

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – ÊNFASE EM SISTEMAS ELETRÔNICOS
EMBARCADOS

LUCAS HENRIQUE DE SOUZA LIMA SILVA
MATHEUS AUGUSTO DE SOUZA LIMA SILVA

INTERNET DAS COISAS APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO
PARA MONITORAMENTO REMOTO DE IDOSOS

CURITIBA
2018

LUCAS HENRIQUE DE SOUZA LIMA SILVA
MATHEUS AUGUSTO DE SOUZA LIMA SILVA

INTERNET DAS COISAS APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO
PARA MONITORAMENTO REMOTO DE IDOSOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas Eletrônicos Embarcados do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Parente Ribeiro.

CURITIBA

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

LUCAS HENRIQUE DE SOUZA LIMA SILVA
MATHEUS AUGUSTO DE SOUZA LIMA SILVA

INTERNET DAS COISAS APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO
PARA MONITORAMENTO REMOTO DE IDOSOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para à obtenção do título de Engenheiro Eletricista com Ênfase em Sistemas Eletrônicos Embarcados, do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Parente Ribeiro
Orientador – Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR

Prof. Dr. José Carlos da Cunha
Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR

Prof. Dr. Wilson Arnaldo Artuzi Junior
Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR

Curitiba, 05 de dezembro de 2018.

RESUMO

O envelhecimento da população mundial trata-se de um processo de transição demográfica irreversível, logo, o desenvolvimento de dispositivos inteligentes voltados para essa faixa etária se mostra de fato relevante. Na contemporaneidade, observa-se que as tecnologias ditas desruptivas como a Internet das Coisas, vêm ganhando notoriedade, visto seu potencial de transformação da interação humana em diversas áreas, sendo que dentre essas, pode-se destacar a área da saúde do idoso, esse que passa por diversos riscos diários. O emprego dessas novas tecnologias no auxílio ao cuidado dessa crescente população, que ao contrário de gerações anteriores, está muito mais amistosa ao novo e a utilização dos dispositivos móveis e da *internet*, pode transformar a relação entre os idosos e seus entes queridos, proporcionando um maior cuidado sem retirar a autonomia desse. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objeto o estudo e o desenvolvimento de um dispositivo para monitoramento remoto de idosos através de uma pulseira capaz de realizar o monitoramento dos batimentos cardíacos e a detecção de possíveis quedas através de sensores que se comunicam via *Bluetooth Low Energy (BLE)* com o *smartphone* do idoso, que por sua vez se comunica com um servidor na “nuvem”, esse que envia notificações via aplicativo *Android* aos seus familiares e responsáveis, podendo assim facilitar a comunicação para que seja evitado o pior em situações de risco.

Palavras-chave: Idosos. Internet das Coisas. ESP32. Quedas. Firebase. *Android*. Quedas. Fotopletismografia. *Bluetooth Low Energy*.

ABSTRACT

The aging of the world population is irreversible demographic transition a process, so the development of intelligent devices aimed at this age group is indeed relevant. At the present time, it is observed that the so-called disruptive technologies such as the Internet of Things have been gaining notoriety, because its potential for transforming human interaction in several areas, among which the health area of the elderly can be highlighted, which goes through several daily risks. The use of these new technologies to help care for this growing population, which unlike previous generations, is much more friendly to the new and the use of mobile devices and the internet, can transform the relationship between the elderly and their loved ones, providing a care without withdrawing its autonomy. In this context, the present study aims to study and develop a device for remote monitoring of the elderly through a bracelet able of monitoring the heart rate and detecting possible falls through sensors that communicate via Bluetooth Low Energy (BLE) with the smartphone of the elderly, which in turn communicates with a server in the "cloud", which sends notifications via Android application to their relatives and responsible, and thus facilitate communication to avoid the worst in risk situations.

Key-words: Elderly. Internet of Things. ESP32. Falls. Firebase. Android. Falls. Photoplethysmography. Bluetooth Low Energy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. JUSTIFICATIVA	9
2.3 REDE SEM FIO (<i>WIRELESS NETWORK</i>).....	15
2.3.1 A Tecnologia Bluetooth (IEEE 802.15)	15
2.3.2 Baixo Consumo	17
2.4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	18
2.4.1.1. Módulo Carregador de Baterias de Lítio TP4056	19
2.4.1.2. Especificações do Módulo Carregador.....	20
2.4.2. Módulo GY-521 - Acelerômetro e Giroscópio	20
2.4.2.1. Princípios de Funcionamento do Módulo GY-521	21
2.4.2.2. Comunicação no Módulo GY-521	21
2.4.3. Sensor de Frequência Cardíaca	23
2.4.3.1. Especificações do Sensor	25
2.4.4. Motores de Vibração	25
2.4.4.1. Motor de Vibração 1027	26
2.4.5. Chave <i>Push-Button</i> Lilypad.....	27
2.4.6. Linha Condutiva <i>Weareable</i>	Erro! Indicador não definido.
2.4.6.1. Especificações da Linha <i>Wearable</i> ..	Erro! Indicador não definido.
2.4.7. O esp32	28
2.4.7.1. Especificações do ESP32	29
3. MÉTODO.....	32
4. DESENVOLVIMENTO.....	33
4.1. Descrição das funcionalidades do dispositivo	34
4.1.1. Alarme.....	35
4.1.2. Sensor de Frequência Cardíaca	35
4.1.3. Sensor de Quedas	35

REFERÊNCIAS.....43

1. INTRODUÇÃO

A *Internet* das Coisas (ou IoT, sigla da expressão em inglês *Internet of Things*) é uma tecnologia que já tem mudado a forma de interação do mundo físico com o mundo virtual, interação essa tanto de máquina para máquina, quanto de pessoas para máquina, trazendo uma gama de possibilidades de aplicações, tornando os processos mais rápidos e inteligentes.

De acordo com Laplante e Laplante (2016), a *Internet* das Coisas (IoT) de modo geral é qualquer rede de sensores, atuadores, processadores e computadores conectados via *Internet*.

Uma aplicação emergente nesse contexto é a utilização desse conceito na área da saúde, a chamada *Internet of Medical Things* (IoMT) tem atraído o interesse de muitos centros de pesquisa e desenvolvimento, visto ser uma tecnologia que visa facilitar a comunicação médico-paciente e familiares-paciente, evitando o agravamento de quadros que podem ser facilmente detectados, principalmente no que diz respeito à idosos.

O desenvolvimento de dispositivos inteligentes vestíveis baseados em *IoT* para o apoio ao cuidado para essa faixa etária, pode ser um grande aliado na promoção da qualidade de vida e segurança desses, sem lhes tirar a autonomia e a privacidade, visto que muitos quando atingem essa idade preferem continuar mantendo sua independência e se recusam à ir morar na casa de parentes.

O grande aumento da utilização de dispositivos móveis inteligentes trouxe consigo uma gama de possibilidades no que diz respeito à comunicação *sem fio*, viabilizando que esse dispositivo através de aplicativos se comunique com outros dispositivos próximos ou distantes, facilitando assim a troca de informação não só entre pessoas, mas também entre sensores e dispositivos e, entre dispositivos e pessoas.

1.1. JUSTIFICATIVA

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2002), ou ONU, foi no ano de 1982, data da primeira Assembleia Mundial sobre o Envelhecimento, que se começou a abordar sobre a questão do envelhecimento da população mundial, essa transição de processo demográfico que, de acordo com dados levantados por essa organização, é irreversível e que resultará em populações mais idosas em todos os lugares do mundo.

A ONU (2002) afirma ainda que essa transição é resultado direto do aumento da expectativa de vida e da diminuição da taxa de natalidade e estima-se que o número de idosos deve mais que triplicar, atingindo a marca aproximadamente 2 bilhões, e ainda que, o número de pessoas acima dos 80 anos deve quadruplicar, atingindo cerca de 400 milhões de pessoas até 2050.

Segundo a ONU (2002) também, no ano de 2002, mais precisamente de 8 à 12 de abril de 2002, a cidade de Madri sediou a Segunda Assembleia Mundial sobre o Envelhecimento. Os países participantes adotaram dois documentos fundamentais: uma Declaração Política e o Plano Internacional de Ação de Madri sobre o Envelhecimento.

Ambos os documentos incluíam compromissos dos governos de elaborar e implementar medidas para enfrentar os desafios colocados pelo envelhecimento, além de mais de 100 recomendações de ações baseadas em três temas prioritários: idosos e desenvolvimento; promover a saúde e o bem-estar na velhice; e assegurar ambientes de capacitação e de apoio, tudo isso, devido a preocupação com esse crescente público idoso.

De acordo a Organização Mundial da Saúde (2017), ou OMS, as doenças cardiovasculares (DCV) são uma das principais causas de morte no mundo, tirando a vida de 17,7 milhões de pessoas todos os anos, atingindo a marca de 31% de todas as mortes globais. Segundo o Departamento de informática do Sistema Único de Saúde (2014), ou DATASUS, cerca de 100 mil óbitos anuais são devidos ao infarto agudo do miocárdio (IAM) no Brasil, onde a característica de idade avançada é um agravante.

Observa-se também que as quedas são um problema muito comum entre idosos, essas que podem provocar fraturas com danos graves. A demora no

atendimento pode agravar o quadro, prejudicando ainda mais a qualidade de vida, saúde, mobilidade e altos índices de mortalidade no pós-cirúrgico.

Segundo o Sistema Único de Saúde (2017), mais conhecido como SUS, são registrados por ano um gasto de mais de cinquenta e um milhões reais com tratamento de fraturas decorrentes de quedas.

Nesse contexto, aplicações de *IoT* na área da saúde segundo Laplante e Laplante (2016) podem potencialmente oferecer uma gama de possibilidades para o cuidado do paciente em diversos cenários, seja emergência, seja cuidados contínuos em lares de idosos ou mesmo cuidados *homecare*, atingindo principalmente idosos com doenças crônicas ou dificuldades motoras que necessitam de uma maior atenção.

Entende-se que o atendimento imediato ao paciente aumenta as possibilidades de manutenção da vida e uma recuperação com um mínimo de sequelas. Logo o dispositivo a ser desenvolvido propõe além de facilitar a comunicação, proporcionar maior segurança e comodidade ao usuário, e ainda reduzir custos de possíveis gastos advindos de eventuais quedas.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos são subdivididos em dois tipos: Objetivo Geral e Objetivos Específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo a pesquisa e o desenvolvimento de um dispositivo portátil, baseado em *IoT* aplicado à *healthcare* para monitoramento remoto de idosos, esse que utilizando-se de sensores como acelerômetro, sensor de frequência cardíaca, botão de pânico e interfaces de aplicação proporcionará alerta de possíveis situações críticas, como quedas e paradas cardíacas, além de monitoramento sinais dos sinais vitais básicos de idosos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Nesse trabalho, o foco do estudo volta-se ao desenvolvimento do dispositivo de monitoramento remoto de idosos e está dividido nos seguintes objetivos:

- 1) Estudo comparativo de *hardwares* disponíveis no mercado para desenvolvimento de *IoT*, para se determinar qual possui o melhor custo benefício para utilização no presente projeto.
- 2) Estudo para determinação de protocolo de comunicação, fluxo de dados e arquitetura que atendam de melhor modo às funcionalidades do projeto.
- 3) Estudo de *datasheets* e documentações de sensores disponíveis no mercado para se selecionar quais se adequam melhor ao objetivo geral deste trabalho.
- 4) Estudo do funcionamento e teste dos sensores para o levantamento de limiares comparativos e calibração da leitura para se obter melhor índice de acerto.
- 5) Estudo das API's de desenvolvimento para dispositivos Android para o desenvolvimento do aplicativo.
- 6) Estudo de aprimoramentos para as aplicações previstas no projeto a partir dos primeiros resultados.
- 7) Estudo de usabilidade, melhor formato e posição no corpo do usuário para o dispositivo, de modo a ser mais confortável e ao mesmo tempo continuar funcional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Minerva et al. (2015) o ITU (*International Telecommunication Union*) – T Study Group 13, define a *IoT* como: “uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo serviços avançados por meio da interligação das coisas (físicas e virtuais) baseadas na interoperabilidade das tecnologias de informação e de comunicação existentes e em evolução”.

O referido T Study Group 13 define ainda que a Internet das Coisas se dá por meio da exploração de capacidades de identificação, captura, processamento e comunicação de dados, utilizando de modo pleno as coisas para oferecer serviços aos mais variados tipos de aplicações, devendo garantir o cumprimento dos requisitos de segurança e privacidade.

De acordo ainda com Minerva et al. (2015), o projeto *Coordenation and Support Action for Global RFID-related Activities and Standardisation* (CASAGRAS) apresenta a *IoT* como uma estrutura de rede global, que integra ou interliga objetos físicos e virtuais através da captura de dados e capacidades de comunicação, sendo que essa infraestrutura propriamente dita inclui a *internet* bem como o desenvolvimento da rede.

Minerva et al. (2015) dizem ainda que a *IoT* deverá fornecer identificação específica de objetos, capacidade de monitoramento via sensores e de conexão como base para o desenvolvimento de aplicações e serviços independentes e cooperativos, possuindo elevado grau de captura autônoma de dados, atuação em eventos, conectividade e interoperabilidade de rede.

2.1 INTERNET OF MEDICAL THINGS (IOMT) E INTERNET OF M-HEALTH THINGS (M-IOT)

Com o advento da *IoT* dentre suas inúmeras opções de aplicações em muitas indústrias, que influenciam diretamente na vida dos consumidores, existe a indústria da saúde, a qual começa a se utilizar dessa tecnologia emergindo assim uma

categoria industrial única denominada *Internet of Medical Things (IoMT)* que promete revolucionar a forma de trabalho da indústria da saúde.

Observa-se que pela tendência natural a procura por serviços de saúde irá sofrer um grande aumento, sendo necessário medidas para reagir a essa demanda da falta de pessoal, e locais adequados para o cuidado de idosos. Por esta razão, sabe-se que as tecnologias da informação e da comunicação (TIC) devem dar resposta aos problemas surgidos no domínio da saúde.

Através da *IoT* aplicada a saúde existe a possibilidade de monitorar pessoas, equipamentos, amostras e suprimentos, e analisar os dados obtidos. (LAPLANTE;LAPLANTE, 2016).

Salientam ainda a possibilidade de monitorar pacientes em comunidades mais afastadas dos centros urbanos, e aqueles que recebem cuidados domiciliares, propiciando atuação com maior rapidez, melhor qualidade de atendimento, além de maior eficiência na utilização dos recursos.

Um outro conceito dentro desse contexto é o *Mobile Health (M-health)*, que de acordo com Istepanian at al. (2011). Istepanian at al.(2004) define *M-health* como: “dispositivo móvel, sensor médico, e tecnologias de comunicação para cuidados médicos”.

O *M-health* é o que dá origem ao *m-IoT*, e de acordo com Istepanian at al. (2011), trata-se de um novo conceito que alia as funcionalidades do *m-health* e a *IoT*. Seu objetivo é desenvolver aplicações móveis, visto o desenvolvimento da tecnologia 4G. O *m-IoT* integra tecnologias de comunicação baseadas em IP como 6LoWPAN com a emergente rede 4G visando a utilização em serviços de saúde.

2.2 MONITORAMENTO DE IDOSOS NO BRASIL

Fazendo-se um estudo sobre produtos relacionados ao monitoramento de idosos com atuação no mercado nacional de modo a verificar como está esse mercado no Brasil e possíveis concorrentes foram encontradas algumas empresas que oferecem alguns tipos de produtos e serviços, as três empresas com maior expressividade na pesquisa serão apresentadas nesse capítulo.

No Brasil a empresa *telehelp*¹ atua na área de monitoramento de idosos desde 2006, afirma ter clientes hoje em todo Brasil. O serviço prestado trata-se de assistência 24 horas e equipamentos eletrônicos para monitoramento.

Dentre os equipamentos, estão os painéis os quais através da linha telefônica do cliente, pode enviar sinais de emergência à Central de Atendimento 24h e um comunicador viva-voz com bateria de emergência.

Oferecem também um botão em forma de pulseira ou colar, que assim como um relógio, pode ser adaptado ao tamanho de seu pulso ou pescoço. Esse dispositivo (pulseira ou colar) possui um alcance de até 300 metros lineares de sinal e é à prova d'água.

A referida empresa disponibiliza o serviço em vários planos com valores diferenciados. O plano mais básico inclui a pulseira, monitoramento 24 horas e uma ligação semanal de um orientador pelo preço de R\$ 135. O plano mais caro tem orientação médica por telefone, monitoramento fora de casa e chamada de ambulância pelo preço de R\$ 210 acrescido uma taxa de adesão no valor de R\$ 599.

Uma outra empresa no Brasil é a *24/7 Care*², possuem três planos de atendimento: O básico inclui a instalação de um equipamento. Nesse plano, o atendente oferece orientação médica por telefone e liga para um parente próximo se houver necessidade pelo preço de R\$ 129.

O plano *plus* oferece, além do que o básico dispõe detector de quedas, que é instalado na pulseira, ao se detectar o impacto a central recebe um sinal de alerta. O atendente liga para o idoso e, se não houver resposta, avisa um parente para ir até o local, isso pelo preço de R\$ 149.

O *master* oferece tudo o que os demais dispõem, e além disso o serviço de chamada de ambulância, se for necessário pelo preço de R\$ 179..

A empresa *LineCare*³ inaugurada no começo de 2017, assim como as outras empresas, oferece uma pulseira com botão de emergência, mas a empresa criou um aplicativo para família acompanhar o dia do idoso, possibilitando o acompanhamento de sinais vitais e deslocamento. A empresa tem um único plano

¹ Disponível em: <<http://www.telehelp.com.br/dentro-de-casa>>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

² Disponível em: <<http://www.ocuidadorvirtual.com.br/como-funciona/>>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

³ Disponível em: <<http://lincare.com.br/>>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

de serviços, que custa R\$ 59,90 possuindo ainda uma taxa de adesão no valor de R\$ 490.

2.3 REDE SEM FIO (*WIRELESS NETWORK*)

Redes, ou “sem fio”, são redes, como sugere o nome, nas quais os cabos são substituídos por ondas de rádio (ENGST e FLEISHMAN, 2005).

A comunicação digital sem fios não é uma novidade. O físico italiano Guglielmo Marconi demonstrou como funcionava um telégrafo sem fio que transmitia informações de um navio para o litoral por meio de código morse. Os sistemas digitais sem fios modernos, têm um desempenho melhor, mas a idéia básica é a mesma (TANENBAUM, 2007).

Tipos de rede sem fio:

- Redes Locais Sem Fio ou WLAN (Wireless Local Area Network), utilizadas para pequenas área como uma escola, casa ou universidade. Usa sinais de ondas de rádio e seguem padrão IEEE 802.11.
- Redes Metropolitanas sem Fio ou WMAN (Wireless Metropolitan Area Network), possuem alcance de 30 a 50 km. Por exemplo o WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access).
- Redes de Longa Distância sem Fio ou WWAN (Wireless Wide Area Network).
- Redes WLL (Wireless Local Loop) e o novo conceito de Redes Pessoais Sem Fio ou WPAN (Wireless Personal Area Network).
- Redes de área pessoal sem fio, ou WPANs, por exemplo: Bluetooth que segue a IEEE 802.15.1, e Zigbee que segue o padrão IEEE 802.15.4. Esses que são eficientes, portáteis e baratos.

2.3.1 A Tecnologia Bluetooth (IEEE 802.15)

Impulsionado pela troca constante de dados entre milhares de dispositivos e sensores, o avanço da Internet das Coisas está acelerado. A tecnologia Bluetooth® está possibilitando uma visão global para conectar mais dispositivos em mais

lugares, como por exemplo, de telefones celulares para automóveis ou equipamentos médicos para fábricas e centros de atendimento.

A tecnologia Bluetooth é um dispositivo de curto alcance, que tem como objetivo a eliminação dos cabos nas conexões entre dispositivos eletrônicos, portáteis ou fixos. Essa tecnologia tem como principais características sua confiabilidade, baixo consumo e mínimo custo.

Várias das funções das especificações são opcionais, o que permite a diversificação dos produtos. Dispositivos Bluetooth operam na faixa ISM (Industrial, Scientific, Medical) centrada em 2,45 GHz em sua camada física de Radio (RF) que era formalmente reservada para alguns grupos de usuários profissionais. Nos Estados Unidos, a faixa ISM varia de 2400 a 2483,5 MHz. Na maior parte da Europa a mesma banda também está disponível. No Japão a faixa tem uma variação de 2400 a 2500 MHz.

De acordo com as informações no sítio na *web* da tecnologia Bluetooth⁴, os dispositivos são classificados de acordo com a potência e alcance, em três níveis: classe 1 (100 mW, com alcance de até 100 m), classe 2 (2,5 mW e alcance até 10 m) e classe 3 (1 mW e alcance de 1 m, uma variante muito rara).

Cada dispositivo possui um número único de 48 bits para identificação. Os dispositivos *Bluetooth* se comunicam entre si e formam uma rede denominada piconet, na qual podem existir até oito dispositivos conectados. Um deles é o mestre (*master*) e os outros dispositivos são denominados de escravos (*slave*); uma rede formada por diversos "*masters*" (numero máximo de 10) pode ser criada para aumentar o número de conexões.

A banda é dividida em 79 portadoras espaçadas de 1 MHz, logo cada dispositivo pode transmitir em 79 diferentes frequências e para minimizar as interferências, o dispositivo "*master*", depois de sincronizado, pode modificar as frequências de transmissão dos seus "*slaves*" por até 1600 vezes por segundo.

A velocidade de transmissão pode chegar a 3 Mbps em modo de transferência de dados melhorada (EDR) e possui três canais de voz. Toda transferência de dados acontece no canal físico que se subdivide em unidades de tempo, chamadas ranhuras.

⁴ Disponível em: < <https://www.bluetooth.com/>>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

Os dados trocados entre os dispositivos transitam em forma de pacotes, estes por sua vez deverão chegar a estas ranhuras para que a transmissão de dados ocorra com sucesso.

Também de acordo com o sítio na *web* Uma das características da tecnologia Bluetooth é a capacidade bidirecional de transmissão de dados, e isso se deve a técnica por ela utilizada de múltiplo acesso ou duplex por divisão de tempo (TDD). Sobre o canal físico pode-se dizer que é composto por uma camada de enlace físico e canais com seus devidos protocolos de controle.

A hierarquia dos níveis de enlaces é a seguinte: canal físico, enlace físico, comunicação lógica, enlace lógico e canal L2CAP. A tecnologia Bluetooth é um sistema de comunicação sem fio, baseado em radiofrequência, e por sua vez possuem suas interferências, por este motivo não se pode considerá-lo um sistema demasiadamente confiável.

Levando isso em conta existe diversos dispositivos de proteção para cada camada do sistema. No cabeçalho dos pacotes da banda base se utiliza técnicas para correção de erros posteriori (FEC) e uma comprovação de erro no cabeçalho (HEC) como método de verificação posterior.

Essa tecnologia também se utiliza técnicas de comprovação de redundância cíclica (CRC). Nas comunicações lógicas ACL utiliza-se algoritmos de detecção de erros simples, em geral um protocolo ARQ simples. Assim se consegue uma confiabilidade na retransmissão de pacotes.

Este padrão de repetição automática pode modificar-se, para admitir-se pacotes sensíveis à latência. Nas camadas L2CAP proporciona um maior controle nos erros, ao detectar aqueles que passam inadvertidos na camada de banda base, solicitando o reenvio dos dados afetados.

No enlace de difusão não se tem a possibilidade de utilização do padrão ARQ. Porém, com o reenvio de diversas cópias do pacote tem-se uma maior possibilidade de o sistema receber uma sem defeito o que possibilita a esta camada a avaliação do erro no próprio pacote recebido.

2.3.2 Baixo Consumo

Um atributo relevante a se destacar é a questão do baixo consumo de energia da tecnologia Bluetooth, o baixo consumo é um requisito fundamental em

um sistema de monitoramento sem fio. Em sistemas de baixo consumo, observa-se que os sensores consomem menos potência na coleta de dados do que a comunicação sem fio no envio desses dados.

Assim, diminuir a energia consumida durante a transmissão de dados é fundamental para a redução do consumo energia no sistema. Logo, faz-se necessário a escolha de uma tecnologia eficiente para essa função. Essa que influencia diretamente na durabilidade de carga na bateria a ser utilizada pelo dispositivo.

2.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Para o desenvolvimento do projeto estão sendo testados alguns componentes, como sensores, atuadores e bateria, os quais serão apresentados nos próximos itens.

2.4.1 Bateria

De acordo com Rosolem et al. (2012), os principais desafios tecnológicos a serem vencidos em relação à bateria para aplicação são:

- alta confiabilidade;
- alto desempenho (ciclos de vida e profundidade de descarga);
- alta densidade energética (Wh/kg e Wh/l);
- ampla faixa de temperatura de operação;
- tempo de recarga reduzido;
- vida útil elevada;
- peso e volume reduzidos;
- custo razoável;
- segurança;
- não agressividade ao meio ambiente.

As baterias à base de lítio mostram maiores níveis de potência e energia por unidade de massa, uma vez que o lítio é um elemento leve e apresenta um alto

potencial redox. Sua energia específica é duas vezes maior em comparação à energia da bateria de níquel-hidreto metálico, e quatro vezes maior em relação aos níveis da bateria chumbo-ácida. Essa característica constitui um dos principais atrativos para a utilização da tecnologia como fonte de energia para veículos elétricos e híbridos, além do aspecto de baixo impacto ambiental de seus materiais constituintes.

Para este trabalho foi selecionada a bateria lítio-íon Smart Watch Dz09, tendo em vista o tamanho, a capacidade de com uma capacidade de 380 mAh e a possibilidade de ser carregada.

2.4.1.1 Módulo Carregador de Baterias de Lítio TP4056

O Módulo carregador de baterias TP4056 para baterias de lítio possui um LED (*Light Emitting Diode*) indicador de carga, conexão via cabo mini USB (Universal Serial Bus), possibilitando que as baterias sejam recarregadas sem a necessidade de removê-las do circuito. Ele pode ser visualizado na figura 1.

FIGURA 1 - MÓDULO CARREGADOR DE BATERIAS DE LÍTIO TP4056



FONTE: (FILIPFLOP, 2017).

Este módulo é indicado para utilização em robôs, drones e outros equipamentos, microcontrolados ou não, onde se pode usufruir da facilidade de recarga no próprio aparelho. Basta que seja conectada a bateria nos terminais B+ e B- e o módulo alimentado por meio de um cabo mini-usb. O LED vermelho indica

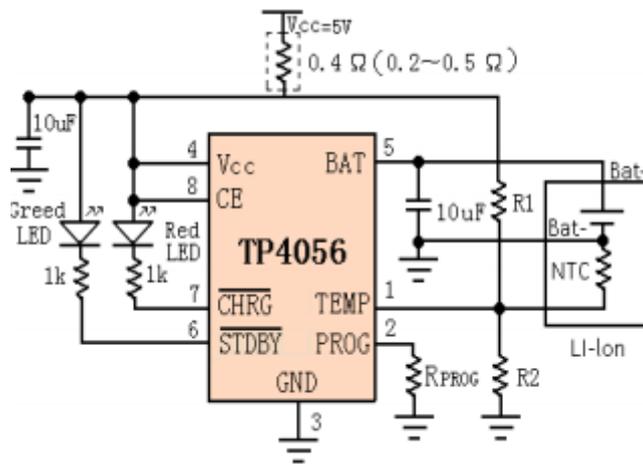
que a bateria está sendo carregada, e o LED verde indica que o processo de carga foi finalizado.

2.4.1.2 Especificações do Módulo Carregador

O módulo carregador de baterias de lítio TP4056 possui as seguintes especificações:

- tensão de operação: 5 volts;
- capacidade máxima de carga: 1A (ajustável);
- tensão de corte na saída: 4.2V +/- 1%;
- proteção contra sobrecarga;
- conexão mini USB;
- *leds* indicadores;
- temperatura de operação: -10°C à 85°C;
- dimensões: 26 x 17 x 5mm.

FIGURA 2 – ESQUEMÁTICO DO CARREGADOR DE BATERIAS DE LÍTIO TP4056



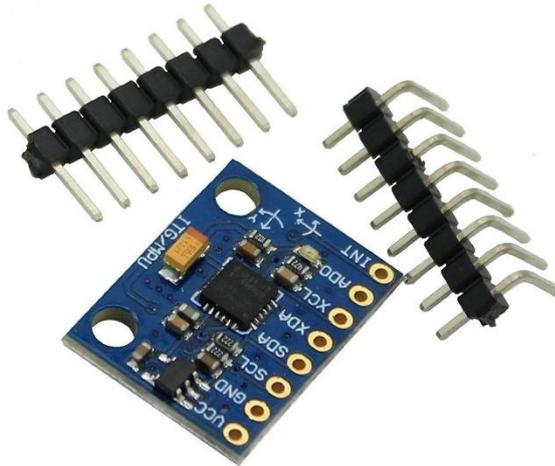
FONTE: (FILIPFLOP, 2017)

1.1. Módulo GY-521 - Acelerômetro e Giroscópio

Esta placa sensor utiliza o MPU-6050 que combina 3 eixos de giroscópio e 3 eixos de acelerômetro juntamente com um processador digital de movimento. O

MPU-6050 suprime problemas de alinhamento de eixos que podem surgir em partes distintas. O módulo pode ser visualizado na figura 3 a seguir.

FIGURA 3 - VISTA DO MÓDULO GY-521



FONTE: (AMAZON, 2017).

1.1.1.1. Princípios de Funcionamento do Módulo GY-521

O acelerômetro é um sensor que mede aceleração, bem como a inclinação, ângulo de inclinação, rotação, vibração, colisão e gravidade. Quando utilizado em um *smartphone*, o acelerômetro pode mudar automaticamente o visor do celular na vertical ou horizontal, já que esse sensor pode verificar em que eixo vetor aceleração da gravidade atua.

O giroscópio trata-se de um sensor que pode monitorar a orientação, direção, movimento angular e rotação. No *smartphone*, um sensor giroscópio geralmente executa funções de reconhecimento de gestos. Além disso, os giroscópios em *smartphones* ajudam a determinar a posição e orientação do aparelho.

1.1.1.2. Comunicação no Módulo GY-521

Esse sensor utiliza o protocolo de comunicação I2C. O I2C é um protocolo de baixa velocidade de comunicação criado pela Philips para comunicação entre placa mãe e dispositivos, Sistemas Embarcados e circuitos de celulares.

O I2C, além de definir um protocolo, é também composto do barramento que é conhecido como TWI (*Two Wire Interface*), um barramento de dois fios composto por um fio para *Clock* (SCL) e outro para Dados (SDA). Cada um conectado a um resistor que funciona como *Pull Up* para o VCC.

O I2C é composto por dois tipos de dispositivos, mestre e escravos, sendo que normalmente um barramento é controlado por um mestre, e possui diversos outros escravos, porém é possível implementar um barramento com outros mestres que solicitam o controle temporariamente do barramento.

Cada dispositivo no barramento é identificado por um endereço 10 bits, alguns dispositivos podem ser de 7 bits.

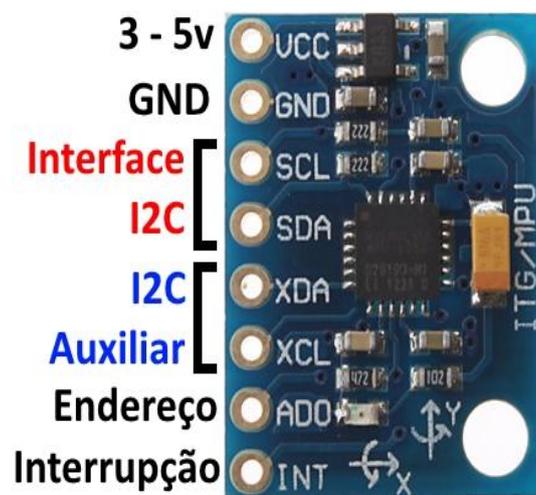
1.1.1.3. Os Pinos do Módulo GY-521

O referido dispositivo possui os seguintes pinos:

- Vcc: Alimentação de 3,3V à 5 V;
- GND: 0 V;
- SCL(*Slave_Clock*) : *Clock* de saída para o Mestre (Protocolo I2C);
- SDA(*Slave_Data*) : Dados de saída para o Mestre (Protocolo I2C);
- XDA(*AUX_Data*) : *Clock* de entrada para comunicação com dispositivo auxiliar;
- XCL(*AUX_Clock*) :Data de entrada para comunicação com dispositivo auxiliar;
- AD0: Define o endereço de I2C, se 0 V o endereço é 0x68, se 3,3 V o endereço é 0x69.Esse pino tem um resistor *Pull Down*, mantendo 0V no pino, caso não seja forçado valor contrário;
- INT: Interrompe a saída.

O *pinout* do módulo pode ser observado na figura 4.

FIGURA 4 - VISTA DOS PINOS DO MÓDULO GY-521



FONTE: (THOMSEN, 2014).

1.1.2. Sensor de Frequência Cardíaca

O sensor monitor cardíaco faz a leitura dos batimentos cardíacos usando um sensor óptico com amplificadores operacionais para amplificar os sinais de leitura, e envia esses dados para o microcontrolador. Para o funcionamento basta simplesmente prendê-lo ao pulso, orelha ou ponta do dedo.

A frequência cardíaca ou ritmo cardíaco é o número de batimentos do coração por unidade de tempo, geralmente apresentado em batimentos por minuto ou bpm. O sensor pode ser visualizado na figura 5.

FIGURA 5 - VISTA DO SENSOR DE FREQUÊNCIA CARDÍACA

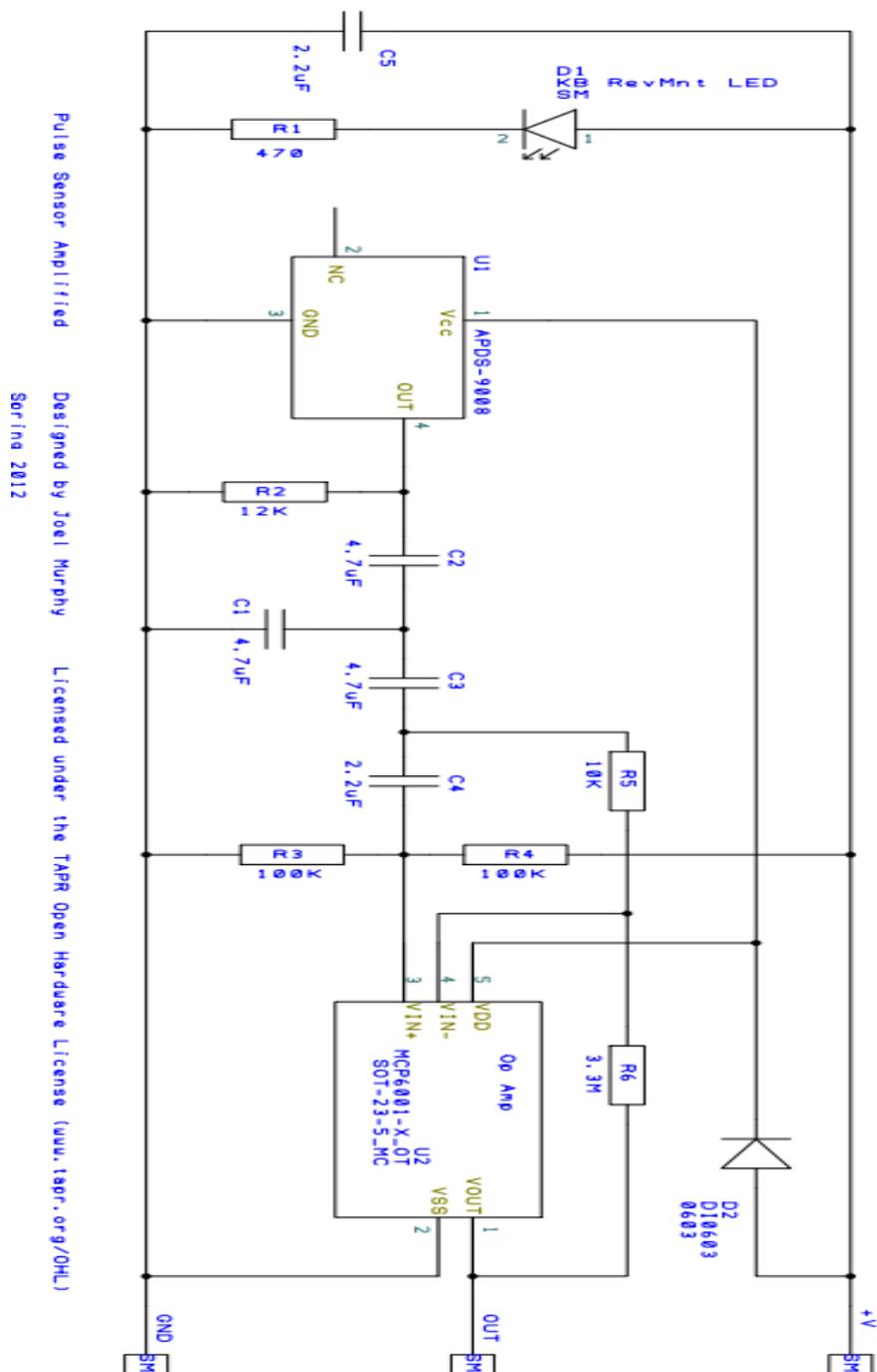


FONTE: (AUTOCORE ROBÓTICA, 2017).

Devido ao baixo consumo de energia (4mA), e por ser fácil de se utilizar, o sensor de pulso apresentado é indicado para projetos embarcados e *wearables*.

Grande parte da luz é absorvida ou refletida pelos órgãos, porém um pouco de luz passa pelos tecidos se forem finos o suficiente. Durante o bombeamento do sangue através do corpo, o sangue é comprimido para dentro dos tecidos capilares, assim o volume dos tecidos aumenta ligeiramente. Em seguida, entre batimentos cardíacos, o volume diminui.

FIGURA 6 – ESQUEMÁTICO DO SENSOR DE FREQUÊNCIA CARDÍACA



FONTE: (MURPHY, 2012)

Essa mudança de efeitos de volume afeta a quantidade de luz que passa através do corpo. A variação é muito pequena, por isso torna-se necessária a utilização de um circuito eletrônico de amplificação e filtragem para percebê-la.

Como fonte de luz é utilizada um *LED* infravermelho e como detector de luz é utilizado um sensor de fotodiodo. É de suma importância o alinhamento dos dois dispositivos, de modo que o comprimento de onda de saída de luz do *LED* seja detectado pelo fotodiodo. O fotodiodo é um dispositivo que gera uma pequena tensão e corrente, quando atingido por fótons de luz. Para se evitar ruídos o fotodiodo precisa ser protegido de luz ambiente.

Para amplificar o pequeno sinal que sai do fotodiodo, é utilizado um conversor de corrente para tensão, circuito muito conhecido em eletrônica analógica. O esquemático está apresentado na figura 6.

1.1.2.1. Especificações do Sensor

O sensor apresenta as seguintes especificações:

- tensão de operação: 3 ou 5VDC;
- fácil conexão com o microcontrolador;
- sensor ótico integrado;
- dimensões: 16 x 2,7mm.

1.1.3. Motores de Vibração

Existem dois tipos básicos de motor de vibração. Um é o motor de vibração de massa rotativa excêntrica (ERM) que usa uma pequena massa desequilibrada em um motor DC, quando gira, cria uma força que se traduz em vibrações. Outro é um atuador ressonante linear (LRA), o mesmo contém uma pequena massa interna ligada a uma mola, que cria uma força quando acionada.

Os pequenos motores de vibração têm tido ênfase desde a década de 1960. Primeiramente, foram desenvolvidos para produtos de massagem, mas o seu desenvolvimento tomou uma nova vertente na década de 90, quando os consumidores exigiram vibracall em seus telefones móveis.

Atualmente, desenvolvedores e usuários aprenderam com duas décadas de telefones celulares, que o alerta de vibração é uma excelente maneira de alertar os operadores para um evento.

Os motores de vibração em miniatura são usados em variados produtos, como ferramentas, scanners, instrumentos médicos, rastreadores GPS. Sendo sua utilização uma maneira barata de aumentar o valor de um produto, e diferenciá-lo da concorrência.

Esse motor embutido no dispositivo proposto nesse trabalho poderia atuar como despertador e aviso de horário para tomar remédio.

1.1.3.1. Motor de Vibração 1027

Esse motor selecionado para o projeto possui as seguintes especificações:

- tensão de operação: 2,5 – 4V;
- corrente de operação: 90mA Max;
- velocidade de rotação: 9000 RPM;
- comprimento do cabo: 30 mm;
- dimensão total: 40 x 10 x 3 mm.

O referido motor pode ser visualizado na figura 7.

FIGURA 7 - VISTA DO MOTOR DE VIBRAÇÃO 1027



FONTE: (FILIPFLOP, 2017).

1.1.4. Chave *Push-Button* LilyPad

Um Push-button (botão de pressão) é uma chave que contém um botão que ao ser pressionado abre ou fecha os contatos de um circuito, abrindo ou fechando o circuito onde ele está conectado, geralmente possui ação de contato momentânea, ou seja, a conexão é aberta ou fechada apenas momentaneamente, enquanto o botão estiver sendo pressionado. (REIS, 2016)

Esse tipo de chave pode ser Normalmente Fechada / NF (Normally Closed / NC), quando a conexão entre os contatos está estabelecida por padrão e é interrompida ao pressionamento do botão; ou então Normalmente Aberta / NA (Normally Open / NO), caso no qual a conexão é fechada (estabelecida) ao pressionarmos o botão.

A chave *Push-Button LilyPad*, que pode ser observada na figura 8, foi projetada para utilização em dispositivos vestíveis (*wearables*), podendo ser usada para ativação de sensores, luzes, leds, *buzzers* e outros dispositivos. (FILIPFLOP, 2017)

Além da utilização com fios, a chave pode ser soldada no circuito ou costurada com linha condutiva.

Essa que possui as seguintes especificações:

- material chave: plástico e metal;
- dimensões: 30 x 7 x 2 mm.

FIGURA 8 – VISTA DO *PUSH-BUTTON* LILYPAD 1027



FONTE: (FILIPFLOP, 2017).

1.1.5. O ESP32

O ESP32 é um sistema de baixo consumo e baixo custo em uma série de chips (SoC) criado pela Espressif Systems, o mesmo possui um diferencial em conter *Wi-Fi* e recursos *Bluetooth* de modo duplo. Este microcontrolador é um sucessor do ESP8266 com novos recursos e melhorias. A Tabela 1 apresenta um comparativo entre o ESP32, ESP8266 e o ARDUINO UNO R3.

A série de chips ESP32 atualmente inclui ESP32-D0WDQ6 (e ESP32-D0WD), ESP32-D2WD e ESP32-S0WD. No seu interior, há um microprocessador Tensilica Xtensa LX6 de núcleo duplo (ou núcleo único) com uma taxa de clock de até 240 MHz.

O ESP32 possui inúmeras integrações devido aos *switches* de antenas, RF *balun*, amplificador de potência, amplificador de baixa ruído, filtros e módulos de gerenciamento de energia embutidos nele.

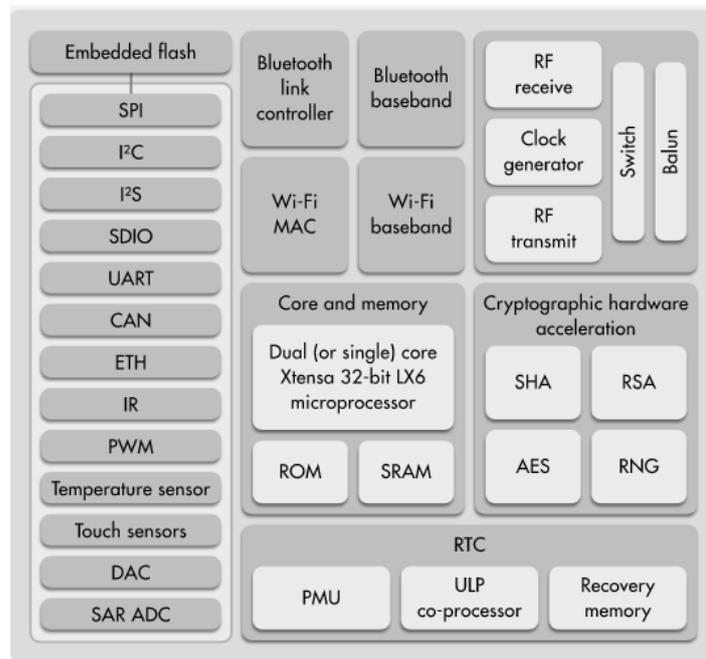
Projetado para dispositivos móveis, eletrônicos wearable e aplicações IoT, o ESP32 consegue um consumo de energia ultra-baixo através de recursos de economia de energia, incluindo clock com ajuste fino, vários modos de energia e escala de energia dinâmica.

TABELA 1 – COMPARATIVO ENTRE MICROCONTROLADORES

	ESP32	ESP8266	ARDUINO UNO R3
CORES	2	1	1
ARQUITETURA	32 bits	32 bits	8 bits
CLOCK	160 MHz	80 MHz	16 MHz
WiFi	sim	sim	não
BLUETOOTH	sim	não	não
RAM	512 Kb	160 Kb	2 Kb
FLASH	16 Mb	16 Mb	32 Kb

GPIO	32	17	14
INTERFACES	SPI, I2C, UART, I2S,CAN	SPI, I2C, UART, I2S	SPI, I2C, UART
ADC	18	1	6
DAC	2	0	0

FIGURA 10 – DIAGRAMA DE BLOCOS DAS FUNÇÕES



FONTE: (ESPRESSIF SYSTEMS, 2017).

1.1.5.1. Especificações do ESP32

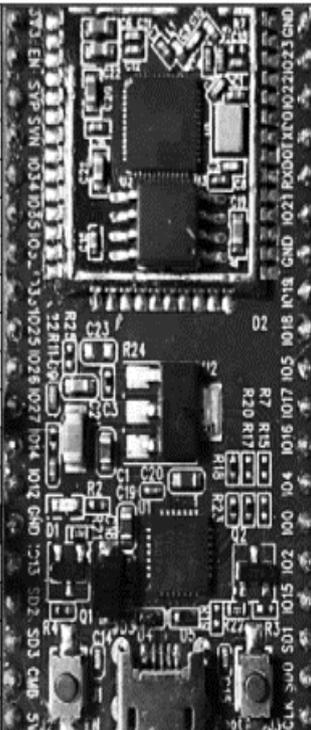
As especificações do ESP32 são descritas nos seguintes tópicos:

- processador principal: microprocessador lx6 Tensilica Xtensa de 32 bits;
- núcleos: 2 ou 1 (dependendo da variação);
- frequência do *clock*: até 240 MHz;
- desempenho: até 600 DMIPS;
- conectividade sem fio:
 - *Wi-Fi*: 802.11 b / g / n / e / i (802.11n @ 2.4 ghz até 150 mbit / s);

- *Bluetooth*: v4.2 BR / EDR e *Bluetooth Low Energy* (BLE);
- baixa potência: as opções de baixa potência utilizam o co-processador ULP para garantir que se possa fazer conversões ADC, computação e limiares de nível dentro do *deep sleep*;
- memória:
 - memória interna:
 - ROM: 448 kB (para inicializar e funções principais);
 - SRAM: 520 kB (para dados e instruções);
 - RTC *Slow* SRAM: 8 kB;
 - RTC Fast SRAM: 8 kB;
 - eFuse: 1 kbit;
 - flash interno: 0 MB ou 2 MB (dependendo da variação);
 - flash externo e SRAM: ESP32 sem flash incorporado suporta até 4 × 16 MB de flash externo QSPI e SRAM de 8 MB com criptografia de hardware baseada em AES para proteger os programas e dados do desenvolvedor;
 - entrada / saída periférica: interface periférica com DMA que inclui toque capacitivo, ADCs (conversor analógico-digital), DAC (conversor digital-analógico), I²C (Inter-Integrated Circuit), UART (receptor / transmissor assíncrono universal), CAN 2.0 (Rede De Controle De Área), SPI (Interface Periférica Serial), I²S (Integrated Inter-IC Sound), RMI (Reduced Media-Independent Interface), PWM (modulação de largura de pulso), entre outros;
 - segurança:
 - recursos de segurança suportados pelo padrão ieee 802.11, incluindo WPA, WPA / WPA2 E WAPI;
 - modo de segurança;
 - criptografia flash;
 - 1024-bit OTP, até 768 bits para clientes;
 - criptografia de hardware: AES, SHA-2, RSA, criptografia de curva elíptica (ECC), gerador de números aleatórios (RNG);

FIGURA 11 – VISTA DAS SAÍDAS E ENTRADAS DO ESP32

ESP32 Dev Board PINMAP

				3.3V		GND			
(pu)			RESET	EN		GPIO23	VSPI MOSI		SPI MOSI
SVP		ADC0		GPIO36		GPIO22			Wire SCL
SVN		ADC3		GPIO39		GPIO1	TX0		Serial TX
		ADC6		GPIO34		GPIO3	RX0		Serial RX
		ADC7		GPIO35		GPIO21			Wire SDA
	TOUCH9	ADC4		GPIO32		GND			
	TOUCH8	ADC5		GPIO33		GPIO19	VSPI MISO		SPI MISO
DAC1		ADC18		GPIO25		GPIO18	VSPI SCK		SPI SCK
DAC2		ADC19		GPIO26		GPIO5	VSPI SS		(pu) SPI SS
	TOUCH7	ADC17		GPIO27		GPIO17			
TMS	TOUCH6	ADC16	HSPI SCK	GPIO14		GPIO16			
(pd) TDI	TOUCH5	ADC15	HSPI MISO	GPIO12		GPIO4		ADC10 TOUCH0	(pd)
				GND		GPIO0	BOOT	ADC11 TOUCH1	(pu)
TCK	TOUCH4	ADC14	HSPI MOSI	GPIO13		GPIO2		ADC12 TOUCH2	(pd)
			FLASH D2	GPIO9		GPIO15	HSPI SS	ADC13 TOUCH3	TDO (pu)
			FLASH D3	GPIO10		GPIO8	FLASH D1		
			FLASH CMD	GPIO11		GPIO7	FLASH D0		
				5V		GPIO6	FLASH SCK		

source: github.com/espressif/arduino-esp32

FONTE: (ESPRESSIF SYSTEMS, 2017).

1.1.6. DISPLAY OLED (*Organic Light-Emitting Diode*)

O OLED é um dispositivo de estado sólido composto por camadas finas de compostos orgânicos de reduzida espessura, entre 0,0001-0,0005 milímetros. O principal fenômeno de funcionamento de um OLED é baseado na eletroluminescência, isto é, na emissão de luz por parte do material quando sujeito a um campo elétrico (OLIVEIRA e FALCÃO, 2015).

A estrutura comum de um OLED está baseada em cinco componentes. Na base encontra-se presente uma lâmina de vidro ou um plástico transparente, como substrato, no qual é depositado o dispositivo. No centro estão localizadas duas camadas orgânicas, uma designada como camada orgânica condutora e outra camada orgânica emissora. Estas camadas, por sua vez, encontram-se entre dois eletrodos, sendo um o terminal positivo (ânodo) e outro o terminal negativo (cátodo).

Quando uma tensão elétrica é aplicada nos eletrodos deste dispositivo ocorre uma série de fenômenos físicos que resultam na emissão de luz. A cor da luz produzida depende do tipo de plástico utilizado como camada orgânica emissora. A

intensidade e o brilho da luz emitida dependem da quantidade de tensão elétrica aplicada, sendo que quanto mais elevada esta for maior intensidade e brilho terá a luz.

Existem vários tipos de OLEDs que possuem funcionamentos diferenciados, como é o caso do OLED branco, que emite luz branca mais brilhante, mais uniforme e com mais eficiência energética do que a luz emitida pelas lâmpadas fluorescentes, sendo assim uma potencial solução para a substituição destas, resultando uma redução de custos energéticos.

Outro tipo de OLED são os OLEDs flexíveis e, como o próprio nome indica, possuem flexibilidade, são muito leves e de longa duração, sendo assim muito utilizados, por exemplo, em celulares reduzindo a possibilidade de quebra da tela.

Os OLEDs já são comercializados no mundo da tecnologia, sendo encontrados em televisões, computadores, smartphones, tablets e câmaras fotográficas. No entanto, é uma área que está em crescente desenvolvimento com perspectiva em muitas aplicações em diversos ramos da tecnologia.

Os OLEDs apresentam um conjunto de vantagens ligadas à sua utilização em aplicações presentes na vida diária da sociedade, como a flexibilidade, leveza, incremento da intensidade e brilho da luz emitida.

Está sendo feito o estudo da utilização desse display para sinalizações no dispositivo através de entrevistas com idosos, devido ao tamanho das letras pode não ser tão interessante sua utilização no dispositivo, já que esse estaria vinculado a um *smartphone*.

2. MÉTODO

O trabalho será desenvolvido baseando-se à priori através de pesquisa a nível teórico aplicado aos temas que fundamentam este trabalho. Começando assim por uma revisão bibliográfica sobre o conceito de *Internet* das coisas e de suas aplicações na área da saúde, buscando informações em artigos científicos e livros que abordam essa temática.

Na sequência se inicia-se a busca em bases de dados de instituições governamentais a nível nacional e mundial, para colhimento de dados quantitativos.

Dados esses referentes a ocorrência e evolução de quedas em Idosos, anomalias cardíacas que podem evoluir à óbito, e ainda empresas brasileiras que possivelmente atuam no ramo ao qual se aplica o tema desse trabalho.

Em seguida direciona-se na pesquisa para o desenvolvimento do protótipo, começando pela pesquisa e escolha de baterias disponíveis no mercado que sejam compactas e eficientes. Pesquisa por sensores de pulso cardíaco, acelerômetros e giroscópios disponíveis no mercado e compatíveis para a aplicação nesse trabalho.

Além disso, se segue na pesquisa e comparação por *hardwares* que possam receber esses dados dos sensores e enviá-los para um dispositivo móvel (smartphone) que por sua vez enviará esses dados para um servidor, através de *datasheets*, *sites* e lojas *on-line*.

Selecionados os componentes adequados, se parte para a fase de testes dos sensores, calibração e filtragem dos dados gerados por esses, e escolha da linguagem de programação que seja suportada pelo *hardware* para lidar com os dados gerados e banco de dados.

Por fim, a montagem dos sensores e hardware de controle em um dispositivo para apresentação do trabalho.

3. DESENVOLVIMENTO

O projeto é descrito pelos objetivos específicos e pode ser representado por um hardware coletor de dados do idoso através de sensores não invasivos, acoplados em um dispositivo (que a priori será uma pulseira), do dispositivo os dados serão analisados e enviados para um smartphone e dele para “nuvem”.

Esses dados poderão ser acessados através de dispositivos móveis pelos interessados na informação, como pode-se observar na figura 10.

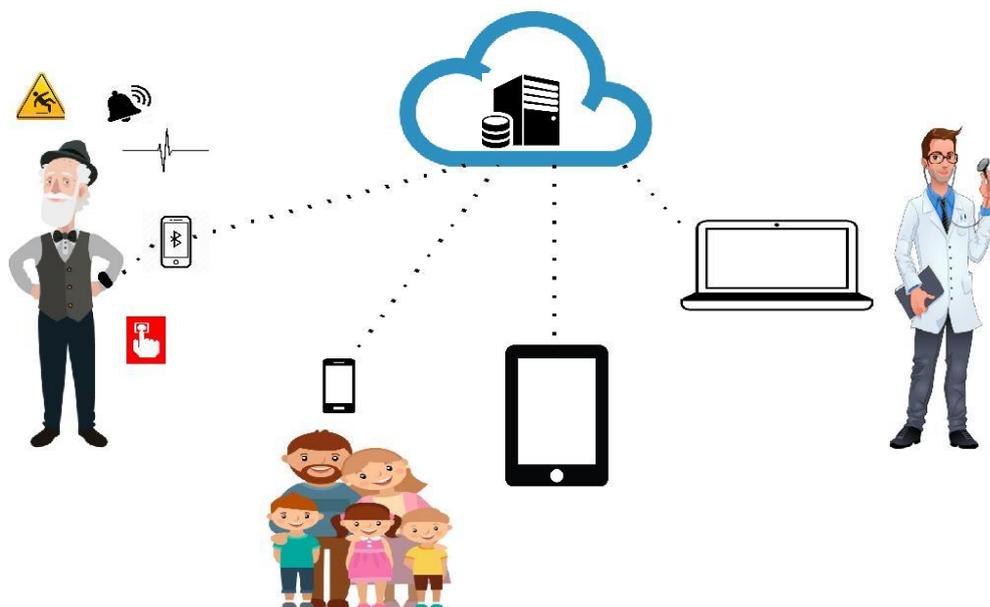
Para o projeto é necessário que o acelerômetro/giroscópio identifique o que é estar de pé, sentado ou queda, para selecionar corretamente a queda. O motor de vibração precisa ser como o utilizado em celulares, que é pequeno e serve para funcionalidade de chamar a atenção, como um despertador. O botão é um

componente mais simples, mas terá a funcionalidade de acionar pânico em situações críticas.

3.1. DESCRIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES DO DISPOSITIVO

O dispositivo possuirá as funcionalidades descritas nos itens a seguir e apresentados na figura 12. Como pode ser visto na figura 12, o dispositivo deve identificar quedas, dar alertas, fazer o monitoramento cardíaco e ter um botão de emergência. Com dados sendo transferidos via Bluetooth para um *smartphone* ou *tablet* e então para um servidor, disponibilizando os dados via web ou aplicativo Android para *smartphones* ou *tablets* de familiares e outros interessados.

FIGURA 12- ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO DISPOSITIVO



FONTE: (Próprio autor, 2017).

3.1.1. Alarme

O dispositivo possui conectividade *Bluetooth* que comunicará com um *smarthphone*. Em um aplicativo nesse *smarthphone* o usuário poderá configurar alarme para os horários que precisa tomar seus remédios.

No horário selecionado, o motor de vibração acoplado ao dispositivo acionará, e no *display* mostrará o remédio configurado previamente.

3.1.2. Sensor de Frequência Cardíaca

O sensor de frequência cardíaca estará acoplado ao dispositivo e fará o monitoramento da frequência cardíaca. Seguindo o fluxo já mencionado (Dispositivo – *smarthphone* – nuvem), esses dados ficarão armazenados na nuvem e poderão ser acessados mediante a login e senha de familiares e interessados (médicos/plano de saúde).

3.1.3. Sensor de Quedas

Através do módulo GY-521 composto por giroscópio e acelerômetro, serão detectadas possíveis quedas, pela aceleração gravitacional e giro brusco. Quando na ocorrência da queda, o dispositivo enviará alerta via aplicativo para os familiares cadastrados.

3.1.4. Botão de Pânico

A chave *Push-Button* acoplada ao dispositivo terá a funcionalidade de botão de pânico. Assim, quando na ocorrência de situação de emergência o usuário poderá acionar esse botão, esse que por sua vez, via o dispositivo enviará aviso de emergência para os demais usuários cadastrados na mesma conta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para essa fase do trabalho, desenvolveu-se uma série de testes para homologação dos itens selecionados e comprados, ou seja, testes para verificação do funcionamento básico desses itens e, se os mesmos atendem as necessidades do equipamento a ser desenvolvido.

Tendo em vista que essa fase objetiva apenas testes e não implementação, como se verificará a seguir, esses testes foram realizados se utilizando da plataforma IDE Arduíno, essa que é compatível com o ESP32 e possibilita a realização desses testes.

Os testes realizados estão descritos nos itens a seguir.

4.1. TESTE DE COMUNICAÇÃO COM SERVIDOR WEB

Neste teste, objetivou-se verificar a funcionalidade *WiFi* do ESP32. Para isso foi desenvolvido *script* em plataforma de desenvolvimento Arduino, através do qual via protocolo IP, o supracitado dispositivo comunica com servidor web e, através da página web pode-se controlar o acendimento de um *led* conectado ao ESP32 via *WiFi*.

Como mostra a figura 13, obteve-se um resultado satisfatório na implementação da página web em HTML. Caso aperte “ON” o *led* deve acender, caso “OFF” o *led* deve apagar.

FIGURA 13- PÁGINA WEB PARA CONTROLE REMOTO DE LED.



FONTE: (Próprio autor, 2017).

O *login* e a senha da rede *wifi* foram implementados diretamente no código. Na figura 14 pode-se observar a saída na serial da ide arduino, que apresenta a conexão do esp32 com a rede e o endereço ip para acesso da página *web*.

FIGURA 14 - SERIAL INTERFACE ARDUÍNO

```
COM3

rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
ets Jun  8 2016 00:22:57

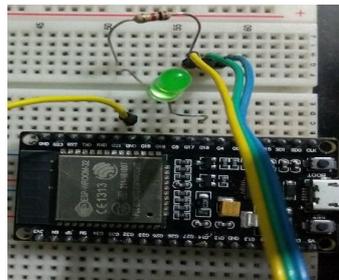
rst:0x10 (RTCWDT_RTC_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0010,len:4
load:0x3fff0014,len:956
load:0x40078000,len:0
load:0x40078000,len:11856
entry 0x40078a34

Connecting to 127
..
WiFi connected
IP address:
100.43.1.207
```

FONTE: (Próprio autor, 2017).

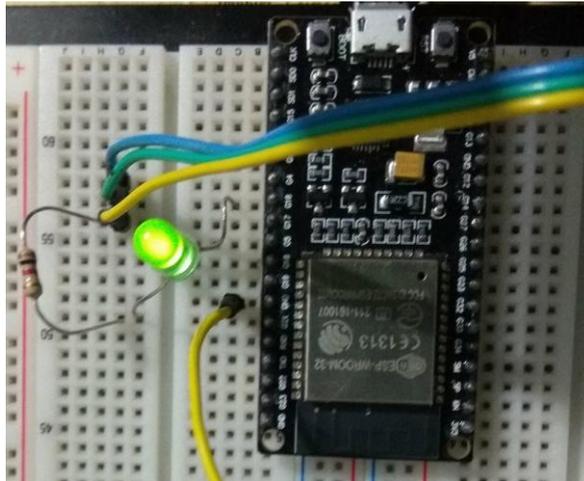
Nas figuras a seguir 15 e 16 pode-se observar a mudança do LED de desligado para ligado.

FIGURA 15 – LED DESLIGADO



FONTE: (Próprio autor, 2017).

FIGURA 16 – LED LIGADO



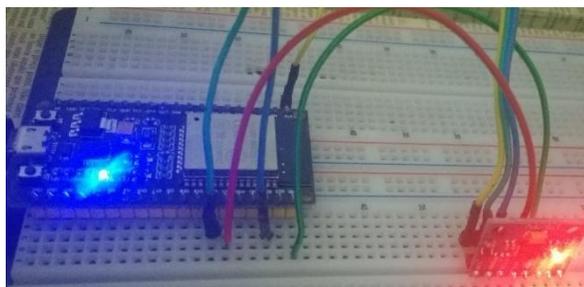
FONTE: (Próprio autor, 2017).

Tendo em vista o resultado satisfatório, o componente ESP32 foi aprovado no teste em sua funcionalidade de conexão WiFi.

4.2. TESTE DO MÓDULO GY-521

Para teste do módulo GY-521, o mesmo foi conectado ao ESP32 nas portas GPIO21 (SDA) E GPIO22 (SDL) que são as portas de comunicação do tipo I2C. Como mostra a figura 17.

FIGURA 17 – MÓDULO GY-521 EM TESTE



FONTE: (Próprio autor, 2017).

Como pode-se verificar na figura 18, existe uma variação de posição ao se movimentar o sensor nos eixos 'x', 'y' e 'z' do acelerômetro e giroscópio, na saída serial pode ser visto em sequência da esquerda para direita a variação do acelerômetro, temperatura e que é um sensor adicional presente no módulo e variação do giroscópio.

FIGURA 18 – SAÍDA SERIAL APRESENTANDO POSIÇÕES 'X', 'Y', 'Z', TEMPERATURA E POSIÇÕES DO GIROSCÓPIO, PRESENTES NO MÓDULO GY-521

```
AcX = 16672 | AcY = -232 | AcZ = 72 | Tmp = 27.31 | GyX = -124 | GyY = -158 | GyZ = 36
AcX = 16684 | AcY = -260 | AcZ = 104 | Tmp = 27.35 | GyX = -145 | GyY = -131 | GyZ = 55
AcX = 16716 | AcY = -248 | AcZ = 108 | Tmp = 27.31 | GyX = -133 | GyY = -168 | GyZ = 57
AcX = 16788 | AcY = -244 | AcZ = -4 | Tmp = 27.40 | GyX = -165 | GyY = -146 | GyZ = 42
AcX = 16776 | AcY = -160 | AcZ = 40 | Tmp = 27.35 | GyX = -129 | GyY = -143 | GyZ = 36
AcX = 16728 | AcY = -136 | AcZ = 104 | Tmp = 27.31 | GyX = -167 | GyY = -133 | GyZ = 34
AcX = 16712 | AcY = -180 | AcZ = 4 | Tmp = 27.40 | GyX = -141 | GyY = -167 | GyZ = 31
AcX = 16644 | AcY = -200 | AcZ = 268 | Tmp = 27.45 | GyX = -142 | GyY = -121 | GyZ = 55
AcX = 16616 | AcY = -208 | AcZ = 16 | Tmp = 27.45 | GyX = -146 | GyY = -160 | GyZ = 44
AcX = 16736 | AcY = -204 | AcZ = 148 | Tmp = 27.40 | GyX = -152 | GyY = -168 | GyZ = 57
AcX = 16796 | AcY = -144 | AcZ = 120 | Tmp = 27.45 | GyX = -138 | GyY = -167 | GyZ = 51
AcX = 16700 | AcY = -140 | AcZ = 156 | Tmp = 27.40 | GyX = -161 | GyY = -156 | GyZ = 51
AcX = 16696 | AcY = -140 | AcZ = -84 | Tmp = 27.40 | GyX = -147 | GyY = -145 | GyZ = 56
AcX = 16728 | AcY = -144 | AcZ = 72 | Tmp = 27.49 | GyX = -155 | GyY = -145 | GyZ = 32
AcX = 16656 | AcY = -188 | AcZ = 112 | Tmp = 27.54 | GyX = -154 | GyY = -125 | GyZ = 65
AcX = 16692 | AcY = -204 | AcZ = -12 | Tmp = 27.45 | GyX = -144 | GyY = -162 | GyZ = 53
AcX = 16700 | AcY = -264 | AcZ = 92 | Tmp = 27.45 | GyX = -160 | GyY = -162 | GyZ = 46
AcX = 16832 | AcY = -196 | AcZ = 152 | Tmp = 27.49 | GyX = -146 | GyY = -139 | GyZ = 34
AcX = 16780 | AcY = -248 | AcZ = 100 | Tmp = 27.40 | GyX = -158 | GyY = -179 | GyZ = 32
AcX = 16688 | AcY = -244 | AcZ = 184 | Tmp = 27.49 | GyX = -168 | GyY = -130 | GyZ = 56
AcX = 16680 | AcY = -176 | AcZ = 32 | Tmp = 27.49 | GyX = -142 | GyY = -128 | GyZ = 48
```

Auto-rolagem Nenhum final-de-linha 9600 velocidade Deleta a saída

FONTE: (Próprio autor, 2017).

4.3. TESTE DO SENSOR DE FREQUÊNCIA CARDÍACA

Para teste do Sensor de Pulso, o mesmo foi conectado ao ESP32 pela GPIO0 (ADC2_CH1), que é uma porta analógica, como pode ser observado na figura 19 a seguir e com auxílio da *Serial Plotter*, apresentado na figura 20, pode-se observar em tempo real a variação do sensor de pulso.

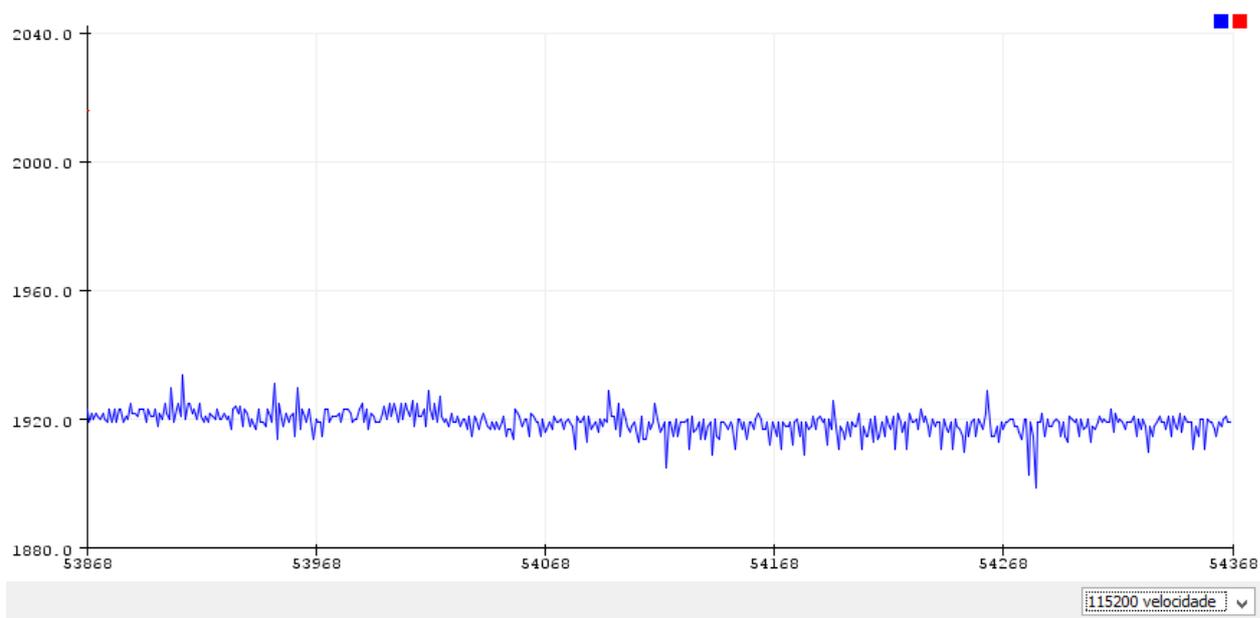
FIGURA 19 – SENSOR DE PULSO EM TESTE



FONTE: (Próprio autor, 2017).

A figura 20 apresenta um gráfico medido no teste do sensor de pulso cardíaco, o eixo 'x' apresenta o tempo e o 'y' a variação de tensão elétrica.

FIGURA 20 – SINAL DE SAÍDA DO SENSOR DE PULSO EM TEMPO REAL (TENSÃO X TEMPO)



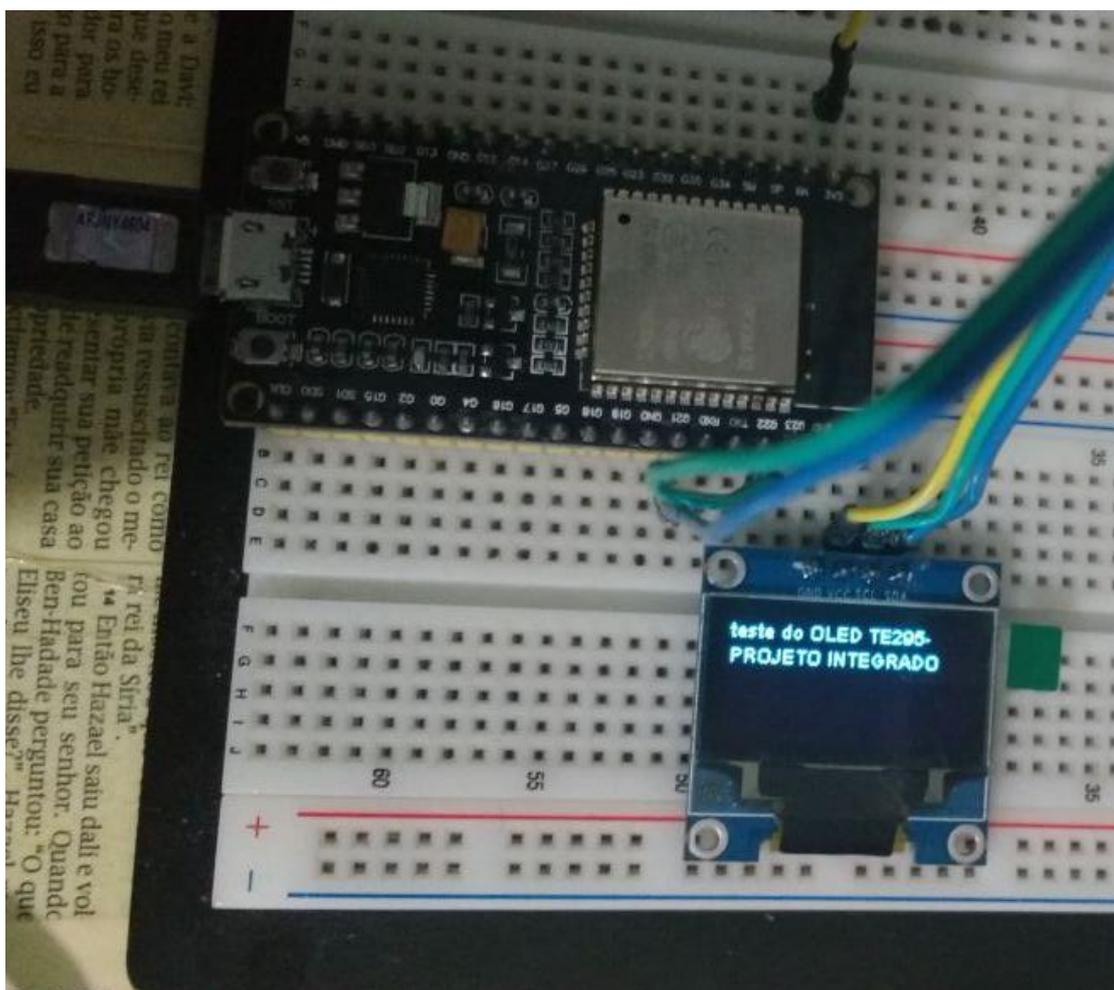
FONTE: (Próprio autor, 2017).

4.4. TESTE DO DISPLAY OLED

Para o teste do *display OLED*, o mesmo foi conectado ao ESP32 nas portas GPIO21 (SDA) E GPIO22 (SDL) que são as portas de comunicação do tipo I2C.

A figura 21 mostra o texto “teste do OLED TE295-PROJETO INTEGRADO” sendo exibidas no display, nesse teste aplicado configurações de tamanho de letra, fonte e troca de texto na tela.

FIGURA 21 – SENSOR DE PULSO EM TESTE



FONTE: (Próprio autor, 2018).

6. CONCLUSÃO

Com essa pesquisa pode-se observar a importância de novas tecnologias que atendam a nova demanda de idosos crescente devido ao envelhecimento da população e aumento da expectativa de vida no planeta, de modo a ajudá-los nesse novo cenário, garantindo um maior cuidado, assistência e ao mesmo tempo independência do idoso. Aprofundar o entendimento do funcionamento dos sensores e atuadores utilizados, bem como compreender melhor a importância do conceito de internet das coisas, o qual certamente irá revolucionar em poucos anos o dia-a-dia das pessoas nas mais diversas áreas.

6.1. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro está o desenvolvimento de aplicativo na plataforma *Android* para interação de dados tanto para parentes, como plano de saúde e médicos via *smartphones* ou *tablets*. Ou ainda o desenvolvimento de um algoritmo inteligente para reconhecimento de padrões a respeito de equilíbrio ou ainda anomalias relacionadas ao batimento cardíaco.

REFERÊNCIAS

AMAZON. Industrial & Scientific. Amazon, 2017. Disponível em: <<https://www.amazon.com/Makerfire%C2%AE-Arduino-MPU-6050-Gyroscope-Accelerometer/dp/B00NH8Z6BU>>. Acesso em: 09 maio 2017.

AUTOCORE ROBÓTICA. Módulo Sensor Pulso. AUTOCORE ROBÓTICA, 2017. Disponível em: <<https://www.autocorerobotica.com.br/modulo-sensor-de-pulso>>. Acesso em: 1 maio 2017.

BLUETOOTH SPECIAL INTEREST GROUP. What is Bluetooth? Bluetooth, 2017 Disponível em: <<https://www.bluetooth.com/>>. Acesso em: 25 de abril. 2017.

OMS. Cardiovascular Disease. 2017 Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-idosas/>>. Acesso em 05/08/2018.

DIAS, R. R. F. Internet das coisas sem mistério: uma nova inteligência para os negócios. São Paulo: Netpress Books,2016.

ENGST, A.; FLEISHMAN, G. Kit do Iniciante em Redes Sem Fio: O guia prático sobre redes Wi-Fi para Windows e Macintosh. 2ª. ed. São Paulo: Books, Pearson Makron, 2005.

ESPRESSIF SYSTEMS. The Internet of things with ESP32. ESP32, 2017. Disponível em: <<http://esp32.net>>. Acesso em: 15 de maio 2017.

FILIPFLOP. Módulos. FILIPFLOP, 2017. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-36ef09-modulo-carregador-de-baterias-de-litio-tp4056.html>>. Acesso em: 6 maio 2017.

FILIPFLOP. Wearable. FILIPFLOP, 2017. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-361d89-motor-de-vibracao-1027.html>>. Acesso em: 2 maio 2017.

ISTEPANIAN R. S. H.; JOVANOV E.; ZHANG Y.T. Guest Editorial, “Introduction to the Special Section on M-Health: Beyond Seamless Mobility and Global Wireless Health-Care Connectivity”. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, December 2004.

DATASUS. Infarto agudo do miocárdio é primeira causa de mortes no País, revela dados do DATASUS, 2014. Disponível em: < <http://datasus.saude.gov.br/noticias/atualizacoes/559-infarto-agudo-do-miocardio-e-primeira-causa-de-mortes-no-pais-revela-dados-do-datasus>>. Acesso em: 2 maio 2018.

ISTEPANIAN R. S. H.; SUNGOOR A.; FAISAL A.; PHILIP N. Internet of m-health Things “m-IoT”. IET Seminar. April 2011.

LAPLANTE, P. A; LAPLANTE, N. The Internet of Things in Healthcare Potential Applications and Challenges. IEEE Computer Society, 2016.

LINCARE. A plataforma LinCare. Disponível em: < <http://lincare.com.br/>>. Acesso em: 25 de ago. 2017.

MINERVA, R.; BIRU, A. and ROTONDI, D. Towards a definition of the internet of things (iot). Technical report, IEEE IoT, 2015.

PRECISION MICRODRIVES. Vibration motors. Disponível em: <<https://www.precisionmicrodrives.com/vibration-motors/>>. Acesso em: 25 de ago. 2017.

ONU. A ONU e as pessoas idosas, 2002. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-idosas/>>. Acesso em 02/08/2018.

REIS, F. Curso de Eletrônica – Switches e Pushbuttons. Bóson Treinamentos em Tecnologia, 2016. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/curso-de-eletronica-switches-e-pushbuttons/>>. Acesso em 02/08/2018.

ROSOLEM, M. et al. – Bateria de lítio-íon: conceitos básicos e potencialidades. Cad. CPqD Tecnologia, Campinas, v. 8, n. 2, p. 59-72. Dezembro de 2012.

Second World Assembly on Ageing. CEPAL, 2002. Disponível em: <<http://www.un.org/en/development/devagenda/ageing.shtml>>. Acesso em 02/08/2018.

TANENBAUM, A. S. Computer Networks. 4ª. ed. Amsterdam, Holanda: Prentice Hall, 2007.

TELEHELP. Como funciona. Disponível em: <<http://telehelp.com.br/>>. Acesso em: 25 de ago. 2017.

THOMSEN, A. TUTORIAL: ACELERÔMETRO MPU6050 COM ARDUINO. FILIPFLOP, 2014. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/sensores/tutorial-acelerometro-mpu6050-arduino.html>>. Acesso em: 11 maio 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Tombos quase sempre são sinais de que o idoso está com algum problema de saúde. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/saude/2012/04/quedas>>. Acesso em: 08 de maio.2017.

24/7 CARE. Como funciona. Disponível em: <<http://247care.com.br/>>. Acesso em: 25 de ago. 2017.