



PROTÓTIPO PARA MONITORAR A TEMPERATURA BUCAL PARA USO ODONTOLÓGICO

PROTOTYPE FOR MONITORING ORAL TEMPERATURE FOR DENTAL USE

Marcus Vinicius dos Santos Carvalho^{1, i}

Edison Massao Motoki^{2, ii}

Alexandre Lasthaus^{3, iii}

Data de submissão: (29/01/2025) Data de aprovação: (14/02/2025)

RESUMO

Os aparelhos ortodônticos ficaram populares com o aprimoramento na fabricação de bandas, bráquetes e fios. Desde então, a busca por esse tipo de tratamento aumentou. Dentre tantos métodos de tratamento podemos destacar o uso do aparelho móvel, que na maioria dos casos é usado combinado a outras técnicas. Com o avanço da tecnologia e o surgimento do IoT, um método chamou a atenção por ser capaz de melhorar esse tipo de tratamento. Contudo, apesar de promissor, esse método ainda pode ser estudado e melhorado. Evidenciando as medições de temperatura como elemento chave no trabalho, foram estudadas tecnologias capazes de monitorar e facilitar o processo. Assim, este projeto realizou o estudo e a elaboração de um sistema melhorado para monitoramento da temperatura em tempo real e visualização dos parâmetros obtidos através de um site HTML. Por meio da avaliação do sistema, coleta e análise de dados, constatou-se que o sistema obteve uma boa resposta, mostrando, com base nos testes realizados, o tempo em que o sistema ficou em determinado ambiente considerando a sua temperatura. Como fator importante para o funcionamento do protótipo, os dispositivos e tecnologias empregadas não apresentaram erros graves nem travamentos, mesmo submetidos a condição proposta, simulando um ambiente bucal. Os parâmetros coletados foram precisos e demonstram o sucesso dos testes e a pesquisa obteve conclusões importantes como a economia de bateria e a viabilidade da implementação prática.

Palavras-chave: Internet das Coisas; monitoramento remoto; tecnologia odontológica; aparelhos móveis; microcontrolador.

ABSTRACT

Orthodontic appliances have become popular with advancements in the manufacturing of bands, brackets, and wires. Since then, the search for this kind of treatment increased. Among so many different methods of treatment, the use of removable appliances stands out, which, in most cases, are used in combination with other techniques. With technological

¹ Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). E-mail: marcusibl@yahoo.com.br.

² Docente e Dr. em Engenharia Elétrica na Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). E-mail: edison.motoki@mackenzie.br.

³ Docente Mestre em Engenharia Elétrica na Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). E-mail: alexandre.lasthaus@mackenzie.br.

advancements and the emergence of IoT, a method has gained attention for its potential to enhance this type of treatment. However, besides being promising, this method still must be studied and improved. Highlighting temperature measurements as a key element in this research, technologies capable of monitoring and facilitating the process were studied. This project conducted a study and developed an improved system for real-time temperature monitoring, with parameter visualization through an HTML-based website. Through system evaluation, data collection, and analysis, it was found that the system provided a good response, showing, based on the tests performed, the duration the system remained in a given environment considering its temperature. As an important factor for the prototype's functionality, the devices and technologies used did not present major errors or crashes, even when subjected to the proposed conditions simulating an oral environment. The collected parameters were accurate and demonstrated the success of the tests and the research reached important conclusions, such as battery savings and the feasibility of practical implementation.

Keywords: Internet of Things – IoT; remote monitoring; dental technology; removable appliance; microcontroller.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de aparelhos ortodônticos oferece diversas opções, adaptadas às necessidades, preferências e orçamentos de cada paciente. A evolução tecnológica tornou o uso desses dispositivos mais confortável, incentivando a adesão ao tratamento. Os modelos modernos, com estética aprimorada, têm atraído pacientes mais maduros, acima dos 30 ou 40 anos, e derrubado tabus, facilitando a aceitação social e o uso por crianças e adultos. Adornos e acessórios também contribuem para aumentar a adesão ao tratamento.

No Brasil, há 601.395 dentistas registrados no Conselho Federal de Odontologia (CFO, 2021), muitos utilizando aparelhos móveis como opção principal de tratamento. Esses dispositivos, fabricados com resina acrílica e fios de aço inoxidável, são removíveis e dependem da colaboração do paciente. Na infância, atuam como guias ortopédicos, orientando o crescimento da mandíbula e da maxila e prevenindo problemas futuros. Já em adultos, os aparelhos móveis complementam tratamentos tradicionais, mantendo os dentes alinhados após o uso de aparelhos fixos ou, em alguns casos, substituindo-os (Dentaly, 2018).

Este trabalho explora o uso de tecnologia sem fio no contexto de aparelhos móveis, buscando aprimorar o tratamento. O objetivo é criar um conceito capaz de medir a temperatura bucal dentro de um material acrílico usado na confecção do aparelho intraoral. Essa funcionalidade auxilia no monitoramento do uso pelo paciente e na eficiência do atendimento odontológico, proporcionando tratamentos mais precisos.

O estudo simula um protótipo com capacidade de medição de temperatura bucal e transmissão de dados via Wi-Fi para um banco de dados. O circuito foi testado dentro e fora do material acrílico, demonstrando viabilidade técnica e funcionalidade. Os resultados indicam um futuro promissor para dispositivos odontológicos com maior integração tecnológica, beneficiando profissionais e pacientes ao oferecer novas ferramentas para monitoramento e controle durante o tratamento.

O presente artigo é uma comunicação científica da pesquisa realizada para o Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em que mais informações e o texto na íntegra podem ser consultados em Carvalho, Motoki e Lasthaus (2021).

2 REVISÃO DE LITERATURA

O aparelho ortodôntico móvel é extremamente necessário para prolongar e ajudar no tratamento e correção dentária. É muito usado durante a infância, como os ossos da face ainda estão em fase de desenvolvimento, é possível usar o aparelho móvel para orientar corretamente o crescimento da mandíbula e da maxila, impedindo o surgimento de dentes tortos e outros problemas posteriores (Sorrisologia, 2019).

A partir do momento que os aparelhos móveis podem ser facilmente removidos, existe uma tendência que a sua utilização não seja conforme a indicada. Isto pode ser prejudicial no tratamento, correndo o risco de o acessório não encaixar mais na arcada dentária. Além disso, essa atitude pode aumentar o tempo necessário para a correção do problema (Moro, 2020).

Diante disso, a revisão de literatura buscou aportes teóricos e conceitos relevantes para o tema, que serão apresentados nos subtópicos seguintes.

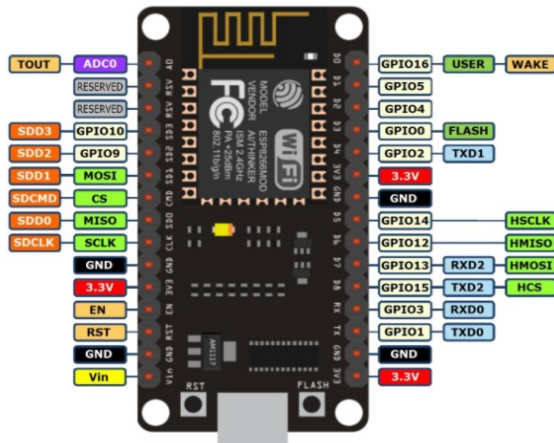
2.1 Sistemas embarcados

Os sistemas embarcados podem ser encontrados em diversos dispositivos eletrônicos, como: sistemas de iluminação, fechadura eletrônica, mecanismos de alarmes, entre outros. De acordo com Cunha (2007), sistemas embarcados é um circuito integrado com capacidade computacional que realiza uma tarefa pré-determinada. A interação homem-máquina com esses dispositivos é realizada por meio de interfaces. O sistema embarcado é composto por um microcontrolador capaz de realizar leituras de sensores externos, fazer o processamento desses dados, armazená-los, realizar tarefas e enviar comandos para os atuadores (Cunha, 2007).

2.2 Módulo ESP8266EX

O ESP8266EX é um microcontrolador fabricado pela empresa Espressif Systems, que possui alta performance, baixo consumo de energia, conexão Wireless Fidelity (WiFi) padrão 802.11 b/g/n. Além disso, o chip possui 4 MB de memória flash, 160 Kbytes de memória RAM, 17 portas, das quais 1 pode ser utilizada como conversor analógico digital de 12 bits (Shenzhen Ai-Thinker Technology CO, 2018). O NodeMCU-ESP12 é a plataforma de desenvolvimento que contém o microcontrolador ESP12. Esta placa é composta pelo chip ESP8266EX, interface usb-serial, antena embutida e um regulador de tensão, podendo ser alimentada por uma tensão mínima de 3,3V e máxima de 9V (Figura 1).

Figura 1 – Pinagem do módulo NodeMCU-ESP12



Fonte: Murta (2021)

O NodeMCU-ESP12 foi escolhido, nesse estudo, por apresentar um firmware embarcado e todas as especificações necessárias descritas acima. Além de facilitar a programação do chip, uma vez que o programa pode ser carregado no chip por meio de um cabo mini-USB. O microcontrolador pode ser programado utilizando a Integrated Development Environment (IDE) do Arduino, por meio da inclusão da biblioteca do ESP.

2.4 Arduino IDE

A IDE Arduino (Figura 2) é um software open source utilizado no desenvolvimento da programação de qualquer placa Arduino. Este ambiente possui códigos para leitura de dados dos sensores e botões, acionamentos de portas digitais e comunicação serial. O uso do software é simples: primeiramente é necessário realizar a configuração do modelo da placa a ser utilizada, depois seleciona-se a porta serial virtual do dispositivo conectado ao computador e transfere-se o programa para o hardware por meio do botão carregar (Arduino, 2015).

Figura 2 – Arduino IDE

```
1 /*  
2  Blink  
3  
4  Turns an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
5  
6  // the setup function runs once when you press reset or power the board  
7  void setup() {  
8    // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.  
9    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
10 }  
11 */  
12  
13 // the loop function runs over and over again forever  
14 void loop() {  
15   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the vol  
16   delay(1000); // wait for a second  
17   digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the v  
18   delay(1000); // wait for a second  
19 }  
20
```

Fonte: Arduino IDE (2021)

Esta plataforma se destaca devido a quantidade de material existentes para consulta, que facilitam a programação e exemplos de aplicações, tornando simples a sua utilização. Ademais, possui um serial monitor que permite o monitoramento da comunicação serial possibilitando, ao desenvolvedor, identificar dados de sensores ou atuações do microcontrolador. Em consequência destes benefícios, esta IDE foi escolhida para o desenvolvimento do firmware.

2.5 Internet das coisas

O conceito da internet das coisas, derivado do termo em inglês Internet of Things (IoT), teve origem em uma apresentação do pesquisador Kevin Ashton em 1999. De acordo com o cientista, se os computadores pudessem coletar dados sem a ajuda de seres humanos, seria possível rastrear e coletar informações de todas as formas (Ashton, 2009).

Em 2014, a Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) criou uma iniciativa em conjunto com indústrias, governos e academia com o objetivo de gerar um padrão para o IoT (Chebudie et al., 2014). Este padrão tem como visão os seguintes pontos: (1) aceleração do crescimento do mercado de IoT; (2) definição de uma arquitetura de IoT; (3) aumento da transparência das arquiteturas; (4) redução da pulverização de dispositivos industriais; (5) impulsionar o desenvolvimento dos trabalhos existentes.

A IoT pode impactar a economia e produtividade de países proporcionando uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, trazendo conforto, segurança e saúde. No Brasil, a IoT está em fase de crescimento. Estima-se que essa tecnologia, até 2025, irá gerar uma receita próxima de 120 bilhões de Reais ao Produto Interno Bruto (PIB) (Pereira e Carvalho, 2017).

2.5.1 Internet das coisas médicas

A base da Transformação Digital na saúde, assim como nos demais setores, está na adoção de novas tecnologias. O foco, porém, é a reestruturação do modelo de negócios e a adoção de uma nova cultura empresarial. Tais mudanças refletem nos processos de gestão e se desdobram em novas formas de diagnosticar, tratar e prevenir doenças.

Na saúde, a Internet das Coisas é chamada de Internet das Coisas Médicas. Além de monitorar pacientes em suas casas, as inovações em sensores e comunicações sem fio permitem que eles sejam acompanhados enquanto estão em trânsito. Graças a IoT, os pacientes podem fazer suas atividades, permanecendo conectados aos seus cuidadores (Silvi, 2021).

2.6 Comunicação sem fio

A comunicação sem fio está presente nos diversos dispositivos conectados entre si, sem a necessidade de cabos. Existem diferentes padrões de comunicação sem fio, tais como Bluetooth, WiFi e ZigBee. O padrão WiFi é um dos mais utilizados, trazendo uma forma direta de transferência de dados, sem depender de dispositivos ou fatores externos para comunicação.

2.6.1 Wireless Fidelity (Wifi)

A conexão WiFi é um protocolo de comunicação baseado no padrão IEEE 802.11 que possui capacidade e cobertura de dispositivos, além de ter um custo baixo, possibilitando a sua utilização em diversos cenários (Rubinstein e Rezende, 2002). A Wi-fi Alliance[®] é uma organização mundial que valoriza e torna a tecnologia WiFi a mais utilizada do mundo. É responsável por definir tecnologias e programas WiFi inovadores defendendo globalmente regras de uso justo. Atualmente, há mais dispositivos WiFi em uso do que a população e mais da metade do tráfego da Internet é realizado por redes WiFi (Alliance, 2018).

Este padrão de comunicação é flexível, suporta diversos dispositivos conectados, possui segurança e controle de acesso. Assim, o WiFi foi escolhido para este estudo por apresentar essas características. Além disso, o microcontrolador ESP8266EX possui conectividade WiFi dispensando o uso de um fator externo para a transferência dos dados, ou seja, estes serão transmitidos diretamente para o banco de dados.

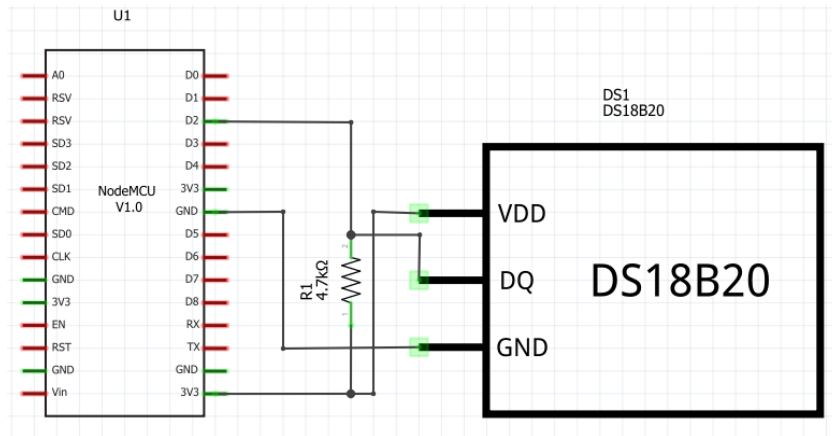
3 METODOLOGIA

3.1 Arquitetura do sistema

O sistema proposto é baseado em IoT e com ajuda de um shield V3 carregador de bateria para alimentar o aparelho. É composto por um sensor de temperatura (DS18B20) para fazer a leitura da temperatura ambiente e um módulo Wi-Fi (NodeMCU-ESP12) que faz a coleta das medições, a transmissão dos dados coletados para um banco de dados e servirá também como um microcontrolador programado para manipular o sensor de temperatura,

para fazer medições periodicamente da temperatura ambiente e controlar uma operação de memória ativamente acoplada ao MCU para registrar as medições. A Figura 4 mostra a arquitetura final do sistema.

Figura 4 – Arquitetura do Sistema Proposto



Fonte: Elaborado pelos Autores

3.2 Sensor de temperatura

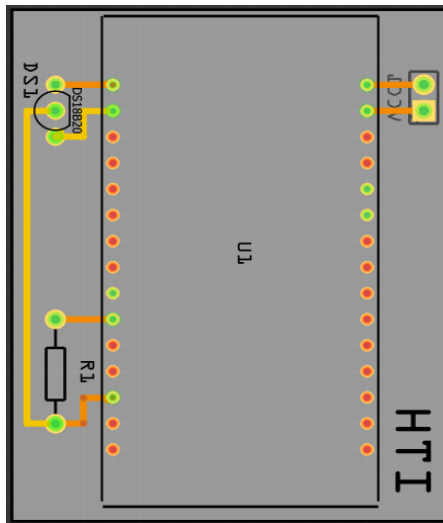
Com o Sensor de Temperatura Digital DS18B20 é possível realizar medições de temperatura de forma precisa utilizando apenas um pino do controlador. O sensor faz a leitura de temperaturas entre -55°C e $+125^{\circ}\text{C}$ com precisão de $0,5^{\circ}\text{C}$ e seu encapsulamento é ideal para utilização em protoboard, placas de teste ou circuitos definitivos. O sensor tem Protocolo One-Wire, ou seja, a sua comunicação é feita através de um único fio de dados, além do VDD e do GND. Cada DS18B20 conta com um código ID próprio de 64 bits, deste modo é possível que até 127 sensores funcionem em um mesmo barramento, poupando espaço do microcontrolador. (Maxim Integrated Products INC, 2019)

O sistema foi projetado para ser utilizado no modo normal de alimentação, o pino data (Dq), ligado ao digital do microcontrolador (pino D2), o resistor pull-up de $4,7\text{k}\Omega$ entre o VDD e o data, o VDD ligado na tensão de alimentação de 3V3 do microcontrolador que é sustentado através da bateria de 5V conectada via cabo USB e o GND ligado ao Terra do sistema.

3.3 Circuito impresso

A placa de circuito impresso foi desenhada utilizando o software Fritzing, que permite exportar o desenho do circuito para impressão. Nesta placa, encontram-se todas as conexões e componentes necessários para o funcionamento do protótipo (Figura 5).

Figura 5 – Design do PCI



Fonte: Elaborado pelos Autores

Após a confecção da Placa de Circuito Impresso (PCI) os componentes foram soldados e a alimentação do circuito conectada (Figura 6).

Figura 6 – Montagem do Circuito

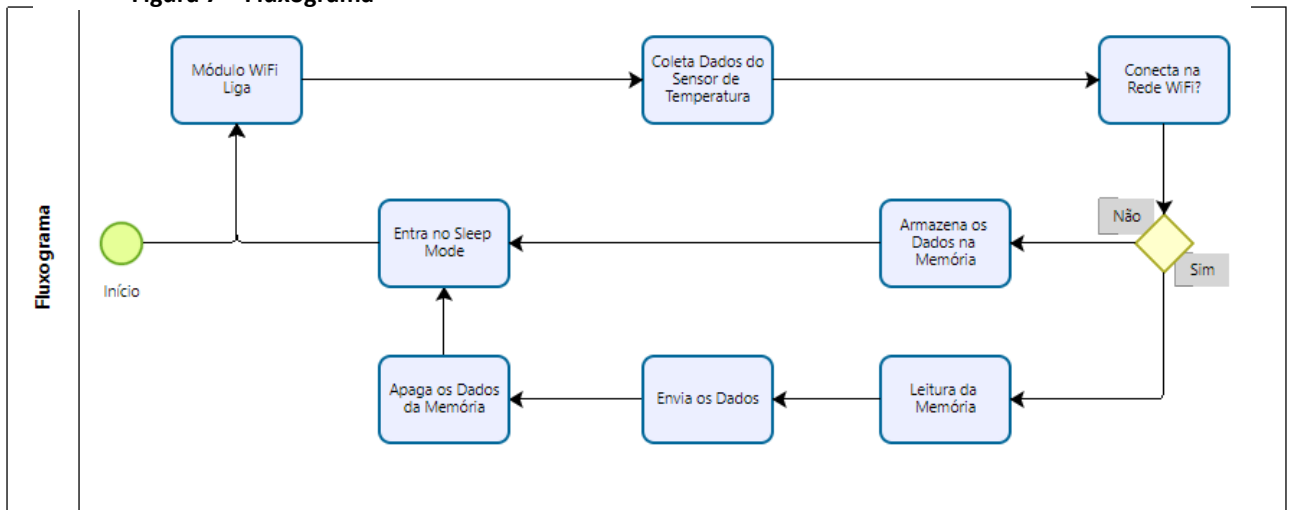


Fonte: Elaborado pelos Autores

3.4 Desenvolvimento do *firmware*

O desenvolvimento do *firmware* para o NodeMCU-ESP12 foi realizado na IDE do Arduino, seguindo o fluxograma (Figura 7) do funcionamento do circuito. O código pode ser dividido em seis partes: 1° parte: processa todas as configurações iniciais necessárias para o funcionamento do *firmware*; 2° parte: faz a medição da temperatura; 3° parte: realiza ou não a conexão à rede WiFi; 4° parte: armazena ou faz a leitura dos dados na memória; 5° parte: se conectado na rede WiFi, realiza a conexão ao banco de dados e envia os dados; 6° parte: analisa os dados e os complementa em uma página web, para melhor visualização dos resultados.

Figura 7 – Fluxograma



Fonte: Elaborado pelos Autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

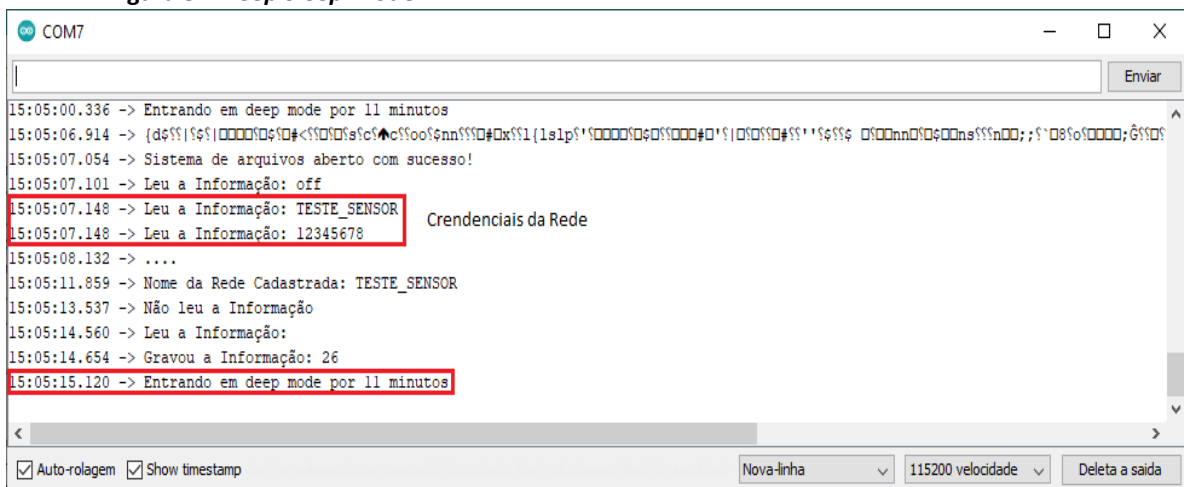
Os testes foram divididos em três partes, com o protótipo conectado ao *shield V3* carregador de bateria, para sua alimentação.

4.1 PARTE 1 – Teste funcional

O protótipo não foi submetido ao material acrílico. Analisando o seu comportamento sem a presença do material, foram testadas algumas funcionalidades para se conectar a uma rede WiFi e fazer a troca da rede, caso necessário, e a funcionalidade do *deep sleep* uma função do ESP8266EX que adormece certas partes do MCU permitindo minimizar o gasto da bateria.

O modo *deep sleep* (Figura 8) é o melhor em relação ao consumo, uma vez que praticamente todo o MCU fica desligado, tornando útil o envio os dados do sensor a cada 11 minutos para o banco de dados.

Figura 8 – Deep Sleep Mode

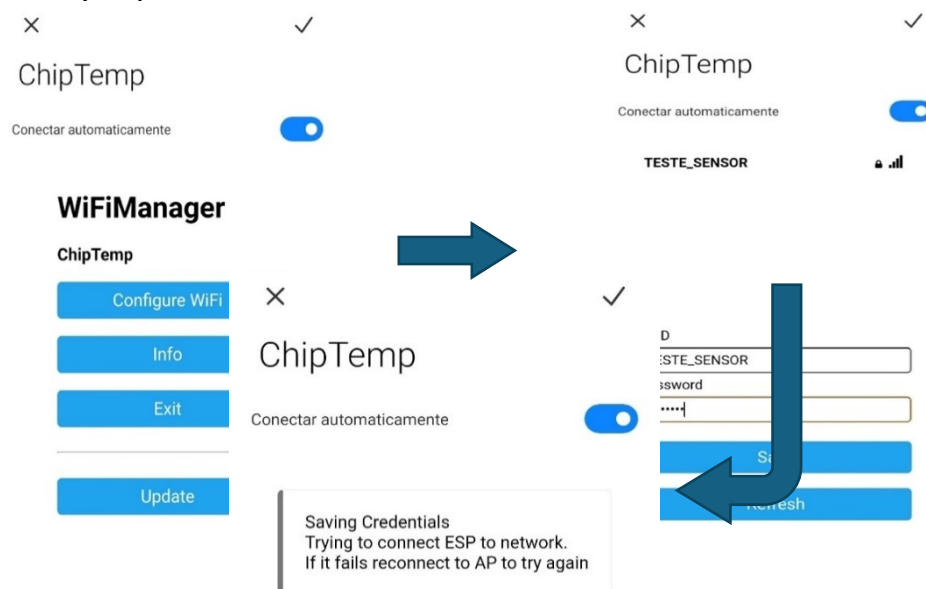


Fonte: Elaborado pelos Autores

Para o correto funcionamento do *deep sleep* é preciso fazer a ligação do pino D0 (GPIO16) ao pino de RESET. Quando o RTC (Real Time Clock) ultrapassa o tempo, é gerado um pulso LOW ao pino do RESET, fazendo com que ele seja resetado e recomeça o código (Morais, 2017). O funcionamento da conexão com a rede WiFi é feito através do botão Flash, presente na própria placa NodeMCU-ESP12, para ativação do envio dos dados. O sistema inicia assim que recebe a alimentação da bateria, fazendo as medições do sensor de temperatura a cada 11 minutos e entrando no modo *deep sleep*.

Para que o ESP8266EX conecte ao WiFi pela primeira vez é necessário pressionar o botão durante 5 segundos, assim, iniciará um portal de configuração WiFi, quando ligado, e salvará os dados de configuração na memória flash (SPIFFS). Com isso, os dados são enviados diretamente para o banco de dados. Posteriormente, se for preciso alterar os dados da conexão para uma outra rede, o portal de configuração será iniciado quando o botão for pressionado novamente (Figura 9).

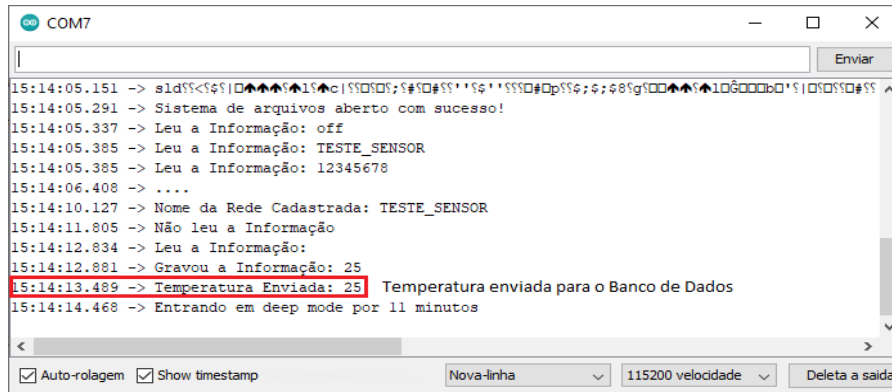
Figura 9 – Layout para Conexão WiFi



Fonte: Elaborado pelos Autores

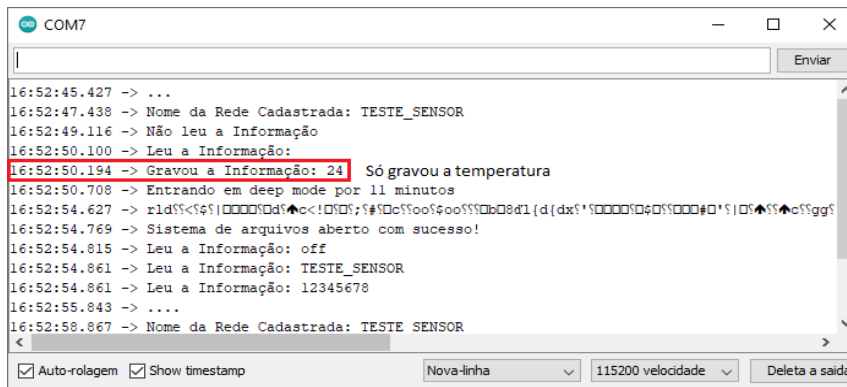
Para finalizar a primeira parte dos testes, foi feita a análise do funcionamento do sensor de temperatura, com medições de 11 em 11 minutos e que são salvas na memória SPIFFS. Caso o sistema não esteja conectado à internet, os dados são salvos na memória. A partir do momento em que houver uma conexão, os dados são enviados para o banco de dados (Figuras 10 e 11).

Figura 10 – Temperatura Enviada (Conectado à Rede)



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 11 – Temperatura Gravada (Não conectado à Rede)

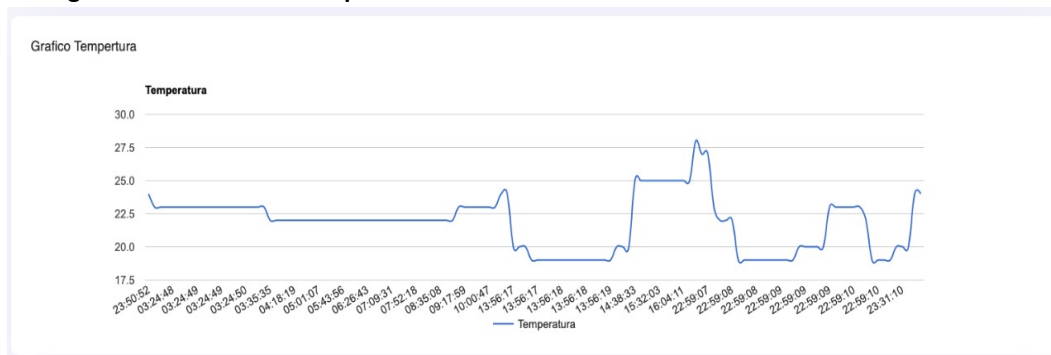


Fonte: Elaborado pelos Autores

4.2 PARTE 2 – Teste fora do material acrílico

No teste em que o protótipo estava fora do material usado para fabricação do aparelho móvel, foi realizado um ensaio com duas variáveis. A primeira são medições de temperatura captadas em um ambiente à 19 graus Celsius. A segunda variável são medições em temperatura externa, maior do que 20 graus Celsius (Figura 12).

Figura 12 – Gráfico da Temperatura



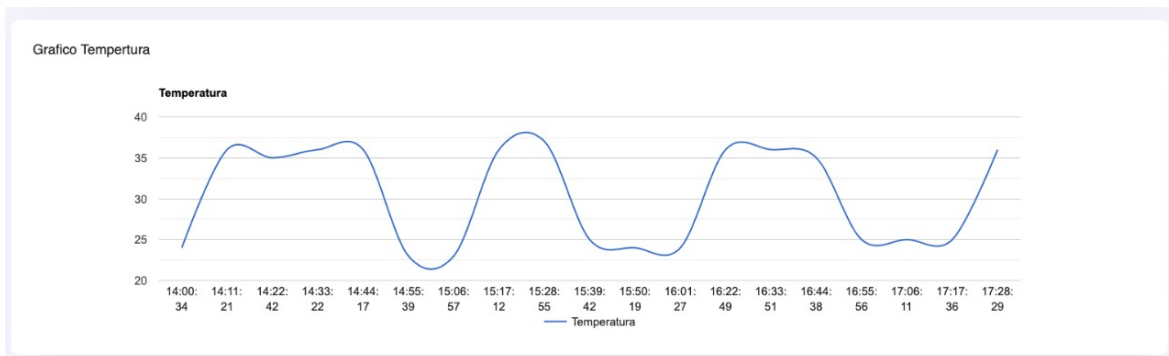
Fonte: Elaborado pelos Autores

4.3 PARTE 3 – Teste dentro do material acrílico

Para concluir os testes e definir se a funcionalidade do protótipo foi como o esperado, o último teste foi feito baseado em um outro ensaio onde o protótipo, já dentro do acrílico, foi submetido a um método científico utilizado tanto em laboratórios químicos, na indústria e na cozinha caseira para aquecer de forma lenta e uniformemente qualquer substância líquida ou sólida, através do contato com o vapor de água em um recipiente inferior.

O “banho-maria”, como é chamado o método, simula o sistema na boca de um paciente. Além das temperaturas que chegam a 36 graus Celsius (Figura 12), o sistema estava sujeito a uma umidade maior do ambiente, podendo causar falhas se o protótipo não estivesse protegido com uma resina isolante e dentro do material acrílico. Com as temperaturas captadas menores e iguais a 30 graus Celsius, conclui-se que o protótipo está em “banho-maria” e aquelas que foram captadas abaixo de 30 graus Celsius, o protótipo está fora do “banho-maria”.

Figura 12 – Gráfico da Temperatura



Fonte: Elaborado pelos Autores

5. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi aprimorar um sistema já existente para medir a temperatura bucal, proporcionando resposta rápida e melhor visualização dos resultados. A inovação incluiu um comando para modo *deep sleep*, economizando bateria e estendendo o tempo de funcionamento. Durante o desenvolvimento, enfrentaram-se duas dificuldades principais: a limitação do botão Flash e a troca do sensor de temperatura de LM35 para DS18B20, necessária para viabilizar a interface serial e a comunicação com o banco de dados.

O sistema utilizou o NodeMCU-ESP12, que apresentou bom desempenho, sendo adequado para aplicações IoT. O teste funcional do modo *deep sleep* e a gravação de dados na memória SPIFFS mostraram resultados favoráveis. O banco de dados permitiu conexão com um site HTML para visualização das temperaturas e exportação dos dados para análise.

Os testes realizados dentro e fora do material acrílico demonstraram a capacidade do sistema de monitorar o tempo em que o dispositivo ficou exposto a diferentes temperaturas. Essa funcionalidade pode auxiliar na eficiência e nos resultados de tratamentos odontológicos que dependem de aparelhos móveis. O sistema desenvolvido é uma base para um protótipo funcional, reduzido em tamanho, que poderá medir a temperatura bucal e monitorar o uso de aparelhos móveis no futuro. A presente pesquisa não tem a pretensão de esgotar o tema

e as possibilidades de aplicação. Sugere-se que o protótipo construído possa ser revisado e aplicado para além da odontologia, em outras áreas da saúde e da ciência e tecnologia que utilizem o monitoramento da temperatura corporal.

REFERÊNCIAS

ALLIANCE, W. F. **Who We Are**. 2018. Disponível em: <https://www.wi-fi.org>. Acesso em: 20 jul. 2018.

ARDUINO, **What is Arduino?** 2015. Disponível em: <http://arduino.cc> Acesso em: 20 jul. 2018.

ASHTON, K. That 'internet of things' thing. **RFID journal**, v. 22, n. 7, pp. 97–114, 2009.

CARVALHO, Marcus Vinicius dos Santos; MOTOKI, Edison Massao; LASTHAUS, Alexandre **Desenvolvimento de um protótipo para monitorar a temperatura bucal para uso odontológico**, 2021. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/items/2e2d6525-175d-4c5e-8c6a-75cb2bfc8249> .Acesso em: 05 jan 2025

CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA - CFO. **Quantidade geral de profissionais e entidades ativas**. 2021. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/estatisticas/quantidade-geral-de-entidades-e-profissionais-ativos/>. Acesso em: 03 dez. 2021.

CHEBUDIE, A. B.; MINERVA, R.; ROTONDI, D. **Towards a definition of the Internet of Things (IoT)**. 2015. IEEE Internet Initiative. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317588072_Towards_a_definition_of_the_Internet_of_Things_IoT Acesso em: 30 jul. 2020.

CUNHA, A. F. O que são sistemas embarcados. **Saber Eletrônica**, v. 43, n. 414, pp. 39-43, 2007.

DENTALY. **Entenda como funciona o aparelho dental móvel e quem deve usá-lo**. 2018. Disponível em: <https://www.dentaly.com.br/noticia/entenda-como-funciona-o-aparelho-dentario-movel-e-quem-deve-usa-lo>. Acesso em: 30 nov. 2018

MORO, A. **Aparelhos móveis**. 2020. Disponível em: <https://www.moroortodontia.com.br/aparelhos-moveis/> Acesso em: 20 jul. 2020.

PEREIRA, C.; CARVALHO, F. **A Internet das Coisas (IoT): cenário e perspectivas no Brasil e aplicações práticas**. In: SEMINÁRIO DE REDES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES - SRST, 7., setembro 2017. **Anais [...]**. Santa Rita do Sapucaí: Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL. pp. 7, 2017.

RUBINSTEIN, M. G.; REZENDE, J. F. **Qualidade de serviço em redes 802.11**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, 20., 2002, Búzios. **Anais [...]** Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.

SHENZHEN AI-THINKER TECHNOLOGY CO. **ESP12 datasheet**. 2018. Disponível em: https://docs.ai-thinker.com/media/esp8266/docs/esp-12f_product_specification_en.pdf. Acesso em: 20 jul. 2018

SORRISOLOGIA. **Linha do Tempo do Aparelho Ortodôntico**. 2019. Disponível em: https://www.sorrisologia.com.br/noticia/linha-do-tempo-do-aparelho-ortodontico-conheca-os-diferentes-tipos-de-modelos-dos-antigos-aos-mais-modernos_a9260/1. Acesso em: 30 nov. 2019.

Sobre os Autores:

ⁱ **Marcus Vinicius dos Santos Carvalho**



Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2021), tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção. ORCID ID: 0009-0005-3787-2763

ⁱⁱ **Edison Massao Motoki**



Possui graduação em Engenharia Elétrica, é Bacharel em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1990) e Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2007), Doutorado pela Universidade Federal de Itajubá (2022). Atualmente é consultor em Eficiência Energética e Estudos QEE. Foi Prof. da Universidade Presbiteriana Mackenzie (2010-2022) nas áreas de Qualidade de Energia, Distribuição de Energia, Redes Elétricas Inteligentes, Gestão Ambiental e Planejamento Energético, Projetos, Instalações Elétricas e Eletricidade Aplicada. ORCID ID: 0000-0001-5890-7033

ⁱⁱⁱ **Alexandre Lasthaus**



Possui graduação em Engenharia Elétrica, é Mestre em Engenharia Elétrica (1991) pela Utah State University com experiência em uma ampla variedade de campos de tecnologia da computação, desde o desenvolvimento de aplicativos, redes de computadores e administração de servidores até terceirização de TI e gerenciamento de projetos. Professor universitário lecionando Engenharia de Software, Sistemas de Controle e Automação Industrial e Robótica. ORCID ID: 0000-0002-3370-6056