



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS

**MEDIDOR DA SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO NO SANGUE, FREQUÊNCIA
CARDÍACA E TEMPERATURA CORPORAL - COVID-OSTI**

BERNARDO SOUZA FERREIRA DA SILVA
DÓNOVAN PEREIRA JACOBINA
JOÃO EMANUEL CÂMARA CASTRO
MATHEUS ÁVILA MOTA

PALMAS - TO
2021

BERNARDO SOUZA FERREIRA DA SILVA

DÓNOVAN PEREIRA JACOBINA

JOÃO EMANUEL CÂMARA CASTRO

MATHEUS ÁVILA MOTA

**MEDIDOR DA SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO NO SANGUE, FREQUÊNCIA
CARDÍACA E TEMPERATURA CORPORAL - COVID-OSTI**

Relatório de Pesquisa apresentado como
requisito parcial para o Desafio de Ideais:
IFTO4CHANGE do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Maxwell Moura Costa.

Palmas – TO

2021

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – graus Célsius;

API – *Application Programming Interface*;

CRUD – *Create, Read, Update e Delete*;

DQ – Saída para a comunicação de um fio do sensor de temperatura DS18B20 com o encapsulamento TO-92;

EasyEDA – Site para simulação, criação de esquemáticos e confecções de placas de circuito impressos;

FIFO – *First In, First Out*;

GND – *ground*;

Hb – hemoglobina não oxigenada;

HbO₂ – hemoglobina oxigenada;

I2C – *Inter-Integrated Circuit*;

ID – *identifier*;

IDE – *Integrated Development Environment*;

IMC – índice de massa corporal;

IoT – *internet of things*;

JLCPCB – Fabricante de protótipo de placa de circuito impresso;

LCSC – Fabricante de componentes eletrônicos;

MCU – Microcontrolador;

MQTT – *Message Queuing Telemetry Transport*;

NoSQL - *Not Only Structured Query Language*;

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PCI – placa de circuito impresso;

SCL – *serial clock*;

SDA – *serial data*;

SpO₂ – saturação de oxigênio;

SUS – sistema único de saúde;

TVS – *Transient Voltage Suppressor*;

UART – *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*;

UMW – empresa fabricante do sensor de temperatura (DS18B20);

URL – *Uniform Resource Locator*;

V_{DD} – Tensão positiva de alimentação em volt;

Wi-Fi – *Wireless Fidelity*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Geral	8
2.2. Específicos.....	8
3. CONCEITOS BÁSICOS.....	8
3.1. Oximetria.....	8
3.2. Temperatura corporal.....	9
3.3. Frequência cardíaca	10
3.4. Internet das coisas	11
3.5. Servidor (Banco de dados)	11
3.6. Microcontrolador (MCU)	11
4. PROJETO DO PROTÓTIPO	11
4.1 Medidor da saturação de oxigênio no sangue (SpO ₂), frequência cardíaca e temperatura corporal.....	13
4.1.1 Hardware - protótipo	13
4.1.2 Software.....	23
5. RESULTADOS	40
Software	40
Hardware	41
Testes	42
6. CONCLUSÃO	42

REFERÊNCIAS.....	43
------------------	----

Anexos	47
--------------	----

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário de pandemia global, busca-se formas eficazes para uma detecção rápida e eficiente que obtenham informações relacionadas aos Sars-Cov-2, também chamado de COVID-19, com isso alguns indicadores como a saturação de oxigênio no sangue (SpO₂), a frequência cardíaca e a temperatura corporal do paciente são importantes indicadores para detecção de possíveis anormalidades.

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde os sintomas mais comuns da COVID-19 são cansaço, febre e tosse seca. Porém, alguns pacientes podem apresentar outros tipos de sintomas como, por exemplo, a perda de paladar ou olfato, esses sintomas geralmente são leves e começam gradualmente. Dessa maneira, é importante a aferição da temperatura do paciente, da taxa de oxigenação do sangue e da frequência cardíaca do indivíduo. Esses indicadores devem nortear o profissional responsável pela interpretação dos dados, para uma avaliação mais precisa da situação de saúde do paciente.

As informações obtidas pelo dispositivo vão informar ao próprio paciente sobre uma possível contaminação pelo Sars-Cov-2. As medições captadas serão armazenadas em banco de dados, possibilitando o acesso posterior das informações registradas, contribuindo para um acompanhamento contínuo do paciente. A medição de oximetria, frequência cardíaca e temperatura corporal por meio do sistema de circulação extracorpórea, e o acompanhamento mútuo médico-paciente das informações online, pelo aplicativo ou pelo site contribuem para uma melhor avaliação do paciente. Confrontando assim, os indicadores provenientes da mensuração com os dados e limites de normalidade de cada fator vital monitorado.

Alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), a proposta principal do dispositivo é o de contribuir para um desenvolvimento tecnológico inovador, que promova o bem-estar para todos. Com um monitoramento ocorrendo em um período de tempo maior, as bases de dados e informações sobre o paciente serão mais objetivas e exatas.

Perante o isolamento e o distanciamento social, se faz necessárias formas eficazes de inferir continuamente e avisar o paciente sobre alguma alteração na temperatura, na frequência cardíaca e na taxa de oxigenação do sangue. Possibilitando, assim, uma observação contínua dos principais parâmetros que são alterados devido a COVID-19.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Projetar um dispositivo que seja capaz de mensurar, armazenar e disponibilizar essas informações por meio de um banco de dados. Assim, esse equipamento visa o monitoramento do percentual de saturação do oxigênio no sangue (SpO_2), da frequência cardíaca e da temperatura corporal do paciente na detecção de uma possível contaminação pelo Sars-Cov-2.

2.2. Específicos

- Projetar um protótipo de fácil manuseio para o usuário;
- Mensurar o percentual de saturação de oxigênio no sangue, frequência cardíaca e temperatura corporal;
- Construir uma interface cliente-servidor para conexão do equipamento com o banco de dados;
- Desenvolver e construir o aplicativo e a plataforma web em *javascript* com *back-end* em *Node JS* e o *front-end* em *React* e *React Native*.

3. CONCEITOS BÁSICOS

3.1. Oximetria

Pelo monitoramento contínuo e não invasivo, o oxímetro é utilizado em

emergências de hospitais e várias outras localidades hospitalares, fornecendo dados sobre as condições físicas dos pacientes para uma avaliação precisa dos profissionais responsáveis. As medições de saturação de oxigênio SpO_2 e os valores que são obtidos devem ser avaliados conforme uma faixa, que normalmente está entre 95% a 100%. Entretanto, valores inferiores a 90% indicam que os tecidos não estão recebendo uma taxa suficiente de oxigênio, e com isso o paciente deve ter uma avaliação adicional. (JUNQUEIRA E CARNEIRO 1999).

A oximetria fornece dados sobre a saturação de oxigênio (SpO_2) da hemoglobina arteriolar, onde é fornecido informações sobre o sistema cardíaco, respiratório e do oxigênio presente no organismo. A hemoglobina é uma proteína do corpo responsável pelo transporte do sangue, podendo ser oxihemoglobina (hemoglobina oxigenada, HbO_2) e a desoxihemoglobina (hemoglobina não oxigenada, Hb). (ESPECTROFOTOMETRIA, 2018).

A luz é um fator importantíssimo para os sistemas de SpO_2 , onde o espectro de absorção luminosa difere entre os tipos de hemoglobina (oxigenada e não oxigenada), pois são utilizadas as cores vermelho e infravermelho. A espectrofotometria que determina a quantidade de luz transmitida através do capilar do paciente, onde a oxihemoglobina absorve maior quantidade de luz infravermelha possibilitando assim a passagem de mais luz vermelha quando comparado com a desoxihemoglobina, então a quantidade de luz absorvida pelo sangue é utilizada para calcular a saturação. (FERNANDO QUINTAS, 2015). Há diversos fatores para obter a qualidade das medições de SpO_2 , como o posicionamento e o tamanho correto do sensor, dependendo da idade do indivíduo.

3.2. Temperatura corporal

A regulação da temperatura no corpo humano está relacionada à produção metabólica de calor (termogênese). Os receptores de temperatura são terminações nervosas livres, que terminam nas camadas subcutâneas da pele. Os seres humanos são animais homeotérmicos, ou seja, o nosso corpo regula a temperatura interna dentro de uma faixa. SILVERTHORN (2017, p. 702) define que “a temperatura média é de

37°C, com uma faixa de variação normal entre 35,5 e 37,7°C”.

Os receptores de calor são estimulados por temperaturas na faixa que se estende desde a temperatura normal do corpo (37°C) até aproximadamente 45°C. Acima dessa temperatura, os receptores de dor são ativados, gerando a sensação de calor doloroso. O campo receptivo de um termorreceptor tem cerca de 1 mm de diâmetro, e os receptores estão dispersos ao longo do corpo, existindo um número consideravelmente maior de receptores para o frio do que para o calor, onde adaptam-se lentamente entre 20 e 40°C. Fora dessa faixa, a probabilidade de dano tecidual é maior, e os receptores não se adaptam (SILVERTHORN, 2017).

A localidade na qual a temperatura é mensurada faz toda a diferença, pois a temperatura no centro do corpo pode ser maior do que a temperatura da superfície da pele. Por exemplo, a temperatura oral é cerca de 0,5°C mais baixa do que a temperatura retal. A temperatura corporal atinge o pico no final da tarde e declina significativamente nas primeiras horas da manhã (SILVERTHORN, 2017).

3.3. Frequência cardíaca

Segundo SILVERTHORN (2017) o coração é um órgão muscular do corpo integrante do sistema cardiovascular e é responsável pelo bombeamento cíclico e circulação sanguínea. O sangue venoso é pobre em oxigênio, e é bombeado pelo ventrículo direito em direção aos pulmões, e com isso é oxigenado novamente. Depois dessa oxigenação, o sangue tornasse arterial, voltando ao coração pelas veias pulmonares.

O ciclo cardíaco é dividido em duas fases, uma de relaxamento, também chamada de diástole, ocorrendo quando o coração distende para o recebimento do sangue. A outra fase é a de contração, que é chamada de sístole, onde é ejetado o sangue para a circulação. Um impulso elétrico desencadeia o ciclo, pois são gerados pelas células cardíacas e percorrem três vias condutoras, unindo-se ao nódulo auriculoventricular, que é responsável pela condução do impulso elétrico pelo sistema cardíaco. A frequência cardíaca pode ser definida como sendo a velocidade do ciclo cardíaco medida pelo número de contrações do coração (SILVERTHORN, 2017).

3.4. Internet das coisas

Segundo Cavalli (2016) “Internet das coisas (internet of things, IoT) é o conjunto de tecnologias e protocolos associados que permitem que objetos se conectem a uma rede de comunicações e são identificados e controlados por meio desta conexão de rede”. Há a coleta, envio e recebimento das informações, cuja comunicação pode ser feita com a Nuvem (rede global de servidores) ou outros tipos de bancos de dados, o *MongoDB* é um exemplo de banco de dados não relacionado (*NoSQL*).

3.5. Servidor (Banco de dados)

Existem vários serviços de bancos de dados, atualmente o mais utilizado para o armazenamento de informações é a nuvem. Bancos de dados podem ser definidos como o conjunto ou coleção de elementos pré-definidos e assim guardados em um local preparado chamado de “base”, com o objetivo de organizar o acesso à informação. Segundo Date (2003) o banco de dados “é um repositório ou recipiente para uma coleção de arquivos de dados computadorizados”.

3.6. Microcontrolador (MCU)

O microcontrolador pode efetuar várias funções, pois são pastilhas inteligentes, possuindo uma memória, processador e pinos de entradas/saídas. Por meio de um programa armazenado internamente, pode controlar suas saídas, tendo como referência suas entradas. (MARTINS, 2005).

4. PROJETO DO PROTÓTIPO

O dispositivo será composto por um circuito principal cujo microcontrolador comunica e controla as opções de medições entre o aplicativo e o circuito.

O microcontrolador selecionado foi o ESP-WROOM-32D da empresa Chinesa, Espressif Systems. Tal microcontrolador possui uma arquitetura geral superior à de outros MCU's muito difundidos no mercado e também usados como plataformas de

desenvolvimento de projetos como o ATMEGA328P no Arduíno, o STM32L e F da STMicroelectronics. Na Figura 1, observa-se um comparativo de algumas das características entre os MCU's citados.

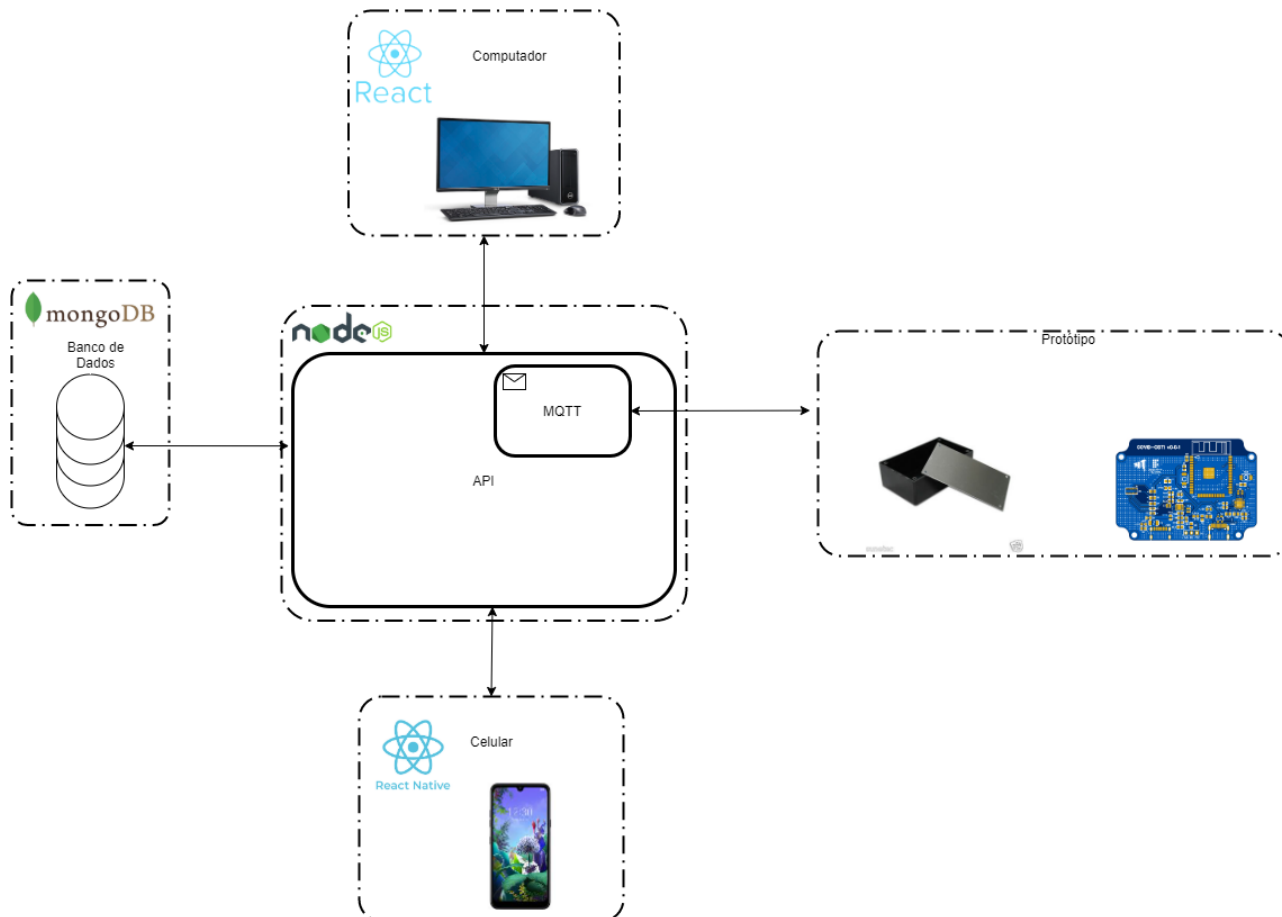
Figura 1 – Comparativo de algumas das características entre microcontroladores existentes no mercado.

	ESP32	ATMEGA328P (TQFP-32)	STM32L431 (LQFP-48)	STM32F427 (LQFP-144)
Núcleos	2	1	1	1
Arquitetura	32 bits	8 bits	32 bits	32 bits
Clock Máximo	240 MHz	16 MHz	80 MHz	180 MHz
RAM	512 KB	2 KB	64 KB	256 KB
FLASH	4 MB	32 KB	256 KB	2 MB
GPIO	36	23	38	114
ADC	18**	8	10	24
Interfaces	SPI, I2C, UART, CAN, SDIO	SPI, I2C, UART	SPI, I2C, UART, CAN	SPI, I2C, UART, CAN, SDIO
Wi-Fi	Sim	Não	Não	Não
BLE	Sim	Não	Não	Não
Preço*	US\$2.33	US\$1.69	US\$2.23	US\$5.57
*Apenas para fim de comparação o preço será consultado do fornecedor LCSC.com na faixa de quantidade de 10+.				
**Apenas 6 estão realmente disponíveis caso o Wi-Fi seja utilizado.				

Fonte: Acervo dos autores (2021).

A captação dos dados será feita por sensores específicos, sendo o MAX30100 para aferição de frequência cardíaca e saturação de oxigênio no sangue. O sensor DS18B20 com o encapsulamento TO-92 será utilizado para a mensuração da temperatura corporal. Os dados fornecidos pelos sensores serão armazenados em um servidor (Banco de Dados). Na Figura 2, observa-se o diagrama de funcionamento do dispositivo.

Figura 2 – Diagrama de funcionamento do dispositivo.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

4.1 Medidor da saturação de oxigênio no sangue (SpO₂), frequência cardíaca e temperatura corporal

4.1.1 Hardware - protótipo

O projeto de hardware foi desenvolvido baseado na solução comercial descrita na proposta, sendo composta por algumas partes que se complementarão no protótipo final:

- i) Desenvolvimento do esquemático da placa de circuito impresso (PCI);
- ii) Encapsulamento externo da PCI;
- iii) Desenvolvimento da braçadeira suporte para a medição de temperatura axilar.

i) Esquemático da placa de circuito impresso (PCI)

O primeiro passo é o desenho da PCI (Placa de Circuito Impresso), em que foi necessário montar um esquemático com os componentes e circuitos elétricos que definiram o molde da placa. Para desenvolver toda essa parte foi utilizado o EasyEDA que é um site de design de PCI, teste e simulação online gratuito. Vale ressaltar que esse site trabalha em conjunto com outras duas empresas, a LCSC, que é uma varejista de componentes eletrônicos dos mais variados e a JLCPCB, que é a loja/empresa responsável por fabricar as PCI's construídas no EasyEDA e por toda a parte de logística de envio das placas aos devidos clientes.

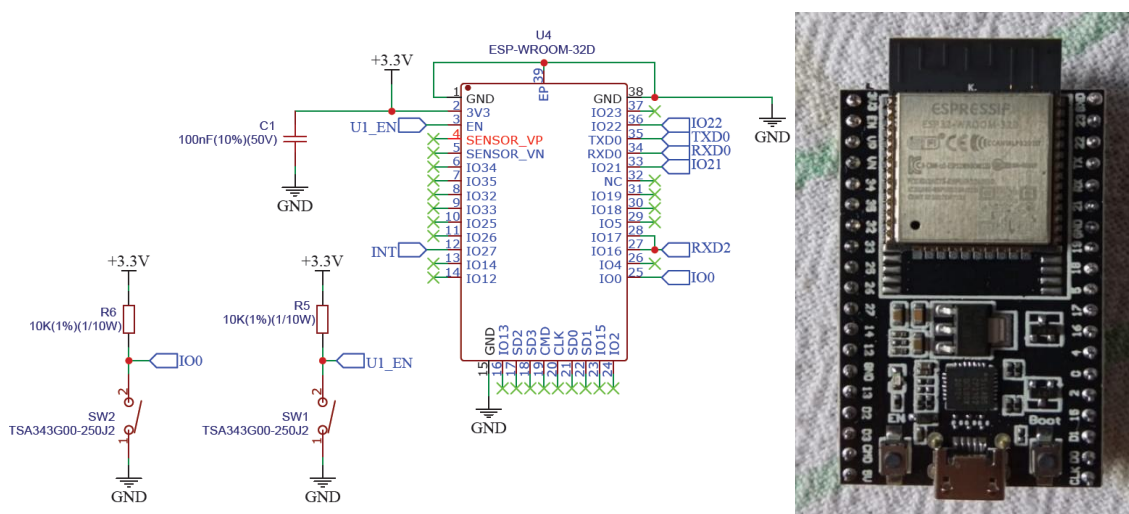
Durante a descrição do texto será abordado cada uma das seis partes do esquemático que irá orientar o projeto do esquemático da PCI.

Microcontrolador

O microcontrolador é uma parte fundamental para o protótipo, pois é responsável pela captura e envio dos valores adquiridos na PCI via rede Wi-Fi local, para o broker por meio do protocolo MQTT e, a partir disso, os dados capturados são armazenados no banco de dados e assim apresentados no celular ou no computador, informando o paciente os três parâmetros fundamentais pretendidos: frequência Cardíaca, taxa de saturação de oxigênio e temperatura corporal.

Pensando nisso, foi desenvolvido no esquemático do diagrama de conexões usando o ESP-WROOM-32D, variante atual do ESP-WROOM-32, em que foram feitas as conexões para o envio do programa desenvolvido na plataforma de Arduino para sua IDE por meio da comunicação UART. Na Figura 3 tem-se a apresentação das ligações básica efetuadas na MCU.

Figura 3 – Esquemático do diagrama de conexões *versus* placa de circuito impresso referente ao módulo ESP-WROOM-32D.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

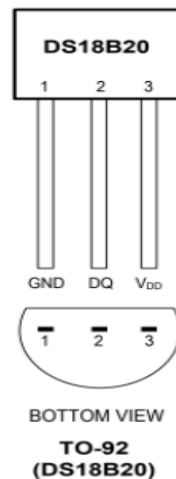
Sensor de Temperatura Corporal

O sensor digital que será utilizado para a medição da temperatura corporal é o DS18B20 com o encapsulamento TO-92, produzido pela empresa UMW. Segundo o *datasheet* o DS18B20 é um sensor capaz de fornecer medições de temperatura em graus Celsius (°C) de 9 a 12 bits, e tem uma função de alarme com pontos de disparo superior e inferior que são do tipo não voláteis e programáveis pelo usuário. O sensor possui um código serial exclusivo de 64 bits, que permite que vários DS18B20's funcionem no mesmo barramento de 1 fio (*One-Wire*). O barramento *One-Wire*, requer apenas uma linha de dados e o terra (*Ground* - GND) para comunicação com um microprocessador central (ESP-32).

Além disso, o DS18B20 pode derivar energia diretamente da linha de dados, eliminando a necessidade de uma fonte de alimentação externa. Portanto, é simples usar um microprocessador para controlar vários sensores distribuídos em uma grande área. As aplicações que podem se beneficiar deste recurso incluem controles ambientais, sistemas de monitoramento de temperatura dentro de edifícios, equipamentos ou máquinas e sistemas de monitoramento e controle de processos. A presente aplicação será para a medição da temperatura corporal. Na Figura 4

apresenta-se os pinos de conexão do sensor para o encapsulamento de três pernas (TO-92), em que “DQ” é a saída para a comunicação de um fio, V_{DD} é a alimentação e GND é o terra do sensor.

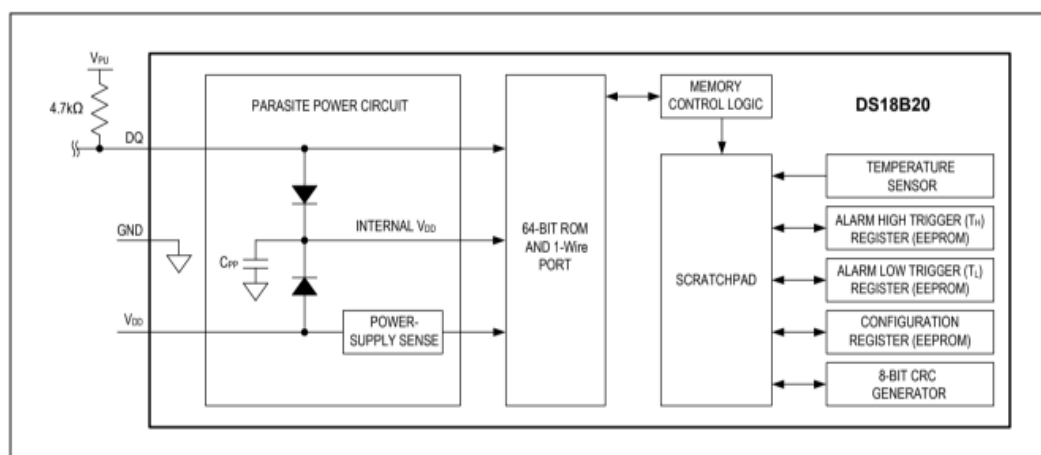
Figura 4 – Atribuição da pinagem para o encapsulamento TO-92.



Fonte: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>.

Na Figura 5 apresenta-se o diagrama em blocos do sensor de temperatura DS18B20. Seu datasheet especifica a faixa de temperatura que o sensor é capaz de mensurar fica entre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, com a precisão de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para temperaturas de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 5 – Diagrama de blocos DS18B20.



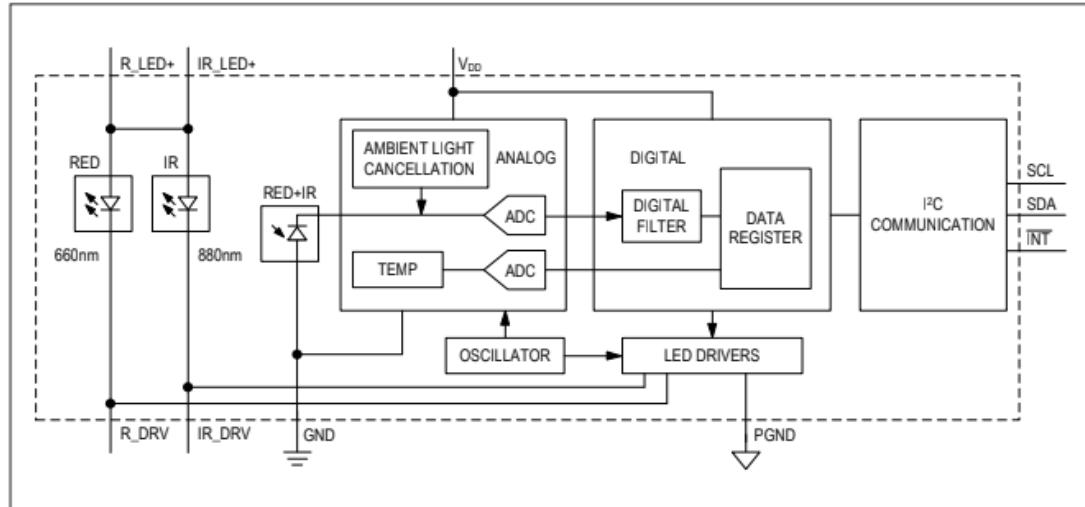
Fonte: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>.

Oxímetro de Pulso e Sensor de Frequência Cardíaca

O sensor MAX30100 é utilizado para a aferição da frequência cardíaca e da taxa de saturação do oxigênio no sangue, e possui uma funcionalidade avançada que melhora o desempenho. Segundo o fabricante o MAX30100 é eficiente no cancelamento de luz ambiente e tem alta taxa de amostragem, possibilitando uma rápida saída de dados.

Com LEDs integrados, fotossensor e Frontal Analógica de alto desempenho o MAX30100 economiza energia devido a uma taxa de amostragem programável. Segundo o datasheet do componente, o FIFO (sigla em inglês para “*First In, First Out*”, em tradução livre, “primeiro a entrar, primeiro a sair”) permite o MAX30100 ser conectado a um microcontrolador ou microprocessador em um barramento compartilhado, em que os dados não estão sendo lidos de forma contínua, mas sim diretamente dos registros do dispositivo. Na Figura 6 apresenta-se o diagrama em blocos do MAX30100.

Figura 6 – Diagrama de blocos do sensor MAX30100.

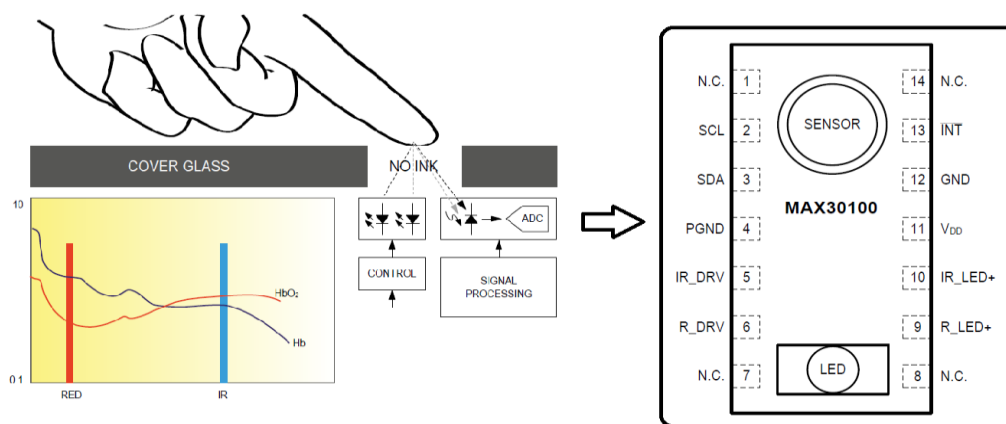


Fonte: https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_MAX30100.pdf.

Desta forma, foi realizada a montagem do sensor MAX30100 em que se faz a captura da taxa de saturação de oxigênio corporal, por meio do posicionamento do dedo do paciente em cima do encapsulamento do sensor, vide Figura 7, utilizando um método de aquisição por refletância pela organização dos LED's vermelho e

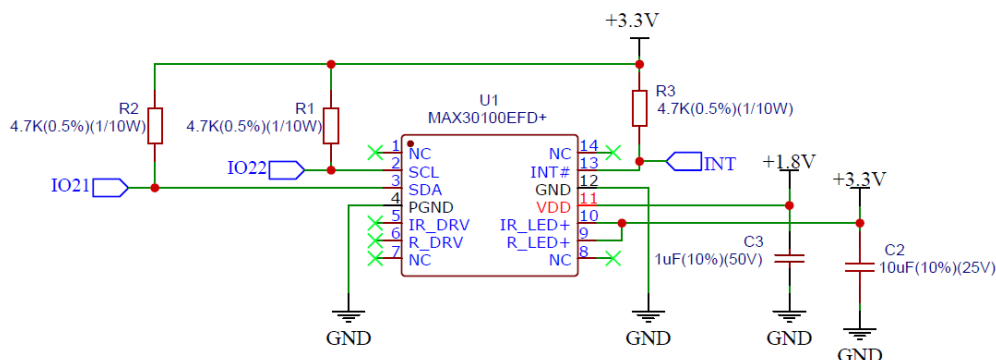
infravermelho. O sensor também permite a captura da frequência do batimento cardíaco. A descrição do circuito e sua montagem referente no esquemático se encontram apresentados na Figura 8.

Figura 7 – Modo de funcionamento e aferição do sensor MAX30100. Fonte: (adaptado) datasheet do componente.



Fonte: https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_MAX30100.pdf.

Figura 8 – Esquemático do circuito auxiliar para o sensor MAX30100.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Por possuir um baixo consumo de energia é recomendado em circuitos vestíveis (tecnologia que é utilizada junto ao corpo), pois possui uma tensão de operação de 5 V, podendo operar em alguns casos com uma tensão de 3,3 V. O protocolo de comunicação que é utilizado pelo módulo é o I2C, que representa o funcionamento de um barramento de dados de comunicação serial utilizando apenas

dois fios, o SCL (sinal de entrada) e o SDA (sinal de dados). O protocolo utilizado é simples e possibilita uma modularidade de dispositivos e proteção distinta de cada componente integrante do sistema microcontrolado.

Gravação de dados na MCU

Apresenta-se a Figura 9 o conjunto de circuitos que farão o interfaceamento entre o computador e o módulo do ESP-32, basicamente composto por um conector do tipo USB-C passando por um estágio de um multivibrador transistorizado levando a informação para um CI que gravará as informações que virão do meio externo no ESP via comunicação UART. O UART é utilizado para a comunicação entre dispositivos sem rede, em que a comunicação dos dados é feita de forma sequencial.

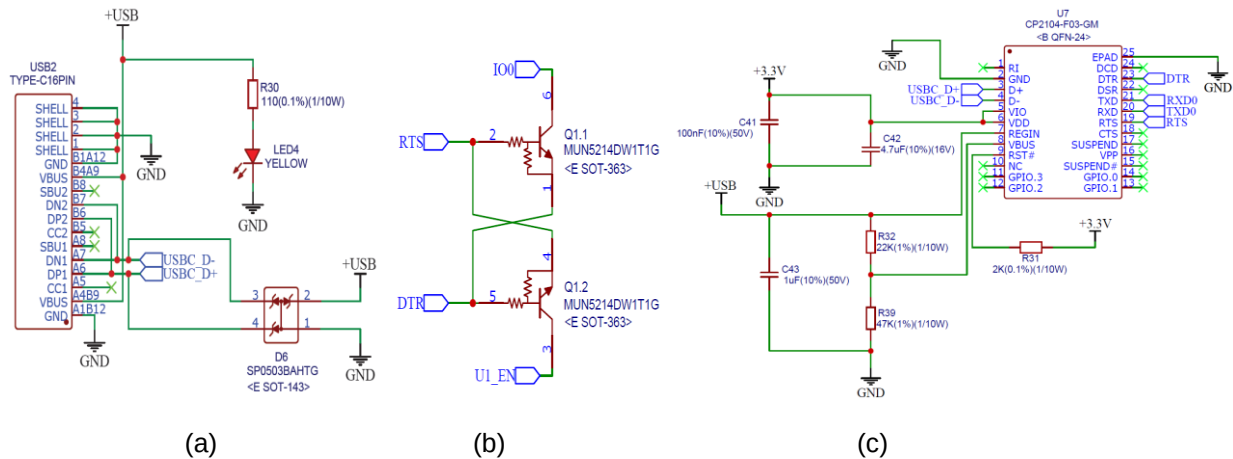
Na Figura 9.a é apresentado um conector, do tipo USB-C que receberá do computador a programação pelo cabo USB, havendo um LED que servirá para indicar se o circuito está energizado e seu funcionamento básico ativo. É mostrado também um encapsulamento composto por três diodos do tipo supressor de tensão transiente (TVS) protegendo o restante do circuito elétrico de possíveis picos de tensão.

A Figura 9.b mostra um circuito multivibrador utilizando transistores bipolares de junção do tipo NPN, com resistores internos de polarização no intuito de fornecer informações dos pinos “RTS” e “DTR” do circuito integrado CP2104 para as portas “IO0” e “EN”, sendo responsáveis pelas funções de carregamento do programa, e habilitação no MCU respectivamente.

Na Figura 9.c. é observado o transceptor integrado USB CP2104 é o cérebro por trás da comunicação do programa recebido pelo conector e enviado para o ESP32. O circuito é composto por resistores e capacitores de polarização, para obter os níveis de tensão adequados para o funcionamento correto do transceptor. Os capacitores são importantes para o desacoplamento de ruído de altas frequências presentes na alimentação do circuito para a malha de aterramento, ou GND. Após a saída do CP2104 e do multivibrador composto pelos transistores a informação é então enviada e

posteriormente interpretada pelo MCU.

Figura 9 – (a), (b) e (c) são circuitos auxiliares que farão o meio de interfaceamento entre o computador e o módulo do ESP-32.

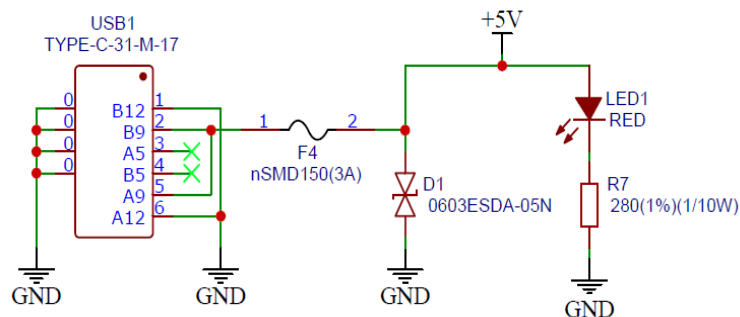


Fonte: Acervo dos autores (2021).

Alimentação do Sistema

A alimentação do sistema é realizada por um conector tipo USB-C que é responsável pelo fornecimento de energia a todo sistema. Este conector precisa ser energizado por uma fonte contínua de +5 V de tensão na entrada do circuito. Em seguida, tem-se uma proteção contra sobrecorrente e transientes ou descargas eletrostáticas que é realizada pelo diodo D1, vide Figura 10.

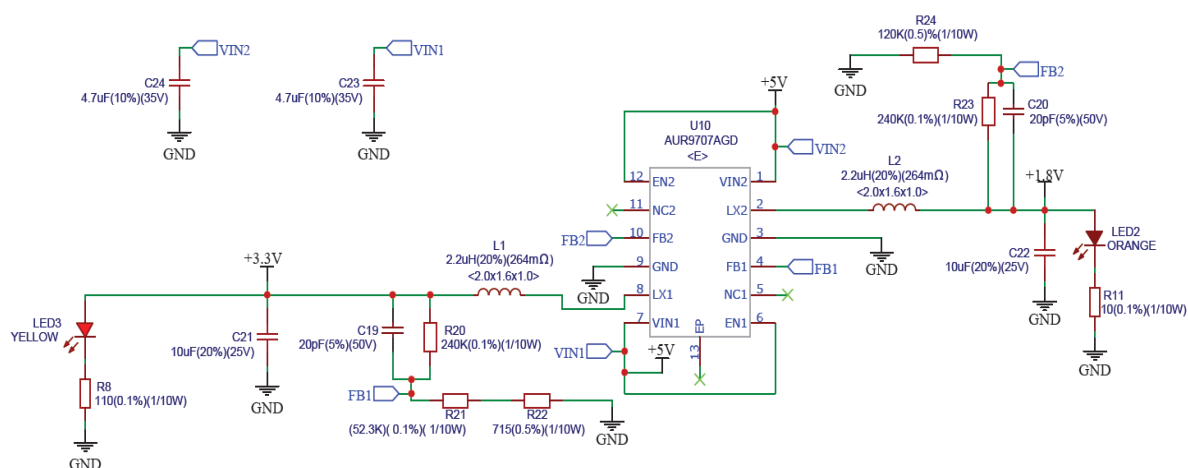
Figura 10 – Diagrama para o circuito que fará a alimentação com tensão/corrente contínua, que entrará pelo conector tipo USB-C.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Após a proteção, tem-se um circuito composto por um chip SMD (e outros componentes) que realiza uma conversão CC-CC, com topologia Buck. Este reduz a tensão de alimentação de entrada para valores de +1,8 V e +3,3 V. Estes valores de tensão são utilizados para alimentar os principais circuitos que são responsáveis pelo desenvolvimento do projeto, fazendo com que todo sistema funcione corretamente. Na Figura 11 apresenta-se o circuito descrito.

Figura 11 – Diagrama do circuito de proteção contra sobrecorrente e transientes ou descargas eletrostáticas.

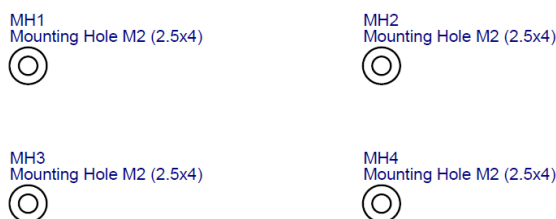


Fonte: Acervo dos autores (2021).

Furos de Montagem

Os furos são utilizados na placa de acordo com a necessidade da montagem para o posterior encaixe com o soquete e finalização estética do equipamento. Alguns exemplos podem ser vistos na Figura 12.

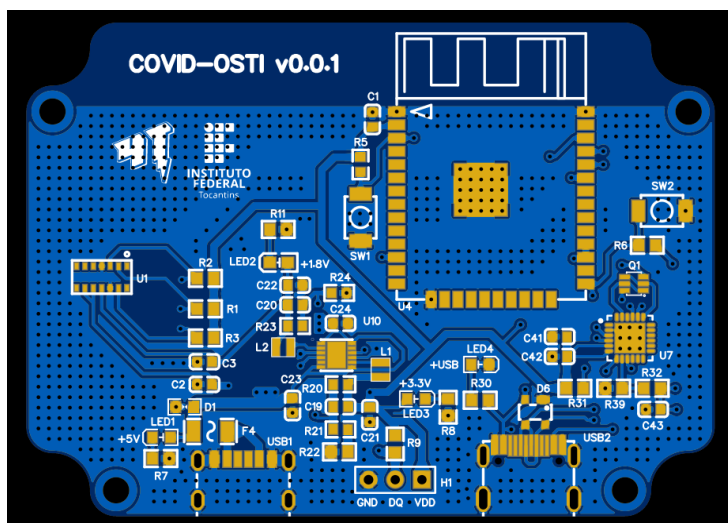
Figura 12 – Diagrama com o exemplo dos furos de montagem na placa do circuito.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

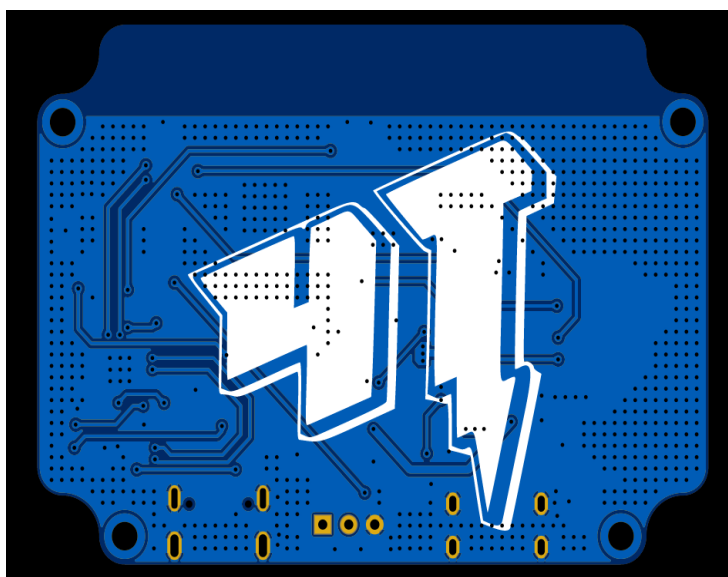
O projeto de hardware atualmente encontra-se com o esquemático do circuito feito e o desenvolvimento da PCI em andamento para que sejam efetuados os testes necessários. Assim, com o desenvolvimento do esquemático é relevante o desenvolvido do *layout* da placa de circuito impresso (PCB) como é apresentado na Figura 13 em que se vê o layout da face superior e na Figura 14 em que se apresenta o layout da face inferior.

Figura 13: Layout da placa COVID-OSTI, face superior.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Figura 14: Layout da placa COVID-OSTI, face inferior.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

As etapas do encapsulamento externo da PCI e desenvolvimento da braçadeira suporte para a medição de temperatura axilar, não ocorreram por causa da demora no envio das placas de circuito impresso, pois a empresa que ficou responsável pela impressão da PCI dispunha de envios com uma duração de 40 a 60 dias. Considerando também que a empresa em que foram confeccionadas as placas é chinesa, outros problemas podem surgir: vale ressaltar a fiscalização aduaneira e a burocracia de envio e recebimento de cargas internacionais.

Nos Anexos apresentam-se o esquemático do circuito e a tabela com a lista de componentes utilizados, juntamente com seus valores, na loja parceira LCSC.

4.1.2 Software

Front-end: Aplicativo

O processo se inicia com a busca de modelos e referências visuais com o intuito de construir o design das telas do aplicativo. Com base nos exemplos encontrados e na proposta inicial do aplicativo, foi elaborado um esboço para o design inicial, por meio do site Figma¹. Com o esboço inicial foi possível implementá-las no aplicativo, que está sendo desenvolvido com a linguagem de programação *javascript*, por meio do *framework React Native*. Inicialmente foram definidas e implementadas para o aplicativo três telas principais, controladas por uma barra inferior de navegação. Na Figura 15 apresenta-se o ícone do aplicativo.

Figura 15 – Ícone do aplicativo.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Tela de medição

Conforme apresentado na Figura 16, na tela de medição o usuário terá acesso ao controle do dispositivo que está em fase de desenvolvimento e construção, onde poderá realizar a medição do percentual de saturação do sangue, da temperatura corporal ou da frequência cardíaca.

Figura 16 – Tela de medição no aplicativo.

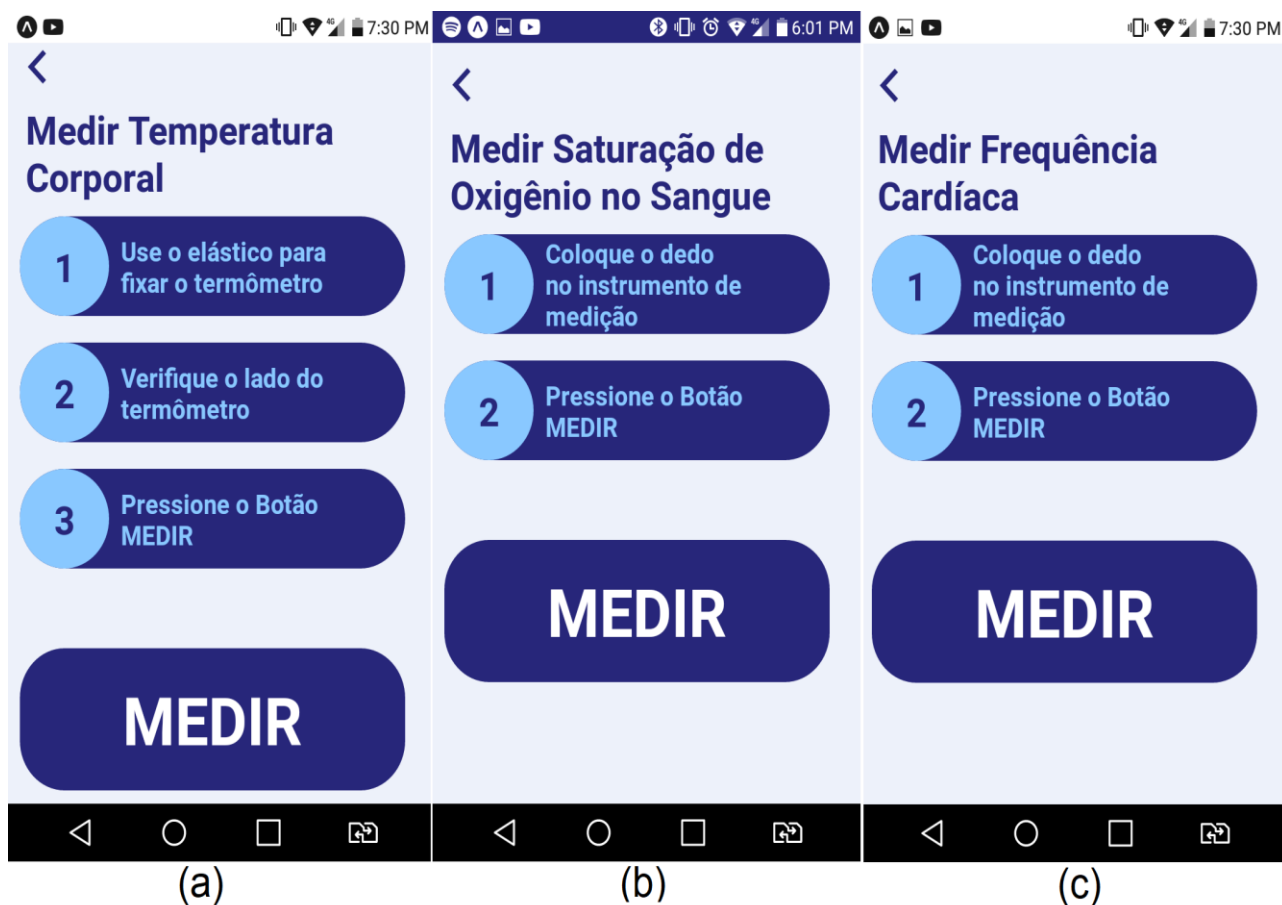


Fonte: Acervo dos autores (2021).

¹ <https://www.figma.com/file/5WfXqFD7Uu2hCXeFgjyhkg/Untitled?frame-preset-name=iPhone%2011%20Pro%20Max>

Cada medição precisará de mais uma tela para realizá-la. Todas as telas de medições possuem instruções ao usuário quanto a forma de utilização no dispositivo, e uma opção chamada “MEDIR”, que podem ser visualizadas por meio da Figura 17.

Figura 17 – Telas de medições no aplicativo: (a) temperatura corporal, (b) saturação de oxigênio no sangue, (c) frequência cardíaca.

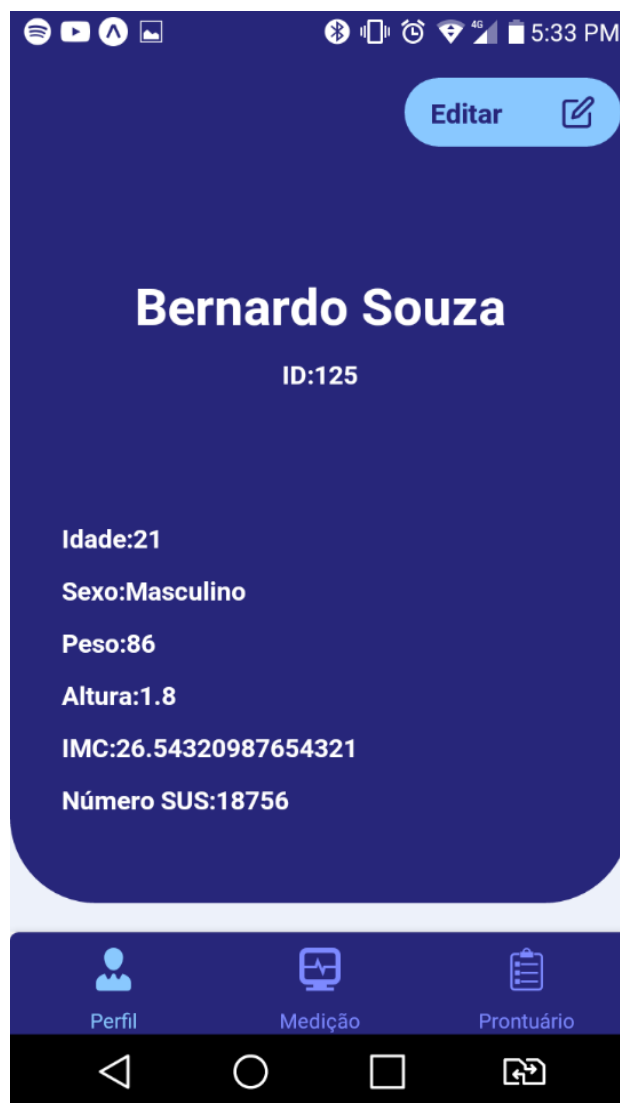


Fonte: Acervo dos autores (2021).

Tela de perfil

Na tela de perfil serão exibidas as informações que devem ser preenchidas pelo usuário, como: nome, idade, sexo, peso, altura, IMC e número do SUS, sendo o número do SUS uma informação opcional para o presente momento. A Figura 18 apresenta a tela de perfil.

Figura 18 – Tela de perfil.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Tela de editar paciente

A Figura 19 apresenta uma tela de edição, caso o usuário necessite alterar alguma informação, na parte superior direita da tela de perfil, tem a opção editar, após clicar o usuário será direcionado para a tela “editar paciente”, onde terá acesso aos seus dados cadastrais e assim poderá modificá-los conforme queira.

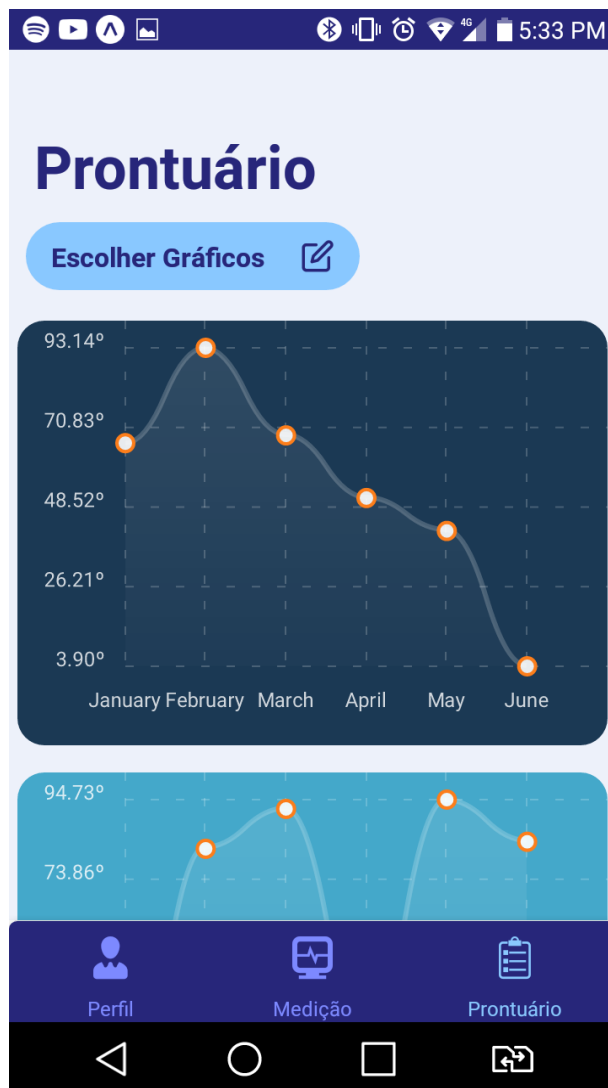
Figura 19 – Tela de alteração de cadastro.

Fonte: Acervo dos autores (2021).

Tela de prontuário

A tela de prontuário mostrará gráficos com o histórico das medições realizadas pelo equipamento. Cada gráfico informará os resultados das medições realizadas. Esses dados serão armazenados em um banco de dados para consultas posteriores, contribuindo para um acompanhamento contínuo do nível de temperatura, saturação de oxigênio no sangue e o histórico da frequência cardíaca. Conforme apresentado pela Figura 20.

Figura 20 – Tela de prontuário.



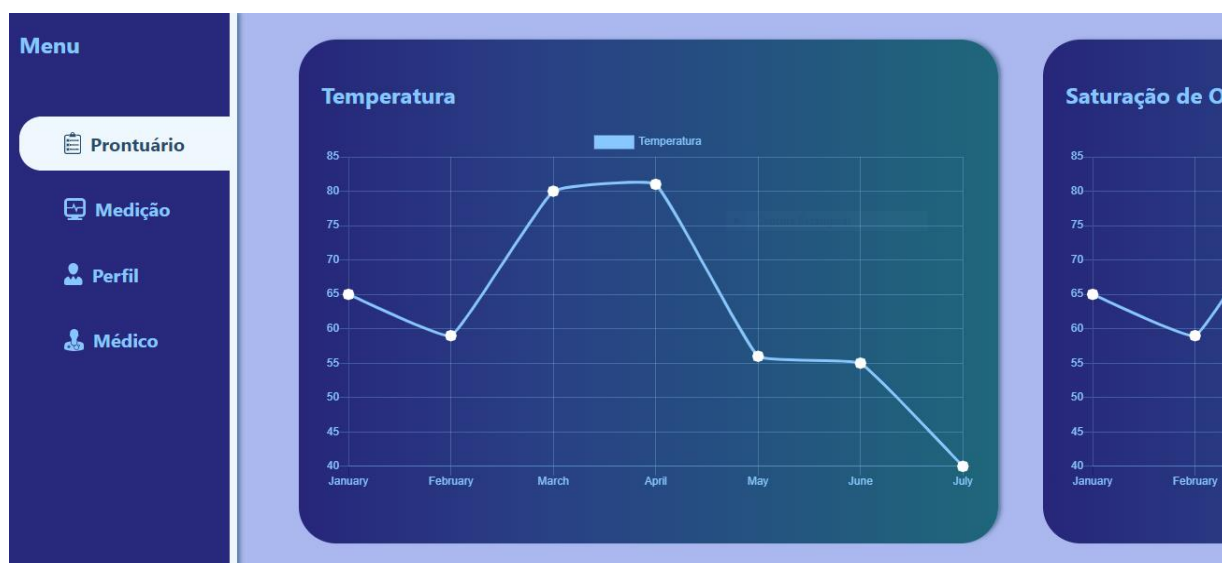
Fonte: Acervo dos autores (2021).

Front-end: Página WEB

A página web foi desenvolvida com o mesmo intuito do aplicativo, porém com uma opção a mais, que é a área do médico. Primeiramente foram feitas pesquisas por modelos visuais para implementação do design da página, e com isso feito o esboço, em que foi desenvolvido o site com a linguagem de programação *javascript* por meio do *framework*/biblioteca *React*.

A Figura 21 mostra a tela inicial da página é denominada prontuário, onde apresentará gráficos referentes às medições em um determinado período de tempo. As informações medidas são guardadas no banco de dados, e o intuito da página é buscar essas informações e apresentar de forma dinâmica e de fácil entendimento para que o usuário saiba interpretar tais informações.

Figura 21 – Tela de inicial: prontuário.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

A tela de medição tem o mesmo objetivo da que foi implementada no aplicativo, que é mandar um comando para o circuito do dispositivo de modo a realizar as medições. Como mostrado na Figura 22, é dada ao usuário a opção para medir a grandeza desejada.

Figura 22 – Tela de medição.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Conforme apresentado na Figura 23, a tela de perfil apresentará os dados que serão cadastrados pelo usuário, essas informações são de extrema importância para a identificação do paciente perante o médico e seus respectivos diagnósticos devido aos dados coletados. O cadastro é composto pelos seguintes tópicos: Nome completo, sexo, idade, peso, altura, número do SUS e médico. O médico cadastrado pelo usuário deve estar registrado no banco de dados.

Figura 23 – Tela de perfil.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

A tela de alteração cadastral indicada pela Figura 24 apresenta opções para alterações cadastrais, caso o usuário necessite. Essa tela está contida dentro da tela do perfil, pois existe a opção “Editar” na parte superior direita como mostrado na Figura 23. Na tela de alteração, o usuário terá algumas opções para modificar as informações pessoais já cadastradas.

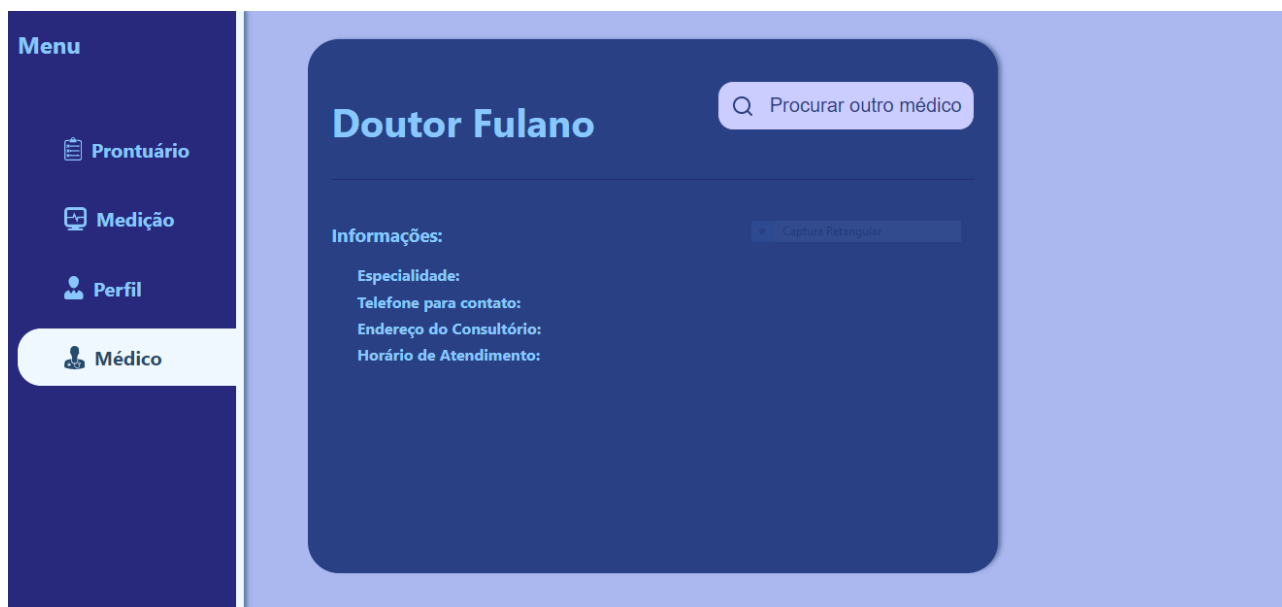
Figura 24 – Tela de alteração cadastral.

A interface de alteração de dados cadastrais do sistema DPM-LAB. O layout é dividido em uma barra lateral esquerda e uma área principal. A barra lateral, com fundo escuro, contém o logo 'DPM-LAB' e quatro itens de menu: 'Prontuário', 'Medição', 'Perfil' (destacado) e 'Médico'. A área principal, com fundo claro, apresenta o título 'Altere suas informações' e um botão 'Voltar' no canto superior direito. Abaixo do título, há um campo para 'Código de Acesso:'. A seção 'Informações:' contém campos para 'Nome', 'Sexo', 'Data de Nascimento' (com máscara dd/mm/aaaa), 'Peso', 'Altura' e 'Nº SUS'. Um botão 'Alterar' está posicionado no centro da seção de informações.

Fonte: Acervo dos autores (2021).

A tela do médico apresentará os dados que serão cadastrados pelo médico, que serão a especialidade que ele atua: o telefone para contato, o endereço do consultório, o horário de atendimento e a opção para procurar outros médicos, vide Figura 25. Como não tem nenhum médico cadastrado foi colocado um nome hipotético. O registro do médico no banco de dados é primordial para o cadastro posterior dos pacientes, pois ele terá a responsabilidade de analisar as informações obtidas com monitoramento feito pelo sistema hardware-software.

Figura 25 – Tela do médico.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

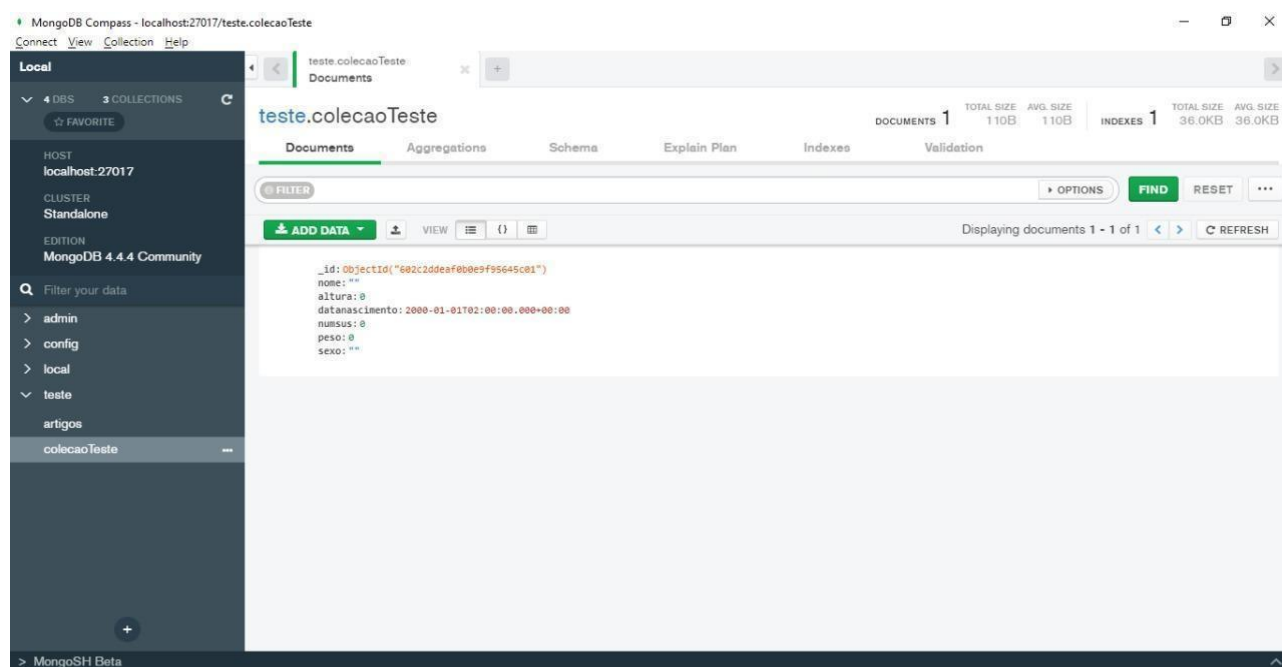
A análise dos dados pode ser feita de forma remota, afinal todos os dados serão armazenados em um servidor, e organizados de tal forma que facilitará a visualização por meio do aplicativo ou pelo site.

API: Banco de dados e *Back-End*

O processamento de informações bem como sua coleta é fundamental para o direcionamento de resultados precisos. A troca de informações tendo como ponto de vista o controle ou gerenciamento de informações, frequentemente utiliza o conceito de armazenamento de dados feito geralmente com algum Banco de Dados. Foi utilizado o node.js que é um ambiente de execução para o *javascript* realizar requisições ao servidor fazendo uso do modelo assíncrono, onde os dados são transmitidos de forma não sequencial em relação ao código. Dessa forma, foram criados os arquivos necessários para a instalação e configuração do ambiente da API, ou seja, um conjunto de instruções com o intuito de conectar com um aplicativo externo ou software a fim de se produzir um teste inicial, antes de se estruturar por completo o banco com os campos necessários para a aplicação.

O *MongoDB*, um Banco de Dados orientado a documentos, foi escolhido para armazenar os dados a serem simulados, em que apresenta as bases de dados padrões admin e local quando se utiliza o *MongoDB* instalado em uma máquina. Para organizar as informações e melhor apresentá-las foi instalado o *MongoDB Compass*, uma interface para manipular os dados sem o uso da linha de comandos via prompt, em conjunto com o banco. Na Figura 26 apresenta-se a interface gráfica, nela a base de dados nomeada de “teste” contém as coleções utilizadas, artigos e colecaoTeste. Outro programa auxiliar é o *Imsonmia*, que é utilizado para simular as requisições.

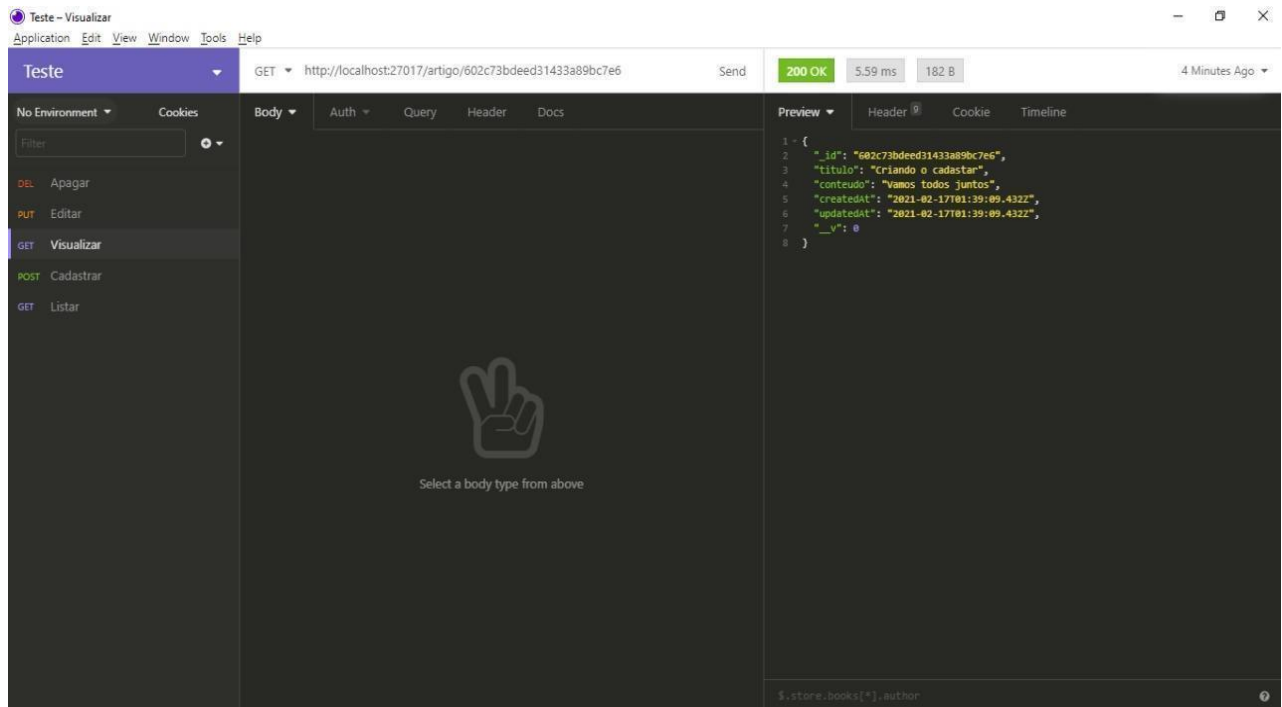
Figura 26 – Banco de dados, *MongoDB*, testes iniciais.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Na Figura 27 apresenta-se outro teste, onde são visualizados os dados trazidos do banco por uma ID inserido na URL. O *MongoDB Compass* é a interface utilizada para facilitar o manuseio de informações no banco e no *Imsonmia*.

Figura 27 – Imsomnia, testes iniciais.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Após os testes iniciais com todos os programas necessários instalados na máquina (*Node.js*, *MongoDB*, *MongoDB Compass*, *Imsomnia*), foi iniciado a criação de um protótipo de *back-end* para o objetivo do trabalho. Primeiramente foram criadas as tabelas que nortearam os campos que devem ser preenchidos pelas aplicações ao fazerem requisições.

O processo de desenvolvimento do banco de dados se deu na seguinte sequência:

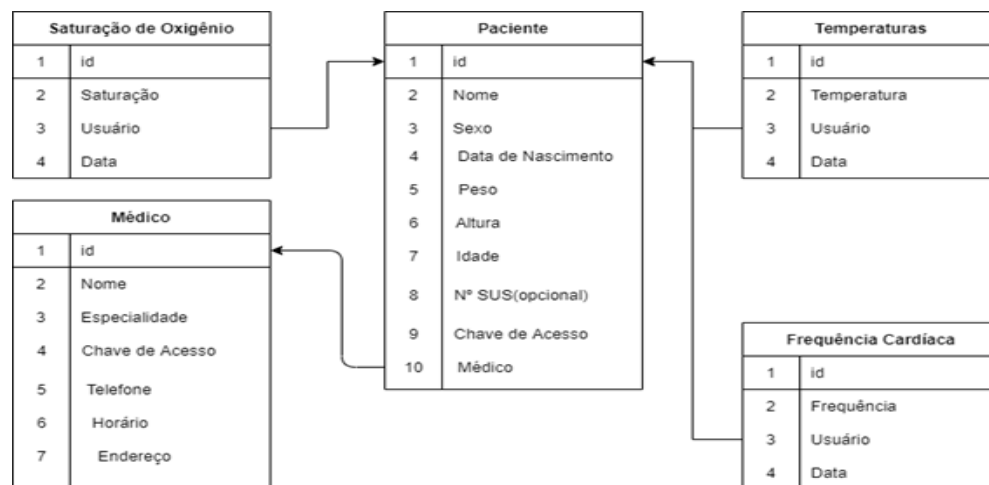
- Criação e apresentação das tabelas que orientaram na implementação do código e rotas;
- Estudo e instalação do framework *Node.js*;
- Configuração do Ambiente de programação;
- Utilização do CRUD (as funções criadas, temos o que chamamos de CRUD

para o banco de Dados, onde podemos fazer inserção, listagem, alteração e remoção dos dados.);

- Realização de testes das rotas utilizando o *Insomnia*.

Na Figura 28 é demonstrado o nome das tabelas que orientam a forma de como o banco é implementado, sendo os campos a serem desenvolvidos numerados de forma crescente de cima para baixo. O *Visual Studio Code* (interface para executar a programação) foi instalado na máquina. Logo após foi criada uma conta no *MongoDB Atlas*, o local onde se hospeda o banco de dados.

Figura 28 – Tabela/Diagrama de estrutura do banco de dados.

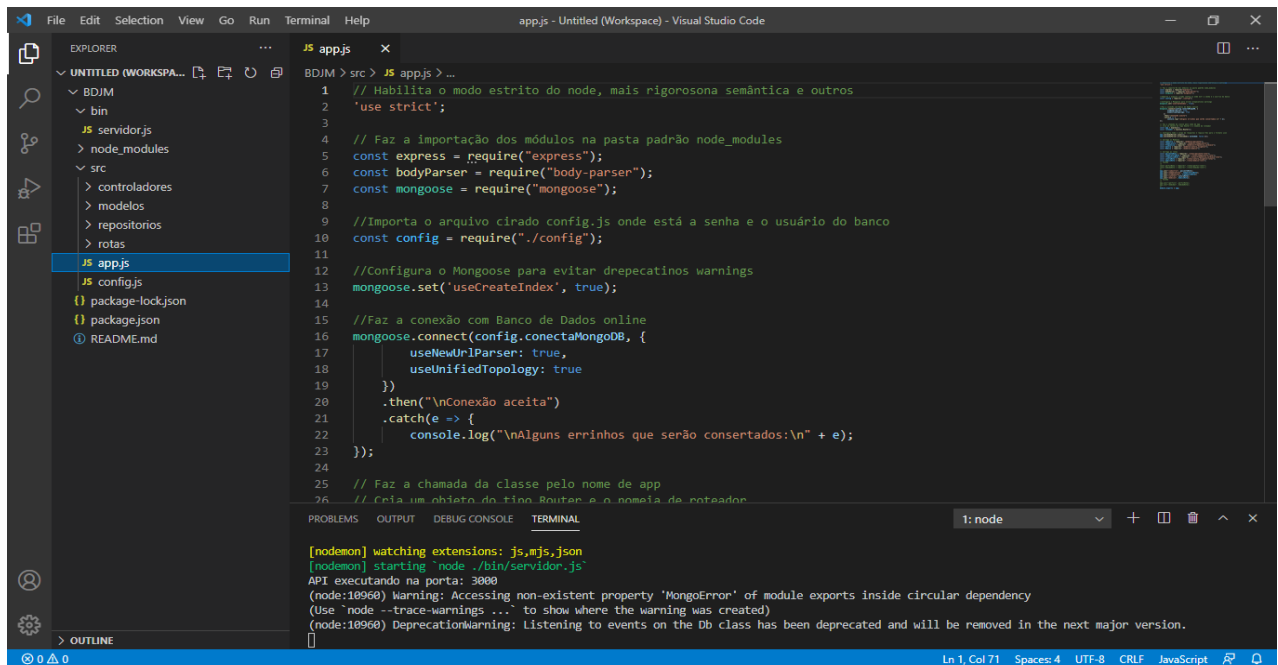


Fonte: Acervo dos autores (2021).

Com todos os programas devidamente instalados, o passo seguinte foi a configuração da pasta que irá gerir o projeto. Na Figura 29 tem-se a estrutura do projeto na interface do programa *Visual Studio Code* com os arquivos já criados. BDJM é o nome da pasta que contém todos os arquivos e subpastas necessários e que levam o nome da aplicação. Dentro constam três pastas nomeadas de “bin”, “node_modules” e “src”. Também possui os arquivos “app.js”, “config.js”, “package-lock.json”, “package.json”, “README.md”. A tela central do programa é a área em que se efetua a programação, como exemplo tem-se a tela de apresentação que pode ser visualizada

por meio da Figura 29 que consta o arquivo selecionado “app.js”. Abaixo da área de programação, temos a tela do terminal indicando que a aplicação está sendo executada.

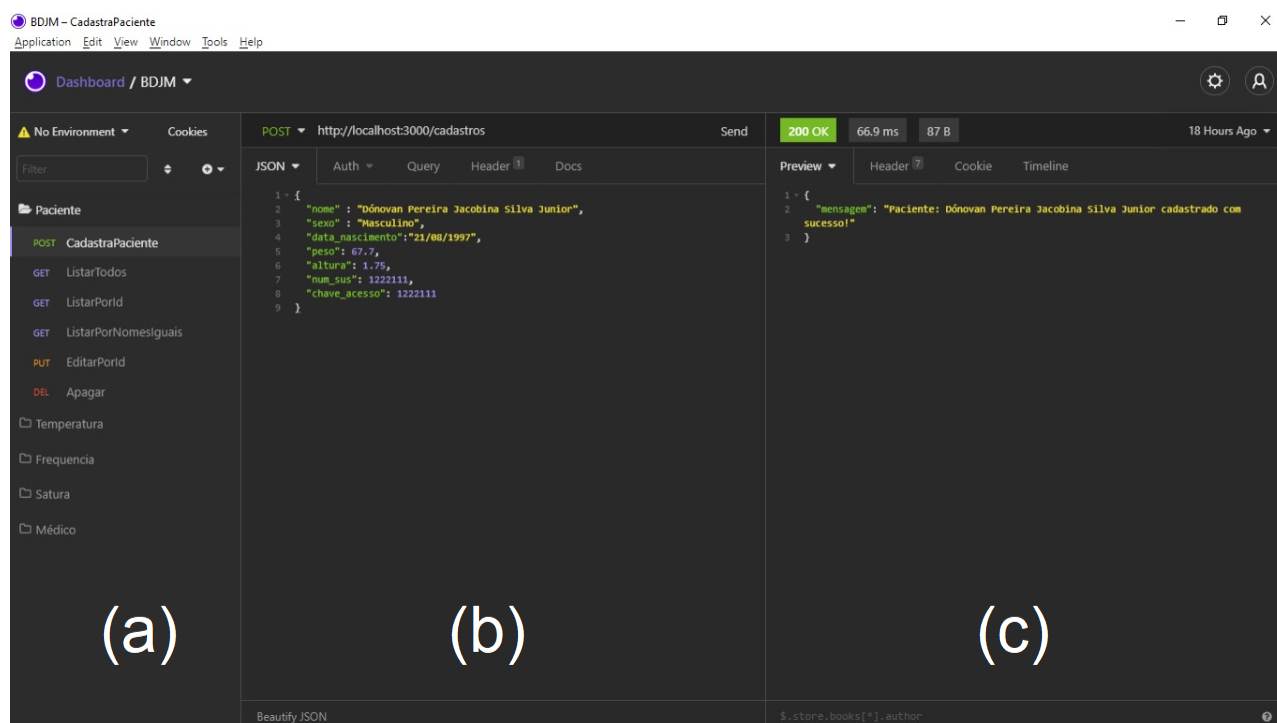
Figura 29 – Interface do *Visual Studio Code*.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Na Figura 30 apresenta-se o programa *imsomnia*, nele foi criado outro projeto chamado de *BDJM*, e as pastas que descrevem as rotas já criadas para simulação das requisições. Neste projeto há cinco pastas: *Paciente*, *Temperatura*, *Frequência*, *Satura* e *Médico*. Na Figura 30, (a) é exibido no gerenciador de rotas a pasta “*Paciente*”, contendo seis funções indicadas pelos seus tipos de requisições. Em (b) é demonstrado o corpo da requisição, sendo o local onde encontram-se os campos com os dados a serem fornecidos para a base dados e em (c) temos o resultado enviado como resposta da requisição que foi feita.

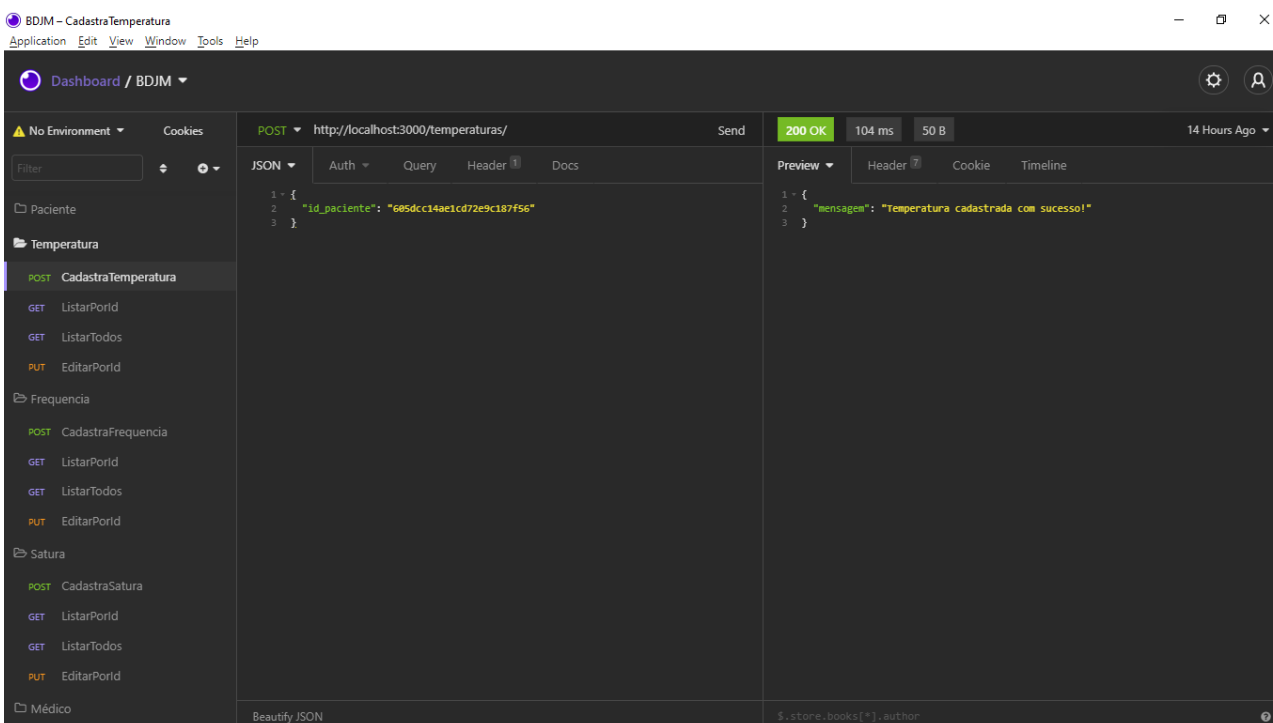
Figura 30 – Interface do programa Imsomnia: (a) gerenciador de rotas, (b) corpo da requisição, (c) resposta da requisição.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Na Figura 31 apresentam-se as três pastas referentes às rotas criadas para visualização dos dados enviados para a tela de prontuário do *front-end* (aplicativo e site). Ainda na imagem é possível perceber todas as funções criadas que são necessárias para compor as rotas.

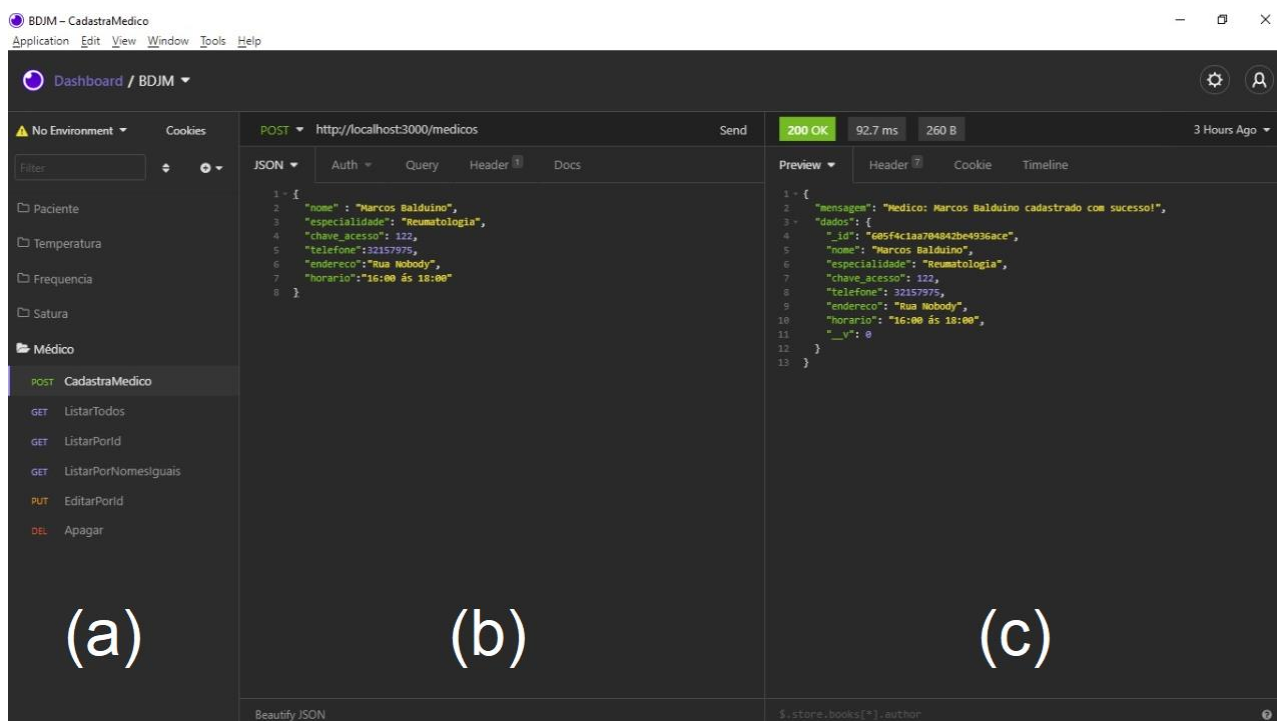
Figura 31 – Dados enviados para a tela de prontuário na interface do programa Imsomnia.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Já a Figura 32.a, apresenta a pasta “Médico” descrevendo a rota para os médicos, com as seis requisições necessárias. Na Figura 32.b os campos a serem enviados e na Figura 32.c a mensagem recebida como resposta.

Figura 32 – Descrição das rotas referentes à área do médico: (a) gerenciador de rotas – para “Médico”, (b) estrutura de requisição, (c) tela de resposta.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

As pastas “Paciente” e “Médico” foram estruturadas de maneira semelhantes, porém com diferenças específicas no código, pois cada uma tem um objetivo. A ideia central é capturar as informações e guardá-las de forma organizada, sendo assim importantes para o fluxo da obtenção e tratamento dos dados medidos.

5. RESULTADOS

Software

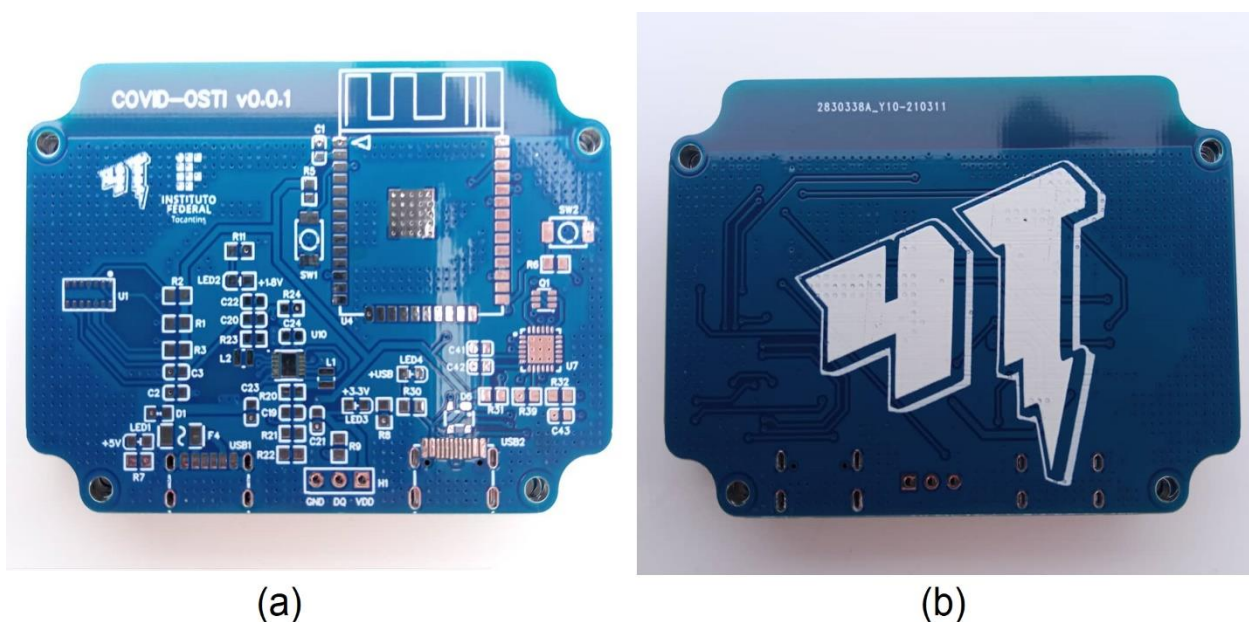
Todas as partes relacionadas ao design do aplicativo e site foram desenvolvidas, deixando todo o ambiente pronto para a comunicação com o banco de dados. Ao efetuar os testes, foi notado que o banco de dados atenderá o objetivo proposto, em que, todas as informações provenientes das medições serão enviadas e armazenadas de forma organizada. Assim, caso o usuário ou o médico necessite

visualizar essas informações, tanto o aplicativo quanto o site poderão buscar esses dados no servidor desenvolvido.

Hardware

A implementação do circuito e todo o esquemático desenvolvido atende teoricamente as necessidades do problema proposto. O ponto crucial para efetuar os testes na PCI foi o envio dos componentes eletrônicos da China para o Brasil, que devido a questões burocráticas houve uma demora no envio, prejudicando o fluxo do desenvolvimento do projeto. Na Figura 33, é mostrado a PCI desenvolvida para aplicação do protótipo.

Figura 33 – Placa de circuito impresso: (a) face superior da PCI, (b) face inferior da PCI.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

O grupo já se encontra em posse da PCI, só faltando então a chegada dos componentes eletrônicos, e assim será realizado a soldagem e testes no dispositivo com todos os periféricos devidamente alocados em suas respectivas localidades.

Testes

Para contornar tal infortúnio, um microcontrolador reserva ESP-WROOM-32D foi tomado para os testes iniciais. A fim de verificar a funcionalidade do sistema, foi realizado a comunicação do ESP-WROOM-32D com todo o sistema de software (API) por meio de um broker MQTT. Quando o ESP-WROOM-32D coletar os dados ele retorna para o broker enviando-os para o banco de dados.

6. CONCLUSÃO

Os testes realizados mostraram que a comunicação entre o microcontrolador e o sistema do software atendeu o objetivo proposto, ou seja, o protótipo para a medição é eficaz desde que ao obter o dispositivo, o usuário realize as medições corretamente (dispositivo tem que ser utilizado de maneira individual). A próxima etapa é a de aquisição de dados pelos sensores e se o armazenamento dos indicadores (grandezas medidas) será eficiente.

Para as próximas versões do aplicativo pode-se inserir uma mensagem de alerta, caso o usuário apresente um quadro com resultados anormais, aparecerá uma mensagem para que o paciente procure com urgência um médico. Muitos aspectos do protótipo podem ser aprimorados, porém ao passo que o projeto é desenvolvido, a dependência de componentes e impressão de placas de circuitos impressos chinesas se fazem um desafio perante o tempo de fabricação e envio das mercadorias.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, Luiz Augusto Kalva de. **Sistema de medição para oximetria de pulso**. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/912>>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [2] BCD. **Dual High-Efficiency PWM Step-down DC-DC Converter with OVP AUR9707**. Disponível em: <https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1808081824_Diodes-Incorporated-AUR9707AGD_C260946.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2021.
- [3] CÂMARA, Rômulo. **Barramento e Protocolo I2C**. 2018. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/~romulo.camara/novo/wp-content/uploads/2013/11/Barramento-e-Protocolo-I2C.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- [4] CAVALLI, Olga. **Internet das coisas e inovação na América Latina**. [S.l.: s.n.], 2016. Mimeogr.
- [5] DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de BANCOS de DADOS**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xBeO9LSIK7UC&oi=fnd&pg=IA6&dq=banco+de+dados&ots=xcMEh3Ab7I&sig=x0vQB_YKaIDYGbmjAXdLgkqyoVc#v=onepage&q=banco%20de%20dados&f=false>. Acesso em: 02 de abr 2021.
- [6] DURDA, Frank. **Tutorial sobre Comunicações Seriais e UART**. Disponível em: <[https://docs.freebsd.org/pt_BR.ISO8859-1/articles/serial-uart/article.html#:~:text=O%20controlador%20UART%20\(Universal%20Asynchronous,bits%20individuais%20de%20forma%20seq%C3%BCencialhttp://www.rc.unesp.br/igce/demac/alex/disciplinas/MicroII/EMA864315-Serial.pdf](https://docs.freebsd.org/pt_BR.ISO8859-1/articles/serial-uart/article.html#:~:text=O%20controlador%20UART%20(Universal%20Asynchronous,bits%20individuais%20de%20forma%20seq%C3%BCencialhttp://www.rc.unesp.br/igce/demac/alex/disciplinas/MicroII/EMA864315-Serial.pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2021.

- [7] ESPRESSIF. **ESP32-WROOM-32 Datasheet**, Version 3.0, 2020. Espressif Systems. Disponível em: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- [8] JÚLIO, Eduardo da Silva; RIBEIRO, Eduardo Parente. **MONITORAMENTO REMOTO E CONTÍNUO DA TEMPERATURA CORPORAL**. 2020. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/edu/MonCorp.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [9] JUNQUEIRA E CARNEIRO, L.C e José. **Histologia Básica**: texto e Atlas. 12. Ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2013.
- [10] LIPPERT, Willian. **Sistema de oximetria na circulação extracorpórea**. 2018. 77 f. Trabalho final de graduação (Engenheiro Eletricista). Curso de Engenharia Elétrica. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2018.
- [11] MARTINS, Nardênio Almeida. **Sistemas Microcontrolados**. São Paulo: Novatec, 2005.
- [12] MAXIM INTEGRATED. **MAX30100 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health**. Disponível em: <<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2021.
- [13] NETO, Waldemar. **Construindo APIs testáveis com Node.js**. Victoria, BC, Canada: Leanpub, 2020.
- [14] **O que é nuvem?**. Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-the-cloud/#:~:text=A%20defini%C3%A7%C3%A3o%20de%20nuvem%20pode,operam%20como%20um%20%C3%BAnico%20ecossistema>>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [15] ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Folha informativa - COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus)**. Disponível em:

- <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875>. Acesso em: 15 fev de 2021.
- [16] PEREIRA, Caio Ribeiro. **Construindo APIs REST com Node.js**. São Paulo: Casa do Código, 2016.
- [17] PEREIRA, Liliana Vanessa Correia. **Análise de ECG no contexto de telemonitorização em insuficiência cardíaca**. 2015. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/29943/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Liliana%20Pereira.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- [18] QUINTAS, Fernando André Peixoto Botelho. **Desenvolvimento de um Oxímetro de Pulso com Comunicação Bluetooth**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Portugal. 2015.
- [19] SANTOS, Luiz Ricardo. **Espectrofotometria**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/espectrofotometria/>>. Acesso em 16 fev. 2021.
- [20] SILICON LABS. **CP2104 Single-Chip USB-to-UART Bridge**. Disponível em: <https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1809191938_SILICON-LABS-CP2104-F03-GMR_C47742.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.
- [21] SILVA, Diego Cláudio da. **MONITOR MULTIPARAMÉTRICO COM CONEXÃO WI-FI PARA USO PORTÁTIL E DOMICILIAR**. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187330>>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- [22] SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia Humana: uma abordagem integrada**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 963 p.
- [23] SIQUEIRA, Fernando de. **Conceito de Banco de Dados**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/uniplibancodedados1/aulas/aula-1---introducao>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

[24] UMW. **UMW DS18B20.** Disponível em: <
https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1912111437_UMW-Youtai-Semiconductor-Co-Ltd-DS18B20_C376006.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

Anexos

Número	Nome/Característica	Designador	Quantidade	Peça do Fabricante	Fabricante	Fornecedor	Código na LCSC
1	100nF(10%)(50V)	C1,cC41	2	CC0603KRX7R9BB104	YAGEO	LCSC	C14663
2	10uF(10%)(25V)	C2	1	GRM188R61E106KA73D	Murata Electronics	LCSC	C344022
3	1uF(10%)(50V)	C3	1	CL10A105KB8NNNC	SAMSUNG	LCSC	C15849
4	20pF(5%)(50V)	C19, C20	2	CC0603JRNPO9BN200	YAGEO	LCSC	C105621
5	10uF(20%)(25V)	C21, C22	2	GRM188R61E106MA73D	MuRata	LCSC	C91606
6	4.7uF(10%)(35V)	C23, C24	2	CL10A475KL8NRNC	Samsung Electro-Mechanics	LCSC	C307467
7	4.7uF(10%)(16V)	C42	1	CL10A475KO8NNNC	SAMSUNG	LCSC	C19666
8	1uF(10%)(50V)	C43	1	CL10A105KB8NNNC	SAMSUNG	LCSC	C15849
9	0603ESDA-05N	D1	1	0603ESDA-05N	Bourne Semicon (Shenzhen)	LCSC	C316054
10	SP0503BAHTG	D6	1	SP0503BAHTG	Littelfuse	LCSC	C7074
11	nSMD150(3A)	F4	1	nSMD150	TECHFUSE	LCSC	C70083
12	HDR-F-2.54_1x3	H1	1	-	-	LCSC	C146690
13	HDR-M-2.54_1x3	J1	1	-	-	LCSC	C180248
14	2.2uH(20%)(264mΩ)	L1, L2	2	SPH201610H2R2MT	Sunlord	LCSC	C96787
15	RED	LED1	1	HL-PST-1608S9AC	HONGLITRONIC(Hongli Zhihui (HONGLITRONIC))	LCSC	C497932
16	ORANGE	LED2	1	HL-PST-1608S22OC	HONGLITRONIC(Hongli Zhihui (HONGLITRONIC))	LCSC	C497936
17	YELLOW	LED3, LED4	2	HL-PST-1608S31YC	HONGLITRONIC(Hongli Zhihui (HONGLITRONIC))	LCSC	C497934
18	Mounting Hole M2 (2.5x4)	MH1, MH2, MH3, MH4	4	Furo na PCI	Furo na PCI	Furo na PCI	Furo na PCI
19	MUN5214DW1T1G	Q1	1	MUN5214DW1T1G	ON	LCSC	C94403
20	4.7K(0.5%)(1/10W)	R1, R2, R3, R9	4	ERJ-3RBD4701V	PANASONIC	LCSC	C191778
21	10K(1%)(1/10W)	R5, R6	2	0603WAF1002T5E	UniOhm	LCSC	C25804
22	280(1%)(1/10W)	R7	1	ARG03FTC2800	Viking Tech	LCSC	C217928
23	110(0.1%)(1/10W)	R8, R30	2	PTFR0603B110RP9	ResistorToday	LCSC	C351689
24	10(0.1%)(1/10W)	R11	1	AR03BTCX0100	Viking Tech	LCSC	C319923
25	(52.3K)(0.1%)(1/10W)	R21	1	ERA3AEB5232V	PANASONIC	LCSC	C491140
26	715(0.5%)(1/10W)	R22	1	0603WAD7150T5E	Uniroyal Elec	LCSC	C407564
27	240K(0.1%)(1/10W)	R20, R23	2	RT0603BBRE07240KL	YAGEO	LCSC	C705831
28	120K(0.5%)(1/10W)	R24	1	RT0603DRE07120KL	YAGEO	LCSC	C706020
29	2K(0.1%)(1/10W)	R31	1	PTFR0603B2K00N9	ResistorToday	LCSC	C394539
30	22K(1%)(1/10W)	R32	1	WR06X2202FTL	WALSIN	LCSC	C163885
31	47K(1%)(1/10W)	R39	1	0603WAF4702T5E	UniOhm	LCSC	C25819
32	TSA343G00-250J2	SW1, SW2	2	TSA343G00-250J2	BRIGHT	LCSC	C354946
33	MAX30100EFD+	U1	1	MAX30100EFD+	MAXIM	Aquirido Externamente	Aquirido Externamente
34	DS18B20	U2	1	DS18B20	Youtai Semiconductor Co., Ltd.	LCSC	C376006
35	ESP-WROOM-32	U4	1	ESP-WROOM-32	ESPRESSIF	LCSC	C82899
36	CP2104-F03-GM	U7	1	CP2104-F03-GM	SILICON LABS	LCSC	C47742
37	AUR9707AGD	U10	1	AUR9707AGD	Diodes Incorporated	LCSC	C260946
38	TYPE-C-31-M-17	USB1	1	TYPE-C-31-M-17	Korean Hroparts Elec	LCSC	C283540
39	TYPE-C16PIN	USB2	1	TYPE-C16PIN	SHOU HAN	LCSC	C393939

MICROCONTROLADOR

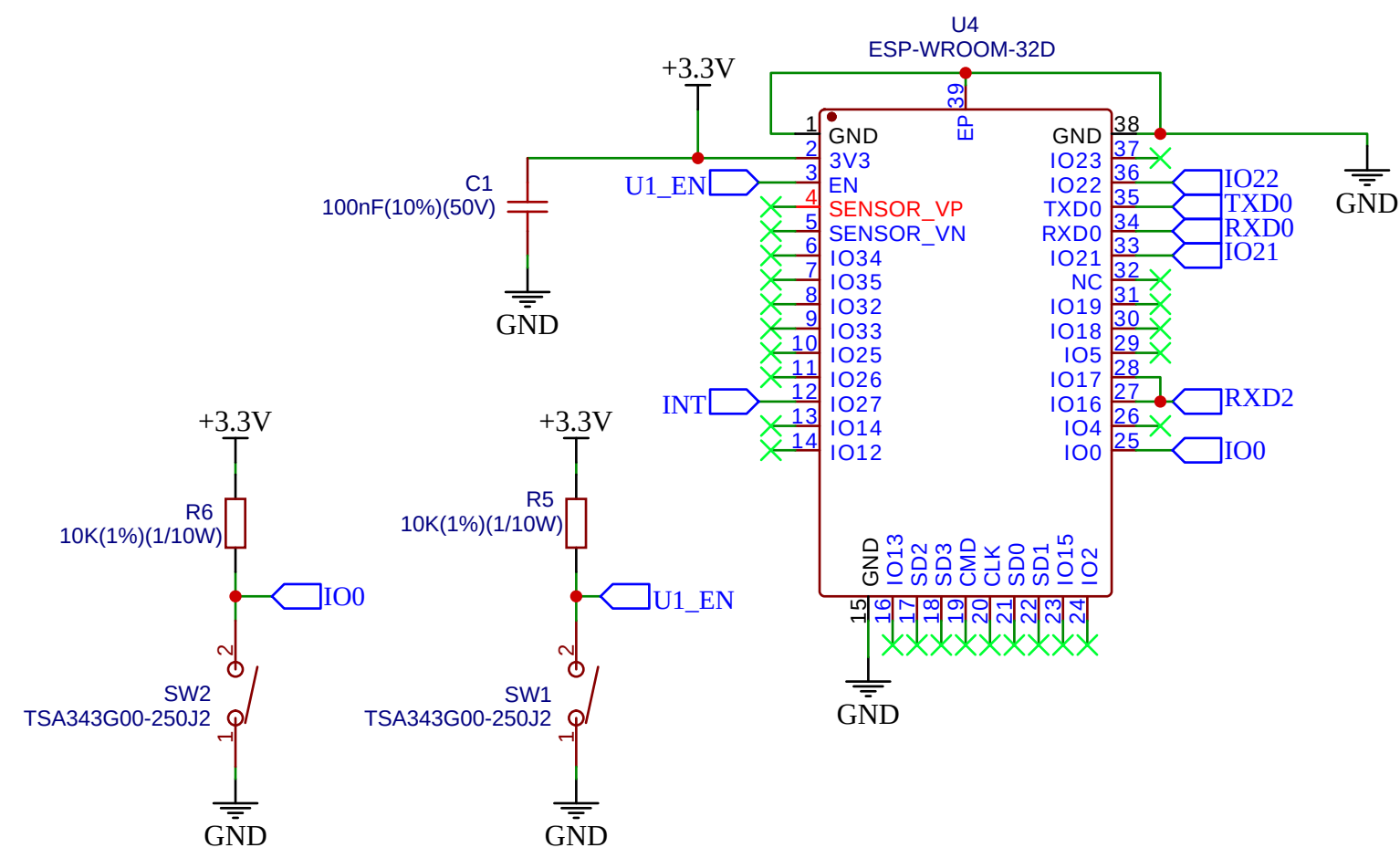
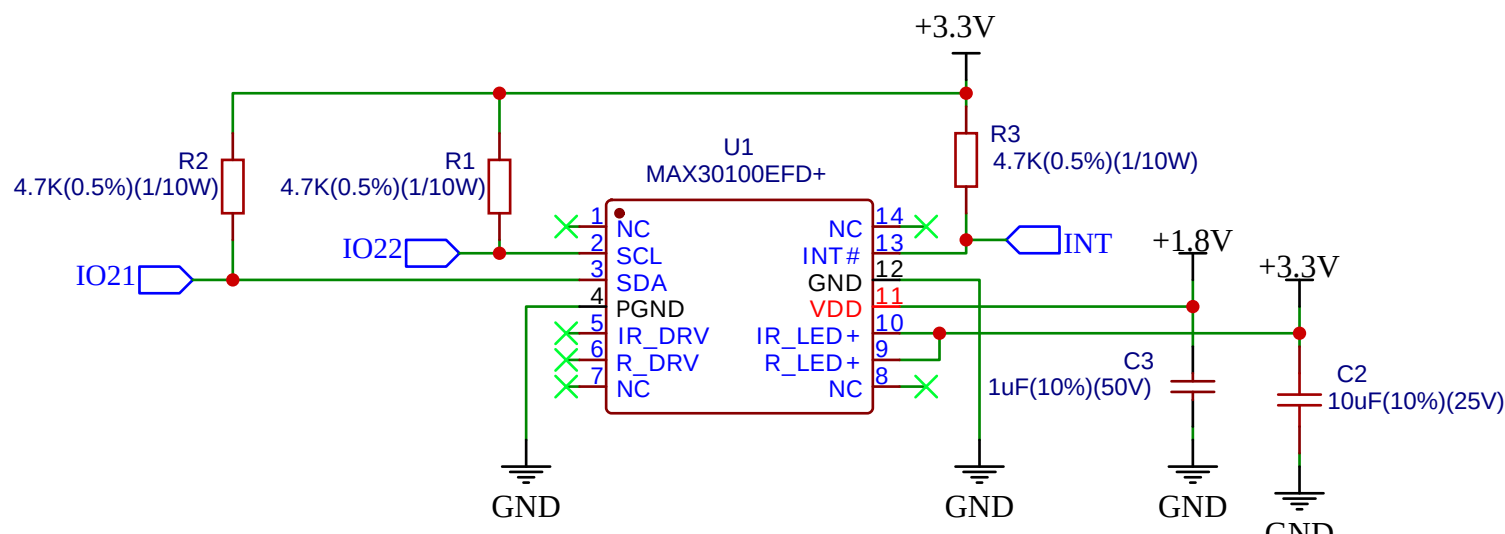
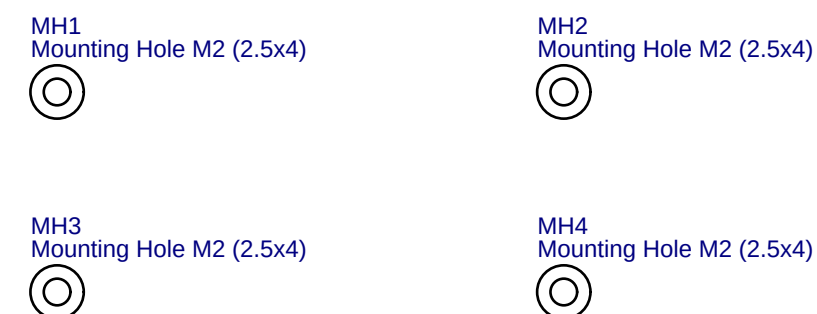


TABELA DE ATRIBUICAO DE PINOS			
U1_EN	ENABLE/RESET	RXD0	RX0 - (UART)
INT	INTERRUPTION	TXD0	TX0 - (UART)
IO0	BOOT/PROGRAM	IO22	SCL - (I2C)
RXD2	RX2 - (One-Wire)		
TXD2	TX2 - (One-Wire)		
IO21	SDA - (I2C)		

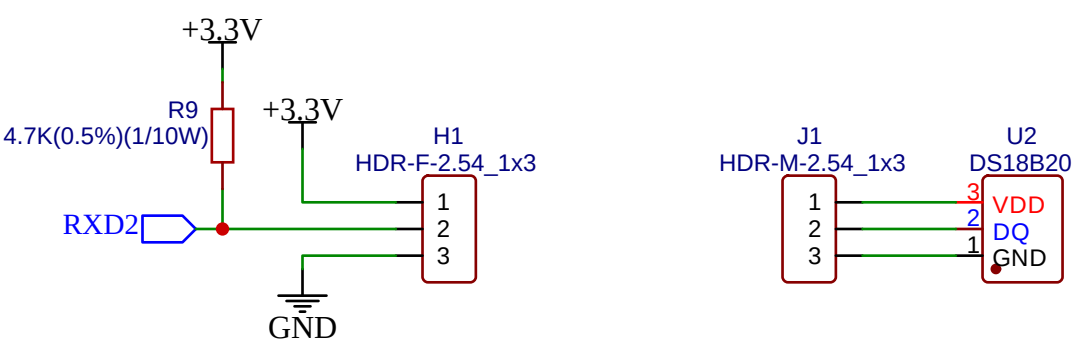
OXIMETRO DE PULSO E SENSOR DE FREQUENCIA CARDIACA



FUROS DE MONTAGEM

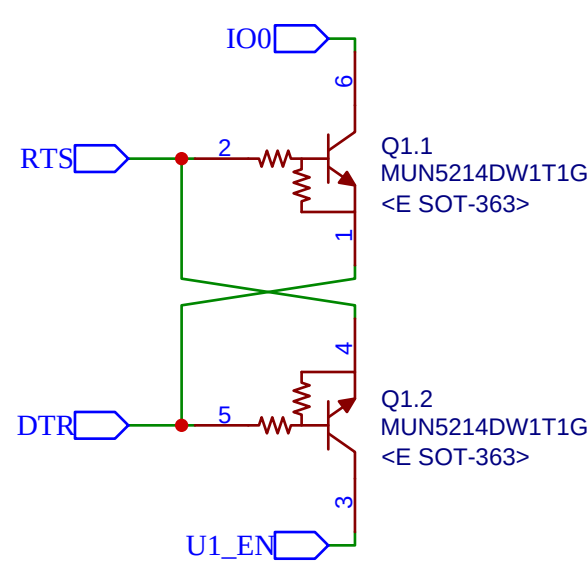
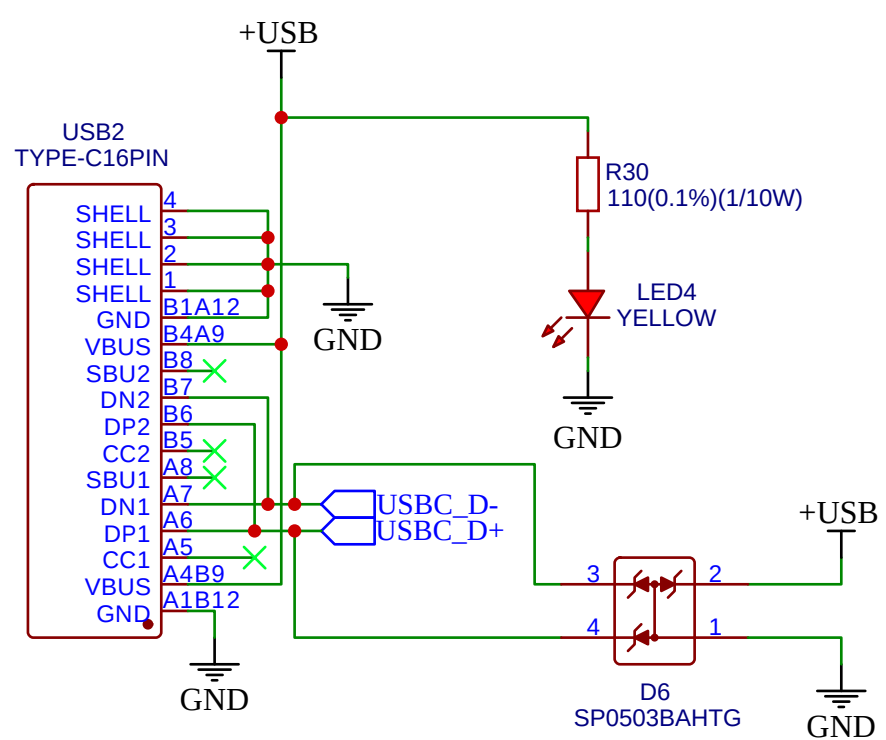


SENSOR DE TEMPERATURA CORPORAL

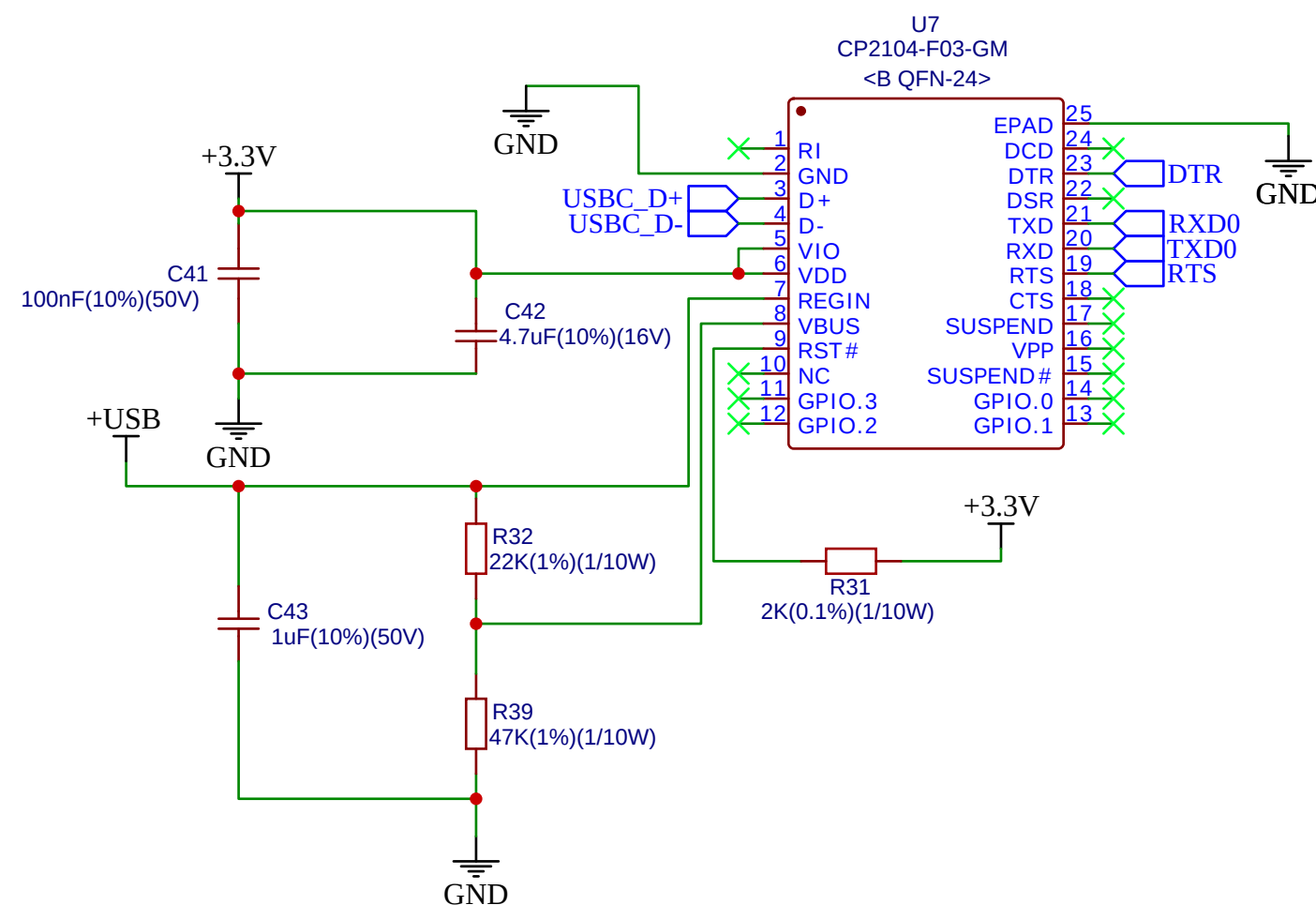
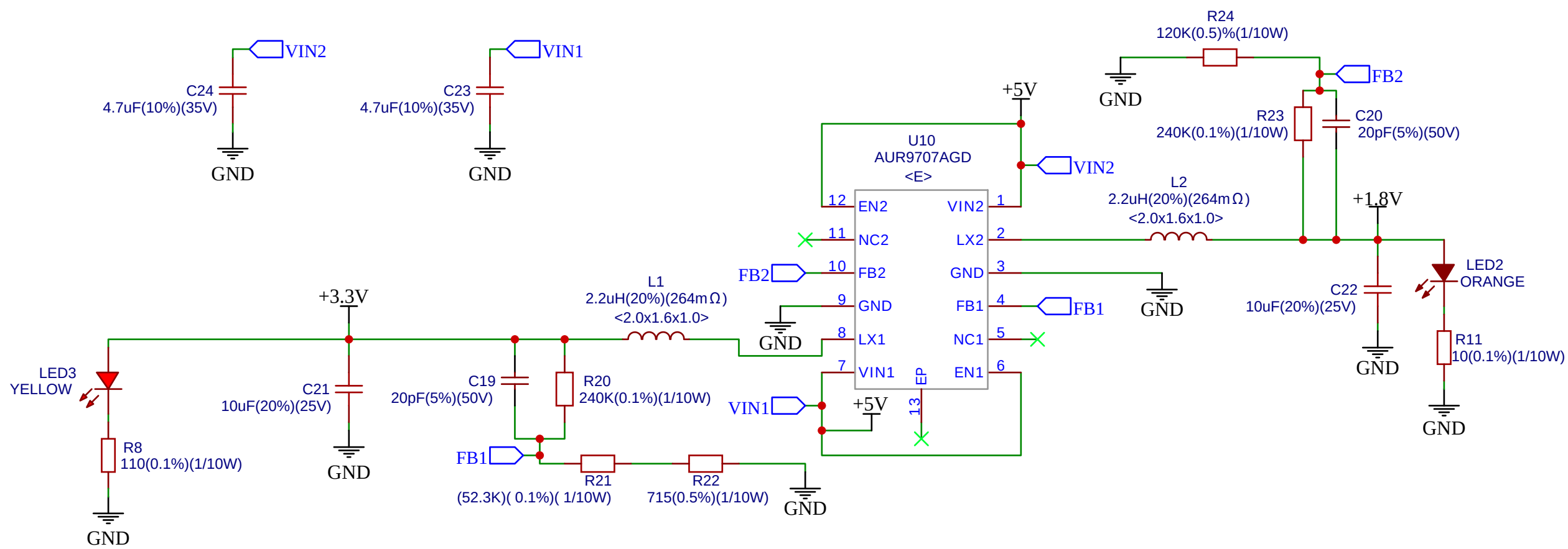
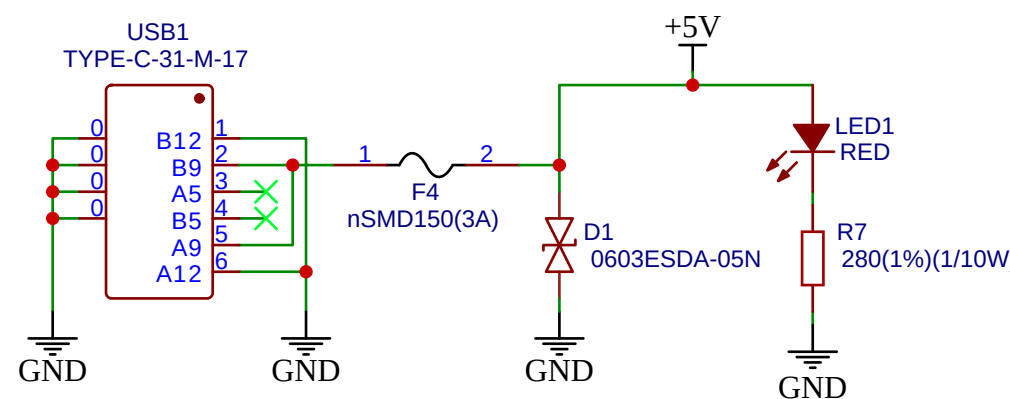


OBS1.:
Levar em considera o o sensor de temperatura DS18B20 como componente externo a PCB.

GRAVACAO (UART)



ALIMENTACAO DO SISTEMA



OBS2.:
As tensões na saída do Conversor DC-DC Buck podem ser descritas pelas seguintes equações:

$$V_{out1} = (0,6[V]) \times (1 + R20/(R21 + R22)) \quad [V]$$
$$V_{out2} = (0,6[V]) \times (1 + R23/R24) \quad [V]$$