade, podendo ser adaptada a interfaces de comunicação, permitindo o monitoramento remoto em tempo real, automatizando sistemas térmicos, além disso diferente da medida analógica a medida digital apresenta na medicina a precisão na ordem de um décimo de grau o que promove a rapidez na aferição da temperatura corpórea.

Figura 1- Termômetro de mercúrio



Fonte:R7. saúde, 2018.Disponível em: <https://newr7-r7-prod.web.arc-cdn.net/resizer/v2/3R4JFIHZGNMRXIPCNGAIBWBUQY.jpg?auth=6c0ae4c49917b59549d673f8dc8fa2d725b83e1aff2ee8827740500cdfcc7cf&width=660&height=360>.

Acesso:08 abr 2024

Figura 2: Termômetro digital



Fonte: Termômetros MedShop, 2020. Disponível em <https://medshop.vteximg.com.br/arquivos/ids/156130-400-400/Termometro-Digital-G-Tech-com-Ponta-Rigida.jpg?v=636746995869800000> . Acesso em 08 abr. 2024.

A análise de diferentes medidores de temperatura, permite avaliar qual a melhor aplicabilidade destes dispositivos; como termistores PTC e NTC, transdutor PT100 e o sensor LM35.

Os Termistores são dispositivos elétricos que tem sua resistência alterada termicamente, existem diferentes tipos de termistores, falaremos minimamente sobre o funcionamento do termistor NTC, PTC, termistores do tipo (Coeficiente Negativo de Temperatura ou Coeficiente Positivo de Temperatura). Segundo (Adafruit,2016), são dispositivos eletrônicos usados para medir e controlar temperatura em diversas aplicações. Esses termistores são compostos de materiais semicondutores cuja resistência diminui com o aumento da temperatura. Isto significa que a resistência de um termistor NTC diminui de forma não linear à medida que a temperatura ambiente aumenta e vice-versa.

Devido à sua sensibilidade à temperatura e resposta rápida, os termistores NTC são comumente usados em sistemas de controle térmico, como termostatos em condicionadores de ar, aquecedores, sistemas de refrigeração e aplicações automotivas para medir a temperatura do motor. Eles também são usados em equipamentos médicos, eletrônicos de consumo e sistemas de monitoramento industrial. Uma das desvantagens do uso desse tipo de termistor é a necessidade de calibração constante para garantir a precisão de suas medições

Em contrapartida o termistor PTC (coeficiente de temperatura positiva), tem o funcionamento inverso do termistor PTC, aumentando sensivelmente sua resistência com o aumento da temperatura, o termistor PTC é aplicado em sistemas de proteção contra sobrecarga elétrica, aumentando sua resistência quando a temperatura aumento acima do limite para o qual foi projetado, protegendo o circuito elétrico contra danos.

O transdutor PT100 (resistência de platina), também conhecido como RTD (detector de resistência de temperatura) é capaz de realizar medições de até 600°C. O PT100 utiliza a resistência da platina para medir a temperatura, ele opera com o

princípio de que a resistência elétrica de um fio de platina aumenta com o aumento da temperatura. A relação de temperatura e resistência uma curva específica de variação tornando a precisão da sua medida confiável, são amplamente usados em indústrias e laboratórios científicos onde a temperatura tem que ser precisa.

O sensor LM35 é um sensor de temperatura preciso que possui uma resposta de tensão relativa à temperatura de forma linear que pode ser alimentado com até 40V, apresentando uma variação de 10mV por grau celsius de temperatura. Apresenta uma grande vantagem, pois não necessita de qualquer calibração externa para se obter exatidão e possui uma precisão de até $\pm 0,25$ °C dentro da faixa de temperatura de -55 °C à 150 °C.

O LM35 não necessita de qualquer calibração externa ou “trimming” para fornecer os dados com exatidão, porém, para ser lido pelo Arduino, necessita de conversão, pois este último só é capaz de lê valores inteiros entre 0 (zero) e 1023 (mil e vinte três). Com isso, e sabendo também que este sensor tem uma resolução de 10 mV para cada 1°C, pode-se realizar uma expressão para a temperatura em função do valor lido.

O conceito de funcionamento do sensor LM35 pode ser simplificado, para cada grau Celsius aumentado na temperatura, também aumentara a voltagem de saída em uma quantidade determinada, por esse motivo ele é útil em ambientes onde é necessário o controle de temperatura ambiente, como equipamentos de climatização.

Sensores de temperatura do tipo termopar tem um princípio de funcionamento simples, a junção de dois tipos diferentes de metais que em contato elétrico formam uma diferença de potencial em função da temperatura entre eles, para a união dos fios é usada solda contendo apenas os dois materiais, o efeito termoelétrico dessa junção também é conhecido como efeito seebeck. Existem três categorias de tipos de termopares: termopares padronizados de metal nobre (R, S, B) termopares padronizados de metal base (K, J, N, E, T) e termopares não definidos por letras. Na prática a distinção entre “base” e “nobre” é que metais nobres contêm platina e metais base contêm níquel. (Moreira,2.000), são sensores que tem uma ampla utilização, na ciência e nas indústrias, onde há medição de contato com altas temperaturas, podendo aferir até 500 °C.

Os microcontroladores são circuitos integrados encapsulados, com um único chip integrado eles funcionam basicamente como um computador, todos os seus componentes funcionam com uma fonte de alimentação externa, entre seus itens estão: processador central, memória (ROM e RAM), timers e conversores de sinal analógico-digital, possuem uma variedade de tamanho e capacidade, atendem diferentes aplicações, são usados em sistemas de automação e amplamente usado em todos os projetos eletrônicos.

A criação do Arduino, uma plataforma de prototipagem eletrônica permitiu o avanço de projetos elétricos facilitando as suas aplicações. Ele integra hardware e software. O “cérebro do Arduino é o microcontrolador, eles possuem um pequeno chip integrado programável que envia os códigos para a placa.

Para programar o Arduino (fazer com que ele faça o que você deseja), deve-se utilizar o IDE dele, que é um software livre que lhe permite programar na linguagem que ele entende. No caso do Arduino, a linguagem é baseada em C/C++ e pode até ser estendida por meio de bibliotecas C++. O IDE permite que você escreva um programa de computador, que é um conjunto de instruções passo a passo do qual você, então, deverá fazer o upload para o Arduino. A seguir, o seu Arduino executará essas instruções e interagirá com o que quer que você tenha conectado a ele. No

mundo do Arduino, os programas são conhecidos como sketches (literalmente, rascunho ou esboço), (ROBERTS,2.015).

O ESP32, é uma plataforma baseada em microcontroladores, que possuem um baixo custo, baixo consumo de energia e o seu processamento pode ser integrado a recursos de comunicação sem fio, wi-fi, bluetooth. É constituído por um robusto processador, projetado com um modelo que pode ser single ou dual-core de 32bits (com dois núcleos físicos de processamento) que pode chegar a trabalhar com frequências de clock de até 240MHz, além de contar com uma vantagem enorme com relação a sua capacidade de armazenamento sendo exponencialmente maior se comparada com a dos já consagrados microcontroladores Arduino, podendo chegar a ser o dobro tomando como base a memória flash, se comparada com o modelo ATmega 2560 (IBRAHIM, 2017).

As principais características do ESP32 são: processador com a alta frequência de clock, wi-fi e bluetooth integrados permitindo uma comunicação ampla, General Purpose Input/Output(GPIOs), o que permite usar os pinos como entrada e saída, interface de comunicação que permite a conexão de vários sensores e displays, e também participam das suas características as entradas analógicas com alta resolução. Suas aplicações estão relacionadas ao controle de sistemas remotos como: automação residencial e industrial, monitoramento de controles ambientais, sistemas de segurança inteligente.

A evolução da tecnologia tem um significativo desempenho quando falamos em acessibilidade, uma dessas inovações são os sistemas de alerta tátil e remoto, projetados para fornecer retorno tátil para pessoas com limitações visuais e auditivas, estes sistemas usam dispositivos eletrônicos, para informar e alertar as pessoas sobre situações importantes do seu cotidiano, podem estar presentes em dispositivos simples como relógios e até em ambientes complexos como o monitoramento de segurança.

Os recursos de tecnologia assistiva (TA), comum sistema computadorizado fabricado em série ou sob medida, softwares e hardwares especiais, que auxiliam diretamente a pessoa com deficiência e seus familiares a selecionar, comprar ou usar os recursos, eles são transdisciplinares pois envolvem profissionais de várias áreas: Fisioterapia, Fonoaudiologia, Medicina, Engenharia, Arquitetura, Design, Informática dentre muitas outras (SARTORETTO *et al*,2019).

Um sistema de alerta tátil remoto, utiliza de sensores para identificar situações adversas ao ambiente, e atuadores como motores de vibração para fornecer a resposta; em indústrias pode ser usado para alertar as pessoas sobre um perigo iminente, por exemplo a falha de um equipamento, ou o vazamento de gases. Criar um sistema de alerta tátil e sonoro, pode ser simples, se o objetivo final não for complexo, com tecnologias acessíveis é possível criar um dispositivo que melhore a inclusão de pessoas com deficiência sensorial.

No contexto da saúde a montagem de um termômetro digital de temperatura corpórea, agregando a ele a tecnologia de um sistema de alerta tátil e sonoro, podem auxiliar a monitoração de pessoas com deficiência, e ser cruciais e determinantes para a sua qualidade e acesso à saúde.

Contemplando o melhor desempenho do projeto, o uso da prototipagem rápida e da tecnologia 3D, permite a visualização do sistema e possibilita testar e corrigir imperfeições. A prototipagem rápida foi inventada nos anos 1980 com o intuito da construção de modelos físicos tridimensionais, ou seja, a construção de um objeto camada por camada, no entanto a indústria automobilística já trabalhava com essa técnica, porém de forma rudimentar, o avanço das tecnologias o

surgimento da tecnologia de impressão 3D, a prototipagem desempenha um papel fundamental na evolução e desenvolvimento de produtos. A construção de protótipos rápidos é de elevada importância, pois fisicamente, e não apenas em papel ou imagens virtuais, é possível obter certo grau de interação com o produto ou seu volume. Analisando as execuções de protótipos rápidos em tecnologias de prototipagem, observa-se que os protótipos são gerados em questão de horas e não de dias ou semanas, como era antes do surgimento destas tecnologias de construção de protótipos. Dessa forma, atualmente é notória a difusão da prototipagem rápida envolvendo diversas áreas do conhecimento, tais como: a engenharia de produto; a área médica na concepção de implantes (Sun *et al*, 2013).

A automação em eletrônica obteve um imenso avanço tecnológico com a placa de Arduino, que permite a prototipagem de sistemas eletrônicos de forma rápida, versátil e segura, acessível para todas as pessoas, com um desenvolvimento rápido e interativo, possibilitando a criação de protótipos funcionais, permitindo a validação, e agilizando o processo de desenvolvimento.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

Conforme a análise para o desenvolvimento de um sensor de temperatura sonoro, deve-se entender o funcionamento e a participação de cada um dos seus principais componentes, a união de tecnologia simples e acessível, permitiu a construção de um equipamento médico hospitalar fundamental para a aferição de temperatura corpórea, para a construção foram utilizados os seguintes materiais :

a) Sensores de temperatura Termistor NTC (negative temperature coefficient) e PTC (positive temperature coefficient), são sensores de temperatura que variam sua resistência elétrica, com a temperatura de maneiras opostas. Enquanto no NTC a temperatura aumenta conforme a resistência diminui, o PTC a temperatura aumenta conforme a resistência aumenta, diferem em sua composição interna, pois em sua maioria são compostos por cerâmicas e óxidos de metais semicondutores, e conseqüentemente em seu comportamento resistivo em relação à temperatura, conhecidos pelas suas precisões.

Os termistores são resistores estáveis e sensíveis, cujas características exibem grandes mudanças na resistência com uma pequena alteração de temperatura corpórea, devido a alteração na concentração de portadores da carga.

b) Microcontrolador ESP 32 desenvolvido pela Espressif Systems, é uma placa de desenvolvimento de hardware aberto que é baseado em um processador dual core , é um programa de linguagem C/C ++, compatível com arduino. O ESP32 é um sistema-em-um-chip que combina as facilidades do Arduino Uno com um microcontrolador de maior poder de processamento, conectividade bluetooth e Wifi integradas, sem a necessidade do uso de periféricos; melhor resolução nos conversores analógico-digitais maiores quantidades de portas do tipo entrada-e-saída e menor consumo de energia.

c) Modulo Buzzer auto falante simples com apenas tres pinos de conexão (VCC, GND,I/O), pode ser integrado em diferentes tipos de

microcontroladores como o ESP32e o Arduino , o modulo opera em uma tensão baixa de 3v a 12v , o som produzido pelo buzzer, pode operar em frequências(kHz) mais altas e tem uma clareza sonora. Muito utilizado em projetos de alarmes e bipes onde é necessário um sistema de alerta sonoro. Para a construção do protótipo de um monitor de temperatura corpórea que utiliza a tecnologia do microcontrolador ESP32 e a precisão dos termistores sensores de temperatura NTC acrescentamos ao projeto uma visualização em um Display de Cristal Líquido (LCD), clareza sonora do modulo Buzzer.

5.2 Componentes do projeto

Sensores de temperatura NTC São termistores construídos com cerâmicas em misturas com óxidos de metais de transição semicondutores sob diferentes arranjos, de tal forma que apresentem diminuição da resistência elétrica em função do aumento da temperatura. A precisão de sensores de temperatura como os termopares varia de 0,5°C a 5°C, enquanto circuitos integrados geralmente têm uma precisão maior, na maioria das vezes +-0,5°C. Em termo resistências de platina e termistores de cerâmica, a precisão pode ser muito maior, da ordem de 0,001 a +-1°C, porém, a velocidade de resposta de um termistor NTC, em alguns casos chega a ser até 500 vezes mais rápido do que a termo resistência de platina (Souza; Bortoni,2003)

Para o desenvolvimento do protótipo foi escolhido o Sensor De Temperatura Termistor NTC B3950 100k(Resistência: 100K ohms a 25 °),Sensor de temperatura (Faixa de detecção: -50 a 260°C), Precisão(±1%), dissipação típica constante(5 mW/° Celsius), diâmetro do termistor(1,25 mm (±0.2 mm)),Cabo(de 1 metro com terminal fêmea duplo 2.54mm). A Figura 2 apresenta o modelo utilizado.

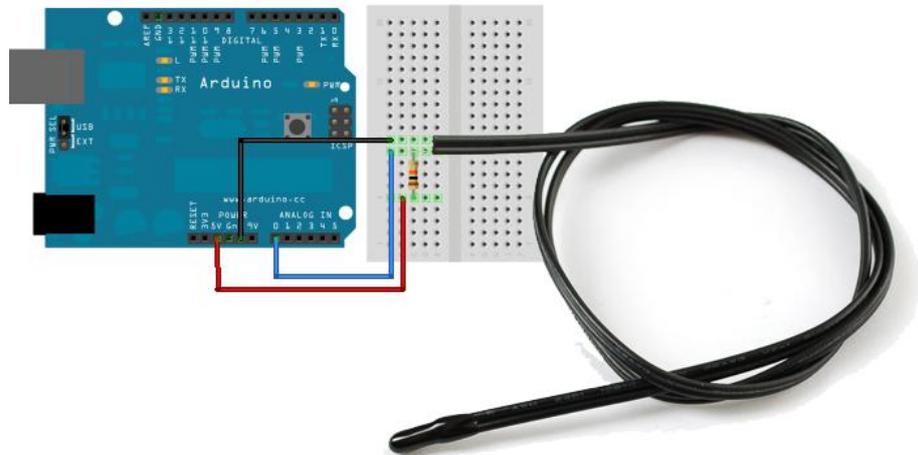
Figura 2 -Termistor NTC cabo



Fonte: Fermac Robotica, 2021. Disponível em:
<https://cdn.awsli.com.br/600x700/95/95881/produto/117073656d292d0e0e2.jpg> .
Acesso em 08 abr 2024

O sensor NTC é um componente resistivo variável, que oscila conforme a temperatura, esse modelo foi escolhido para o nosso protótipo Termospeek por sua alta precisão na medição e conforme observado na Figura 3, é possível conectá-lo no ESP32, e adicionar em sua biblioteca, conforme mostrado no exemplo da Figura 4 uma forma simples para que ele faça a medição de temperatura.

Figura 3 Termistor NTC conectado no microcontrolador ESP32



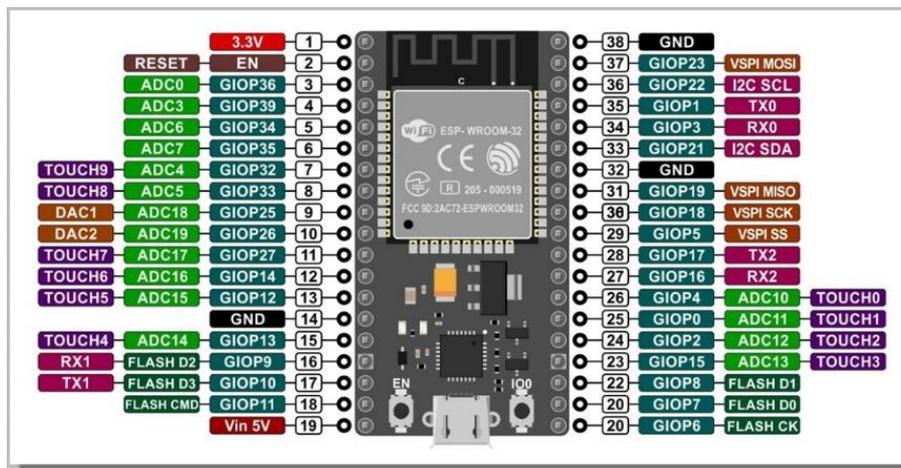
Fonte ESP32 Fórum, 2020. Disponível em: https://cdn-learn.adafruit.com/assets/assets/000/000/570/original/temperature_thermistor_bb.png?1396764132 . Acesso 08 de abr 2024

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 MICROCONTROLADOR ESP32

Em 2016 surgiram os módulos ESP32, que comparados aos modelos básicos de placas Arduino, apresentam mais recursos disponíveis como rádio para comunicação IEEE 802.11 b/g/n e Bluetooth 4.2 BLE, maior capacidade de memórias e núcleo de processamento Dual Core (Espressif, 2016), são módulos programáveis no ambiente arduino através de linguagem de programação C/C++, não havendo a necessidade de programação externa.

Figura 4 Biblioteca do ESP32



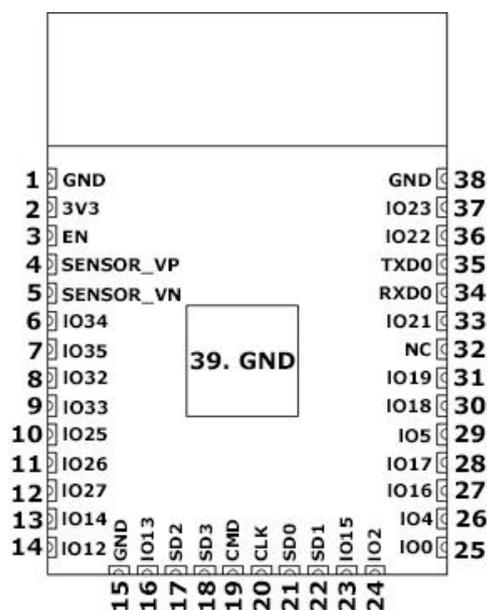
Fonte: Fernando K tecnologia, 2023. Disponível em :
https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEhqKpeGfOVPGAdTcY-HCCS_du1NKLO22mqGxefx5JqALIU1e_63qxVMrl0aXgFExbt4ZvY4DF5gqdT1uLGEzoAgebzBz5kB2OEL7WENbzVu8ra9aGoz0gJ7HxwXoUJpEor5k-FceP86OKfx/s1600/Diagrama.png
 Acesso 08 de abr 2024

O microcontrolador ESP32 possui memórias ROM 448 KBytes; RAM 520Kbytes; Clock de 80 à 240MHz (Configurável); Bluetooth BLE 4.2 BR/EDR e BLE (Bluetooth Low Energy); Conexão Wifi 2.4Ghz (máximo de 150 Mbps); Conversor analógico digital (ADC); Sensor integrado: Temperatura e Hall; Interfaces: Cartão SD (adaptador externo), UART(3 canais), SPI (3 canais), SDIO, I2C (2 canais), I2S (2canais), IR, PWM LED (2 canais) e PWM motor (3 canais); Tipos GPIO: Digital IO Até 34), ADC 12-Bits (16 canais), DAC 8-Bits (2 canais), Sensor Capacitivo (10canais); Temperatura de trabalho: -40° à +85° C.

Para que o ESP 32 faça a leitura da temperatura utilizando um sensor NTC é preciso conectar o sensor a um dos pinos ADC (conversor analógico-digital), o microcontrolador faz a leitura do valor de tensão correspondente a resistência do sensor NTC, então converte essa tensão em temperatura.

Utilizando a fórmula Steinhart-Hart é possível converter a resistência do NTC em temperatura, é possível encontrar os coeficientes para o sensor no datasheet do sensor. Na Figura 5 a seguir é possível ver prototipagem do ESP32.

Figura 5 - ESP32

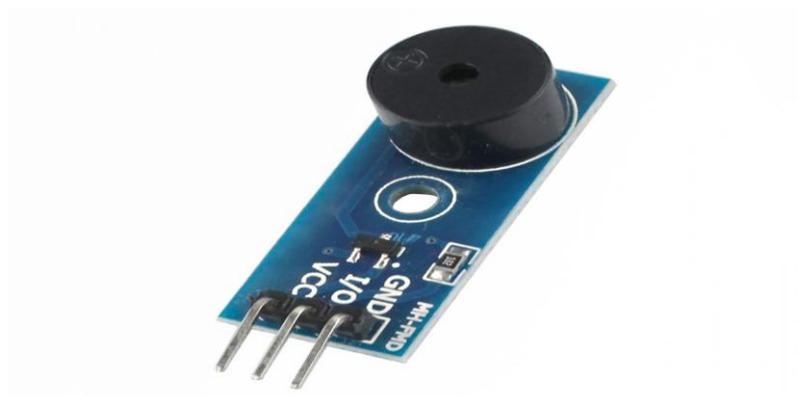


Fonte: Micro Robótica,2020.

5.2.2 Modulo buzzer

O modulo buzzer, é um dispositivo sonoro que se adapta a praticamente todos os tipo de microcontroladores, utilizando a conexão dos pinos digitais do ESP32que suporte PWM (Modulação por Largura de Pulso), ele permite a criação de diferentes tons.

Figura 7 – Módulo Buzzer



Fonte: Usinainfo, 2020.Disponivel em:
https://www.usinainfo.com.br/1014407-thickbox_default/modulo-buzzer-ativo-33v-a-5v-bp19.jpg
Acesso em: 08 de abr. 2024

5.2.3 Display LCD 16X2

O display LCD 16colunas por 2 linhas é possível fazer conexões com qualquer microcontrolador utilizando os pinos SDA e SCL ou uma interface I2C,a interface é

mais conveniente pois usa uma quantidade menor de pinos, após as conexões, basta inserir os códigos na biblioteca do microcontrolador e inicializar o LCD, essas configurações são necessárias para que o display informe mensagens de status, ou qualquer informações necessárias ao projeto.

Figura 7 - Display 16X2



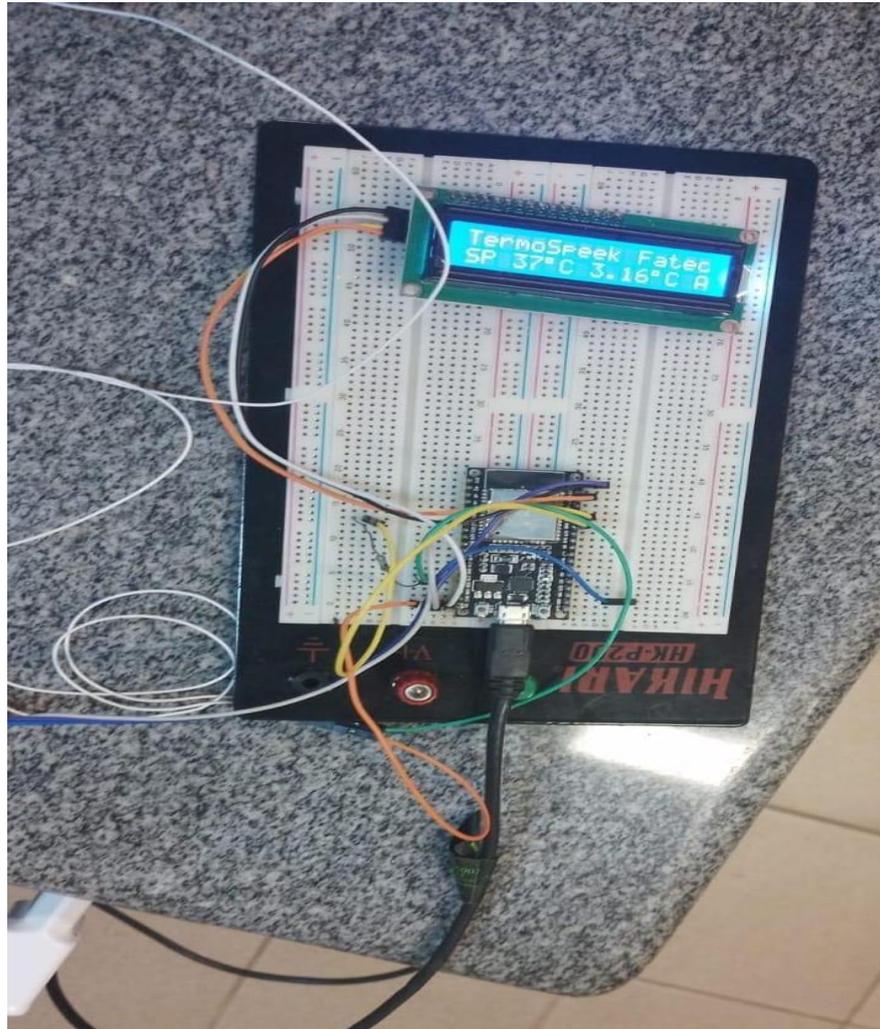
Fonte- Smart componentes eletrônicos, 2023. Disponível em <https://cdn.awsli.com.br/2500x2500/2517/2517339/produto/19182373865f6f8e1a7.jpg>. Acesso 08 de abr.2024

6 RESULTADOS ALCANÇADOS

O desenvolvimento do protótipo do termômetro para aferição de temperatura corpórea, com sistema de alerta sonoro, mostrou-se eficaz e preciso. Para garantir a precisão das temperaturas o protótipo foi calibrado utilizando uma fonte de temperatura conhecida, durante os testes o protótipo foi manipulado por diferentes pessoas para aferição da temperatura.

O protótipo Termospeek mostrou -se eficiente com variação de temperatura de ± 0.2 °C, em comparação com a temperatura de referência, a sua capacidade rápida de processamento, mostrou-se adequada para essa aplicação, esse protótipo demonstrou-se uma base sólida para o desenvolvimento de termômetros digitais com tecnologias avançadas e acessíveis as pessoas, conforme mostrado nas Figura 8.

Figura 8 - Aferição de temperatura do protótipo na Fatec-Bauru



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Os testes realizados com o protótipo TermoSpeak, foi feito 8 medidas em pessoal diferentes, conforme mostrado nas Figura 8.

Figura 9 – Teste realizado 8 medidas

Temperatura Padrão (°C)	Temperatura Aferida (°C)	Desvio Padrão (+/-)
32	31.9, 32.1, 32.0, 31.8, 32.2, 31.7, 32.3, 32.0	0,1
33	32,7, 33,1, 33,0, 33,3, 32,8, 33,0, 33,2, 33,4	0,3
34	34,0, 34,2, 34,0, 33,9, 34,0, 34,1, 34,3, 33,8	0,1
35	34,8, 35,1, 35,0, 35,2, 34,9, 35,0, 35,3, 34,7	0,2
36	35,9, 36,2, 36,1, 36,3, 35,8, 36,0, 36,4, 35,7	0,2
37	36,8, 37,1, 37,0, 37,2, 36,9, 37,0, 37,3, 36,7	0,2
38	37,7, 38,2, 38,1, 38,3, 37,6, 38,0, 38,4, 38,1	0,3
39	39,1, 39,0, 39,1, 39,2, 38,8, 39,0, 39,1, 39,3, 38,8	0,1

Fonte: Arquivo pessoal, dispositivo movel, 2024

Os testes realizados com o protótipo TermoSpeak demonstraram sua eficácia e precisão na medição da temperatura corporal. O sistema acionou os alertas vibratórios e de voz de forma precisa e imediata quando a temperatura medida excedeu o limite predefinido de 37°C para febre. A interface do usuário proporcionada pelo display foi intuitiva e de fácil entendimento, contribuindo para uma experiência de uso idealizada.

Esses resultados validam a viabilidade do TermoSpeak como uma ferramenta prática e acessível para cuidados com a saúde, oferecendo uma solução abrangente e confiável para monitorar a condição febril dos pacientes. O TermoSpeak se apresenta como uma alternativa promissora aos métodos tradicionais de medição da temperatura, com potencial para revolucionar a forma como monitoramos a saúde em diferentes contextos, como em ambientes médicos, residências e locais públicos. O protótipo em sua versão final pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 - Aferição de temperatura do protótipo na Fatec-Bauru



Fonte: Arquivo pessoal, dispositivo movel, 2024

7 DISCUSSÕES

As práticas desenvolvidas no período de estudo, foram essenciais para o desenvolvimento do protótipo Termo Speak, o conhecimento adquirido, sobre termistores suas funções e métodos de leitura de temperatura e capacidade, a compreensão do funcionamento do termistor NTC, e sua precisão na aferição de temperatura, foram determinantes para a construção do termômetro.

As práticas em sistemas elétricos, desenvolvidas nos laboratórios em protoboards e microcontroladores permitiram a facilitação da montagem do sistema para o protótipo monitorar a temperatura corpórea, os meios oferecidos de estudos permitem a integração de automação e biologia, tornando pratico o desenvolvimento de projetos.

A precisão e a capacidade de integração com sistemas de comunicação oferecem uma base para o aprimoramento do protótipo, a redução do modelo e a implantação de um alerta que permite ao usuário auscultar o valor da sua temperatura corporal, são etapas que podem ser melhoradas no projeto.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo de aferição de temperatura TermoSpeak utilizando o microcontrolador ESP32, o termistor NTC e o autofalante Buzzer, mostrou-se uma ferramenta eficaz na aferição de temperatura, a precisão, usabilidade e possibilidade de integração de outras tecnologias tornam esse projeto uma base importante para os avanços em desenvolvimento de outros dispositivos para medição de temperatura.

A facilidade em manipular o microcontrolador, com sua avançada tecnologia, tornam a experiencia satisfatória, também os baixos custos, dos equipamentos, permitem uma maior acessibilidade para o desenvolvimento do projeto, fazendo com que o objetivo analisado para a construção do termômetro, que busca melhorar a qualidade de vida para pessoas com dificuldades auditivas e visuais, permitindo a sua autonomia nos cuidados com a saúde, mostrou-se funcional.

Esse projeto representa um avanço significativo no uso de tecnologia assistiva para o monitoramento em saúde.

9 REFERÊNCIAS

ABREU, M. C *et al* **Física Experimental** Uma introdução, Editorial Presença, 1994. Disponível em: Microsoft Word - Tese 2007depois-final-jpg.doc (matematicando.net.br). Acesso em 8 abr. 2024.

ADAFRUIT. **Using a Thermistor**. Disponível em: Adafruit Feather HUZZAH with ESP8266 - Loose Headers: ID 2821: Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits. Acesso em: em 8 abr. 2024

A ERA DOS DISPOSITIVOS DIGITAIS NA PROMOÇÃO DA SAÚDE: CONECTANDO O CUIDADO | Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences (emnuvens.com.br), Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences (ISSN 2674-8169), Acesso em 29 out. 2023.

BARROS, A. L. B. L. *et al.* **Sinais Vitais**. In: Procedimentos de enfermagem para prática clínica. [S. l.: s. n.], 2019. cap. 7, p. 52-84. Disponível em: <https://doceru.com/doc/88s5nc5>. Acesso em 29 out. 2023.

CLIFORFFORD, Br Foreign Med-Chir Rev. 45, 429 (1870). Disponível em: SciELO - Brasil - A termometria nos séculos XIX e XX A termometria nos séculos XIX e XX. Acesso em: em 8 abr 2024

CLIFORFFORD, Br Foreign Med-Chir Rev. 45, 429 (1870). Disponível em: SciELO Brasil - A termometria nos séculos XIX e XX A termometria nos séculos XIX e XX .Acesso em 8 abr. 2024.

DEUS, J. D, *et al* **Introdução à Física**, 2ª ed., McGraw-Hill, Lisboa, 2000. Disponível em: Microsoft Word - Tese 2007depois-final-jpg.doc (matematicando.net.br). Acesso em 8 abr. 2024.

IBRAHIM, Dragan. **The Complete ESP32 Projects Guide**. 1a. ed. [S.l.]: Elektor Digital, 2017. Disponível em Guia completo de projetos ESP32 | Sistemas de Espressif Acesso em: 8 abr. 2024.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA Disponível em <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2023/outubro/crescimento-da-populacao-idosa-traz-desafios-para-a-garantia-de-direitos> . Acesso em 08 abr. 2024

MICHAEL McRoberts **Arduino Básico 2ª edição Novatec** Editora Ltda. 2015. Disponível em: <capitulo-9788575224045.pdf> (novatec.com.br) Acesso em 8 abr. 2024.

MOREIRA, L.S. **Sensores de Temperatura Princípios e Aplicações**. Apostila do Curso, 2000. Disponível em: 32 (ceramicaindustrial.org.br) Acesso em: 8 abr. 2024.

OMEGA, Sensores Pt-100 | OMEGA Engineering Brasil , Acesso em: 8 abr. 2024.

SARTORETTO, M. L; R, *et al* Assistiva Tecnologia e Educação. 2019. TECNOLOGIA ASSISTIVA. Disponível em https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf . Acesso em 10 abr.2024.

SIBGRAP, Instruções aos Autores de Contribuições para o SIBGRAPI (researchgate.net). Acesso em 8 abr. 2024.

SOUZA, (2013). **Arduino Entradas Analógicas**. Disponível em: 151_587.pdf (uricer.edu.br) Acesso em: 07 abr. 2024.

SUN, J., *et al* (2011), "**A CAD/CAM system for fabrication of facial prostheses**", **Rapid Prototyping Journal**, Vol. 17 No. 4, pp. 253-261. Disponível em: SciELO - Brasil - Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos. Acesso 10 abr. 2024.

