CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CAMPUS NEPOMUCENO

JOÃO EDUARDO SILVA MENDOÇA
LUCAS VICTOR DE MOURA TEIXEIRA
ROMÁRIO DE OLIVEIRA BARBOSA

ELECTRONIC HEALTH MONITOR:
Inovação eletrônica no monitoramento da saúde.

NEPOMUCENO
2025

JOÃO EDUARDO SILVA MENDOÇA

LUCAS VICTOR DE MOURA TEIXEIRA

ROMÁRIO DE OLIVEIRA BARBOSA

ELECTRONIC HEALTH MONITOR:

Inovação eletrônica no monitoramento da saúde.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Alencar Franco de Souza
Co-orientador: Rosana Áurea Tonetti Massahud

NEPOMUCENO

2025

JOÃO EDUARDO SILVA MENDOÇA
LUCAS VICTOR DE MOURA TEIXEIRA
ROMÁRIO DE OLIVEIRA BARBOSA

ELECTRONIC HEALTH MONITOR:
Inovação eletrônica no monitoramento da saúde.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em 14 de fevereiro de 2025.

Dr. Alencar Franco de Souza
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Me. Rosana Áurea Tonetti Massahud
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Dr. Israel Teodoro Mendes
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos às nossas famílias pelo apoio incondicional em todos os momentos. Vocês sempre acreditaram em nós, nos incentivaram e nos ofereceram o suporte necessário para que pudéssemos alcançar este objetivo. Somos imensamente gratos por tudo o que fizeram e continuam fazendo por nós.

Aos nossos amigos, que estiveram ao nosso lado durante essa jornada, compartilhando momentos de alegria, desafios e superação. Vocês tornaram esse percurso mais leve e significativo, e cada palavra de incentivo foi essencial para que mantivéssemos o foco e a determinação em busca desse sonho.

À faculdade, por proporcionar um ambiente de aprendizado e crescimento, onde pudemos desenvolver nossas habilidades e ampliar nossos conhecimentos. Somos gratos pela estrutura, pelos recursos e pelas oportunidades que foram fundamentais ao longo desses anos.

Aos professores, que, com dedicação e sabedoria, compartilharam seus conhecimentos e nos guiaram no processo de aprendizado e formação. Cada aula, cada orientação e cada conversa foram essenciais para o nosso desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Por fim, agradecemos ao nosso orientador, Alencar Franco de Souza, e à nossa coorientadora, Rosana Áurea Tonetti Massahud, pela paciência, compreensão e por acreditarem no nosso potencial como equipe. Suas orientações foram cruciais para a construção deste trabalho e para o alcance dos resultados apresentados. Somos profundamente gratos por todo o apoio, incentivo e ensinamentos que recebemos ao longo dessa jornada.

RESUMO

O envelhecimento populacional e o aumento da obesidade destacam-se como desafios globais que intensificam a prevalência de doenças crônicas, como hipertensão, diabetes e doenças cardiovasculares. Esses cenários evidenciam a necessidade de soluções acessíveis e eficientes para o monitoramento contínuo de sinais vitais. Este trabalho propõe o desenvolvimento do Electronic Health Monitor, um dispositivo eletrônico que permite a medição em tempo real de parâmetros essenciais, como frequência cardíaca, saturação de oxigênio e temperatura corporal. O dispositivo tem como objetivo facilitar o acompanhamento da saúde de idosos e pessoas com obesidade, promovendo saúde preventiva, detectando precocemente alterações nos sinais vitais e possibilitando intervenções ágeis. Além disso, contribui para reduzir a sobrecarga dos sistemas de saúde, oferecendo uma solução prática e econômica. Com foco na melhoria do bem-estar e da qualidade de vida, o Electronic Health Monitor representa uma inovação tecnológica acessível para a sociedade.

Palavras-chave: Sinais vitais, obesidade, envelhecimento populacional, saúde preventiva, monitoramento de saúde, doenças crônicas, inovação tecnológica.

ABSTRACT

Population aging and the rise in obesity are global challenges that significantly increase the prevalence of chronic diseases such as hypertension, diabetes, and cardiovascular conditions. These scenarios highlight the need for accessible and efficient solutions for continuous vital sign monitoring. This study proposes the development of the Electronic Health Monitor, an electronic device capable of real-time measurement of essential parameters such as heart rate, oxygen saturation, and body temperature. The device aims to facilitate health monitoring for the elderly and individuals with obesity, promoting preventive healthcare, early detection of vital sign changes, and enabling prompt interventions. Additionally, it helps reduce the burden on healthcare systems by providing a practical and cost-effective solution. With a focus on improving well-being and quality of life, the Electronic Health Monitor represents an accessible technological innovation for society.

Keywords: Vital signs, obesity, aging population, preventive healthcare, health monitoring, chronic diseases, technological innovation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

bpm	Batimentos por minuto
SPO2	Saturação de oxigênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
DCV	Doenças Cardiovasculares
FC	Frequência Cardíaca
TC	Temperatura corporal
PWM	Pulse Width Modulation
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
SRAM	Static Random-Access Memory
USB	Universal Serial Bus
GPIO	General-Purpose Input/Output
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
I2C	Inter-Integrated Circuit
IPS	Inter-Peripheral System
SPI	Serial Peripheral Interface
COPI	Controller Out, Peripheral In
CIPO	Controller In, Peripheral Out
SCK	Serial Clock
SCL	Serial Clock Line
SDA	Serial Data Line
CS	Chip Select
Wi-Fi	Wireless Fidelity
ROM	Read-Only Memory
MHz	Megahertz
E/S	Entradas e Saídas
SMS	Short Message Service

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11
1.1. Objetivo Geral 15
1.1.1. Objetivos Específicos: 15
2. REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1. Frequência cardíaca (FC) 16
2.2. Saturação (SPO2) 17
2.3. Temperatura corporal (Tc) 18
2.4. Microcontroladores 19
2.4.1. ESP8266 20
2.4.2. NodeMCU 20
2.5. Comunicação I2C 22
2.6. Sensor MAX30102 22
2.7. Sensor MLX90614 23
2.8. Display OLED 24
2.9. Google Firebase 25
2.9.1. Realtime Database 26
2.9.2. Cloud Storage para Firebase 26
2.9.3. Firebase Test Lab 27
2.9.4. Firebase Crashlytics 27
2.9.5. Firebase Cloud Messaging 27
2.9.6. Firebase Authentication 28
2.9.7. Firebase Remote Config 28
2.9.8. Google Analytics para Firebase 28
2.10 React Native 29
3. METODOLOGIA 32
3.1.1. Sensores para Monitoramento de SpO2, Frequência Cardíaca (FC) 32

3.1.2. Sensores para Monitoramento de Temperatura.....33
3.2. Justificativa para a Escolha dos Sensores para o Projeto 33
3.3. Características Técnicas dos Sensores e Seus Sinais de Saída.....33
3.3.1. MAX30102.....33
3.3.2. MLX90614.....34
3.4. Sistemas de Transmissão de Sinais 34
3.4.1. GSM.....34
3.4.2. Bluetooth.....34
3.4.3. Wi-Fi.....35
3.5. Justificativa para a Escolha do Wi-Fi.....35
3.6. ESP8266 NodeMCU 36
3.7. Justificativa da Escolha do Microcontrolador para o Projeto.....36
3.9 React Native.....37
4. DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO 40
4.1. Desenvolvimento do projeto.....40
4.1.1. Funcionamento do protótipo.....40
4.1.2. Programação.....42
4.1.3. Montagem.....43
4.1.4. Comunicação Firebase.....44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 50
5.1. Montagem realizada 50
5.2. Programação realizada.....51
5.3. Parametrização dos sensores 51
5.4. Leituras realizadas 52
5.4.1. Teste com o sujeito masculino e feminino 52
5.5. Conexão com Firebase; 56
5.6. Conexão com aplicativo. 57

5.7. Custos do dispositivo 58
6. CONCLUSÃO 60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62

1. INTRODUÇÃO

A obesidade e o envelhecimento da população têm gerado crescente preocupação nos sistemas de saúde ao redor do mundo, especialmente no Sistema Único de Saúde (SUS). As causas desse fenômeno são diversas, sendo a principal delas associada a um estilo de vida sedentário, hábitos alimentares inadequados, diminuição da atividade física e rotinas agitadas, nas quais o conforto do sofá muitas vezes se torna mais atrativo do que a ida à academia. Conforme ilustrado na Figura 1 abaixo, a obesidade é um fator evidente que contribui substancialmente para o aumento do peso corporal, estando intimamente relacionada ao desenvolvimento de doenças crônicas. Esse ganho de peso ocorre de forma progressiva, resultando na manifestação de condições como diabetes, hipertensão, problemas cardíacos, respiratórios e articulares, todas fortemente ligadas ao excesso de peso. Adicionalmente, o avanço da medicina tem elevado a expectativa de vida, o que intensifica ainda mais os desafios enfrentados pela saúde pública no cuidado da população idosa. O Atlas da Federação Mundial da Obesidade estima que, nos próximos 12 anos, mais de 4 bilhões de pessoas serão obesas ou terão sobrepeso, evidenciando a crescente magnitude deste problema global (ESKINAZI; DE OLIVEIRA MARQUES, 2011).

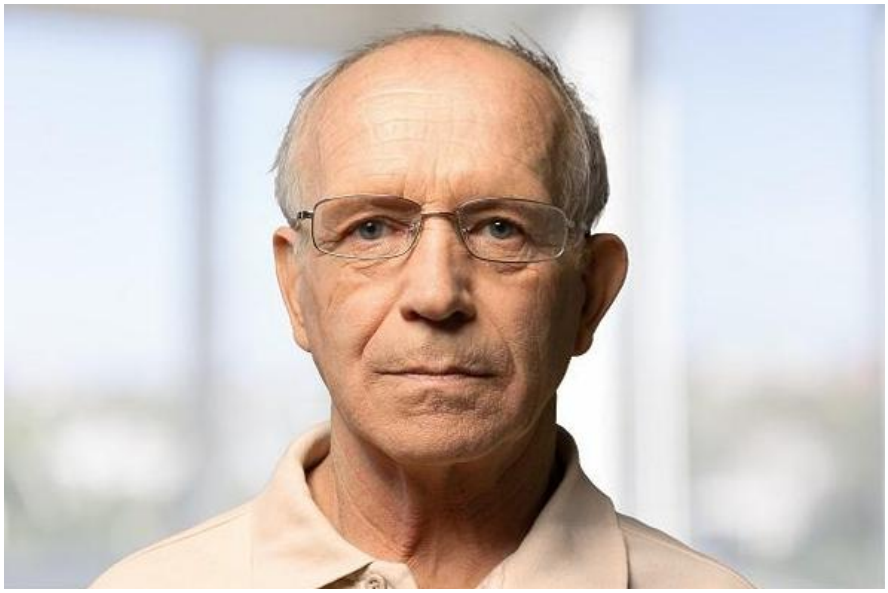
Figura 1 - Obesidade.

Fonte: Clinicavivere, 2022.

Não se trata apenas do sobrepeso, com o passar dos anos, o corpo vai se enfraquecendo e a recuperação de doenças fica mais difícil. E, quando alguém mais velho como pode ser visto na Figura 2, tem o agravante do sobrepeso, o risco de complicações sérias aumenta. Isso significa que indivíduos mais velhos, especialmente aqueles com sobrepeso, estão mais propensos a desenvolver complicações graves que podem afetar suas condições de saúde e

qualidade de vida. Segundo a ONU, o número de pessoas com 65 anos ou mais no mundo deve dobrar, passando de 761 milhões em 2021 para 1,6 bilhão em 2050 e está obesidade, por si só, já é um fator de risco significativo para uma série de problemas de saúde, como doenças cardíacas, respiratórias e metabólicas, e quando combinada com o envelhecimento, pode acelerar o surgimento de condições ainda mais complexas, como a insuficiência cardíaca, diabetes tipo 2 e até problemas articulares que afetam a mobilidade (CAVALCANTI et al., 2010).

Figura 2 - Sujeito do sexo masculino na Terceira Idade.



Fonte: Shutterstock, 2015.

Essas doenças, com seus efeitos, afetam diretamente com o corpo, com os sinais vitais, como os batimentos cardíacos, a temperatura e a saturação de oxigênio. E, quando esses sinais começam a falhar, torna-se mais difícil o tratamento. Se não houver um cuidado com esses sinais, o quadro pode piorar rápido. Pode ocorrer situações que a temperatura aumente repentinamente, o coração acelere e o ar fique escasso, são sinais de alerta que o corpo emite indicando que algo está errado.

Saturação de oxigênio, por exemplo, é uma das primeiras a dar sinais de que algo não vai bem. Quando o coração não consegue bombear o sangue direito, os órgãos não recebem o oxigênio necessário, o corpo começa a se enfraquecer. Isso é ainda mais perigoso quando a pessoa já tem outros problemas, como insuficiência cardíaca, que é como um relógio que está parando de funcionar bem. Idosos e pessoas com obesidade precisam de cuidados periódicos, pois estão sujeitos a complicações decorrentes das fragilidades de seus corpos, pois caso

possuam doenças cardíacas ou diabetes, ficam mais suscetível à problemas. Os batimentos, que deveriam ser regulares, podem começar a oscilar, e, sem monitoramento, a situação pode sair do controle. Além disso, cardiopatias congênitas, que são defeitos estruturais no coração, também podem afetar a oxigenação do sangue, tornando a medição da saturação de oxigênio ainda mais crítica (REIS, 2025).

A frequência cardíaca (FC) é outro sinal vital essencial para monitorar a saúde cardiovascular. Em pessoas com doenças cardíacas, como insuficiência cardíaca, arritmias e hipertensão, a frequência cardíaca precisa ser monitorada constantemente para detectar alterações que possam sinalizar a necessidade de ajustes no tratamento ou até mesmo intervenções médicas imediatas. Para pessoas com diabetes, que é frequentemente associada à obesidade, a FC também precisa ser monitorada, pois a diabetes pode afetar a função nervosa e interferir na regulação normal da frequência cardíaca, aumentando o risco de complicações cardiovasculares (ESKINAZI; DE OLIVEIRA MARQUES, 2011).

A temperatura corporal também é um parâmetro. O aumento na temperatura do corpo pode ser o primeiro sinal de que uma infecção pode estar acontecendo. Se a febre atinge valores elevados, pode resultar em consequências negativas para sua saúde. Quando a temperatura ultrapassa os 39,5°C, o risco aumenta e, se chega a 42°C, é como se o corpo estivesse à beira de entrar em colapso. Para os idosos, especialmente, o corpo reduz a capacidade de recuperação, e a febre pode ser a chave para uma série de problemas. Com isso, segundo Ahmad e Rehman (2018), a piora do quadro de saúde é apenas uma questão de tempo.

Além das complicações relacionadas às condições de saúde, muitas pessoas obesas ou idosas enfrentam dificuldades de locomoção, o que agrava ainda mais sua condição. Essa condição aumenta o risco de acidentes e lesões e torna mais difícil obter os cuidados médicos necessários.

Segundo Villas Bôas e Ruiz (2004) ao se deslocarem para unidades de saúde, essas pessoas também estão expostas a riscos de infecções hospitalares, que são uma preocupação constante em ambientes hospitalares. Os pacientes idosos e com doenças crônicas têm o sistema imunológico enfraquecido, tornando-os mais vulneráveis a infecções adquiridas em hospitais. Essas infecções se tornam rapidamente graves e agravam ainda mais o quadro de saúde, colocando a vida do paciente em risco. Portanto, a locomoção até o hospital não é apenas um obstáculo logístico, mas também uma fonte de risco para a saúde dos pacientes.

Entretanto, devido aos avanços na tecnologia dos cuidados de saúde, o monitoramento remoto dos sinais vitais tornou-se uma ferramenta de grande relevância para melhorar a vida das pessoas com doenças crónicas, incluindo obesidade, hipertensão e doenças cardíacas.

Através de sensores e dispositivos, como pulseiras e relógios inteligentes, os pacientes podem monitorar sua temperatura corporal, frequência cardíaca e saturação de oxigênio em tempo real, sem precisar sair de casa. Estes dispositivos são eficazes na recolha de dados de saúde e no seu envio a médicos e outros profissionais de saúde, que podem então acompanhar continuamente o progresso do paciente.

O benefício do monitoramento remoto é à detecção precoce de problemas de saúde. Por exemplo, se a saturação de oxigênio cair abaixo de um nível seguro ou se a temperatura corporal de um paciente cair significativamente, o médico pode ser notificado imediatamente. Isso permite que o profissional de saúde haja rapidamente, evitando que a condição piore. O uso da tecnologia de monitoramento remoto não apenas torna o atendimento à saúde mais fácil, mas também elimina a necessidade de visitas frequentes ao hospital, o que é um grande alívio para pessoas com dificuldades de hospedagem (CARVALHO et al., 2010).

Além disso, o uso de dispositivos de monitoramento remoto também ajuda a reduzir a superlotação em hospitais e unidades de saúde, uma vez que os profissionais podem se concentrar em pacientes mais graves, enquanto os pacientes com condições controladas são monitorados remotamente. Isso melhora a eficácia do sistema de saúde e da aos pacientes uma maior qualidade de vida, permitindo que eles continuem recebendo tratamento em casa com mais conforto e segurança (CARVALHO et al., 2010).

A integração de equipamentos eletrônicos permite cada vez mais o monitoramento permanente das pessoas. Um dos benefícios mais importantes será a redução dos custos com os cuidados de saúde, através do monitoramento constante e de um acompanhamento mais estreito por parte da equipa médica, na relação entre o médico e o paciente. A monitoramento constante poderá aumentar a taxa de detecção precoce de quadros clínicos adversos em pacientes de risco, salvando potencialmente mais vidas e/ou aumentado a esperança de vida. Portanto, é de suma importância analisar até que ponto os dispositivos de monitoramento eletrônico remoto contribuem para a melhoria da saúde dos idosos (PIRES GONÇALVES, 2008).

No campo da saúde e da tecnologia, avanços constantes são essenciais para garantir o bem-estar da população. Nesse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para monitorar sinais vitais essenciais, incluindo frequência cardíaca, saturação de oxigênio e temperatura corporal. O objetivo é criar um dispositivo acessível e eficiente para monitorar esses parâmetros de forma contínua.

Este dispositivo desempenha um papel fundamental na promoção da saúde e no bem-estar, permitindo a medição contínua e o monitoramento dos sinais vitais. Por exemplo, a detecção de qualquer anomalia pode alertar prontamente profissionais de saúde ou os próprios

usuários, possibilitando uma rápida intervenção. Esse dispositivo pode se tornar essencial no monitoramento da saúde e na prevenção de complicações, contribuindo significativamente para uma melhor qualidade de vida e longevidade.

O protótipo é composto por vários componentes eletrônicos, sendo os principais os sensores MLX90614 e MAX30102. O MAX30102 é responsável pela medição da frequência cardíaca e da oxigenação no sangue, enquanto o MLX90614 mensura a temperatura corporal. Além disso, sua capacidade de comunicação, por meio do ESP8266 NodeMCU, permite o envio instantâneo dos dados para profissionais de saúde ou cuidadores designados através do wi-fi.

O dispositivo não apenas oferece monitoramento contínuo, mas também emite alarmes sonoros para alertar o usuário em caso de folhas dos sensores ou perdas na conexão da internet. Esses recursos combinados tornam o dispositivo extremamente útil e funcional para a sociedade, especialmente no contexto de prevenção e monitoramento da saúde.

1.1. Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo eletrônico acessível e eficiente para o monitoramento contínuo de sinais problemáticos, incluindo frequência cardíaca, saturação de oxigênio e temperatura corporal, com o objetivo de promover a saúde, possibilitar a detecção precoce de anomalias e facilitar a intervenção médica, aliado, mas não obrigatoriamente a um aplicativo para dispositivos móveis, que possibilitará o monitoramento em tempo real e histórico de aferições.

1.1.1. Objetivos Específicos:

- Projetar e integrar sensores MLX90614 e MAX30102 para a medição precisa de temperatura corporal, frequência cardíaca e saturação de oxigênio.
- Implementar comunicação via ESP8266 NodeMCU para transmissão instantânea de dados monitorados para profissionais de saúde ou cuidadores designados.
- Desenvolver um sistema de alertas sonoros para notificar o usuário sobre falhas dos sensores ou perda de conexão com a internet.
- Garanta que o dispositivo seja de fácil uso, baixo custo e viável para aplicação em ambientes domésticos e clínicos.
- Desenvolvimento de um banco de dados para armazenamento de dados que se referem ao histórico de aferições.
- Desenvolvimento de um aplicativo para dispositivo móvel, de modo que seja possível um terceiro observar os dados coletados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Frequência cardíaca (FC)

As doenças cardiovasculares (DCV) representam a principal causa de mortalidade global, configurando-se como um grave problema de saúde pública (Mendonça 2016). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 17,9 milhões de pessoas perderam a vida devido a complicações cardiovasculares em 2019, representando aproximadamente 32% das mortes globais.

A frequência cardíaca, também conhecida como ritmo cardíaco, é a quantidade de batimentos do coração por minuto (bpm). Cada batimento cardíaco é composto por várias fases distintas, que juntas formam o ciclo cardíaco (Ferreira, Almeida et al. 2007). Os batimentos cardíacos normais variam conforme a idade e o estado de saúde da pessoa, as tabelas 1 e 2 a seguir mostram os parâmetros:

Tabela 1 - Frequência cardíaca para indivíduo do sexo masculino em repouso de acordo com diferentes faixas etárias.

Idade	18-25 anos	26-35 anos	36-45 anos	46-55 anos	56-65 anos	+65 anos
Excelente	56-61 bpm	55-61 bpm	57-62 bpm	58-63 bpm	57-61 bpm	56-61 bpm
Boa	62-65 bpm	62-65 bpm	63-66 bpm	64-67 bpm	62-67 bpm	62-65 bpm
Normal	70-73 bpm	71-74 bpm	71-75 bpm	72-76 bpm	72-75 bpm	70-73 bpm
Ruim	74-81 bpm	75-81 bpm	76-82 bpm	77-83 bpm	76-81 bpm	74-79 bpm
Muito ruim	+82 bpm	+82 bpm	+83 bpm	+84 bpm	+82 bpm	+80 bpm

Fonte: H3Med Centro Médico 2024, adaptada.

Tabela 2 - Frequência cardíaca para indivíduo do sexo feminino em repouso de acordo com diferentes faixas etárias.

Idade	18-25 anos	26-35 anos	36-45 anos	46-55 anos	56-65 anos	+65 anos
Excelente	61-55 bpm	60-61 bpm	60-64 bpm	61-65 bpm	60-64 bpm	60-64 bpm
Boa	66-69 bpm	65-68 bpm	65-69 bpm	66-69 bpm	65-68 bpm	65-68 bpm
Normal	74-78 bpm	73-76 bpm	74-78 bpm	74-77 bpm	74-77 bpm	73-76 bpm
Ruim	79-84 bpm	77-82 bpm	79-84 bpm	78-83 bpm	78-83 bpm	77-84 bpm
Muito ruim	+85 bpm	+83 bpm	+85 bpm	+84 bpm	+84 bpm	+84 bpm

Fonte: H3Med Centro Médico 2024, adaptada.

Quando se mede a frequência cardíaca, e ela apresenta valores fora dos intervalos indicados nas tabelas, é necessário buscar meios para normalizá-la. A prática de exercícios físicos e até mesmo uma dieta balanceada pode ajudar a trazer esses valores para o ideal, promovendo uma melhor saúde cardiovascular, aumentando a resistência física e contribuindo para o bem-estar.

Avanços na bioengenharia e no processamento de sinais biológicos têm permitido novos tratamentos não invasivos e melhorias na capacidade de diagnóstico, especialmente em doenças cardiovasculares (Ribeiro, Brum et al., 1992). Com esse progresso, o monitoramento da frequência cardíaca tornou-se um indicador de grande importância para diagnosticar a situação da saúde das pessoas e possibilitar a melhor prevenção para possíveis complicações como insuficiência cardíaca, arritmias, hipertensão entre outras.

Atualmente, existem alguns procedimentos para realizar esse monitoramento, e a utilização da eletrônica tem se mostrado uma forma eficaz e prática para esse controle. Um exemplo é o uso de sensores eletrônicos associados a um microcontrolador (SILVA, 2021).

2.2. Saturação (SPO2)

Historicamente, medir os níveis de oxigênio no sangue era considerado difícil devido aos métodos invasivos utilizados. Além disso, esses processos de medição eram demorados, como nos métodos químicos, onde o oxigênio dissolvido no sangue era extraído por reações químicas para medir as pressões parciais dos gases removidos, permitindo a determinação do nível de oxigênio, esses métodos podiam levar até 20 minutos (Lima 2009).

Devido a esse método, a realização de tais procedimentos em pacientes com risco iminente de vida tornava-se inviável pois os órgãos têm um tempo de sobrevivência limitado em caso de falta de oxigênio, conforme mostrado na Tabela 3:

Tabela 3 - Tempo de sobrevivência dos órgãos após ocorrência e falta de oxigênio.

Órgão	Tempo de sobrevivência após ocorrência de anoxia
Córtex Cerebral	Menos de 1 min
Coração	5 min
Rim e Fígado	10 min
Músculo Esquelético	2 horas

Fonte: Lima 2009, adaptada.

Diante dessa dificuldade, tornou-se necessário desenvolver métodos mais rápidos e eficientes para medir os níveis de oxigênio no sangue. Surgiram então novas tecnologias, como o oxímetro de pulso, que permite medir instantaneamente e com precisão. Os oxímetros de

pulso são utilizados para determinar de forma não invasiva o nível de saturação de oxigênio (SpO2) no sangue (Nascimento Júnior, 2022).

A Tabela 4 apresenta os níveis ideais de oxigenação no sangue (SpO2). Quando esses níveis estão abaixo do considerado normal, ocorre a hipoxia, que se caracteriza pela diminuição anormal da concentração de oxigênio nos tecidos do corpo, resultante de uma oxigenação sanguínea inadequada.

Tabela 4 - Nível de saturação de oxigênio no sangue

95 a 99%	Normal
91 a 94%	Hipoxia leve
86 a 94%	Hipoxia moderada
<86%	Hipoxia severa

Fonte: (Soares, Gomes et al. 2022), adaptada.

2.3. Temperatura corporal (Tc)

Os seres humanos são animais homeotérmicos, ou seja, possuem a capacidade de regular sua temperatura interna de forma constante, independentemente das variações nas condições ambientais. Isso significa que, através de um sistema térmico especializado, eles conseguem manter sua temperatura interna estável mesmo em face de grandes mudanças no ambiente externo (RIBEIRO 2018). A temperatura "normal" não é ajustada a um nível preciso e existem variações entre os indivíduos, que podem oscilar desde 35,8ºC a 37,1ºC [15] (Alencar, Lima et al., 2013).

Uma temperatura corporal interna inferior a 28 °C pode causar arritmia cardíaca e resultar em morte. Por outro lado, uma temperatura corporal interna acima de 46 °C pode causar danos irreversíveis ao cérebro (American Society of Heating e Engineers, 2005 apud (Ribeiro, Brum et al., 1992)).

Devido aos problemas que podem surgir com a temperatura corporal inadequada, os avanços tecnológicos têm sido essenciais para mitigá-los. Termômetros fáceis de usar possibilitaram uma tomada de decisão mais assertiva em situações de complicações, melhorando assim a saúde preventiva das pessoas.

Deve-se enfatizar que medir a temperatura corporal depende do tipo de termômetro utilizado, pois cada instrumento possui pontos específicos para realizar essas medições. Segundo os autores Thelma Leite de Araújo, Ana Cristina Mancussi e Faro, e María Teresa Cicero Lagaña, o termômetro de mercúrio é indicado para a mensuração no reto, boca e axila.

O termômetro digital é utilizado para medir a temperatura através do reto e da boca (Freitas, 2011).

Além dessas áreas tradicionais, avanços tecnológicos permitiram o desenvolvimento de dispositivos modernos capazes de medir com precisão a temperatura a partir da região frontal do paciente, oferecendo uma alternativa conveniente e eficaz para monitoramento clínico e doméstico, a Figura 3 mostra um exemplo de um sensor infravermelho.

Figura 3 - Termômetro Infravermelho.

Fonte: Hbfisio, 2024.

2.4. Microcontroladores

Segundo Kerschbaumer (2013) microcontroladores são circuitos integrados que reúnem em um único chip todos os componentes essenciais para seu funcionamento, incluindo processador, memória e interfaces de entrada e saída. Para operar, necessitam apenas de uma fonte de alimentação externa. Pode-se dizer que os microcontroladores são, essencialmente, computadores completos integrados em um único chip, projetados para executar tarefas específicas de forma eficiente e autônoma. Atualmente, existe uma ampla variedade desses dispositivos, cada um com suas próprias particularidades.

Um sistema microprocessado é composto por uma unidade central de processamento CPU e um conjunto de periféricos necessários para os seus funcionamentos. Dentre estes periféricos pode-se destacar a memória de dados, a memória de programa e o circuito de clock. Os microcontroladores diferem dos sistemas tradicionais por integrarem os seus periféricos dentro do próprio componente.

Esta integração é uma das principais vantagens dos microcontroladores, pois contendo todos os periféricos no mesmo componente faz com que sua utilização seja mais fácil e mais

barata. Sistemas microcontrolados não necessitam de muitos componentes, o que torna mais simples a construção das placas de circuito e diminui o custo dos componentes e da produção.

O tipo de encapsulamento, a velocidade de processamento, a quantidade de memória e os tipos de periféricos variam de modelo para modelo e também entre fabricantes, pois cada microcontrolador é desenvolvido para um tipo de operação.

Os microcontroladores são muitos utilizados pela sua versatilidade, pois seu comportamento depende principalmente do software que nele é gravado. Assim um mesmo microcontrolador pode ser utilizado para uma infinidade de aplicações bastando apenas mudar o seu software.

Outra vantagem é a possibilidade de atualização de um produto através da atualização do software do microcontrolador, o que não é possível com circuitos analógicos ou digitais tradicionais.

2.4.1. ESP8266

O ESP8266 como apresenta a Figura 4 é um módulo Wi-Fi desenvolvido pela Expressif Systems e amplamente utilizado em projetos de Internet das Coisas (IoT) e automação. Lançado em 2014, ele se destacou como uma solução de baixo custo que poderia conectar dispositivos a uma rede de forma fácil e eficaz sem uma conexão fixa. Uma das versões mais amplamente utilizadas do ESP8266, o NodeMCU V3, é um módulo fácil de integrar que é perfeito para criar dispositivos conectados à internet, seja para automação residencial, monitoramento remoto ou sistemas interativos.

Figura 4 - Módulo wifi ESP8266

Fonte: MAKER HERO, 2024.

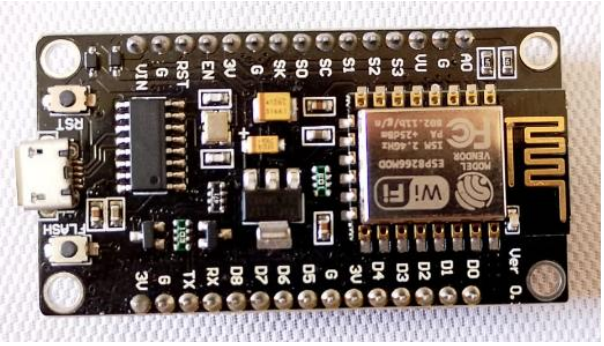
2.4.2. NodeMCU

O microcontrolador NodeMCU foi desenvolvido para facilitar a construção de projetos utilizando o ESP8266, pois possui um tensor de 3.3V, o que elimina a necessidade de outras

peças como adaptadores SPI e UART para completar a conexão. Lançado com um logotipo seguindo o ESP8266, o NodeMCU foi criado com a intenção de servir como uma plataforma acessível para o desenvolvimento de projetos relacionados à IoT. Uma das principais vantagens do NodeMCU é sua interface USB-serial integrada, o que facilita a alimentação do microcontrolador (o que pode ser feito, por exemplo, com um carregador de celular) e a transferência de programas de computador para um display.

O NodeMCU V3 como mostra a Figura 5, tem o microcontrolador ESP-12E, que roda em uma frequência de até 160 MHz e é alimentado por uma tensão de 3,3 V. Este módulo tem 11 pinos digitais que podem ser configurados para entrada ou varredura, bem como um pino de entrada analítica. Alguns dos pinos digitais podem ser usados para comunicação PWM (Modulação por Largura de Pulso) e serial, I2C e SPI, o que oferece grande flexibilidade na integração com outras peças e sensores.

Figura 5 - NodeMcu V3 Esp8266



Fonte: Autor.

O NodeMCU V3 possui 4 MB de memória flash, o que permite armazenar software e outros dados necessários para o funcionamento do dispositivo. Além disso, a placa fornece conectividade Wi-Fi de alta velocidade, o que permite uma comunicação de dados eficaz entre dispositivos e servidores ou plataformas remotas.

Entre suas características físicas, o NodeMCU V3 opera com uma faixa de alimentação de 5V a 9V, permitindo o uso de uma bateria alcalina de 9V para alimentar o microcontrolador. Ele possui um total de 11 portas GPIO (General Purpose Input/Output – Portas de Entrada/Saída de Propósito Geral) que podem ser usadas para conectar sensores ou outros dispositivos externos, tornando-o extremamente versátil para muitas aplicações em projetos de IoT.

Em termos de dimensões físicas, o NodeMCU V3 possui um comprimento de 58 milímetros e uma largura de 31 milímetros, com um peso de aproximadamente 25 gramas, tornando-o compacto e ideal para integração em projetos diversos.

2.5. Comunicação I2C

Segundo Nascimento, Neto e Silva (2021), (desenvolvido em 1982), o protocolo de comunicação I2C, tornou-se essencial para a interconexão de diversos circuitos eletrônicos em um mesmo sistema, funcionando como um barramento interno que permite a troca de informações entre os dispositivos. Amplamente utilizado em circuitos integrados, o I2C possui uma grande variedade de fabricantes, se tornando muito popular em microcontroladores. Sua arquitetura é eficiente e flexível, possibilitando o controle de vários dispositivos com apenas dois fios, tornando-o ideal para aplicações de sistemas que incluem, sensores de temperatura e umidade, como o DHT11 ou o SHT31, utilizam o I2C para comunicar dados de temperatura e umidade com um microcontrolador ou outro dispositivo central.

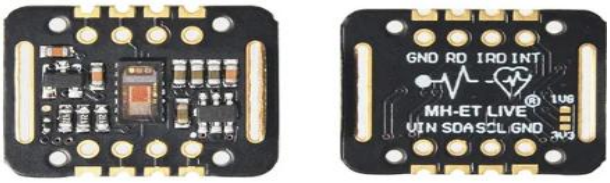
Displays LCD e OLED, como o LCD 16x2 com I2C ou os displays OLED, usam I2C para simplificar a conexão e controle de vários dispositivos, economizando pinos do microcontrolador.

O I2C é um barramento serial **multimestre**, o que significa que permite a presença de vários mestres no mesmo sistema. Ele é utilizado principalmente para conectar periféricos de baixa velocidade, usando apenas duas linhas de transmissão: a **SDA (Serial Data Line)** , responsável pela transmissão bidirecional de dados, e a **SCL (Serial Clock Line)** , que fornece os pulsos de sincronização que coordenam a transferência de dados entre os dispositivos (Nascimento, Neto e Silva 2021).

2.6. Sensor MAX30102

O MAX30102 como mostra a Figura 6 é um módulo integrado de oximetria de pulso e monitor de frequência cardíaca. Esse sensor possui fotodiodo e fototransistor, elementos ópticos e eletrônicos de baixo ruído com rejeição de luz ambiente (Datasheet, 2016). Neste dispositivo, deve-se posicionar a ponta do dedo sobre o sensor. Através deste contato, os LEDs emitem luz em duas faixas diferentes: vermelha e infravermelha.

Figura 6 - Sensor MAX30102.

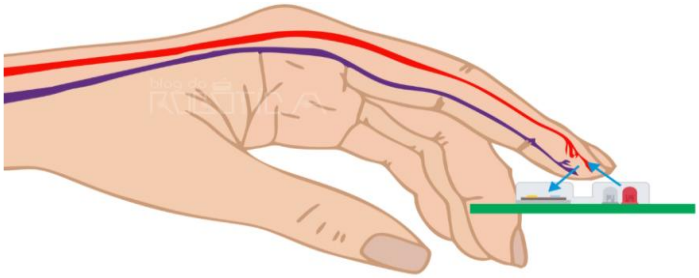


Fonte: Aliexpress, 2024.

Com base na quantidade de luz emitida e absorvida pela pele, o sensor pode determinar a saturação de oxigênio da pessoa, pois, sangue oxigenado absorve mais luz infravermelha, enquanto o sangue com baixa oxigenação absorve mais luz vermelha.

Quando o coração bombeia sangue ocorre um aumento no nível de sangue oxigenado. Por sua vez, quando o coração relaxa o volume de sangue diminui. O sensor mede a frequência cardíaca com base no tempo entre o aumento e diminuição do sangue oxigenado (Jonas Souza 2023). A Figura 7 mostra o funcionamento desse sensor.

Figura 7 - Funcionamento Sensor MAX30102.



Fonte: Blog da robótica, 2023.

Este sensor tem seu meio de comunicação I2C, o que torna mais viável e fácil a sua ligação e a sua conectividade com outros dispositivos no mesmo barramento. Na Tabela 5, apresentam-se as especificações técnicas detalhadas deste sensor.

Tabela 5 - Especificações técnicas sensor MAX30102.

Especificações Técnicas	
Dimensões	5.6mm x 3.3mm x 1.55mm
Tensão de alimentação	3V à 5V
Tensão de alimentação para LEDs internos	3.3V
Faixa de temperatura de Operação	-40°C à 85°C
Amplitude térmica de armazenamento	-40°C à 105°C
Corrente de entrada continua em qualquer terminal	20mA
Interface de comunicação	I2C
Consumo de Energia	Menor que 1mW durante monitoramento de FC.
Corrente de desligamento	0.7uA (típico)

Fonte: datasheet, adaptada.

2.7. Sensor MLX90614

O sensor MLX90614 como mostra a Figura 8 é um sensor de temperatura infravermelho fabricado pela empresa Melexis, com este sensor é possível fazer medições de temperaturas do ambiente e de objetos sem a necessidade de contato físico (Zazeka 2021). Este sensor se destaca pela praticidade e eficiência, utilizando a comunicação I2C, que além de oferecer uma conexão simples, permite a integração com outros dispositivos no mesmo barramento, e suas especificações técnicas pode ser vista na Tabela 6.

Figura 8 - Sensor MLX90614.

Fonte: Arduino e Cia, 2021.

Tabela 6 - Ficha técnica do sensor MLX90614.

Especificações Técnicas	
Fabricante	Melexis
Modelo	MLX90614
Faixa de medição de temperatura do objeto	-70°C à 382.2°C
Faixa de medição de temperatura do ambiente	-40°C à 125°C
Resolução de medição	0.02°C
Precisão	±0.5°C
Tensão de alimentação	3.3V à 5V
Consumo de corrente	1.5mA (média) a 2mA (pico)
Protocolo de comunicação	I2C
Temperatura de operação	-40°C à 85°C
Dimensões	8.1mm x 4.5mm x 1.5mm
Peso	0.09g

Fonte: Datasheet, adaptada

2.8. Display OLED

Segundo Patel e Prajapati (2014), um display OLED é um dispositivo eletrônico composto por vários filmes finos orgânicos em dois eletrocondutores. Ao passar corrente elétrica por essas camadas de fios é emitido luz por eletro-fluorescência. Neste trabalho, será utilizado a tela no modelo OLED de 0,96” devido à sua eficiência e otimização do espaço no dispositivo que é representado na Figura 9.

Figura 9 - Display OLED 0.96" 128x64.

Fonte: MAKER HERO, 2024.

A seguir, na Tabela 7, tem-se as especificações técnicas do display Oled.

Tabela 7 - Especificações Técnicas do Display OLED 0.96".

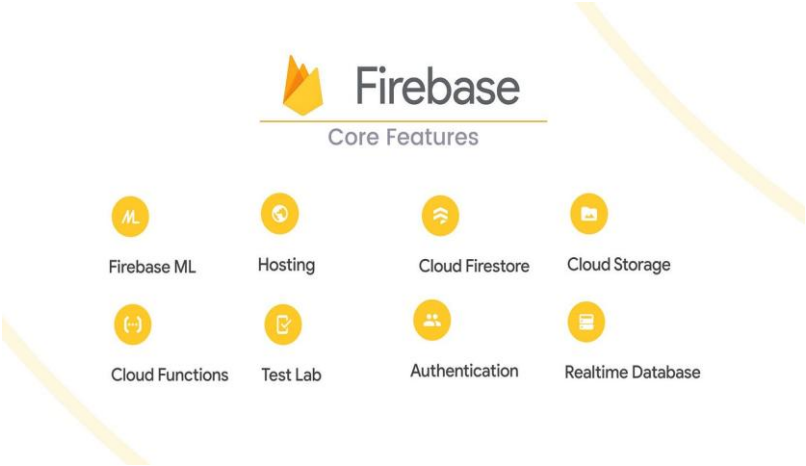
Especificações Técnicas	
Tamanho da tela	0.96”
Resolução	128x64
Protocolo de comunicação	I2C
Tipo	GRAPHIC
Tensão de alimentação	3.3V à 5V
Temperatura de operação	-30°C à 70°C
Dimensões	27mm x 27mm x 4mm

Fonte: Datasheet, adaptada.

2.9. Google Firebase

Firebase, desenvolvido pelo Google e lançado em 2016, é uma plataforma abrangente que fornece ferramentas e infraestrutura para criar aplicativos em Android, iOS e web. Entre suas diversas funcionalidades estão a mensageria, o banco de dados, a autenticação e muitos outros serviços" (Smith, 2018, p. 45). A Figura 10 mostra os tipos de funcionalidades encontradas no Firebase:

Figura 10 - Recursos do Firebase.



Fonte: Google, 2024.

O Firebase é uma plataforma desenvolvida pelo Google que oferece uma ampla gama de ferramentas e serviços para o desenvolvimento de aplicativos móveis e web. Ele utiliza um banco de dados NoSQL baseado em JSON, permitindo uma sincronização em tempo real e a eliminação de comandos de consulta SQL tradicionais" (FIREBASE, 2024).

A seguir, é apresentado alguns dos serviços e produtos utilizados para criação, desenvolvimento e engajamento de aplicativos.

2.9.1. Realtime Database

O Firebase Realtime Database é um banco de dados NoSQL que armazena dados em tempo real usando o formato JSON (JavaScript Object Notation). Mesmo sendo um serviço baseado na nuvem, ele permite realizar trabalhos offline, guardando os dados no próprio dispositivo e sincronizando-os automaticamente quando a conexão com a internet é restabelecida. Esse banco de dados utiliza regras de segurança para definir como os dados serão estruturados e quem pode acessá-los, oferecendo aos desenvolvedores de aplicativos móveis uma combinação de flexibilidade e bom desempenho (MORONEY, 2017, p. 3).

2.9.2. Cloud Storage para Firebase

O Cloud Storage é um serviço de armazenamento acessível que permite aos desenvolvedores e usuários fazerem download e upload de arquivos, como vídeos, fotos e áudios, independentemente da qualidade da rede à qual o dispositivo está conectado. Ele é integrado ao Google Cloud, garantindo suporte robusto e confiável, e realiza essas transferências de arquivos através de uma API (FIREBASE, 2024).

2.9.3. Firebase Test Lab

O Test Lab é um serviço em nuvem que oferece uma infraestrutura para testar aplicativos em desenvolvimento. Ele permite que os desenvolvedores verifiquem se seus aplicativos funcionam corretamente em uma variedade de dispositivos com diferentes configurações. Isso ajuda a entender melhor o desempenho do aplicativo para os usuários ativos (FIREBASE, 2024).

Mesmo se os desenvolvedores não tiverem escrito código específico para testes, o Test Lab realiza testes automáticos para identificar possíveis falhas. Os resultados dos testes são armazenados em diversos formatos, como capturas de tela, dentro do próprio Firebase. Os testes são executados em dispositivos reais disponíveis em um centro de testes do Google, usando uma ferramenta automática desenvolvida pelo Google chamada Robo Tests (MORONEY, 2017, p. 4).

2.9.4. Firebase Crashlytics

O Firebase Crashlytics é uma ferramenta poderosa desenvolvida para ajudar a solucionar problemas comuns em aplicativos, como erros e travamentos. Esses problemas podem levar a avaliações negativas dos usuários. O Crashlytics é uma solução leve e em tempo real que auxilia os desenvolvedores a monitorar, priorizar e corrigir problemas de estabilidade que comprometem a qualidade dos aplicativos para Apple e Android.

Além disso, o Crashlytics oferece *insights* úteis e claros sobre os problemas do aplicativo. Essa ferramenta economiza tempo ao agrupar inteligentemente as falhas e mostrar as circunstâncias que levam as mesmas. Os desenvolvedores recebem alertas quando a gravidade de um problema aumenta e podem descobrir rapidamente quais linhas de código estão causando as falhas. Isso permite que eles implementem correções rápidas e mantenham a estabilidade do aplicativo (MORONEY, 2017).

2.9.5. Firebase Cloud Messaging

O Firebase Cloud Messaging (FCM) é uma ferramenta que permite aos desenvolvedores enviar mensagens e notificações para os aplicativos de seus usuários de maneira rápida e gratuita (Firebase, 2024). Com o FCM, é possível enviar mensagens de várias formas, seja para um público específico com base em análises, ou para um grupo mais amplo. Além disso, o FCM pode complementar outras ferramentas do Firebase, como o Crashlytics, ajudando a informar os usuários sobre atualizações que corrigem erros identificados em seus aplicativos (MORONEY, 2017).

2.9.6. Firebase Authentication

Atualmente, muitos aplicativos exigem que os usuários se registrem e criem credenciais para acessá-los. No entanto, o fato de que esses aplicativos frequentemente pedem uma quantidade significativa de informações pessoais pode desmotivar os usuários, levando-os a abandonar o cadastro e o uso do aplicativo. Para resolver esse problema e simplificar a criação e gerenciamento das credenciais de login, foi desenvolvido o Firebase Authentication. Essa ferramenta fornece uma API que facilita o registro e o login em aplicativos, permitindo que os usuários se autentiquem usando suas contas do Google, Facebook ou até mesmo apenas um e-mail e senha. Aplicativos que oferecem essas opções de autenticação estão se tornando cada vez mais populares, pois permitem que os usuários utilizem credenciais que já possuem. Além disso, o Firebase Authentication pode ser integrado a outros serviços do Firebase, como o Realtime Database, permitindo um controle mais eficaz sobre quais dados são acessíveis para cada usuário (MORONEY, 2017).

2.9.7. Firebase Remote Config

O Firebase Remote Config é uma ferramenta prática que permite aos desenvolvedores realizar ajustes e mudanças no comportamento e na aparência de seus aplicativos sem a necessidade de lançar uma nova atualização. Com essa ferramenta, é possível corrigir palavras mal traduzidas em diferentes idiomas ou ajustar descontos em produtos dentro de um aplicativo de vendas de forma rápida e eficiente (MORONEY, 2017).

Além disso, o Remote Config facilita o gerenciamento de conteúdo, permitindo ajustes ágeis em promoções, exibição de produtos e aplicação de descontos temporários. Isso permite uma resposta rápida aos feedbacks dos usuários e a correção de erros de tradução, além de as mudanças realizadas serem aplicadas de maneira segura e eficiente, com configurações salvas no servidor Firebase. Essas configurações são baixadas de forma otimizada para não prejudicar o desempenho do aplicativo. A integração com outros serviços do Firebase, como Analytics e Crashlytics, permite uma análise completa do impacto das mudanças realizadas (FIREBASE, 2024).

2.9.8. Google Analytics para Firebase

O Firebase Analytics é uma ferramenta central de engajamento no ecossistema do Firebase. Trata-se de uma solução gratuita que oferece análises detalhadas e personalizadas sem a necessidade de desenvolver código específico para isso. Com o Firebase Analytics, os desenvolvedores podem conhecer e compreender melhor seu público e como os usuários interagem com o aplicativo. Isso permite que eles tomem decisões informadas para o

crescimento e desenvolvimento contínuo do aplicativo, implementando melhorias que atendam às necessidades e expectativas dos usuários (FIREBASE, 2024).

Além disso, o Firebase Analytics pode ser utilizado em conjunto com outras ferramentas, como o Firebase Remote Config. Através das análises obtidas, os desenvolvedores podem personalizar a experiência do usuário, como oferecer promoções ou descontos específicos para determinados públicos ou regiões com menor número de usuários, visando expandir a base de usuários nessas áreas. Essas mudanças podem ser comunicadas aos usuários de forma eficaz utilizando o Firebase Cloud Messaging, garantindo que as informações cheguem diretamente aos dispositivos dos usuários de maneira oportuna (MORONEY, 2017).

2.10 React Native

React Native é um framework de código aberto desenvolvido pelo Facebook que permite a criação de aplicativos móveis multiplataforma utilizando JavaScript e React. A fim de se contextualizar, um framework é um conjunto de ferramentas, bibliotecas e padrões de desenvolvimento que facilita a criação de softwares, fornecendo uma estrutura pré-definida para o código. Ele estabelece diretrizes e automatiza tarefas comuns, permitindo que os desenvolvedores foquem na lógica do aplicativo em vez de lidar com detalhes de baixo nível. No caso do React Native, o framework fornece componentes reutilizáveis, integração com APIs nativas e suporte à criação de aplicativos multiplataforma, otimizando o desenvolvimento de aplicativos móveis.

O React Native incorpora os principais benefícios do desenvolvimento com React na criação de aplicações nativas, sendo uma das bibliotecas JavaScript mais avançadas para construção de interfaces de usuário. Ele permite o desenvolvimento de aplicativos verdadeiramente nativos sem comprometer a experiência do usuário, oferecendo um conjunto essencial de componentes nativos independentes de plataforma, como View, Text e Image, que correspondem diretamente aos elementos da interface nativa de cada sistema. Lançado pela Meta em 2015 e mantido desde então, o React Native tornou-se um dos repositórios com maior número de colaboradores no GitHub, alcançando a segunda posição em 2018. Atualmente, recebe contribuições de indivíduos e empresas ao redor do mundo, incluindo Callstack, Expo, Infinite Red, Microsoft e Software Mansion. Além disso, a comunidade continua expandindo suas aplicações para além do Android e iOS, desenvolvendo projetos como React Native Windows, React Native macOS e React Native Web. (META PLATFORMS, 2024). Pode-se ver sua apresentação na Figura 11.

Figura 11 - Apresentação do React Native

Fonte: META PLATFORMS, 2024.

O React Native possibilita a construção de interfaces nativas para dispositivos Android e iOS a partir de um único código-fonte, proporcionando economia de tempo e recursos no desenvolvimento. A principal vantagem do React Native é sua abordagem baseada em componentes reutilizáveis, que facilita a criação de interfaces responsivas e dinâmicas.

A característica multiplataforma do React Native é um dos seus maiores diferenciais. Com um único código, é possível desenvolver aplicativos que funcionam tanto no sistema operacional Android quanto no iOS, reduzindo significativamente o esforço necessário para manter versões separadas. Para a execução e depuração dos aplicativos, o React Native se integra ao Android Studio, a principal ferramenta de desenvolvimento para Android, e ao Xcode, o ambiente de desenvolvimento da Apple para iOS. Esses ambientes fornecem os emuladores necessários para testar o aplicativo antes de ser publicado nas lojas de aplicativos.

A linguagem principal utilizada no React Native é o JavaScript, mais especificamente a sua sintaxe baseada em React. A programação é baseada em componentes e estados, permitindo um fluxo de dados unidirecional e facilitando a manutenção do código. Além disso, o React Native permite a comunicação direta com APIs nativas dos dispositivos móveis, garantindo acesso a recursos como câmera, GPS, sensores de movimento e notificações push, através de módulos nativos escritos em Java, Kotlin, Swift ou Objective-C.

Outro ponto relevante do React Native é sua vasta coleção de bibliotecas open source, que ampliam suas funcionalidades e facilitam a implementação de recursos avançados sem a necessidade de desenvolvimento do zero. Essas bibliotecas incluem soluções para

gerenciamento de estado, navegação, integração com APIs externas e otimização de desempenho, o que contribui para acelerar o desenvolvimento de aplicativos robustos e escaláveis.

Por sua abordagem inovadora, React Native se tornou uma das principais escolhas para o desenvolvimento de aplicativos móveis modernos, combinando desempenho, flexibilidade e a ampla adoção da comunidade de desenvolvimento.

3. METODOLOGIA

3.1 Sensores para Monitoramento de SpO2, Frequência Cardíaca (FC) e Temperatura

O monitoramento de sinais vitais é essencial na medicina para avaliar a saúde do paciente. Este projeto utiliza sensores para medir SpO2, frequência cardíaca e temperatura corporal com precisão e em tempo real.

3.1.1. Sensores para Monitoramento de SpO2, Frequência Cardíaca (FC)

A escolha do sensor MAX30102 é devido à sua alta precisão na medição de SpO2 e frequência cardíaca. Ele utiliza a tecnologia, que avalia a variação da luz pelo sangue para calcular a saturação de oxigênio e a frequência cardíaca. O sensor emite luz infravermelha e ultravioleta, que é então captada por um fotodetector a partir da luz refletida pelos vasos sanguíneos. Esta abordagem não invasiva é ideal para uso em ambientes clínicos e sistemas de monitoramento remoto.

Baseado na mesma tecnologia do MAX30102, o KY-039 é uma versão mais simples e econômica do aparelho. Embora apresente menos funcionalidades e exceções em comparação com o MAX30102, o KY-039 é uma excelente opção para projetos de protótipos e para ambientes educacionais, pois fornece uma maneira acessível de medir a saturação de oxigênio e a frequência cardíaca.

O KY-039 é uma excelente opção para projetos de protótipos e para ambientes educacionais, pois fornece uma maneira acessível de medir a saturação de oxigênio e a frequência cardíaca.

- Características do KY-039:
- Tecnologia de Medição: PPG.
- Precisão de SpO2: Aproximadamente ±2%.
- Precisão de FC: Aproximadamente ±1 BPM.
- Saída de Dados: Pode fornecer saída digital ou analógica, facilitando a integração com microcontroladores, como o Arduino.

Embora o KY-039 não tenha a mesma precisão e confiabilidade do MAX30102, ele se destaca como uma excelente opção de baixo custo para protótipos iniciais ou projetos educacionais.

3.1.2. Sensores para Monitoramento de Temperatura

O MLX90614 é um sensor infravermelho que utiliza radiação infravermelha para medir a temperatura corporal sem a necessidade de contato direto. Esse tipo de sensor é extremamente útil para monitoramento remoto, já que permite que o paciente seja monitorado com conforto e sem risco de contaminação, já que a medição é realizada de forma não invasiva.

A opção de escolha pelo MLX90614 é devido à sua capacidade de medir a temperatura corporal sem contato, sua precisão e capacidade de realizar leituras do ambiente que se encontra, proporcionando um monitoramento mais confortável e confiável, sem a necessidade de interações físicas com o paciente.

3.2. Justificativa para a Escolha dos Sensores para o Projeto

O MLX90614 foi escolhido como o sensor ideal para a medição de temperatura devido à sua capacidade de realizar medições de forma não invasiva, utilizando tecnologia de infravermelho. Essa característica é extremamente vantajosa em aplicações médicas e de monitoramento de saúde, pois proporciona maior conforto e segurança ao paciente, eliminando o contato direto com a pele e, consequentemente, os riscos de contaminação cruzada. Além disso, sua capacidade de fornecer leituras precisas, com uma margem de erro em torno de ±0,2 °C para temperaturas corporais, garante confiabilidade nos dados coletados. Essas qualidades tornam o MLX90614 amplamente utilizado em termômetros infravermelhos e dispositivos médicos modernos, especialmente em contextos que exigem medições rápidas e seguras.

Esse sensor se destacou como a melhor opção por aliar alta precisão, confiabilidade e facilidade de uso em dispositivos voltados para a medição de temperatura corporal. Seu desempenho consistente e a capacidade de atender às demandas específicas do projeto justificam sua escolha como o sensor principal.

3.3. Características Técnicas dos Sensores e Seus Sinais de Saída

A comunicação entre os sensores e o microcontrolador se dá através de sinais digitais, geralmente utilizando o protocolo I2C ou sinais analógicos, dependendo das características do sensor. Cada tipo de sinal tem suas particularidades, que influenciam a maneira como os dados são processados e transmitidos.

3.3.1. MAX30102

Utilizando o protocolo I2C, o MAX30102 transmite sinais digitais para o microcontrolador, permitindo uma transmissão de dados rápida e eficiente com um número

reduzido de pontos de conexão. O microcontrolador interpreta o sinal e determina a saturação de oxigênio (SpO2) e a frequência cardíaca (FC).

Sinal de Saída: Digital, via I2C.

Resolução: 16 bits, garantindo medições precisas.

3.3.2. MLX90614

O MLX90614 também utiliza comunicação digital via I2C, fornecendo diretamente o valor de temperatura sem a necessidade de conversão analógica, o que facilita a interpretação dos dados pelo microcontrolador.

Sinal de Saída: Digital, via I2C.

Precisão: ±0.5°C na faixa de temperatura corporal.

3.4. Sistemas de Transmissão de Sinais

Por esta razão, diversas tecnologias de transmissão de sinais podem ser utilizadas. As opções mais populares são Wi-Fi, Bluetooth e GSM. A escolha do sistema ideal depende de aspectos como alcance, custo, consumo de energia e necessidade de transmissão de dados em tempo real.

3.4.1. GSM

O GSM é uma tecnologia de comunicação que utiliza redes móveis para enviar dados, permitindo que os dados sejam acessados em qualquer lugar com cobertura de telefonia móvel.

Vantagens:

- Cobertura ampla, sendo ideal para áreas remotas.
- Confiabilidade, especialmente em locais com boa rede de telefonia.
- Pode ser usado com SMS ou GPRS, dependendo da necessidade.

Desvantagens:

- Velocidade de transmissão limitada.
- Custo elevado para pacotes de dados móveis, especialmente quando o volume de dados for grande.

3.4.2. Bluetooth

Bluetooth é uma tecnologia sem fio adequada para dispositivos móveis ou vestíveis e tem um alcance limitado, normalmente de até 100 metros. O Bluetooth pode ser usado em

sistemas de monitoramento remoto para transferir dados entre sensores e microcontroladores ou entre microcontroladores e dispositivos móveis, como smartphones. ·

Vantagens:

- Baixo consumo de energia, perfeito para dispositivos portáteis e vestíveis.
- Fácil integração com microcontroladores e plataformas móveis.

Desvantagens:

- Alcance limitado.
- Inadequado para grandes volumes de dados ou transmissões em tempo real para plataformas de nuvem.

3.4.3. Wi-Fi

Wi-Fi é uma tecnologia de comunicação sem fio que transmite dados através de redes locais de Internet. Ele é especialmente útil em ambientes urbanos ou onde já há infraestrutura de internet disponível.

Vantagens:

- Desempenho elevado e alta velocidade de transmissão.
- Facilidade de integração com plataformas de nuvem e servidores, permitindo o acesso remoto aos dados.
- Maior alcance em comparação com o Bluetooth.

Desvantagens:

- Maior consumo de energia, principalmente em dispositivos móveis.
- Dependência de conexão com redes Wi-Fi, o que pode ser um desafio em áreas com pouca cobertura de internet.

3.5. Justificativa para a Escolha do Wi-Fi

A escolha do Wi-Fi foi baseada em sua alta capacidade de transmissão de dados, o que é importante para a vigilância remota em tempo real de sinais vitais. Além disso, o ESP8266 NodeMCU usado no projeto já possui um módulo Wi-Fi integrado, o que torna a implementação mais fácil e reduz os custos do sistema.

A capacidade de integrar facilmente o sistema com plataformas nuvem, permitindo que profissionais médicos ou de saúde acessem dados remotamente, também incentivou o uso do Wi-Fi. Além disso, a cobertura Wi-Fi é mais difundida em áreas urbanas, o que facilita a transmissão em tempo real.

3.6. ESP8266 NodeMCU

O ESP8266 NodeMCU é um microcontrolador com Wi-Fi integrado, escolhido para este projeto devido à sua facilidade de uso, baixo custo e capacidade de integrar os sensores ao sistema de monitoramento remoto via Wi-Fi.

Características principais:

- Processador: Tensilica L106, 80 MHz.
- Memória: 64 MB de flash.
- Conectividade: Wi-Fi integrado, permitindo comunicação fácil com a internet e plataformas de nuvem.
- Portas de entrada/saída: Diversas portas digitais e analógicas para conectar os sensores.

A escolha do ESP8266 NodeMCU foi estratégica, pois oferece um sistema com elevada capacidade de processamento, conectividade de alta velocidade e baixo custo. Além disso, é compatível com as plataformas mais populares para projetos de Internet das Coisas (IoT).

3.7. Justificativa da Escolha do Microcontrolador para o Projeto

O microcontrolador ESP8266 NodeMCU foi escolhido para o projeto de monitoramento remoto de sinais vitais devido à sua conectividade Wi-Fi integrada, o que o torna perfeito para sistemas que necessitam de transmissão de dados através de uma rede sem fio. Esse microcontrolador se destaca por ser uma solução compacta e de baixo custo, eliminando a necessidade de módulos adicionais de comunicação, o que facilita o desenvolvimento. Comparado aos microcontroladores das famílias PIC e STM32, o ESP8266 NodeMCU se mostra mais eficiente, pois oferece as ferramentas necessárias para a comunicação sem fio sem agregar complexidade ao projeto, ao mesmo tempo em que mantém um preço acessível (OLIVEIRA, 2017).

A facilidade de programação é outro ponto positivo do ESP8266, uma vez que pode ser programado através da plataforma Arduino IDE ou Lua, o que amplia as opções de desenvolvimento. Essa acessibilidade é fundamental, principalmente para quem está começando com microcontroladores. Além de bem documentada, a plataforma Arduino IDE conta com uma grande comunidade de desenvolvedores, o que facilita o processo de desenvolvimento e oferece suporte.

Uma das principais vantagens do ESP8266 NodeMCU é sua capacidade de se conectar facilmente a redes Wi-Fi, facilitando a transmissão de dados dos sensores de SpO2, frequência cardíaca e temperatura para plataformas de nuvem ou servidores remotos. Sua integração Wi-

Fi elimina a necessidade de módulos complementares, o que reduz custos e agiliza o processo de desenvolvimento. Esse recurso é essencial para o desenvolvimento de sistemas operacionais remotos, como o nosso projeto de monitoramento de sinais vitais (OLIVEIRA, 2017).

Além disso, o ESP8266 NodeMCU facilita a integração com outras plataformas, como Blynk e ThingSpeak, possibilitando a visualização de dados em tempo real. Essa integração com plataformas de visualização torna o sistema ainda mais acessível e interativo.

Em resumo, o NodeMCU ESP8266 foi escolhido devido à sua conectividade Wi-Fi integrada, baixo custo, facilidade de programação e a força da biblioteca de software disponível na plataforma Arduino IDE. Essas características fazem parte da opção ideal para um sistema de monitoramento remoto de sinais específicos, atendendo a todos os requisitos do projeto de forma eficiente e econômica.

3.9 React Native

O desenvolvimento de aplicações com React Native envolve uma série de etapas, desde a configuração do ambiente até a publicação da aplicação. Essa tecnologia permite a criação de aplicativos móveis multiplataforma (Android e iOS) utilizando JavaScript e React, garantindo desempenho nativo e uma experiência de usuário fluida. A seguir, é detalhado o processo completo para o desenvolvimento com React Native.

Para iniciar o desenvolvimento, é necessário configurar o ambiente de trabalho. Primeiramente, é recomendado instalar o Node.js (que inclui o gerenciador de pacotes npm) e o npx, utilizado para executar pacotes sem necessidade de instalação global. Também é necessário ter o Java Development Kit (JDK) e o Android Studio para compilar e testar o aplicativo no Android. O Android Studio deve ser configurado com o Android SDK, o Android Virtual Device (AVD) e as variáveis de ambiente corretas para o funcionamento do React Native no sistema.

Com o ambiente configurado, um novo projeto React Native pode ser criado usando o comando: *npx react-native init NomeDoProjeto*. Esse comando gera a estrutura básica do aplicativo, incluindo diretórios como android/, ios/ e src/, onde o desenvolvimento principal ocorre.

Para rodar a aplicação no Android, deve-se conectar um dispositivo físico via USB (com modo de depuração ativado) ou iniciar um emulador Android configurado no Android Studio. O comando para executar o projeto no emulador ou dispositivo é: *npx react-native run-android* ou *npx react-native run-ios*.

O React Native utiliza a mesma filosofia do React para construir interfaces, compondo a interface do usuário a partir de componentes reutilizáveis. Diferente do React para Web, onde se usa div, span e p, no React Native são utilizados componentes nativos como:

- View (equivalente a div no HTML)
- Text (para exibição de texto)
- Image (para renderizar imagens)
- TextInput (para campos de entrada de texto)
- ScrollView (para áreas roláveis)
- FlatList (para listas otimizadas)

Para aplicações mais complexas, é essencial gerenciar o estado global. Para isso, pode-se utilizar o useState e useEffect do React, ou bibliotecas como Redux e Context API. O React Native permite a instalação de bibliotecas externas para ampliar as funcionalidades da aplicação. A instalação pode ser feita com npm install ou yarn add, e em alguns casos pode ser necessário rodar. A navegação entre telas pode ser implementada com a biblioteca React Navigation, que permite criar pilhas de navegação, abas e até mesmo navegação do tipo drawer (menu lateral).

A depuração pode ser feita utilizando o Flipper, o React Developer Tools ou o console do próprio Metro Bundler/Android Studio. Ao finalizar o desenvolvimento, a aplicação pode ser empacotada e gerada para distribuição através dos comandos *npx react-native run-android* ou *npx react-native run-ios*, além da criação de APKs ou pacotes para a App Store e Google Play utilizando ferramentas como EAS ou a CLI nativa do React Native, através do Android Studio.

Justificativa da escolha do React Native em relação a outros frameworks

1. **Desenvolvimento Multiplataforma** – Com um único código-fonte, é possível criar aplicativos para Android e iOS, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento.

2. **Alto Desempenho Próximo ao Nativo** – Diferente de soluções baseadas em WebView (como Ionic ou Cordova), o React Native traduz os componentes para código nativo, garantindo melhor desempenho.

3. **Hot Reloading e Fast Refresh** – Permite que os desenvolvedores vejam mudanças no código instantaneamente, sem precisar recompilar todo o aplicativo, acelerando o processo de desenvolvimento.

4. **Uso de JavaScript e React** – O framework utiliza JavaScript, uma das linguagens mais populares do mundo, e a estrutura do React, tornando o aprendizado mais fácil para desenvolvedores web.
5. **Grande Comunidade e Ecossistema Open Source** – Como é um framework de código aberto e amplamente adotado, há uma vasta quantidade de bibliotecas e suporte da comunidade, facilitando a resolução de problemas e a adição de novas funcionalidades.
6. **Integração com APIs Nativas** – O React Native permite acessar recursos do dispositivo (como GPS, câmera e sensores) de forma eficiente, através de módulos nativos escritos em Java, Swift ou Objective-C.
7. **Facilidade na Manutenção e Atualizações** – Com um código único para múltiplas plataformas, a manutenção se torna mais simples e rápida, além de facilitar a implementação de novas funcionalidades.
8. **Suporte a Bibliotecas de Terceiros** – Há diversas bibliotecas disponíveis para navegação, animações, integração com APIs e gerenciamento de estado, o que reduz significativamente o tempo de desenvolvimento.
9. **Menor Custo de Desenvolvimento** – Como o React Native permite reutilizar código entre diferentes plataformas, menos desenvolvedores são necessários para manter um projeto, diminuindo custos operacionais.
10. **Adoção por Grandes Empresas** – Aplicativos populares como Instagram, Facebook, Airbnb e Uber Eats utilizam.

4. DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO

4.1. Desenvolvimento do projeto

Após a definição dos componentes essenciais para o desenvolvimento deste projeto, dá-se início à etapa de programação e montagem do protótipo. Nesta seção, esse processo será abordado de forma detalhada, proporcionando uma compreensão clara de cada etapa envolvida.

4.1.1. Funcionamento do protótipo:

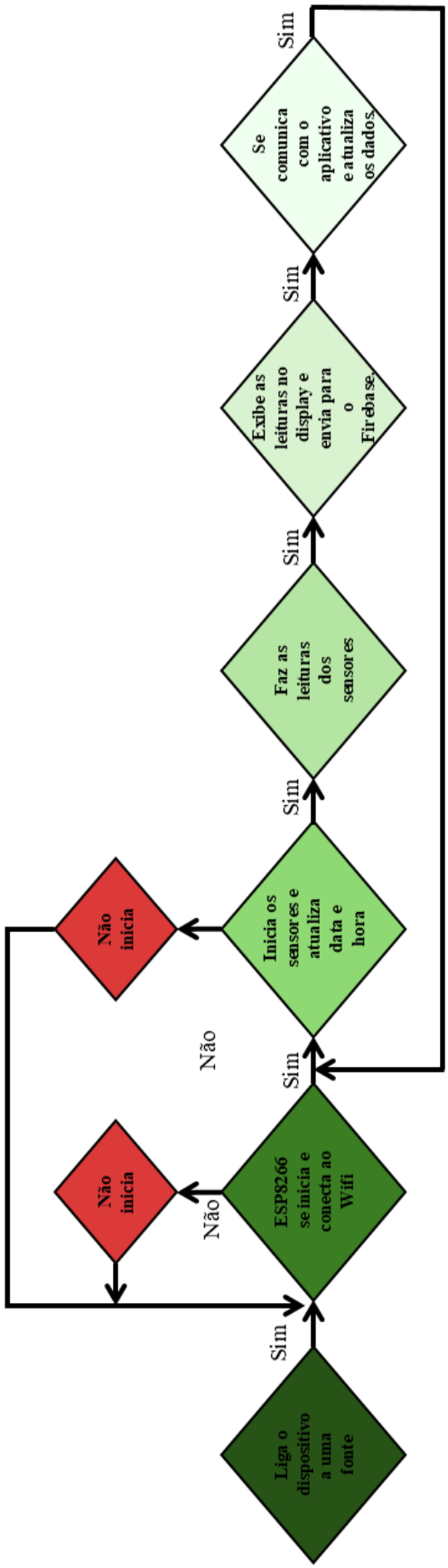
O protótipo é ativado ao receber energia de uma fonte de alimentação, que pode ser um carregador de celular, uma bateria ou uma porta USB do computador. Assim que ligado, o dispositivo inicia uma busca pela rede Wi-Fi previamente configurada. Caso a rede não seja encontrada, o sistema não exigirá a inicialização, permanecendo em estado de espera enquanto continua tentando se conectar. Durante esse período, um alerta sonoro emitido será continuamente, e um LED vermelho permanecerá aceso até que a conexão seja estabelecida.

Ao se conectar com sucesso à rede, um LED amarelo se acenderá, deixando a conexão ativa. Neste momento, o microcontrolador iniciará os sensores e o display, atualizando os dados e a hora. Se houver falha na inicialização de algum sensor, o dispositivo interromperá seu funcionamento e exibirá uma mensagem de erro no display, acompanhada de um alerta sonoro.

Com os sensores operacionais, o sistema inicia a medição dos parâmetros biomédicos, incluindo temperatura corporal, frequência cardíaca e saturação de oxigênio. Os valores obtidos são apresentados em tempo real no display OLED do protótipo.

Por fim, após a conclusão das leituras, os dados encontrados são transmitidos ao Firebase, conforme programado. A partir dessa comunicação, o sistema permite que um aplicativo desenvolvido para o projeto acesse as informações remotamente, possibilitando o monitoramento dos sinais específicos de qualquer local com acesso à internet. A Figura 12 apresenta o fluxograma de funcionamento do protótipo.

Figura 12 - Fluxograma funcionamento do protótipo.



Fonte: AUTOR.

É importante destacar que, caso o dispositivo perca a conexão com a rede Wi-Fi ou com algum dos sensores em qualquer momento, um alerta sonoro será emitido, e o LED vermelho será acionado para indicar o problema, garantindo que o usuário esteja sempre consciente de eventuais falhas no funcionamento do sistema.

4.1.2. Programação

O microcontrolador NodeMCU ESP8266 é compatível com a plataforma Arduino IDE, que foi utilizada para toda a programação devido ao fato de ser um software gratuito e contar com bibliotecas livres disponíveis, tornando viável o desenvolvimento deste trabalho. A Figura 13 representa o Software Arduino IDE e a Figura 14 mostra a interface de programação.

Figura 13 - Software Arduino IDE.

Fonte: Arduino IDE.

Figura 14 - interface de programação.

Fonte: Arduino IDE, adaptada.

Embora o ESP8266 seja compatível com a plataforma, é necessário realizar uma configuração prévia no software, pois ele não é uma das placas oficiais da Arduino. Assim, é preciso integrar o microcontrolador à IDE para iniciar a programação.

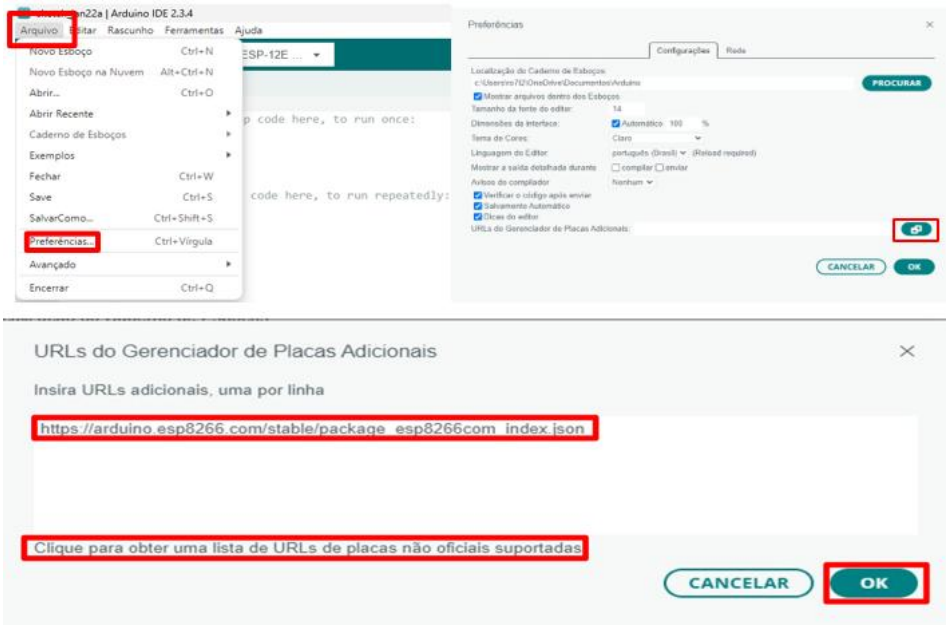
Para esse processo, é necessário baixar e instalar o software Arduino IDE, disponível em Arduino IDE. Após a instalação, foram seguidos os seguintes passos abaixo para realizar a integração do NodeMCU ESP8266:

O software foi aberto, e na guia Arquivo foi selecionada a opção Preferências. Uma nova janela foi exibida, e na parte inferior foi localizado o campo URLs adicionais para gerenciadores de placas. Em seguida, foi clicado no ícone em verde, destacado na interface.

Outra janela foi aberta, onde o link referente ao gerenciador de placas do ESP8266 foi inserido. O link pode ser encontrado no site da Arduino IDE. Para acessá-lo, foi clicado em "Clique para obter uma lista de URLs de placas não oficiais suportadas". Após localizar o link, ele foi colado no campo indicado, conforme ilustrado na Figura 14.

Por fim, foi clicado em “OK” para concluir a adição do gerenciador de placas. A integração foi iniciada automaticamente, permitindo o uso do NodeMCU ESP8266 na plataforma. Esse processo é simples e pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 - Acrescentar Placa ESP8266 na IDE Arduino.



Fonte: Arduino IDE, adaptada.

4.1.3. Montagem

Neste projeto, além do NodeMCU ESP8266, foram utilizados os sensores MAX30102, MLX90614, LEDs, BUZZER e um display OLED de 0,96”. Os sensores e o *display* são

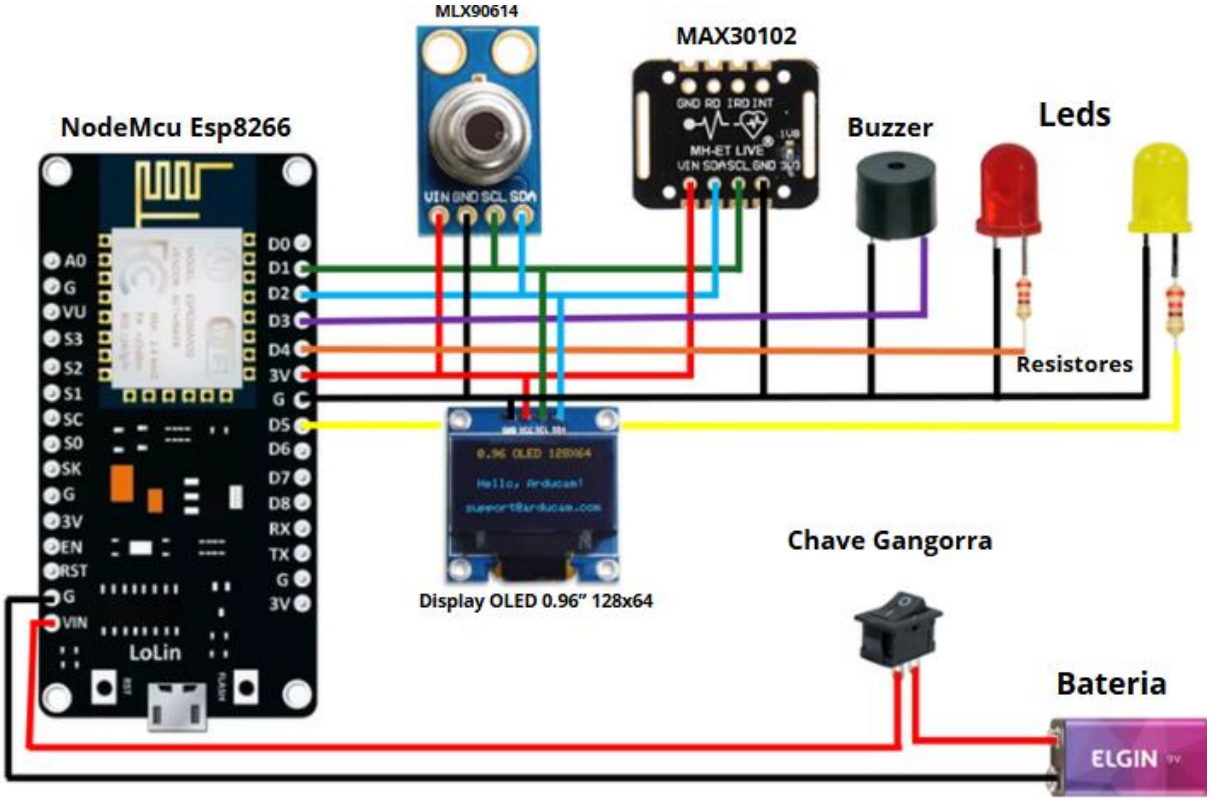
componentes que utilizam o protocolo de comunicação I2C, que permite a conexão de múltiplos dispositivos em um único barramento para realizar a comunicação.

O protocolo I2C opera com o princípio de ter um dispositivo mestre, responsável por solicitar informações, e dispositivos escravos, que respondem às requisições do

mestre. Neste projeto, o ESP8266 atua como o mestre, enquanto os sensores e o display OLED desempenham o papel de escravos, fornecendo os dados necessários.

A montagem básica desse projeto pode ser visualizada na Figura 16, demonstrando como os componentes foram interconectados para garantir uma comunicação eficiente.

Figura 16 - Esquema para montagem do protótipo.



Fonte: AUTOR, adaptada.

4.1.4. Comunicação Firebase

Por fim, é necessário estabelecer a comunicação dos dados mensurados com a plataforma Firebase, permitindo a integração com o aplicativo desenvolvido.

Para realizar essa comunicação, foi realizado os seguintes passos:

1. Registro no Firebase: Foi Acessado o site Firebase e realizado o registro.
2. Criação de um projeto: Após o registro, foi criado um novo projeto e preenchido os dados solicitados pela plataforma.

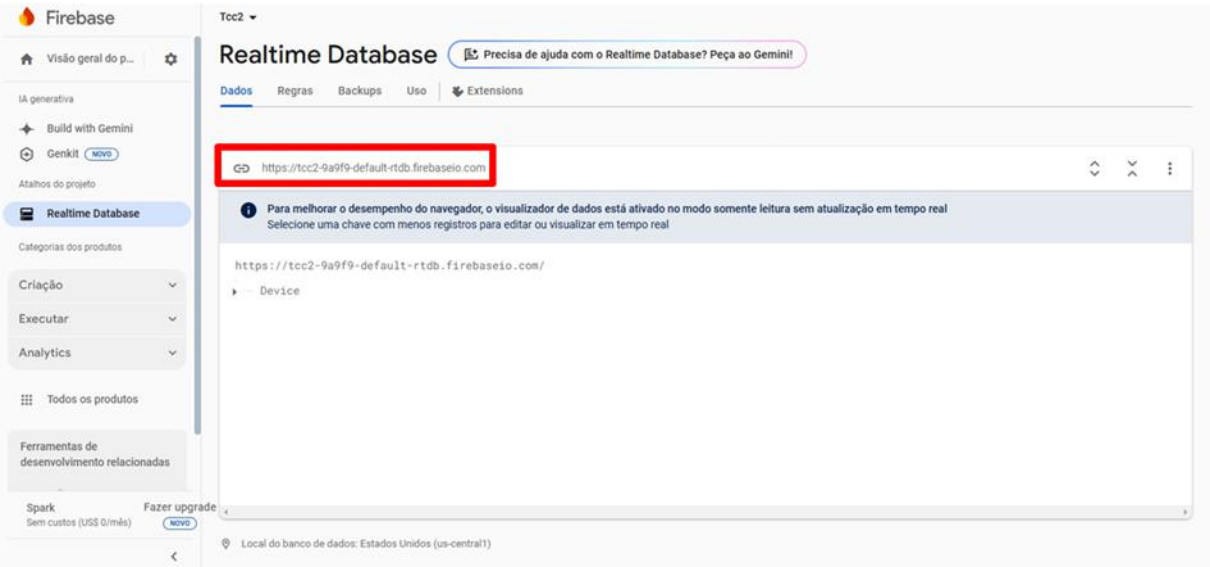
3. Seleção do “Realtime Database”: Entre as diversas opções oferecidas pelo Firebase, para este projeto foi selecionado a funcionalidade "Realtime Database”, que torna possível o monitoramento em tempo real.

Após configurar o Firebase, é necessário obter dois dados fundamentais para a conexão do NodeMCU ESP8266 com a plataforma:

- URL de referência: Disponível em destaque na interface do Firebase, conforme ilustrado na Figura 17.
- Chave Secrets do Database: Pode ser encontrada seguindo o caminho: Configurações > Contas e Serviços > Database Secrets. A chave estará destacada em vermelho, como mostrado na Figura 18.

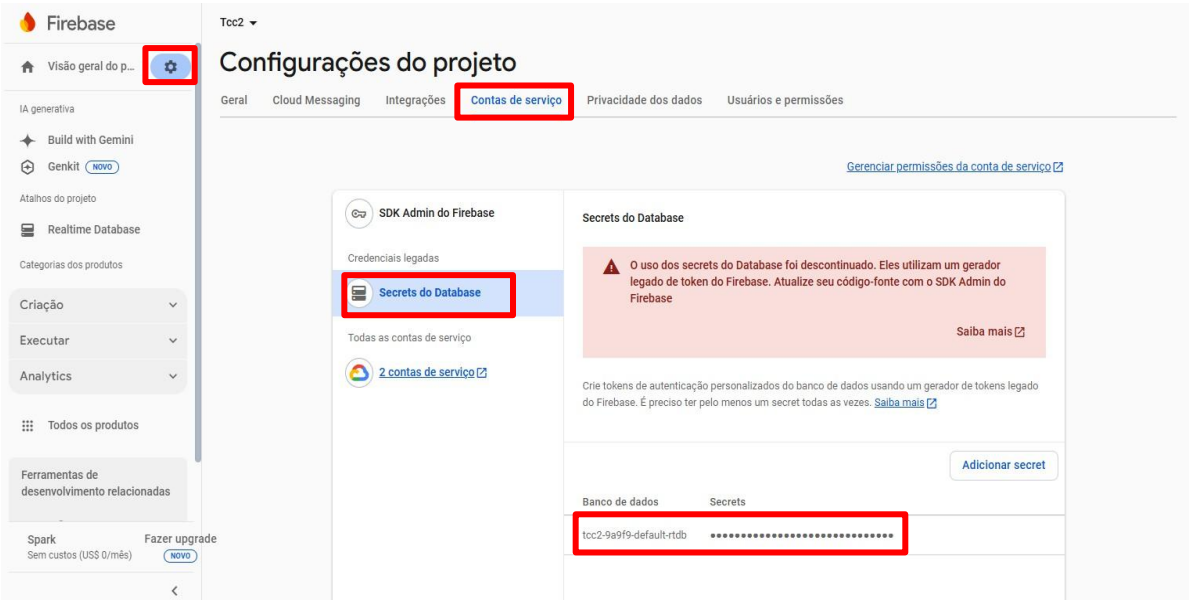
Com esses dados em mãos foram implementados dentro da programação utilizando as bibliotecas necessárias e o NodeMCU passa a se comunicar com o Firebase, garantindo a transferência de informações em tempo real.

Figura 17 - URL referência.



Fonte: Firebase, adaptada.

Figura 18 - Chave Secrets do Database.



Fonte: Firebase, adaptada.

4.1.5 Desenvolvimento do aplicativo e banco de dados

Como o projeto Electronic Health Monitor se baseia em um dispositivo com comunicação remota, esse necessita se comunicar com o aplicativo de algum modo. A maneira de comunicação mais viável, de modo que fosse eficiente, eficaz, com alta capacidade de armazenamento de dados e gratuita, foi a utilização de algumas funcionalidades do sistema desenvolvido pelo Google, o chamado Firebase.

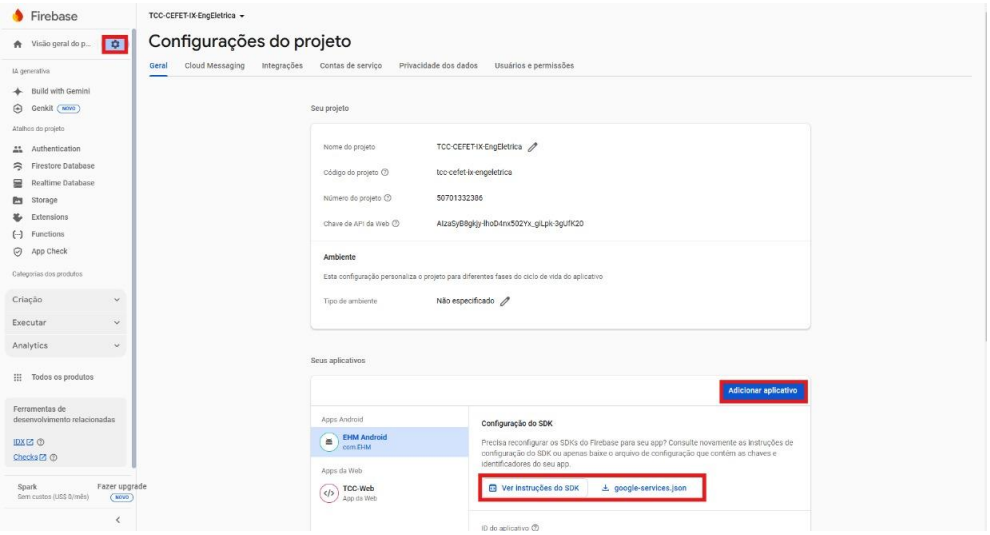
Uma vez definida a base de desenvolvimento é necessário desenvolver os métodos de comunicação entre os sistemas. Para isso, o dispositivo físico do Electronic Health Monitor utiliza de uma interface de programação de aplicativos (API), disponível em uma biblioteca Firebase para o próprio microcontrolador escolhido, conforme já citado. Essa API nada mais é do que uma espécie de URL que carrega consigo alguns dados além do link, permitindo o envio de dados escolhidos na programação do microcontrolador e que o sistema do Firebase consegue interpretar e armazenar os dados enviados de forma estruturada e organizada.

Nesse momento os dados lidos pelo microcontrolador já estão disponíveis no banco de dados, porém ainda é necessário que o aplicativo móvel seja capaz de acessar tais dados. Para isso, o próprio firebase possui uma área para cadastro do aplicativo conforme a plataforma que deseje desenvolver (Android, iOS, website ou computador), conforme observado na Figura 19. Para isso, basta seguir os passos abaixo:

1. Acessar o console em console.firebase.google.com
2. Selecionar o símbolo de engrenagem no topo esquerdo da página do projeto;

3. Selecionar a opção “Adicionar aplicativo” e preencher os dados do aplicativo conforme solicitado;
4. Ler as instruções do SDK para a plataforma selecionada, baixar o arquivo “json” e adicioná-lo ao projeto conforme instruções do Google.

Figura 19 - Dados de gerais da configuração do ambiente do Firebase.

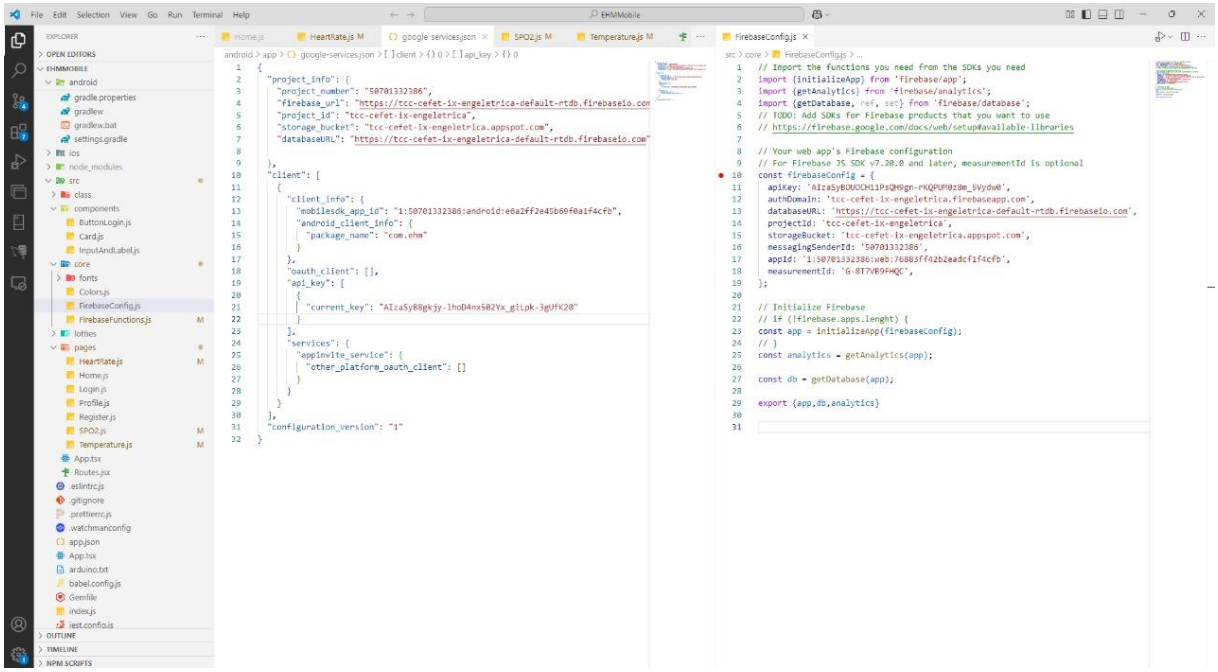


Fonte: GOOGLE, 2024, adaptada.

Assim, uma vez escolhida a plataforma, o próprio sistema irá gerar as instruções para associar o aplicativo em desenvolvimento com o aplicativo criado no firebase, juntamente com os dados de configurações e conexão para a API em um arquivo de extensão chamada “json”. Com esses arquivos em mãos é necessário colocá-lo na pasta raiz do projeto Android e baixar a biblioteca do firebase para React Native no mesmo projeto.

Uma vez feito isso, o Google possui uma seção dedicada à documentação para a API do firebase, na qual há todas as instruções para que o usuário possa fazer as solicitações necessárias ao banco de dados, via código conforme a Figura 20. Para o projeto em específico é utilizado as requisições para login e cadastro, com e-mail e senha, e as requisições dos dados armazenados no banco, os quais são as informações de frequência cardíaca, saturação sanguínea, temperatura e data da leitura, essas enviadas anteriormente pelo dispositivo microcontrolador.

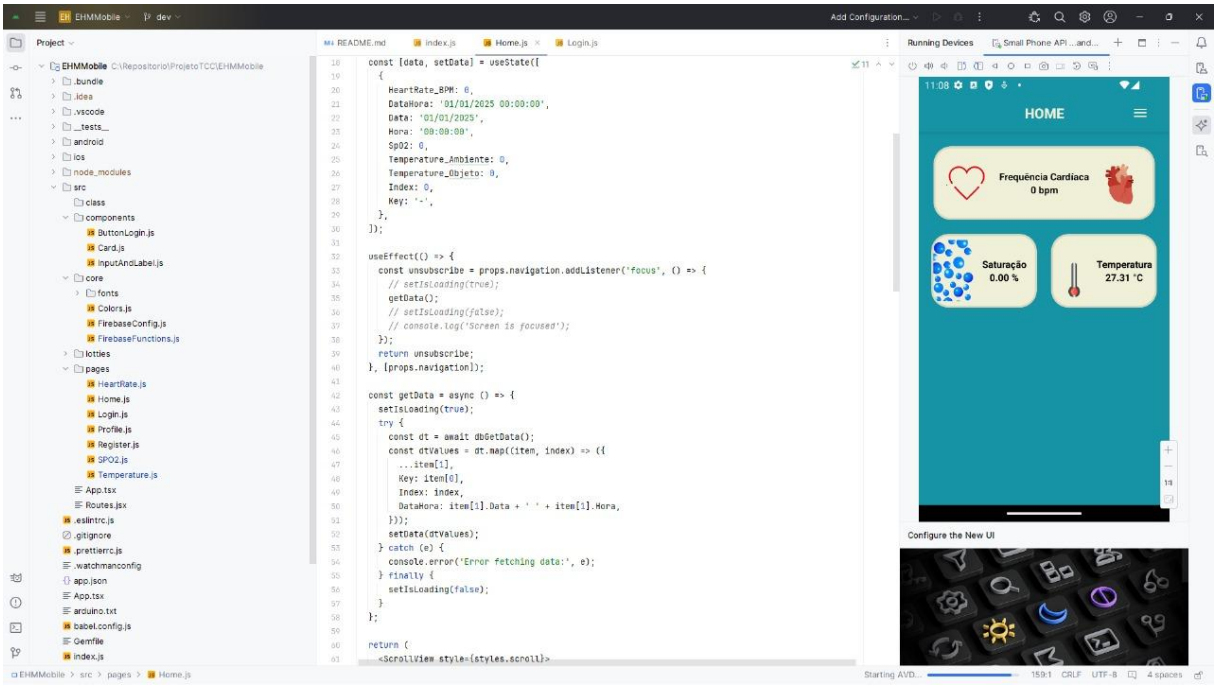
Figura 20 - Dados de conexão com o banco de dados Firebase Realtime Database em código.



Fonte: AUTOR.

Para compilação do projeto de modo que esse possa ser distribuído entre os usuários ou para futuramente ser acedido através da loja de aplicativos específica, foi utilizado o software gratuito disponibilizado pelo Google, chamado Android Studio. Para compilação do projeto, é necessário abrir o diretório do projeto através dele e executar os comandos de compilação conforme descrito pela documentação do React Native, que consiste em digitar no terminal da aplicação o seguinte código *cd android && ./gradlew bundleRelease*. A Figura 21 exemplifica a interface da aplicação do Android Studio com a funcionalidade de pré-visualizar o software desenvolvido.

Figura 21 - Código e estrutura do aplicativo no Android Studio.



Fonte: Google, 2025.

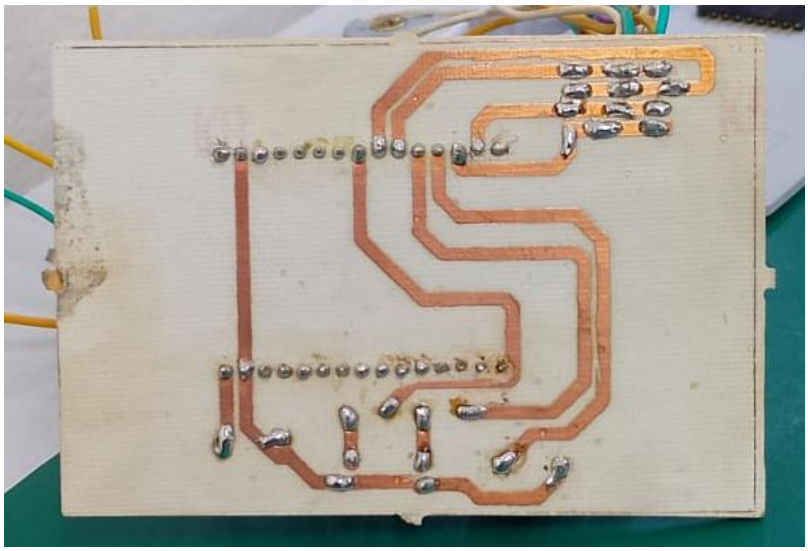
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta sessão serão apresentados os resultados obtidos na realização deste trabalho.

5.1. Montagem realizada

Com o uso do software KiCad, foi projetado o layout da placa de circuito impresso (PCI). Após a impressão do desenho, este foi fixado numa placa de Fenolite com dimensões de 9 cm de comprimento por 6 cm de largura, como apresenta a Figura 22 Em seguida, a placa foi submetida ao processo de corrosão química utilizando ácido, removendo as áreas não cobertas pelo desenho e preservando apenas as trilhas condutoras.

Figura 22 - Placa de Fenolite



Fonte: AUTOR.

Após a corrosão, os componentes eletrônicos foram soldados à PCI utilizando estanho, garantindo conexões seguras e eficientes. Por fim, toda a montagem foi acomodada dentro de uma caixa protetora, deixando apenas os sensores, LEDs e o display expostos. Essa proteção garante a integridade do circuito, prevenindo possíveis falhas elétricas. A Figura 23 mostra a montagem final do projeto.

Figura 23 - Dispositivo Eletronic Health Monitor.

Fonte: AUTOR.

5.2. Programação realizada

Um dos principais resultados obtidos foi a implementação do código responsável por estabelecer a comunicação entre o microcontrolador e os componentes eletrônicos. Para isso, foram utilizadas bibliotecas já disponíveis no software, porém, com adaptações possíveis para garantir o funcionamento correto dos dispositivos.

Durante o processo de programação, surgiram algumas dificuldades, com o sensor MAX30102. Esse sensor utiliza o relógio interno do microcontrolador para calcular os batimentos cardíacos, o que resultou em ajustes no código. Foi necessário inserir loops adicionais na parte do código responsável por esse cálculo, garantindo que a frequência cardíaca fosse processada corretamente antes da próxima leitura. Após compreender esse comportamento, as devidas adaptações foram realizadas com sucesso, permitindo precisão precisa e satisfatória.

5.3. Parametrização dos sensores

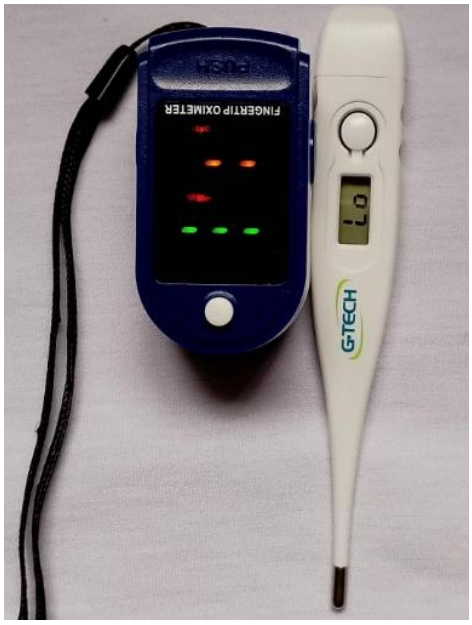
Os sensores necessitam de parametrizações específicas que eram necessárias implementar no código. Durante os testes, observamos que o sensor MAX30102 apresentou leituras inconsistentes quando integrado a outros dispositivos e ao Firebase. Para corrigir esse problema, foi necessário ajustar as correntes do sensor, pois ele exigia uma corrente proposta maior ao medir a frequência cardíaca e uma menor ao medir a saturação de oxigênio.

Embora não tenha sido possível identificar com precisão a causa dessas variações no comportamento do sensor, a solução encontrada foi modificada dinamicamente a corrente de acordo com o tipo de medição realizada. Para validar essas correções, foram feitas comparações com um oxímetro de pulso, o que permitiu identificar e ajustar os erros, garantindo leituras mais precisas e confiáveis.

5.4. Leituras realizadas

Para validar as leituras dos sensores e verificar se o funcionamento do dispositivo estava correto, foram realizados testes com dois sujeitos, sendo um do sexo masculino e outro do sexo feminino coletando os dados durante o dia em um intervalo de 1 em 1 hora. Foi utilizando um oxímetro de pulso e um termômetro digital, conforme ilustrado na Figura 24.

Figura 24 - Equipamento de testes.



Fonte: AUTOR.

5.4.1. Teste com o sujeito masculino e feminino

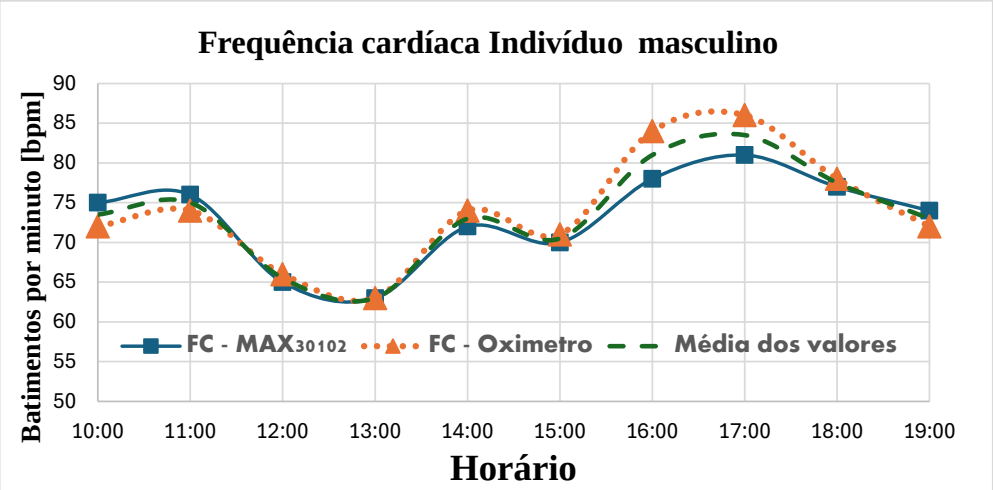
Nas Figuras 25 e 26, são apresentados os gráficos que comparam os valores medidos pelo sensor MAX30102 e pelo oxímetro de pulso em um sujeito do sexo masculino e outro do sexo feminino. A partir desses dados, foram calculadas as médias das leituras obtidas.

Nos gráficos, a linha azul representa a variação da leitura da frequência cardíaca ocorrida ao longo do dia utilizando o sensor MAX30102, enquanto a linha laranja corresponde aos valores registrados pelo oxímetro de pulso. A linha verde indica a média dessas leituras.

Observe-se que, em ambos os gráficos, os valores obtidos pelos dois dispositivos são próximos, onde para o sujeito masculino as leituras obtiveram um erro médio de 2,95% e já

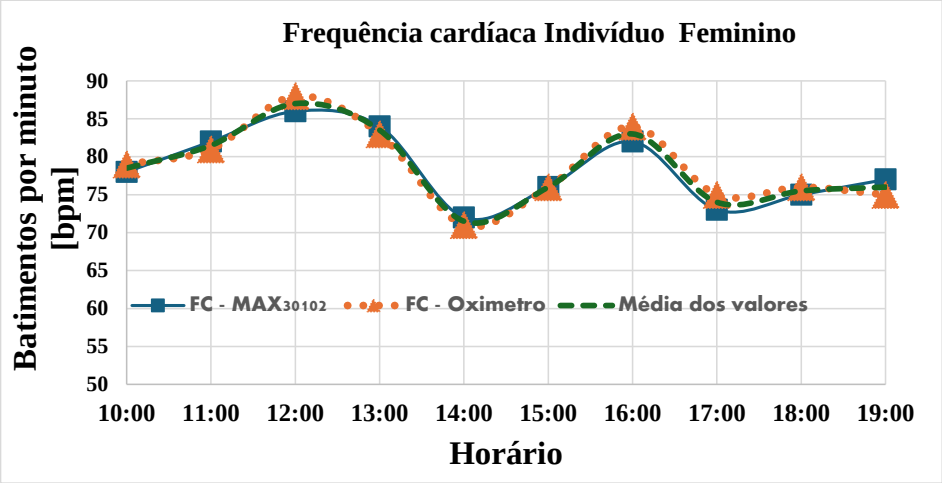
para o sujeito feminino um erro médio de 1,64%, evidenciando a precisão e a capacidade do dispositivo de interpretação de forma confiável a frequência cardíaca dos indivíduos ao longo do período de teste.

Figura 25 – Teste frequência cardíaca sujeito masculino.



Fonte: AUTOR.

Figura 26 – Teste frequência cardíaca sujeito feminino.



Fonte: AUTOR.

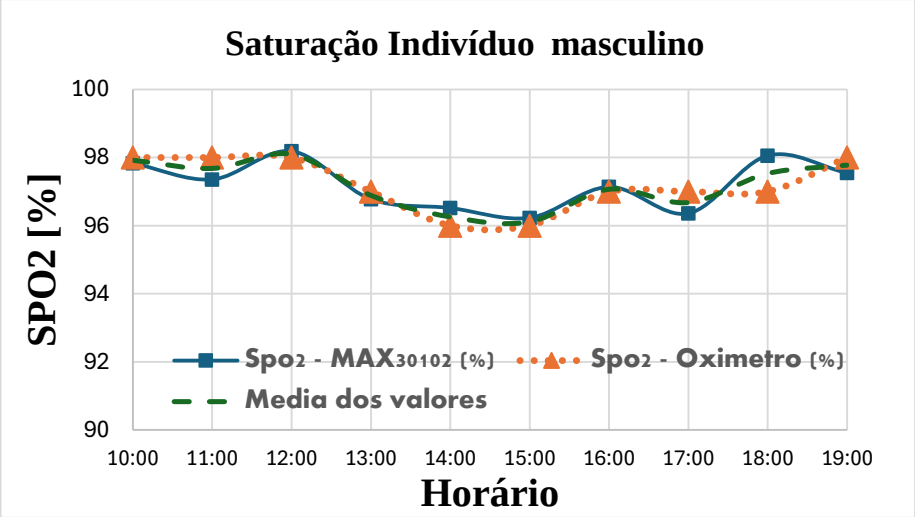
Em seguida, foi realizado o teste de saturação de oxigênio utilizando o mesmo sensor MAX30102 e o mesmo oxímetro de pulso, em um sujeito do sexo masculino e outro do sexo feminino. Os resultados desses testes são apresentados nos gráficos das Figuras 27 e 28.

Nos gráficos apresentados, a linha azul representa a leitura da saturação registrada pelo sensor MAX30102, enquanto a linha laranja corresponde aos valores medidos pelo oxímetro de pulso. A linha verde indica a média dessa proporção.

Observe que, assim como no teste de frequência cardíaca, o sensor MAX30102 demonstra um alto índice de precisão para ambos os assuntos, para o sujeito masculino, as leituras

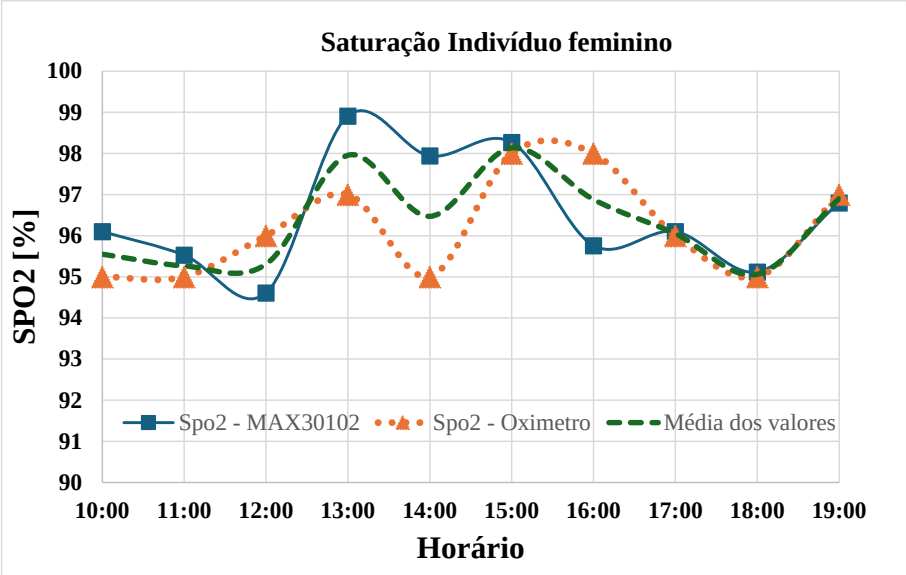
apresentaram um erro médio de 0,44%, enquanto para o sujeito feminino, o erro médio foi de 1,12%. É importante destacar que o oxímetro de pulso exibe os valores arredondados para números inteiros, enquanto o sensor MAX30102 fornece precisão com duas casas decimais, permitindo maior detalhamento dos dados. Esses resultados indicam que o sensor utilizado no protótipo atende às expectativas, apresentando um desempenho alinhado ao planejamento e ao objetivo do estudo. O erro entre os valores dos sexos masculino e feminino pode ser devido a diferenças na composição corporal, como maior massa muscular e vasos sanguíneos mais espessos, que podem afetar a reflexão da luz do sensor. Além disso, a calibração do sensor pode não estar ajustada para essas características fisiológicas.

Figura 27 – Teste saturação sujeito masculino.



Fonte: AUTOR

Figura 28 – Teste saturação sujeito feminino.



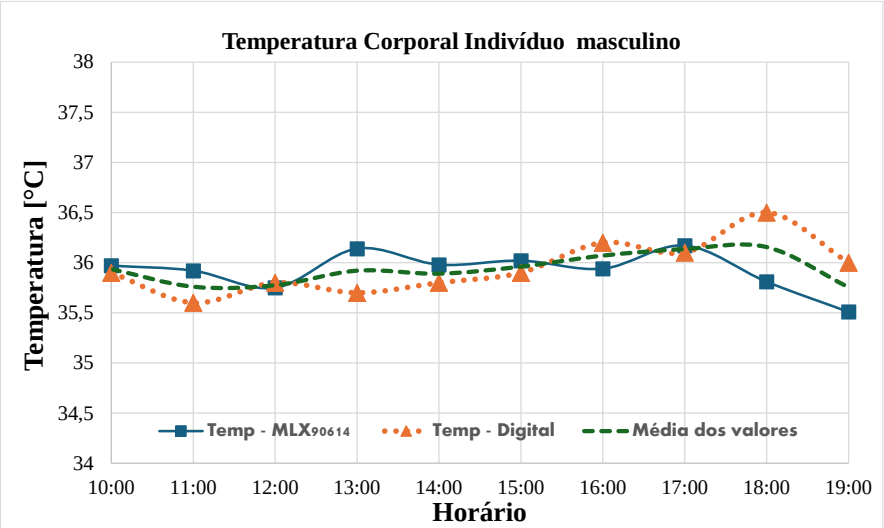
Fonte: AUTOR

Após a realização dos testes de frequência cardíaca e saturação de oxigênio com o sensor MAX30102, foram realizados os testes de medição da temperatura corporal em ambos os sujeitos, desta vez utilizando o sensor MLX90614. Os resultados dessas análises são apresentados graficamente nas Figuras 29 e 30.

O experimento foi realizado ao longo do dia, permitindo a comparação entre os valores obtidos pelo sensor MLX90614 e uma termômetro digital. No gráfico correspondente, a linha azul escura representa as leituras realizadas pelo sensor MLX90614, enquanto a linha laranja indica as leituras do termômetro digital. Além disso, foi calculada a média dos valores registrados pelo sensor e o termômetro, representados nos gráficos pela linha azul clara.

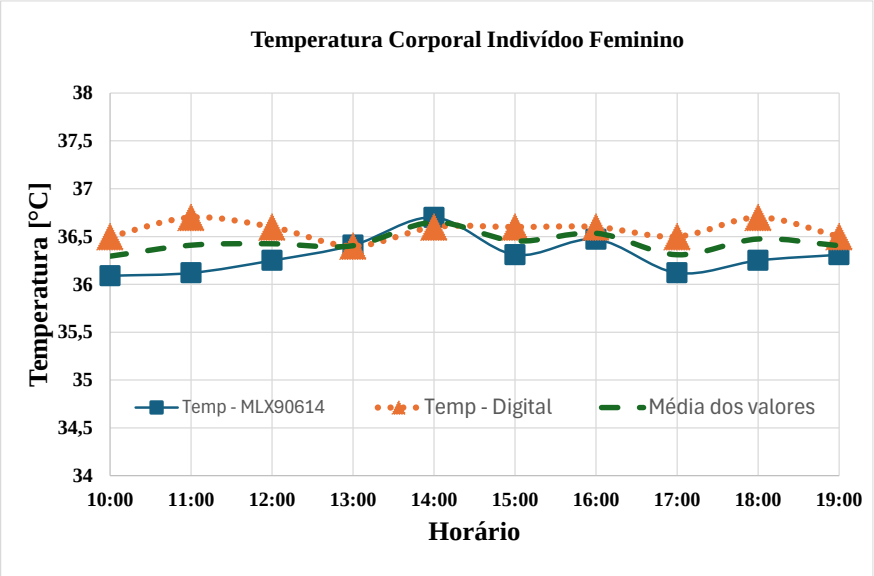
Os resultados obtidos demonstram que o sensor MLX90614 opera de forma satisfatória, visto que como característica apresenta uma diferença mínima em relação aos valores do termômetro digital, as leituras apresentaram um erro médio de 0,75% para o sujeito masculino e de 0,79% para o sujeito feminino. Essa proximidade entre os dados indica que o sensor MLX90614 oferece precisão e confiabilidade na medição da temperatura corporal, validando sua eficácia para a aplicação proposta.

Figura 29 – Teste temperatura corporal sujeito masculino.



Fonte: AUTOR.

Figura 30 – Teste temperatura corporal sujeito feminino.



Fonte: AUTOR.

Além dos testes descritos anteriormente, foi realizado um teste para avaliar o tempo de conexão do dispositivo à rede Wi-Fi. Durante os testes, foi constatado que esse processo leva, em média, 6 segundos para estabelecer a conexão. Outro fator relevante identificado foi o tempo necessário para que o sensor MAX30102 estabilizasse as leituras de frequência cardíaca e SPO2, o qual foi de aproximadamente 3 a 4 minutos. Esse tempo de estabilização foi fundamental para garantir maior precisão e confiabilidade na precisão.

Por outro lado, o sensor MLX90614 demonstrou maior eficiência, conseguindo realizar as leituras de temperatura em um tempo significativamente menor, cerca de 10 segundos. Esse desempenho reforça a confiabilidade e a rapidez do sensor, tornando-o uma opção eficiente e precisa para a obtenção de dados.

5.5. Conexão com Firebase;

A Figura 31 ilustra como os dados são obtidos e organizados dentro do Firebase, permitindo uma visualização clara e acessível das possibilidades realizadas pelo dispositivo.

Figura 31 - Modelo dos dados enviados para o Firebase.

Fonte: Firebase, adaptada.

É válido ressaltar que o envio dos dados coletados pelos dispositivos depende de uma conexão com a internet. Os testes realizados demonstraram que o dispositivo levou, em média, apenas 6 segundos para se conectar à rede Wi-Fi previamente configurada. Assim que a conexão era estabelecida, os dados eram enviados para o Firebase de forma instantânea, evidenciando a eficiência e a rapidez do processo de transmissão.

5.6. Conexão com aplicativo.

Uma vez desenvolvido o aplicativo móvel, este respondeu conforme o esperado. É um aplicativo bem direto, que não possui informações exageradas, apenas as necessárias para uma leitura de dados eficiente. Consiste em uma tela de login, uma tela de cadastro, uma tela de menu com as opções de escolha, uma tela para a gestão do perfil e uma para cada leitura individual dos dados coletados pelo dispositivo. Essas telas podem ser observadas na Figura 32.

Figura 32 -Telas desenvolvidas para o aplicativo Android: (a) Login; (b) Cadastro; (c) Perfil; (d) Menu de escolha; (e) Gráfico de dados de frequência cardíaca; (f) Gráfico de dados de saturação; (g) Gráfico de dados de temperatura.

Fonte: AUTOR.

São basicamente três dados críticos coletados: temperatura, frequência cardíaca e saturação sanguínea. Para cada um desses há uma tela própria que apresenta os dados de leitura em um gráfico, desde a primeira leitura realizada para apresentação uma visão geral das flutuações durante o período de aferição. Caso o usuário deseje aceder a uma data específica, basta clicar sobre um ponto do gráfico e deslizar com o dedo que o mesmo irá destacar a data específica e o valor da leitura no momento.

5.7. Custos do dispositivo

Para a fabricação do dispositivo, é necessário contar com alguns itens essenciais para o seu funcionamento e segurança. Com o objetivo de apresentar esses componentes, a Tabela 8 reúne todos os elementos fundamentais para a construção do projeto. Além disso, a tabela apresenta os valores dos itens e as respectivas quantidades. Todos os componentes foram cotados por meio do site AliExpress, uma plataforma chinesa onde é possível encontrar os insumos necessários para a execução do projeto.

Tabela 8 – Custo para confecção do dispositivo cotado no AliExpress.

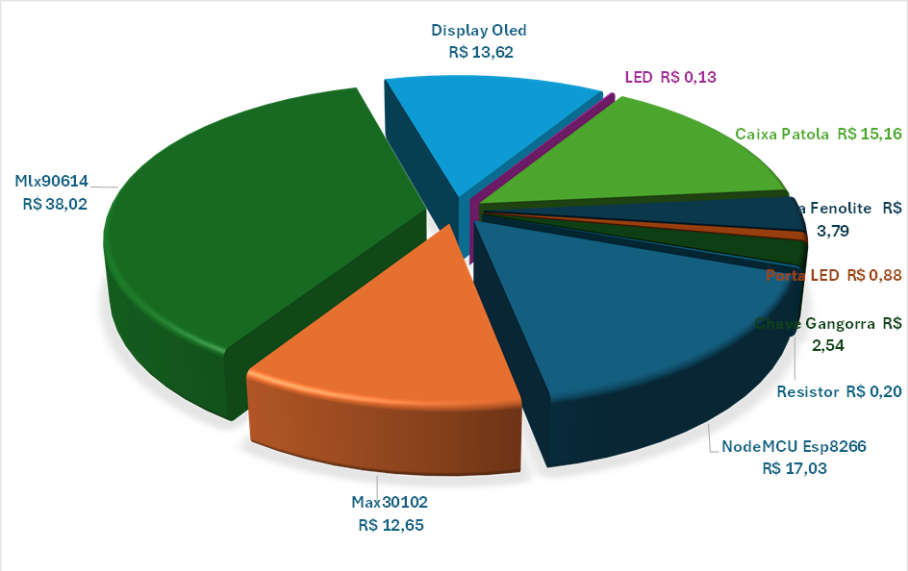
NodeMCU Esp8266	1	R$ 17,03
MAX30102	1	R$ 12,65
MLX90614	1	R$ 38,02
Display OLED 0.96"	1	R$ 13,62
LED	2	R$ 0,13
Caixa Patola	1	R$ 15,16
Placa Fenolite	1	R$ 3,79
Porta LED	2	R$ 0,88
Chave Gangorra	1	R$ 2,54
Resistor	2	R$ 0,20
Total		R$ 104,02

Fonte: AUTOR.

A partir dessa cotação, o custo total do projeto é de R$ 104,02, tornando-se, assim, um dispositivo eficiente e de baixo custo, o que está alinhado com um dos principais objetivos deste trabalho.

Para uma melhor compreensão da influência de cada item no custo total do protótipo, a Figura 33 apresenta um gráfico que ilustra o percentual de cada componente em relação ao valor global do projeto. Observe-se que o sensor MLX90614 representa 37% do custo total. Esse valor se justifica pela alta eficiência do sensor, evidenciada nos testes realizados anteriormente, além de sua velocidade de leitura extremamente rápida.

Figura 33 – Valores proporcionais dos componentes em relação ao valor total.



Fonte: AUTOR.

6. CONCLUSÃO

É evidente que o crescimento da população idosa e o aumento do número de pessoas obesas têm se intensificado nos últimos anos, tendência que deve se acentuar ainda mais, conforme destacado na introdução deste trabalho. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um dispositivo acessível, capaz de monitorar sinais vitais de forma remota, com a finalidade de melhorar a qualidade de vida dessas pessoas, antecipando possíveis problemas de saúde, uma vez que são mais propensas a desenvolver doenças crônicas devido a tais condições, foi concluído conforme objetivo proposto. Para isso, foram utilizados componentes eletrônicos de baixo custo que atendessem aos requisitos do projeto sem comprometer a qualidade esperada.

Durante o processo de desenvolvimento, diversas dificuldades foram encontradas, exigindo adaptações no protótipo. Um dos principais desafios foi o funcionamento incorreto do sensor responsável pelo monitoramento da frequência cardíaca e da saturação de oxigênio, que apresentava inconsistências ao enviar dados para o Firebase. Foi necessário compreender e corrigir essas falhas para assegurar a precisão das leituras. Apesar desses obstáculos, todas as etapas foram superadas com sucesso, resultando em um dispositivo plenamente funcional, que atendeu integralmente aos objetivos propostos.

Além da integração com o Firebase, destaca-se o funcionamento simples e eficiente do aplicativo desenvolvido. Ele possui uma interface gráfica intuitiva, que permite a visualização das leituras em tempo real, bem como a consulta de dados históricos em dias específicos. Essa funcionalidade é essencial para monitorar a evolução dos sinais vitais de cada pessoa, tornando o dispositivo uma ferramenta funcional e altamente útil.

O projeto de aplicativo móvel cumpre com o proposto: uma interface clara e objetiva, com as funcionalidades essenciais para garantir fluidez e navegabilidade e os dados precisos. Além disso, o banco de dados foi configurado perfeitamente, o que possibilita o armazenamento de dados de forma eficiente e segura, sendo a única restrição o limite de uso diário estabelecido pelo Google para o plano gratuito. Notou-se durante os testes que o uso diário não chega nem perto de 1% do limite de dados estipulados pelo plano, devido ao fato de serem dados discretos e de poucos caracteres (menos de 1000) a cada interação.

Como trabalhos futuros, sugere-se a implementação de novas funcionalidades, como a medição da pressão arterial, uma vez que esse dado pode antecipar uma série de problemas de saúde e auxiliar no acompanhamento médico, pois o aumento do número de hipertensos no Brasil reforça essa necessidade.

Por fim, o projeto alcançou seu objetivo de oferecer uma solução inovadora e prática para o monitoramento da saúde. Ele representa uma contribuição significativa para a aplicação de tecnologia na área da saúde, ao mesmo tempo em que reforça a importância de desenvolver soluções que atendam às demandas de uma população cada vez mais envelhecida e com necessidades específicas de acompanhamento médico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, S.; REHMAN, T. Thermoregulation and fever: A brief review. International Journal of Homoeopathic Sciences, v. 2, n. 3, p. 35-37, 2018.

ALENCAR, D. C. et al. Sistema de monitoramento de temperatura corporal humana utilizando software embarcado e tempo real baseado em computação ubíqua. Proceedings of World Congress on Systems Engineering and Information Technology, p. 193-197, 2013.

BRAGA, Newton C. Microcontroladores PIC. Disponível em: https://www.newtoncbraga.com.br/microcontroladores/141-microchip-pic/1243-mic001.html. Acesso em: 15 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Relatório aponta que número de adultos com hipertensão aumentou 3,7% em 15 anos no Brasil. Dados disponíveis em documento elaborado pelo Ministério da Saúde com base em análises do Vigitel. Publicado em: 17 maio 2022. Atualizado em: 3 nov. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/maio/relatorio-aponta-que-numero-de-adultos-com-hipertensao-aumentou-3-7-em-15-anos-no-brasil. Acesso em: 26 jan. 2025.

BROWN, Geoffrey. Descobrindo o Microcontrolador STM32. 2012.

CARVALHO, Sergio T. et al. Monitoramento remoto de pacientes em ambiente domiciliar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 28., 2010, Gramado. Anais [...]. Gramado: [Editora], 2010. p. 1005-1012.

CAVALCANTI, Christiane Leite et al. Envelhecimento e obesidade: um grande desafio no século XXI. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, v. 14, n. 2, p. 87-92, 2010.

DA SILVA BARRETO, Mayckel; CARREIRA, Lígia; MARCON, Sonia Silva. Envelhecimento populacional e doenças crônicas: Reflexões sobre os desafios para o Sistema de Saúde Pública. Revista Kairós-Gerontologia, v. 18, n. 1, p. 325-339, 2015.

DIODO orgânico emissor de luz. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_org%C3%A2nico_emissor_de_luz. Acesso em: 27 jun. 2024.

ESKINAZI, Fernanda Maria Vieira; DE OLIVEIRA MARQUES, Ana Paula. Envelhecimento e a Epidemia da Obesidade. Journal of Health Sciences, 2011.

FERREIRA, F. G. et al. Efeitos da ingestão de diferentes soluções hidratantes nos níveis de hidratação e na frequência cardíaca durante um exercício de natação intervalado. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, Brasília, v. 7, n. 3, p. 319-327, 2007.

GOOGLE. Firebase. Google for Developers, 2024.

GONÇALVES, Paulo Rui Pires. Monitorização Remota de Pacientes em ambulatório. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fernando Pessoa, Portugal.

GOV.BR. Aferição da temperatura corporal. 11 mar. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/servicos-estaduais/afericao-da-temperatura-corporal-1. Acesso em: 5 jul. 2024.

GRUPO DE ROBÓTICA. Introdução ao Arduino. Notas de aula, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, v. 10, 2012.

H3Med Centro Médico. Valores da frequência cardíaca normal, alta ou baixa. Disponível em: https://h3med.com.br/valores-da-frequencia-cardiaca-normal-alta-ou-baixa/. Acesso em: 25 jun. 2024.

LIMA, D. W. d. C. Oxímetro de pulso com transmissão de sinal sem fios. 2009.

MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC. MAX30102 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC Datasheet. San Jose: Maxim Integrated Products, Inc., 2016. Disponível em: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf. Acesso em: 27 jun. 2024.

META PLATFORMS, INC. React Native: Learn once, write anywhere. Meta Open Source, 2024. Disponível em: https://reactnative.dev/. Acesso em: 20 dez. 2024.

MENDONÇA, V. F. A Relação Entre o Sedentarismo, Sobrepeso e Obesidade com as Doenças Cardiovasculares em Jovens Adultos: uma Revisão da Literatura. Saúde e Desenvolvimento Humano, v. 4, n. 1, p. 79-90, 2016.

MONTEIRO, F. A. M. et al. DETECTOR DE QUEDAS VIA CELULAR. Revista Brasileira de Mecatrônica, v. 4, n. 1, p. 58-71, 2021.

MORALES, Irving Eduardo Vargas et al. Control de un convertidor CD-CD tipo buck por medio del microcontrolador ATMEGA328. Cultura Científica yTecnológica, n. 55, 2015.

MORONEY, Laurence. An Introduction to Firebase. In: MORONEY, Laurence. The Definitive Guide to Firebase: Build Android Apps on Google's Mobile Platform. Seattle, EUA: Apress, 2017. Cap. 1, p. 1-24.

NASCIMENTO JÚNIOR, V. M. Sistema de monitoramento remoto de batimentos cardíacos e oximetria utilizando sensores MAX30100 e módulos de aquisição com ESP8266. 2022.

OLIVEIRA, R. R. Uso do microcontrolador ESP8266 para automação residencial. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2017.

PEREIRA, Duarte César Rodrigues. Sistema de monitorização remota de pacientes. 2009. Tese (Doutorado).

REIS, Manuel. Saturação de oxigênio: o que é, valores normais e como medir. Tua Saúde. Disponível em: https://www.tuasaude.com/saturacao-de-oxigenio/. Acesso em: 13 jan. 2025.
RIBEIRO, M. P. et al. Análise espectral da frequência cardíaca. Conceitos básicos e aplicação clínica. Arq. Bras. Cardiol, v. 59, n. 3, p. 141-149, 1992.

RIBEIRO, T. J. d. S. Análise exergética do sistema térmico do corpo humano para avaliação de conforto térmico. 2018. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade [...].

SILVA, Saymon Rafael da Cunha. **Sistema de monitoramento e controle de energia utilizando o microcontrolador ESP32**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
SMITH, J. Developing Applications with Firebase: A Comprehensive Guide. Tech Publishing, 2018.

SOARES, J. V. B. et al. SISTEMA DE MONITORAMENTO DE SINAIS BIOMÉDICOS (SMSB). Congresso Brasileiro de Automática - CBA, 2022.

SOUZA, Jonas. Como utilizar o sensor de frequência cardíaca e oxímetro MAX30100 com Arduino. 11 jan. 2023. Disponível em: https://www.blogdarobotica.com/2023/01/11/como-utilizar-o-sensor-de-frequencia-cardiaca-e-oximetro-max30100-com-arduino/. Acesso em: 27 jun. 2024.

VILLAS BÔAS, Paulo José Fortes; RUIZ, Tânia. Ocorrência de infecção hospitalar em idosos internados em hospital universitário. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 38, p. 372-378, 2004.

ZAZEKA, F. E. Desenvolvimento de um dispositivo portátil para gerenciamento de dados na prevenção e gestão da COVID-19. 2021.

CÓPIA DO TRABALHO Nº 28/2025 - DENP (11.62.04)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 19/02/2025 19:48)
ALENCAR FRANCO DE SOUZA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DENP (11.62.04)
Matrícula: ###292#3

Visualize o documento original em https://sig.cefetmg.br/documentos/ informando seu número: ***28****, ano:* ***2025****, tipo:* ***CÓPIA DO TRABALHO****, data de emissão:* ***19/02/2025*** *e o código de verificação:* ***5b1cefada3***

RELATÓRIO FINAL DE CURSO Nº 21/2025 - DENP (11.62.04)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 08/05/2025 22:08)
ALENCAR FRANCO DE SOUZA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DENP (11.62.04)
Matrícula: ###292#3

Visualize o documento original em https://sig.cefetmg.br/documentos/ informando seu número: ***21****, ano:* ***2025****, tipo:* ***RELATÓRIO FINAL DE CURSO****, data de emissão:* ***08/05/2025*** *e o código de verificação:* ***97bdd8f48e***