



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST**  
**CURSO CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**  
**RENATO SIQUEIRA DIAS JUNIOR**

**HEART HELPER**

LAGES  
2019

RENATO SIQUERIA DIAS JUNIOR

**CENTRAL DE MONITORAMENTO DE PACIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Cassandro Devenz.

Co-orientador: João Francisco Frank Gil.

LAGES  
2019

RENATO SIQUEIRA DIAS JUNIOR

**HEART HELPER**

Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Cassandro Devenz.

Co-orientador: João Francisco Frank Gil.

Lages, SC \_\_/\_\_/2019.

Nota \_\_\_\_\_

---

Msc. Márcio José Sembay

Coordenador do Curso de Graduação de Ciência da Computação

LAGES  
2019

## **RESUMO**

O trabalho a seguir apresenta uma pesquisa dedicada ao desenvolvimento de um sistema e um dispositivo capaz de ler batimentos cardíacos que envia por bluetooth para um Smartphone os dados coletados que será encaminhado para uma central denominada Heart Helper que irá analisar os dados, o acesso aos dados é permitido apenas para o usuário da Heart Helper, em seguida alertar os operadores da central do plano de saúde caso necessário. Com base na pesquisa desenvolvida foi possível produzir um protótipo capaz de coletar o ritmo cardíaco do usuário e enviar via bluetooth por um Smartphone, que encaminha os dados para a central da empresa do plano de saúde.

**Palavras-chave:** Plano de Saúde; Smartphone; Ritmo Cardíaco;

## **ABSTRACT**

The following research paper is dedicated to developing a system and a device capable of reading heart rate and sending it via bluetooth to a smartphone that will forward the data to a central named Heart Helper, the collected data is only accessible by the administrator operating the Heart Helper program that will analyze it then alert the operators of the healthcare plan central program if necessary. Based on the research it was possible to create a device capable of gathering the users heart rate and send via bluetooth to a smartphone and forward it to a system at the healthcare headquarters.

Keywords: Healthcare; Smartphone; Heart Rate;

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1: Pulse+ Pulse-OX &amp; Heart Rate Sensor baseado no Max30102</u> .....	12
<u>Figura 2: Arduino Nano</u> .....	14
<u>Figura 3: Módulo bluetooth Hc-06</u> .....	15
<u>Figura 4: Protótipo montado em protoboard</u> .....	21
<u>Figura 5: Protótipo montado na caixa impressa</u> .....	22
<u>Figura 6: Gráfico de Distribuição de SO entre Android e iOS</u> .....	23
<u>Figura 7: Tela principal do aplicativo mobile</u> .....	25
<u>Figura 8: Exemplo de um objeto leitura</u> .....	25
<u>Figura 9: Exemplo de objeto de Paciente</u> .....	27
<u>Figura 10: Exemplo de objeto de Usuário</u> .....	27
<u>Figura 11: Tela principal com um paciente listado</u> .....	29
<u>Figura 12: Tela de emergência de exemplo</u> .....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1	OBJETIVO GERAL	9
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.3	JUSTIFICATIVA	9
<b>2</b>	<b>SUPORTE TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1	ARRITMIA	11
2.2	INTERNET OF THINGS	11
2.3	SENSOR DE BATIMENTO	12
2.4	LIMITAÇÕES	13
2.5	TABELA DE TESTES	13
2.6	ARDUINO	13
2.6	BLUETOOTH	14
2.7	ANDROID	15
2.8	ANDROID STUDIO	16
2.9	NUVEM	17
2.10	FIREBASE	17
2.11	BANCO DE DADOS	18
2.13	JAVA	19
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO</b>	<b>20</b>
3.1	PROTOTIPAÇÃO	20
3.2	COMUNICAÇÃO BLUETOOTH	22
3.3	DESENVOLVIMENTO MOBILE	23
3.5	BANCO DE DADOS	26
3.6	DESENVOLVIMENTO DESKTOP	28
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>31</b>
4.1	TRABALHOS FUTUROS	31
4.2	CONCLUSÃO	31
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o cidadão brasileiro tem acesso à auxílio médico não somente pelo SUS, mas também por meio de planos de saúde suplementares. Nos anos de 1940, surgiram os Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs) e as caixas de assistência. Essas entidades foram utilizadas por trabalhadores e empregados, pois elas ofereciam benefícios como reembolsos ou empréstimos para os usuários de seus serviços externos à previdência social (CONASS, 2007).

Nos anos seguintes, surgiram sistemas de assistências próprias que atendiam diretamente seus clientes. Em seguida, em 1960, com o surgimento do Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), os beneficiários de poder econômico superior ficaram aborrecidos alegando ser dificultoso ter o acesso aos serviços médicos, pois os mesmos tornaram-se mais acessíveis ao público geral. Com base nisso a previdência social buscou ampliar os credenciamentos, e juntamente as caixas de assistência também decidiram evoluir as suas credenciais para acompanhar o crescimento da busca por atendimento exterior à Previdência Social. (CONASS, 2007).

No decorrer dos anos seguintes a tecnologia disponível à humanidade também desenvolveu-se consideravelmente. Surgiam inovações como a internet e o *smartphone*, em conjunto a comunicação entre as pessoas prosperou de uma forma vasta. Com o passar do tempo a área de saúde, bem como a maioria das outras áreas, vem mais e mais associado à tecnologia. Essa, por sua vez, em razão da função da saúde humana, foi capaz de desenvolver aparelhos que salvaram várias vidas como o desfibrilador, monitores cardíacos com maior exatidão nos resultados de exames, entre outros. Em conjunto com aparelhos também foram desenvolvidos sensores que são capazes de detectar inúmeros aspectos importantes para a vida humana como temperatura, ritmo cardíaco entre outras.

Com o intuito de criar um sistema capaz de facilitar ainda mais a vida dos usuários dos planos de saúde, foi proposto o desenvolvimento de um dispositivo que leia os batimentos cardíacos do paciente e em seguida enviar por *bluetooth* para um *smartphone* que encaminhará para uma central, capaz de analisar e caso necessário encaminhar auxílio especializado para o paciente.



Com base nos dados coletados o projeto se justifica por ter como objetivo agilizar o atendimento dos usuários monitorados pelo sistema buscando rapidez no auxílio ao paciente a fim de evitar o óbito. Em virtude da tecnologia disponível no mercado será realizável um sistema e um dispositivo que recebe esses dados e controle seus pacientes?

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral desse trabalho é estudar a necessidade de um determinado grupo de pessoas de monitoramento cardíaco remoto e desenvolver um sistema distribuído que ofereça a empresa de saúde suplementar uma forma de detectar um paciente em risco e agilizar o seu atendimento em função de evitar que ocorra uma tragédia.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Gerar um protótipo com intuito de ler batimentos cardíacos e enviar para um smartphone.
- Aplicar um sistema Android para coletar os batimentos e localização do usuário.
- Gerar um sistema que analisa os dados coletados pelo aplicativo mobile para detectar se há um paciente em risco.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

O projeto visa uma criar um mecanismo de auxílio na vida do usuário e seus familiares, um aumento no conforto e segurança durante o decorrer de seus dias em monitoramento pelo sistema.

Com base nessa ideia, constata-se que o número de mortes no Brasil por complicações cardíacas gira em torno de 350 mil em média por ano (MARTINS, H. 2017). Segundo Malaquias (apud MARTINS, H. 2017) “a metade dessas mortes poderia ser evitada ou postergada por muitos anos com prevenção e cuidado”. Com o propósito de auxiliar na prevenção dessas tragédias propõe-se um sistema para auxiliar a prevenção.

Monitoramento biológico é um conceito que vem sendo estudado e utilizado há muitos anos (PIVETTA F. et al 2001) mas, há também complicações em relação aos problemas éticos e sociais. Com o monitoramento é possível a prevenção e controle de doenças e relacionar fatores biológicos com o estado atual do ser em monitoramento. O monitoramento é uma ferramenta poderosa para a saúde hoje em dia e o presente estudo procura utilizar desta ferramenta para oferecer seguro para os usuários em relação aos batimentos cardíacos.

A idade é um fator que influencia bastante na necessidade de monitoramento, o cuidado com os idosos é de extrema importância, principalmente por terem seu sistema cardíaco afetado na velhice (FECHINE, B. 2012). Segundo De Vitta (apud Fachine 2012) o coração dos idosos perde um pouco da sua capacidade de aumentar os batimentos cardíacos. A velhice também ocasiona múltiplas outras condições pelo sistema cardíaco (FECHINE, B. 2012). Há estudos que comprovam que a população idosa tem uma necessidade de ter um cuidado maior por arritmias (SOUSA, N. 2018).

Partindo dessa informação, o presente trabalho procura desenvolver um protótipo de um aparelho monitor e um sistema que seja capaz de capturar e analisar os batimentos cardíacos. Fazendo uso de instrumentos de fácil acesso como um Arduino, um modulo bluetooth e um sensor de batimento cardíaco para a prototipação faz com que o projeto não tenha um custo elevado.

## 2 SUPORTE TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados estudos correlatos com intuito de construir uma base bibliográfica para tópicos essenciais para o desenvolvimento do projeto e da pesquisa e também citadas algumas doenças cardíacas para o conhecimento do público alvo.

### 2.1 ARRITMIA

O alvo primário do projeto é desenvolver uma ferramenta de auxílio para detecção de arritmia nos usuários do dispositivo proposto, arritmia pode ser classificada em 2 tipos, taquicardia e bradicardia. Taquicardia é quando os batimentos cardíacos estão mais rápidos que o comum, isso aumenta as chances de ter um ataque cardíaco. Atingindo mais de 100 batimentos por minuto (BPM) o coração é incapaz de distribuir sangue com oxigênio pelo corpo de maneira eficiente (MEDTRONIC, 2018). E bradicardia ocorre quando o coração lento demasiadamente (SCANAVACCA, M. 2019), as causas dessas arritmias são diversas, podendo ser má alimentação, drogas, álcool entre outras. Partindo desta informação o sistema irá buscar alertar o operador quando detecta arritmia repetidas vezes.

### 2.2 INTERNET OF THINGS

Internet of Things ou Internet da Coisas é um sistema de aparelhos ou "coisas" interligados e compartilhando dados em uma rede sem a necessidade de interação humana, essas "coisas" são pessoas, computadores, telefones ou qualquer objeto que possa ser associado um endereço IP (ROUSE, M. 2019). O conceito é algo que existe há um bom tempo, sendo a primeira aplicação de um aparelho com internet foi uma máquina de coca cola onde os programadores utilizaram da rede para verificar se tivesse uma bebida gelada na máquina.

A IoT evoluiu dos sistemas SCADA que tinham como função a utilização de componentes de *hardware* que coletaria e enviava a um computador com software SCADA que processaria e apresentaria os dados (ROUSE, M. 2019). A IoT funciona utilizando *smart*

*devices* que utilizam sensores para coletar e utilizar informações sobre o meio, os aparelhos compartilham os dados que serão analisados ou na nuvem ou localmente. Esse compartilhamento e análise de dados providencia um número de melhorias para os envolvidos.

Utilizar IoT faz com que as empresas podem monitorar os dados de seu negócio de uma maneira mais produtiva além de ser uma forma de economizar tempo e dinheiro (ROUSE, M. 2019). Mas, há também riscos na utilização desse sistema, nota se que por serem tão interligados, um bug pode espalhar para diversos outros aparelhos corrompendo-os, efetivamente influenciando na confiabilidade dos dados.

### 2.3 SENSOR DE BATIMENTO

Para o desenvolvimento do projeto foi escolhido o sensor PULSE+ PULSE-OX & HEART RATE SENSOR baseado no MAX30102. É o sucessor de outra placa pulse da ProtoCentral que integrava o MAX30100. Este sensor é uma ótima ferramenta por conter nele todos os componentes necessários para um sensor de batimentos e oximetria em um único chip. Toda sua programação é *open source* (PROTOCENTRAL, 2019), e por esses fatores se tornou uma alternativa atraente para o projeto e foi selecionado para o protótipo do projeto.

Figura 1: Pulse+ Pulse-OX & Heart Rate Sensor baseado no Max30102



FONTE: Protocentral.com (2019)

## 2.4 LIMITAÇÕES

Para o presente projeto, o dispositivo é um protótipo e pode não apresentar resultados com a mesma precisão que um dispositivo médico profissional e não substitui um médico. Durante o desenvolvimento foram efetuados testes para verificar que o sensor retornava valores a consistentes com um aparelho que é popular na área de sensores pessoais de batimentos, que será abordado no próximo tópico. O dispositivo protótipo contém limitações por utilizar componentes não especialmente desenvolvidos para o propósito. Portanto, para o projeto a utilização dos componentes é satisfatório para demonstrar a viabilidade do sistema.

## 2.5 TABELA DE TESTES

Com a aquisição do sensor para utilização no protótipo do projeto, foi proposto aplicar testes para ter uma aproximação da precisão do sensor. Para iniciar os testes o sensor foi conectado no Arduino Nano para leitura e o aparelho de controle para testes foi escolhido o Charge 2 da Fitbit, a Fitbit é uma empresa que está no mercado de acessórios voltados para monitoramento de aspectos da saúde do usuário há muito tempo (PECKHAM, J. 2019). Durante os testes os participantes foram monitorados por 1 minuto por cada aparelho e calculado a média durante a duração a tabela apresenta os dados coletados.

Tabela 1: Testes de precisão

<b>Nome</b>	<b>Idade</b>	<b>BPM Sensor</b>	<b>BPM Controle</b>
Renato	23	91	88
Igor	21	72	75
Mário	23	84	80
Flávio	24	90	89

FONTE: Próprio autor

## 2.6 ARDUINO

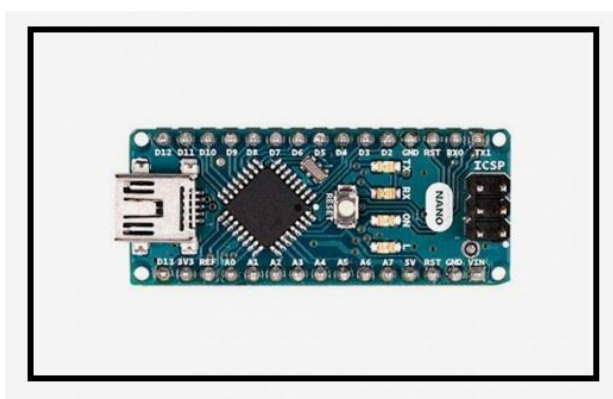
Para esse projeto foi escolhido a utilização de produtos Arduino, tanto a IDE <sup>1</sup>quanto a placa Arduino Nano. Arduino é uma plataforma de eletrônicos open-source com o propósito de ser fácil acesso a parte de hardware e a parte de software. Nasceu na *Ivrea Interaction Design*

<sup>1</sup> Integrated development environment em inglês.

*Institute*, tinha como público alvo estudantes sem prévio conhecimento em eletrônicos e programação. Arduino fornece vários modelos para diversos usos, por exemplo o Nano é uma placa designada para projetos menores e que utilizam menos recursos que um Arduino Uno ofereceria (ARDUINO, 2019).

Arduino é uma ótima opção para tanto usuários inexperientes quanto os mais avançados, oferecendo um ambiente de desenvolvimento de fácil uso e flexível para os mais experientes. Seu baixo custo também faz a utilização do Arduino uma escolha atraente para todos os interessados em projetos e aplicações que fazem uso de microcontroladores (ARDUINO, 2019). Para o desenvolvimento do projeto foi escolhido o Arduino Nano. O Arduino Nano é uma placa pequena baseada no ATmega328P, é compatível com *protoboards*<sup>2</sup> e tem uma entrada Mini-B USB. Comporta aproximadamente as mesmas funcionalidades que o Arduino Duemilanove (ARDUINO, 2019). Um Arduino Nano será a placa principal para o protótipo do projeto.

Figura 2: Arduino Nano



FONTE: Arduino (2018)

## 2.6 BLUETOOTH

A invenção do Bluetooth possuía como objetivo a substituição dos cabos RS-232 utilizando ondas de rádio entre 2.4 e 2.485 GHz, o Bluetooth tem sua origem dada a formação do

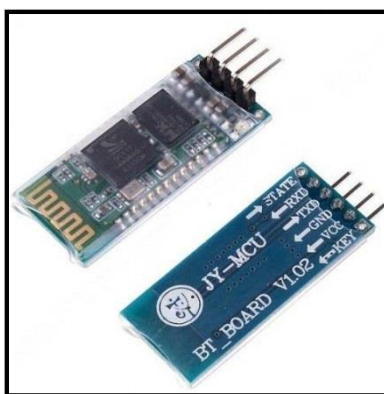
---

<sup>2</sup> Protoboard é uma placa que tem vários furos ou entradas para elaboração de projetos eletrônicos.

Bluetooth Special Interest Group (SIG) em 1998, mas em 1994, na empresa Ericsson, que o padrão Bluetooth foi concebido por Dr. Jaap Haartsen (TRIGGS, R. 2018). Seu símbolo é uma combinação das runas dinamarquês H e B em homenagem ao rei dinamarquês Harald Blatland que tinha fama por unir facções em guerra nas regiões (BIDDLE, S. 2012).

Atualmente o Bluetooth está inserido em nosso cotidiano, servindo para conectar aparelhos como caixas de som, fones de ouvido sem fio, transmitir arquivos entre aparelhos, compartilhar internet entre outros, por causa dessa familiaridade e praticidade será utilizado no projeto atual. Sua integração no projeto reside em ser o modo de comunicação entre o protótipo e o aplicativo mobile desenvolvido, será através de uma conexão bluetooth que será encaminhado o valor lido pelo sensor cardíaco para o programa Android.

Figura 3: Módulo bluetooth Hc-06



FONTE: Vidadesilicio.com (2019)

## 2.7 ANDROID

O Android é um sistema operacional utilizado em dispositivos moveis como Smartphones e tablets. Porém, em 2003, quando foi fundado a Android inc. por Rich Miner, Nick Sears, Chris White, e Andy Rubin, seu propósito era um sistema para câmeras digitais, o sistema pretendia conectar sem fio a câmera com um computador e o computador acessaria um “Android Datacenter” onde os donos das câmeras poderia armazenar fotos no servidor online

(CALLAHAM, J. 2019). Em breve Rubin decidiria que o mercado para sistema operacional de câmera digital não era tão lucrativo quanto imaginava, decidindo dedicar-se para desenvolvimento do sistema para celulares, e em 2005 quando a Google comprou a empresa Android que sinalizou sua entrada no mercado na indústria telefônica (LOOPER, C. 2018).

Com o passar dos anos, o sistema operacional Android vem se tornando o sistema mais popular, ultrapassando o IOS da Apple, isto é resultado das inovações e evoluções que o sistema operacional passou ao longo dos anos (LOOPER, C. 2018). O sistema é um que comporta diversos aparelhos, entre os mais complexos aos mais simples, e por oferecer um acesso a uma diversidade de aparelhos e consumidores tornou-se a escolha ótima para o sistema para desenvolvimento do aplicativo mobile, portanto será a plataforma inicial para o sistema proposto.

## **2.8 ANDROID STUDIO**

Para o desenvolvimento do aplicativo mobile será utilizado a IDE Android Studio, é uma ferramenta gratuita fornecida pela própria empresa do sistema operacional. O Android Studio é a IDE oficial para o desenvolvimento de aplicativos para Android. Será utilizado para desenvolver o aplicativo para o smartphone que comunicara com o servidor Heart Helper do convenio. Ela foi desenvolvida com as necessidades dos desenvolvedores Android em mente, (DUCROHET, 2015).

Em 2013, durante um evento de desenvolvedores que a Google revelou a nova IDE oficial para desenvolvimento de aplicativos Android chamado Android Studio (HONIG, Z. 2013). A nova IDE tinha diversas ferramentas e recursos novos para facilitar o desenvolvimento dos programas para o sistema operacional como uma previa em tempo real do aplicativo, um emulador para aparelhos Android entre outros (OLANOFF, D. 2013). A partir dessa ferramenta poderosa que será criado o software para o aparelho mobile.



## 2.9 NUVEM

A nuvem, ou *Cloud* em inglês, é um conceito que foi popularizado recentemente, mas que existe há muito tempo (ECPI UNIVERSITY, 2019). A origem desse conceito foi em 1963 Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), presenteou ao Instituto de tecnologia de Massachusetts (MIT), 2 milhões de dólares para o projeto MAC que tinha como requerimento que fosse desenvolvido tecnologia que possibilitasse o “acesso de um computador por duas pessoas ou mais” (FOOTE, K. 2017). No ano de 1969 J. C. R. Licklider auxiliou no desenvolvimento do que seria uma versão primitiva e rudimentar da internet que existe hoje (FOOTE, K. 2017), sua visão era criar uma rede que fosse possível qualquer computador conectar e acessar dados de qualquer lugar do mundo.

Com o passar dos anos empresas começaram a compreender o poder que a nuvem tinha, uma empresa foi pioneira em usar a internet para distribuir softwares para usuários, facilitando e simplificando de comprar programas por ser extremamente eficaz (FOOTE, K. 2017). Partindo desse conhecimento a utilização da nuvem se torna essencial.

## 2.10 FIREBASE

Para o armazenamento e gerenciamento dos dados foi escolhido a utilização da Firebase da Google. A Firebase é uma plataforma que oferece ferramentas para desenvolvedores sincronizar seus dados com a nuvem da Google (FIREBASE, 2019). Inicialmente os criadores desenvolveram um serviço para o site SendMeHome.com que imprimia “tags de rastreamento” para objetos físicos. O Site queria permitir aos usuários comunicação entre se em tempo real, mas, por não ter algo no mercado que satisfizesse suas necessidades então, eles desenvolveram um. Perceberam também que havia uma procura por esse tipo de serviço então dedicaram-se para criarem widgets<sup>3</sup> para outros sites (MELENDEZ, S. 2014).

Com essa ideia fundaram outra empresa, a Envolve que oferecia uma plataforma de bate-papo em tempo real. Aos poucos, perceberam que os desenvolvedores não estavam utilizando o

---

<sup>3</sup> Widget é como um atalho para um programa ou sistema com uma interface gráfica que apresenta informação do mesmo (VORTIGO, 2017).

serviço como um bate-papo, mas sim para sincronizar dados entre computadores dos usuários. Partindo dessa, separaram o banco de dados sincronizado do Envolve para poder oferecer um serviço de banco de dados sincronizado em tempo real (MELENDEZ, S. 2014).

A Firebase é uma inovação na área tecnológica, oferece diversas ferramentas para o desenvolvimento de aplicativos como o Realtime Database, um sistema de autenticação, bate-papo em tempo real entre outros (FIREBASE, 2019). Por oferecer um banco de dados que é conectado via WebSocket, que é consideravelmente mais rápido que a conexão padrão feita por HTTP (ESPLIN, C. 2016), foi escolhido para manter o sistema do projeto mais ágil e de baixo custo.

O Realtime Database (banco de dados em tempo real em português) da Firebase é um banco de dados NoSQL hospedado na nuvem da Google que permite que o desenvolvedor manipule os dados entre seus usuários em tempo real, os dados são armazenados em formato JSON recebendo atualizações automáticas por compartilharem uma instancia de um banco de dados em tempo real (FIREBASE, 2019).

## 2.11 BANCO DE DADOS

Um banco de dados ou *database* em inglês é uma coletânea de dados organizados e armazenados tipicamente em um computador (ORACLE, 2019). Os dados do banco de dados geralmente são controlados por um programa gerenciador, os dados são comumente modelados em linhas e colunas para facilitar o processamento. A maioria dos bancos usam a linguagem SQL para manipular os dados. Há múltiplos tipos diferentes de banco de dados, como o banco de dados relacional e o banco de dados NoSQL<sup>4</sup>.

Para o desenvolvimento do projeto será utilizado um banco de dados NoSQL. O modelo NoSQL surgiu como resposta para a necessidade de mais velocidade no processamento de dados e a internet (ORACLE, 2019). Com a crescente complexidade e volume de dados e acesso a dados a demanda por um sistema que fosse mais econômico para toda essa atividade intensiva de

---

<sup>4</sup> NoSQL é um modelo de banco de dados não relacional, armazena dados de uma forma “semi-estruturado” permitindo crescimento mais rápido e fácil (CHRISTENSSON, Per. 2013).

manipulação de dados optaram pelo NoSQL (MONGODB, 2019). A eficiência e leveza que o modelo não relacional comporta e fez dele uma escolha desejável para o projeto.

## 2.12 JSON

Json (*JavaScript Object Notation em inglês*) é um formato leve para troca de dados baseado na criação de objetos em *JavaScript* (W3SCHOOLS, 2019). É escrito em texto de uma forma que seja fácil a interpretação e criação por máquinas e humanos (JSON, 2019). O formato foi “descoberto” por Douglas Crockford em 2001, porém há relatos de seu uso em até 1996 (PENLAND, J. 2018). Hoje Json é popularmente usado para disponibilizar dados para aplicativos de terceiros e transportar dados em diversas linguagens de programação e não apenas JavaScript como o nome indicaria. Para o desenvolvimento do projeto será utilizado Json para armazenar os dados no banco de dados em tempo real da Firebase.

## 2.13 JAVA

Java é uma linguagem de programação de alto nível (LEAHY, P. 2019) que foi criada para ter a menor quantidade de dependência possível. A linguagem é baseado no conceito “*write once, run anywhere*”, escreva uma vez rode em qualquer lugar, em português, isso se deve por compilar o programa em Java para algo chamado *bytecode* que é independente de plataforma e é rodado por uma Máquina Virtual Java, JVM ou *Java Virtual Machine* em inglês, (GUPTA, L. 2019).

Sua origem se deve ao James Gosling na Sun Microsystems, que futuramente foi adquirido pela Oracle, e distribuído como núcleo do pacote Java da Sun (GUPTA, L. 2019). Inicialmente Java era destinado para uso em aparelhos como telefones celulares, porém com seu lançamento em 1996 o foco primário era providenciar aos desenvolvedores web uma interatividade maior com seus usuários (LEAHY, P. 2019). Com o passar do tempo a linguagem vem sendo atualizada e evoluiu para abranger mais utilidades que possuía inicialmente.

### 3 DESCRIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO.

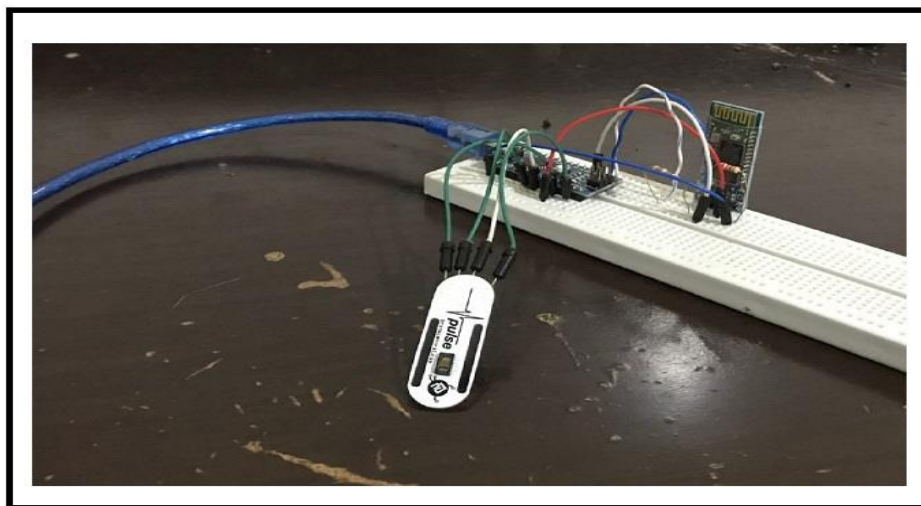
#### 3.1 PROTOTIPAÇÃO

A implementação do projeto inicia com a busca por um aparelho para realização da leitura dos batimentos dos pacientes. Após uma pesquisa determina-se que será ideal para os fins desejados a construção de um protótipo. O protótipo necessita de um sensor para ler os batimentos, um modulo para comunicação e um microcontrolador onde será conectado e gerenciado a outros componentes do protótipo.

O sensor escolhido foi encontrado durante a pesquisa e foi selecionado por ter uma biblioteca de programação disponível para utilização e ser popular entre os desenvolvedores de projetos similares. O modulo bluetooth Hc-06 também é popular em trabalhos correlatos como o de SutrTech (2019) e é ideal para o projeto proposto, e para conectar tudo um Arduino Nano, ótimo para utilização no protótipo por possuir um tamanho reduzido.

Inicialmente o protótipo é montado em uma *protoboard* para testes e verificação de configurações, o benefício da protoboard é que não requer soldagem para conexão dos componentes, os componentes são interligados por terem seus conectores inseridos na protoboard. Com todas as peças unidas, inicia-se o processo de desenvolvimento. O arduino nano possui uma entrada USB que tem como função a transferência de código fonte da IDE e alimentação para o microcontrolador desta forma não será necessário o cálculo para consumo de energia na etapa atual do projeto e os testes necessários são facilitados. Posteriormente será efetuado a soldagem e o dispositivo inserido em um recipiente impresso por uma impressora 3D. Com o protótipo montado como na figura 4 será iniciado a programação do dispositivo.

Figura 4: Protótipo montado em protoboard



FONTE: Próprio autor

Para o desenvolvimento do código fonte para o dispositivo utiliza a IDE do próprio Arduino, com utilização de bibliotecas e recursos oferecidos pela comunidade Arduino, é declarado as bibliotecas e variáveis usadas no programa, em seguida é executado a função *setup* que inicializa e prepara todos os componentes para comunicarem entre si.

Após a inicialização, o código lê o valor infravermelho do sensor e determina se tem um dedo no sensor, caso presente, ele detecta o batimento e faz o cálculo de batimentos por minuto e envia pela função de impressão, caso não tenha dedo o programa envia “-1” para controle.

Com a programação do dispositivo efetuada, será possível a transição para a soldagem e preparação do protótipo final do projeto. Para o recipiente foi projetado uma caixa em material plástico a ser impresso por uma impressora 3D mantendo o custo do projeto relativamente baixo. Após a soldagem o protótipo está pronto, necessitando apenas de um receptor para as mensagens bluetooth enviadas por ele. A figura a seguir apresenta o protótipo já dentro da caixa de plástico, dentro da caixa os componentes já soldados e ligados a duas baterias para alimentar o protótipo.

Figura 5: Protótipo montado na caixa impressa



FONTE: Próprio autor

### 3.2 COMUNICAÇÃO BLUETOOTH

Para a comunicação entre o dispositivo e o telefone do paciente será necessário algum meio sem fio, apesar de existir diversas formas para isto, a forma melhor seria o bluetooth conforme Edward Mercer (2019). O bluetooth por operar especialmente em distancias curtas e não consumir muita energia é uma escolha ideal. O módulo utilizado, Hc-06, é um modelo apropriado por ser um módulo em modo *slave* (escravo em inglês), significando que ele se conecta a um mestre (*master* em inglês) e envia e recebe dados apenas, podendo ser conectado a apenas um mestre por vez (SPARKFUN, 2019), mas um mestre pode se conectar a vários escravos de uma vez, um exemplo de mestre seria um smartphone e o escravo seria a caixa de som sem fio.

Para se conectar, caso os aparelhos não tenham nenhuma informação previa sobre o outro precisam fazer uma descoberta, um dos aparelhos faz uma pesquisa por outro aparelho compatível e visível, em seguida compartilham informações de conexão (SPARKFUN, 2019). Após essa troca de dados eles podem se conectarem facilmente, existe também o pareamento, que acontece quando os dois aparelhos compartilhem dados e armazenam em sua memória,

criando uma chave secreta possibilitando uma conexão automática e instantânea futuramente necessitando apenas de estarem em proximidades com bluetooth ligado (SPARKFUN, 2019).

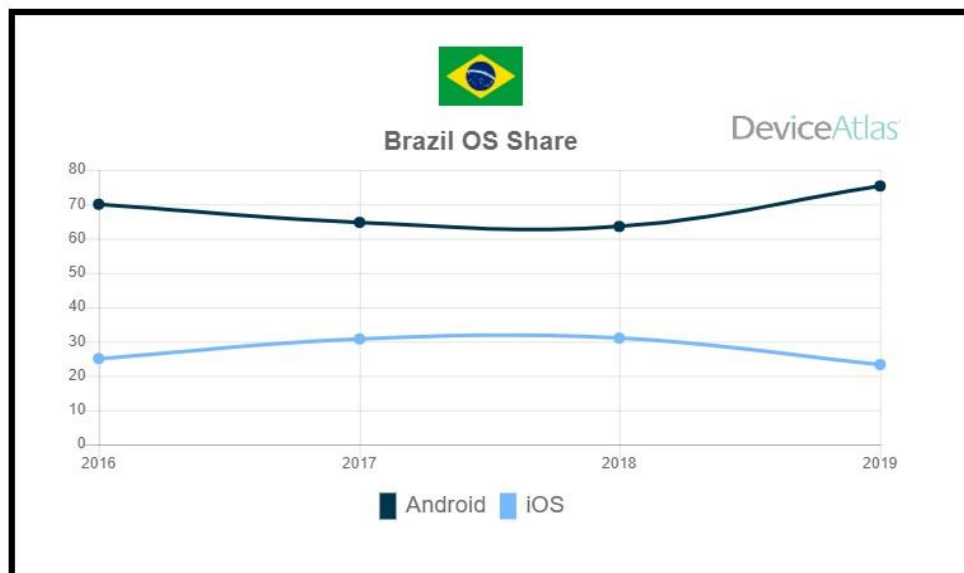
Após conexão, o protótipo imediatamente inicia a transmissão de dados coletados pelo sensor para o módulo bluetooth enviar para o aparelho conectado, para o projeto esse aparelho é o telefone do paciente. A função desse aparelho é de receber os dados e apresentar eles ao usuário. A próxima etapa do projeto é o desenvolvimento mobile, tendo como base para o aplicativo a ser produzido o sistema operacional Android.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO MOBILE

A próxima etapa do projeto é o desenvolvimento mobile, esta parte consiste em o desenvolvimento do aplicativo para o sistema operacional Android.

A escolha de utilização de Android é baseada no fato que há uma diversidade muito grande nas opções de aparelho em termos de custo e por isso Android tem uma acessibilidade muito grande, tornando-se atraente para ser disponível a maior quantidade de pessoas possível. A figura abaixo demonstra como o sistema operacional tem dominado o mercado no Brasil.

Figura 6: Gráfico de Distribuição de SO entre Android e iOS



FONTE: DeviceAtlas

Com base no gráfico anterior é possível visualizar quão presente os sistemas Android estão no mercado atual sendo assim um público amplo para alcance do aplicativo e o sistema proposto.

Para receber os dados enviados pelo dispositivo é necessário desenvolver um aplicativo que seja capaz de conectar via bluetooth ao aparelho e receber e utilizar os batimentos lidos pelo protótipo. Primeiramente será necessário a criação de uma classe de conexão bluetooth, essa classe é responsável por gerenciar a conexão com o aparelho desenvolvido. É a partir dessa classe que o aplicativo irá estabelecer a conexão e em seguida captura a “mensagem” enviada pelo aparelho, essa classe também envia para a tela principal o status da conexão. Para auxiliar na detecção de pacientes será utilizado o gps do próprio telefone para manter uma localização com determinada precisão. Após receber uma mensagem valida, ela é enviada para tela principal.

Na tela principal do aplicativo tem algumas informações e dois botões para funcionalidade bluetooth. Esta tela é responsável por agrupar os dados necessários para os fins devidos. Além do *bpm*<sup>5</sup> do paciente é preciso coletar a localização do paciente, isto é feito através da *gps*<sup>6</sup> do próprio smartphone em forma de latitude e longitude, este formato será importante no processo de prestação de socorro. O objeto mencionado previamente representa uma leitura, esse objeto é composto das seguintes informações: valor do batimento, latitude, longitude, data de leitura, hora de leitura e o id do paciente. Abaixo segue duas imagens, a primeira sendo da tela principal e a segunda apresentando um exemplo de objeto de leitura. Após o sistema coletar os dados necessário, o aplicativo irá inseri-los em um objeto leitura, e em seguida esse objeto ele será enviado para o banco de dados.

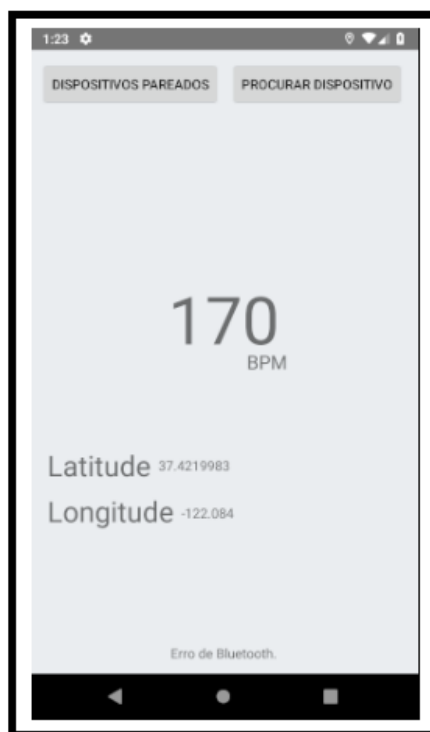
---

<sup>5</sup> Média de batimentos por minuto do coração.

<sup>6</sup> *Global Positioning System* em inglês, é um sistema de satélites que podem ser usados para determinar uma localização na terra (ROUSE, M. 2016).



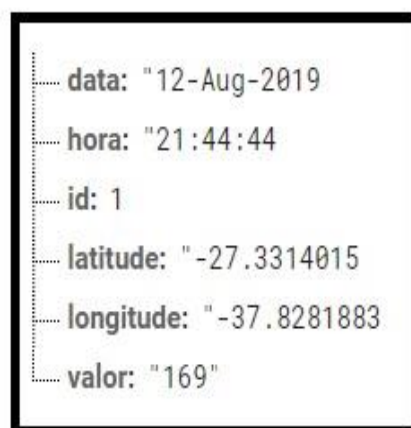
Figura 7: Tela principal do aplicativo mobile



FONTE: Próprio autor

A tela principal é acessada após o usuário efetuar um login no aplicativo. A partir desta tela que o usuário irá utilizar os botões para gerenciar a conexão bluetooth e assim que possível o aplicativo irá disponibilizar os dados coletados na tela, sendo atualizado a cada valor de batimento recebido do protótipo pelo smartphone.

Figura 8: Exemplo de um objeto leitura



FONTE: Próprio autor

### 3.5 BANCO DE DADOS

Para o projeto foi selecionado o banco de dados Firebase por ser uma solução inovadora e prática em execução por já possuir integração com a IDE Android Studio (FIREBASE, 2019). Firebase como banco de dados oferece uma forma de sincronizar os dados compartilhados entre os usuários em tempo real, fazendo com que os operadores do sistema de monitoramento tenham as informações mais atualizadas possíveis. Usando Firebase como banco de dados torna o processo de preparação um pouco diferente de um *database* tradicional, um exemplo é a falta de uma estrutura pré-determinada em relação as tabelas, Firebase não utiliza tabelas e toda sua estrutura é baseado em objetos como o de leitura.

Além do objeto de leitura foi utilizado um objeto de paciente e um objeto de usuário, o objeto de paciente contém outro objeto que representa um contato de emergência. O objeto de paciente é a agregação dos dados pessoas do paciente como: nome, RG, CPF, idade, tipo sanguíneo entre outros, posteriormente explanados.

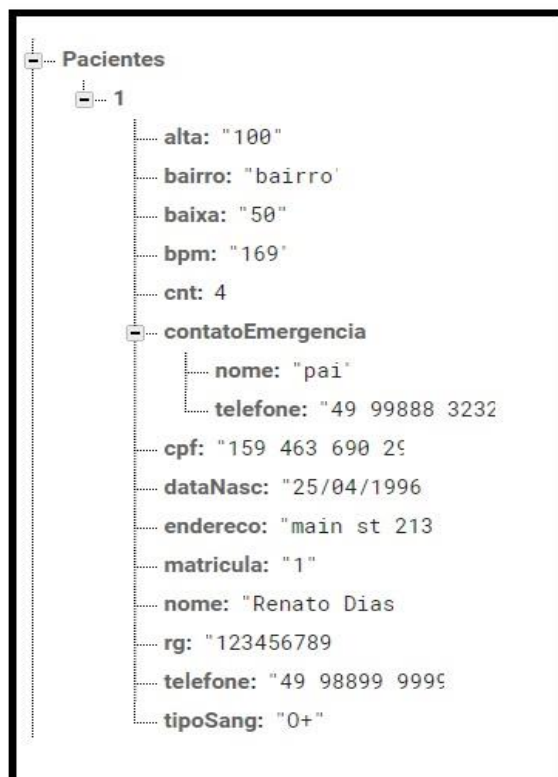
Além desses dados pessoas, na hora do cadastro seria estipulado através do perfil médico do paciente, emitido por um profissional com base nos exames e histórico prévio do paciente um valor “alto” e outro “baixo”, esses valores simbolizam o máximo e o mínimo saudável para o paciente, também, há um campo chamado “cnt” representa o número de vezes que o sistema detectou um batimento fora do limite estipulado. O objeto secundário contém um nome e um número de telefone para um contato de emergência para o paciente.

O objeto de usuário é um objeto simples que é utilizado apenas para realizar um login no aplicativo. Este objeto contém o usuário, o id do paciente, a senha e e-mail do usuário. Pelo fato de que a Firebase não ser um banco de dados tradicional é necessário que todo objeto tenha o id do paciente para identificação já que não há como criar uma relação preestabelecida, este objeto também é exemplificado posteriormente.

A utilização desses objetos torna o desenvolvimento e manipulação de dados uma tarefa com pouca complexidade para o desenvolvedor além de ter uma flexibilidade e organização relevantes. Esses objetos por estarem em formato *Json* faz com que sua manipulação tanto quanto leitura e escrita mais fácil para programas de computadores de mesa comuns. Essa

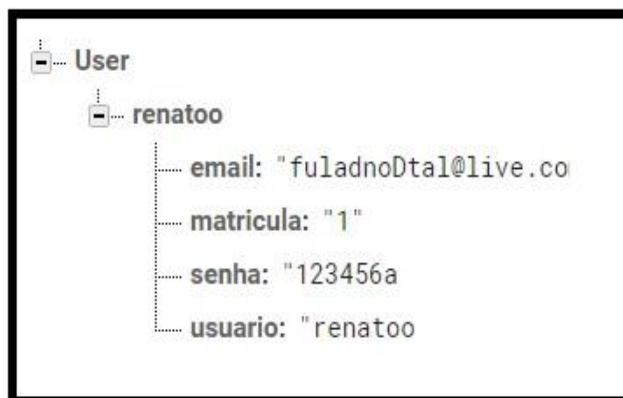
qualidade do banco de dados Firebase será essencial para o desenvolvimento *desktop* que será abordado no próximo capítulo.

Figura 9 Exemplo de objeto de Paciente



FONTE: Próprio autor

Figura 10: Exemplo de objeto de Usuário



FONTE: Próprio autor

### 3.6 DESENVOLVIMENTO DESKTOP

A parte central do sistema será elaborada nessa etapa do projeto. A Heart Helper é responsável por cadastrar e efetuar o monitoramento dos pacientes. Todo o sistema será desenvolvido em Java na IDE Eclipse.

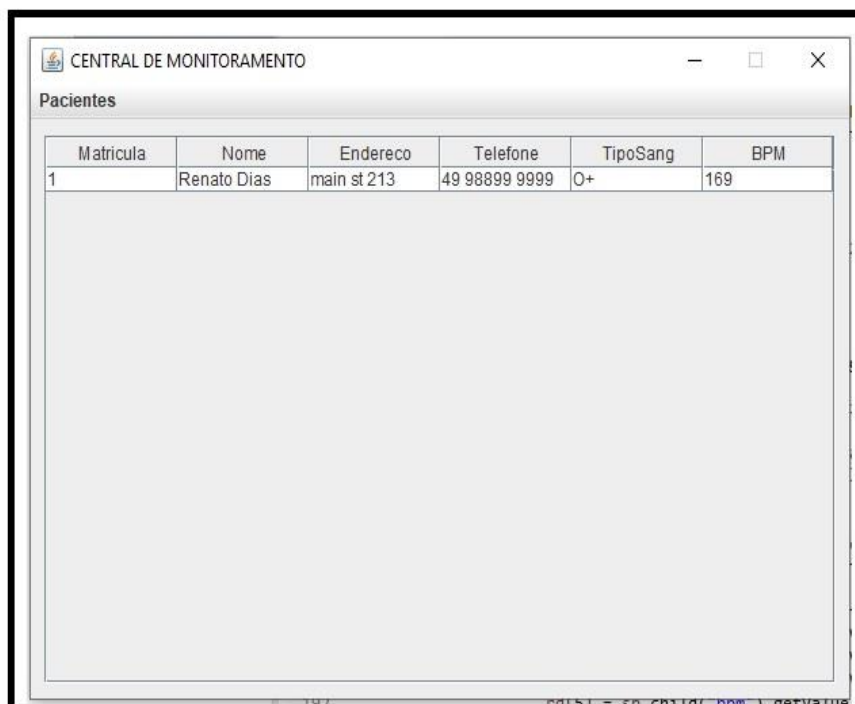
A linguagem Java é uma muito popular no mercado e há diversos materiais e recursos para desenvolvedores disponíveis gratuitamente na internet. Além das qualidades previamente citadas, há também uma biblioteca para Firebase em Java, isso facilita o acesso e uso dos dados coletados pelo aplicativo mobile. O primeiro passo de desenvolvimento foi efetuar a conexão com o banco de dados.

A conexão é feita através de um método da biblioteca de administrador, provido pelos desenvolvedores Firebase, que acessa um arquivo de configuração gerado após a criação do banco, em conjunto com o endereço do banco, é possível a leitura e escrita total de dados no banco tendo privilégios de administrador. Tendo acesso total aos dados do banco o próximo passo seria a criação de objetos para inserção e obtenção de dados no banco. Os objetos são obrigatoriamente idênticos aos criados previamente, caso contrário causará erros na hora de acesso.

Em seguida será criado a parte de cadastros e consulta de pacientes do sistema. Esta etapa consiste em coletar dados essenciais para os pacientes serem identificados e atendidos pelo sistema possibilitando uma segurança maior em casos de arritmia.

A inserção de dados no cadastro é importante pois é a fase inicial do sistema, partindo de um cadastro o paciente terá um *username* e senha para efetuar login no aplicativo *mobile* e ser monitorado pela Heart Helper. A figura a seguir apresenta a tela principal do programa, informando uma lista dos pacientes cadastrados juntamente com o endereço, telefone, tipo sanguíneo e o valor da última leitura efetuada. Após a finalização das funções cadastrais do sistema será programado a parte que analisa os batimentos coletados.

Figura 11: Tela principal com um paciente listado



Matricula	Nome	Endereco	Telefone	TipoSang	BPM
1	Renato Dias	main st 213	49 98899 9999	O+	169

FONTE: Próprio autor

A tela principal do programa permite acesso ao operador todos os dados cadastrais de todos os pacientes através do botão “Pacientes”. Ao clicar no botão, o usuário é apresentado com opções de cadastro, consulta e manutenção de clientes, caso um paciente que tenha recebido socorro oferecido pelo sistema há necessidade de reiniciar o processo de análise para o cliente, através da função “Resetar Paciente”.

Para a parte analítica do programa serão utilizadas algumas funções da biblioteca Firebase, sendo essas executadas quando o sistema detecta determinado evento no banco de dados. Esses eventos ocorrem quando um dado é inserido, alterado, excluído e uma vez no início do programa. Utilizando dessa capacidade do sistema, será implementado uma verificação no sistema para que cada vez que um paciente enviar uma leitura para o banco, o sistema efetua uma verificação se o valor enviado está no padrão estabelecido na hora do cadastro. Caso a leitura apresenta um valor fora do limite estipulado, será registrado no sistema, caso ultrapassar 6 ocorrências em sequência, será disparado uma tela alertando o operador uma tela como a de exemplo na figura a seguir.

Figura 12: Tela de emergência de exemplo

Dados Pessoais		Contato Emergencia	
Nome	Renato Dias	Nome	pai
Endereço	main st 213	Telefone	49 99888 3232
Matricula	1		
Telefone	49 98899 9999		
Nascimento	25/04/1996		
Tipo Sang.	O+		

Leitura		Localização	
12-Aug-2019	BPM	Longitude	-37.8281883
<b>221</b>		Latitude	-27.3314015
21:44:44			

Localizar

FONTE: Próprio autor

A tela acima apresenta para o usuário da Heart Helper todos os dados pessoais do paciente em risco, o telefone para o contato de emergência, os dados da última leitura e a localização em latitude e longitude. Há também um botão no canto direito inferior, este botão ao ser clicado irá abrir uma janela no navegador padrão do usuário com a localização do paciente apresentada no Google Maps, fato que facilita ainda mais sua localização caso não consiga entrar em contato com o paciente. A junção das partes elabora um sistema eficaz na leitura e análise de batimentos de pacientes com risco de arritmia.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 4.1 TRABALHOS FUTUROS

Para a presente fase do projeto o dispositivo encontra se como protótipo, por utilizar componentes não desenvolvidos especificamente para o proposito desejado. Após aprovação almeja o desenvolvimento de um dispositivo final. O dispositivo final terá funcionalidade como os diversos *smart-watches* no mercado atual. Tendo como finalidade o uso constante para monitoração será necessário um dispositivo resistente a água e bateria durável. O desenvolvimento do dispositivo será efetuado com auxílio de profissionais da área da medicina para garantir resultados seguros.

### 4.2 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema e um protótipo com o intuito de capturar os batimentos cardíacos de um paciente e monitorar a fim de auxiliar na detecção de arritmia. Por meio de um aplicativo mobile e o programa Heart Helper, uma forma não invasiva de observar o estado do coração. O estudo procurava ser uma resposta para a as estatísticas de mortes por problemas cardíacos apresentado no capítulo 2.1, partindo desta informação a busca por incentivar e facilitar para a sociedade por meio do sistema desenvolvido.

Apesar do foco do sistema ser em arritmia em idoso, há possibilidades para uma ampliação de população alvo, com sua finalização, o sistema contribuirá para mudanças saudáveis de hábitos e costumes em vários grupos de idades e interesses, além de possibilitar o acesso a componentes mais eficazes e profissionais. O estudo irá alertar pessoas, independente de se usam o sistema ou não, a necessidade do cuidado com a saúde, em específico o coração, ocasionando uma busca por soluções e meios para preservar a saúde. A utilização do sistema irá promover melhorias na vida cotidiana da população por meio de monitoramento pessoal e não invasivo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **What is Arduino?**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

ARDUINO. **Arduino Nano**. Disponível em: < <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

ARDUINO. **About Us**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

BIDDLE, S. **The Secret History of Bluetooth**. 2012 Disponível em: < <https://gizmodo.com/the-secret-history-of-bluetooth-5899082>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

CALLAHAM, **The history of Android OS: its name, origin and more**. 2019. Disponível em: < <https://www.androidauthority.com/history-android-os-name-789433/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

CHRISTENSSON, Per. **NoSQL Definition**. TechTerms. August 27, 2013. Disponível em: < <https://techterms.com/definition/nosql>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

Conselho Nacional de Secretários de Saúde, **Saúde suplementar**. 1. ed. Brasília: CONASS, 2007.

DUCROHET, X.; NORBYE, T.; CHOU, K. **Android Studio: An IDE built for Android**. 2013. Disponível em <<https://android-developers.googleblog.com/2013/05/android-studio-ide-built-for-android.html>>. Acesso em: 01 mar 2019.

ECPI UNIVERSITY. **A Brief History of Cloud Computing**. Disponível em < <https://www.ecpi.edu/blog/a-brief-history-of-cloud-computing> Acesso em: 01 mar 2019.

ESPLIN, C. **What is Firebase?** 2016. Disponível em < <https://howtofirebase.com/what-is-firebase-fcb8614ba442/>>. Acesso em: 01 mar 2019.

FECHINE, B., TROMPIERI, N. **O Processo de Envelhecimento: As principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos**. Revista Científica Internacional. 2012; 1(7): 106-32.

FIREBASE. **Firestore**. Disponível em: < <https://firebase.google.com/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

FIREBASE. **Firestore Realtime Database | Store and sync data in real time**. Disponível em: < <https://firebase.google.com/products/realtime-database/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

FIREBASE. **Firestore Realtime Database**. Disponível em: <



[https://firebase.google.com/docs/database />](https://firebase.google.com/docs/database/). Acesso em: 28 jun. 2019.

FOOTE, K, D. **A Brief History of Cloud Computing**. 2017. Disponível em < <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/#>> Acesso em: 01 mai 2019.

GUPTA, L. **What is Java programming language?** Disponível em: < <https://howtodoinjava.com/java/basics/what-is-java-programming-language/>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

HONIG, Z. **Google intros Android Studio, an IDE for building apps**. 2013 Disponível em: < <https://www.engadget.com/2013/05/15/google-android-studio/>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

JSON. **Introdução ao JSON**. Disponível em: <https://www.json.org/json-pt.html/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

LEAHY, P. **What Is Java?** 2019 Disponível em: < <https://www.thoughtco.com/what-is-java-2034117/>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

LOOPER, C. **From Android 1.0 to Android 10, here's how Google's OS evolved over a decade** 2019 Disponível em: < <https://www.digitaltrends.com/mobile/android-version-history/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

MARTINS, H. **A cada 40 segundos, uma pessoa morre vítima de doença cardiovascular no Brasil** 2017 Disponível em: < <http://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2017-09/cada-40-segundos-uma-pessoa-morre-vitima-de-doenca-cardiovascular-no-brasil/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

MEDTRONIC. **O QUE É TAQUICARDIA?**. Disponível em: < <http://www.medtronic.com/br-pt/your-health/conditions/fast-heart-beat.html/>>. Acesso em: 01 jul 2018.

MELLENDEZ, S. **Sometimes You're Just One Hop from Something Huge**. 2014 Disponível em: < <https://www.fastcompany.com/3031109/sometimes-youre-just-one-hop-from-something-huge/>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

MERCER, E. **What is Bluetooth Technology Used for?** Disponível em: < <https://smallbusiness.chron.com/bluetooth-technology-used-for-58102.html/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

MONGODB. **What is NoSQL?** Disponível em: < <https://www.mongodb.com/nosql-inline/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

OLANOFF, D. **Google Launches Android Studio and New Features For Developer Console, Including Beta Releases And Staged Rollout** 2013 Disponível em: < <https://techcrunch.com/2013/05/15/google-launches-android-studio-a-development-tool-for-apps/>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

ORACLE. **What Is a Database?** Disponível em: < <https://www.oracle.com/database/what-is-database.html/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

ORACLE. **What Is a Relational Database?** Disponível em: < <https://www.oracle.com/database/what-is-a-relational-database//>>. Acesso em: 28 set. 2019.

PECKHAM, J. **Best Fitbit 2019: which is right for you?**. 2019 Disponível em: < <https://www.techradar.com/news/wearables/best-fitbit-which-is-right-for-you-1322700>> Acesso em: 07 nov. 2019.

PENLAND, J. **Learn JSON: Get Started with Portable Data Transportation**. 2019 Disponível em: < <https://www.whoishostingthis.com/resources/json-resource/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

PIVETTA, F.; MACHADO, J. M. H.; ARAÚJO, U. C.; MOREIRA, M. F. R. & APOSTOLI, P., 2001. **Monitoramento biológico: Conceitos e aplicações em saúde pública**. Cadernos de Saúde Pública, 17:545-554.

PROTOCOLCENTRAL. **PULSE+ PULSE-OX & HEART RATE SENSOR BASED ON MAX30102**. Disponível em: < [https://www.protocolcentral.com/sensors/1081-pulse-plus-pulse-ox-heart-rate-sensor-based-on-max30102.html?search\\_query=oximeter&results=5](https://www.protocolcentral.com/sensors/1081-pulse-plus-pulse-ox-heart-rate-sensor-based-on-max30102.html?search_query=oximeter&results=5)>. Acesso em: 28 mar. 2019.

ROUSE, M. **internet of things (IoT)**. Disponível em: < <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>> Acesso em: 5 nov. 2019.

ROUSE, M. **Global Positioning System (GPS)**. Disponível em: < [https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Global-Positioning-System#targetText=The%20GPS%20\(Global%20Positioning%20System,10%20meters%20for%20most%20equipment.>](https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Global-Positioning-System#targetText=The%20GPS%20(Global%20Positioning%20System,10%20meters%20for%20most%20equipment.>)>. Acesso em: 28 set. 2019.

SCANAVACCA, Maurício. **Arritmia cardíaca**. 2011 Disponível em: < <https://drauziovarella.uol.com.br/entrevistas-2/arritmia-cardiaca-entrevista/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

SOUSA, N. R. et al. "**Analysis of annual incidence of cardiac rhythm disturbances in the elderly population/Análise da incidência anual dos distúrbios do ritmo cardíaco em idosos/Análisis de la incidencia anual de los trastornos del ritmo cardíaco en la población anciana.**" Revista de Enfermagem da UFPI 7.2 (2018): 52-57.

SPARKFUN. **Bluetooth Basics**. Disponível em < <https://learn.sparkfun.com/tutorials/bluetooth-basics/all/>>. Acesso em: 05 jul 2019.

SURTRTECH. **Measure Heart Rate and SpO2 with MAX30102.** Disponível em < <https://create.arduino.cc/projecthub/SurtrTech/measure-heart-rate-and-spo2-with-max30102-c2b4d8>> Acesso em: 20 fev 2019.

TRIGGS, R. **A quick history of Bluetooth.** 2018 Disponível em: < <https://www.androidauthority.com/history-bluetooth-explained-846345//>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

VORTIGO. **VOCÊ SABE O QUE É WIDGET E PARA QUE ELE SERVE?** 2016 Disponível em: < <http://blog.vortigo.com.br/voce-sabe-o-que-e-widget-e-para-que-ele-serve/>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

W3SCHOOLS. **JSON - Introduction.** Disponível em < [https://www.w3schools.com/js/js\\_json\\_intro.asp/>](https://www.w3schools.com/js/js_json_intro.asp/>). Acesso em: 05 jul 2019.

W3SCHOOLS. **What is JSON?** Disponível em < [https://www.w3schools.com/whatis/whatis\\_json.asp/>](https://www.w3schools.com/whatis/whatis_json.asp/>). Acesso em: 05 jul 2019.