

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CURITIBA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RODRIGO ALTHOFF

CONCEITO DE EDIFÍCIO INTELIGENTE APLICADO PARA A
MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA NA TERCEIRA IDADE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2017

RODRIGO ALTHOFF

CONCEITO DE EDIFÍCIO INTELIGENTE APLICADO PARA A
MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA NA TERCEIRA IDADE

Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Candido

CURITIBA

2017

CONCEITO DE EDIFÍCIO INTELIGENTE APLICADO PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA NA TERCEIRA IDADE

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro eletricista, do curso de Engenharia elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 22 de novembro de 2017.

Prof. Emerson Rigoni, Dr. Eng.
Coordenador de Curso
Engenharia Elétrica

Profa Annemarlen Gherke Castagna, Ma.
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia Elétrica do DAELT

ORIENTAÇÃO

Roberto Candido, Dr. Eng.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
[Orientador|Orientadora]

Annemarlen Gherke Castagna, Ma.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

BANCA EXAMINADORA

Roberto Candido, Dr. Eng.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Carlos Henrique Karam Salata
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

ALTHOFF, Rodrigo. Conceito de edifício inteligente aplicado para a melhoria da qualidade de vida na terceira idade. 2017. 53f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Este trabalho tem por objetivo criar uma customização do conceito de edifício inteligente para melhorar a qualidade de vida na terceira idade incorporando funcionalidades em uma instalação elétrica que utilizem tecnologias inovadoras como a internet das coisas e moradias com assistência. A junção destas tecnologias pode criar um ambiente residencial que monitore de forma não invasiva alguns parâmetro relacionados à atividade do idoso e transmita para sua família possibilitando ter consciência de que a vida do idoso ocorre com qualidade, bem como antecipar possíveis situações de emergência. Foi realizado um questionário para idosos e pessoas de outras faixas etárias com idosos na família ou no círculo social próximo. Este questionário mostrou aceitação tanto dos idosos quanto da família em monitorar atividades para prevenir emergências. Também foi construído um protótipo para detectar e informar a família do risco de emergência através da internet, mostrando que é possível fazer o que foi proposto.

Palavras-chave: Edifício inteligente e terceira idade. Automação residencial e qualidade de vida. Ambiente assistido e edifício inteligente.

ABSTRACT

ALTHOFF, Rodrigo. Smart building concept to improve life quality in elderly age. 53f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia elétrica). Universidade tecnológica federal do Paraná. Curitiba, 2017.

The present work aims to create a customisation in the concept of smart building to improve quality of life during elder age connecting functionalities in an electrical installation through technological innovation such as internet of things and ambient assisted living. Bringing these two concepts together can create a residential ambient that monitors in a non evasive way some parameters related to elderly people activities and send this data to the family so that they can be aware the elderly has a good level of life quality, as well as mitigate possible emergencies. A survey was proposed for elderlies and people from other age groups who have any elderly in their families or close social group. This survey showed acceptance from both groups in monitoring life activities to forecast emergency situations. A prototype was also built to detect these emergencies and inform the family through the Internet, showing it is possible to achieve what was proposed.

Key words: Smart building and third age. Ambient assisted living and smart building. Residential automation and life quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Exemplo de uma casa com sensores inteligentes	17
Figura 2. Quedas dos idosos no grupo etário acima de 81 anos	19
Figura 3. Queda dos idosos no grupo etário entre 65 e 74 anos	19
Figura 4. Exemplo de uma aplicação que utiliza IOT	21
Figura 5. Sequência de raciocínio do questionário	27
Figura 6. Diagrama de bloco do funcionamento do protótipo	31
Figura 7. Imagem do Arduino	32
Figura 8. Imagem do Raspberry Pi	33
Figura 9. Imagem do MFRC522, dispositivo de aquisição de dados	34
Figura 10. Diagrama de conexão do RC522 com o Raspberry Pi	35
Figura 11. Fluxograma do aplicativo	38
Figura 12. Grupo etário das pessoas que responderam o questionário	40
Figura 13. Frequência de comunicação dos idosos e com aparelhos móveis	40
Figura 14. Incômodo dos idosos em ter suas atividades monitoradas	41
Figura 15. Resposta dos idosos sobre utilizar sensores como acessórios	41
Figura 16. Não idosos que possuem idosos no círculo social próximo	42
Figura 17. Frequência mínima de comunicação com o idoso	43
Figura 18. Aceitação de acesso a informações por serviços de emergência	43
Figura 19. Quem deve ter as informações levantadas pelo sistema	43
Figura 20. Informações que as pessoas gostariam de obter do sistema	44

LISTA DE SIGLAS

AAL	Ambient Assisted Living
IOT	Internet of Things
ICT	Information and Communication Technology
BMS	Building Management Systems
IBMS	Intelligent Building Management System
IEEE	Institute of electrical and electronic engineers
LAN	Local área network
SOrBet	Smart Objects for Intelligent Building Management - Marie Curie IAPP
WSN	Wireless Sensor Networks
PIR	Passive infrared
RFID	Radio-frequency identification
UTFPR	Universidade tecnológica federal do Paraná

SUMÁRIO

RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	5
LISTA DE SIGLAS	6
SUMÁRIO	7
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA	9
1.1.1 Delimitação do tema.....	10
1.2 PROBLEMA E PREMISSAS	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo geral.....	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 JUSTIFICATIVA	12
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 AMBIENTES E EDIFÍCIOS INTELIGENTES	15
2.2 AMBIENTES Assistidos	17
2.2.1 <i>Ambient Assisted Living</i> contribuindo para a terceira idade	18
2.2.2 <i>Ambient Assisted Living</i> como parte do edifício inteligente.....	19
2.3 INTERNET DAS COISAS	20
2.3.1 Conceitos de internet das coisas	20
2.3.2 A internet das coisas como ferramenta de assistência.....	21
2.3.3 Panorama atual da internet das coisas com foco em assistência.....	22
2.3.4 Problemas enfrentados pela internet das coisas	22
2.4 CAPTAÇÃO E PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO	23
2.4.1 Sensores para captação da informação	23
2.4.2 Processamento da informação	24
3 QUESTIONÁRIO de levantamento de dados para a solução	25
3.1 ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO	25

3.2 PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO	26
3.2.1 Grupo etário idoso.....	27
3.2.2 Grupo etário não idoso.....	28
4 PROTÓTIPO DA SOLUÇÃO PROPOSTA.....	31
4.1 PLATAFORMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS	31
4.1.1 Arduino©	32
4.1.2 Raspberry Pi.....	32
4.1.3 Estrutura do protótipo	33
4.2 AQUISIÇÃO DE DADOS.....	34
4.2.1 MFRC522	34
4.2.2 Conexão do MFRC522.....	35
4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS.....	35
4.3.1 Sistema operacional Raspbian	35
4.3.2 Bibliotecas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo.....	36
4.3.3 Aplicativo para processamento de dados.....	36
5 RESULTADOS, CONCLUSÃO E PROPOSTAS FUTURAS	39
5.1 RESULTADOS	39
5.1.1 Questionário.....	39
5.1.2 Protótipo.....	44
5.2 CONCLUSÃO.....	44
5.3 PROPOSTAS FUTURAS.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO A – QUESTIONÁRIO NA ÍNTEGRA.....	50
Grupo etário 70 anos ou mais.....	50
ANEXO B – Código do Aplicativo de processamento.....	52

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A automação residencial teve expansão no século 21, estando presente em diversas construções, desde pequenas casas a empreendimentos de grande porte. A partir da automação residencial surgiu o conceito de edifício inteligente, que é a aplicação da automação integrada com sistemas de computadores e dispositivos com a finalidade de melhorar o cotidiano dos residentes (EVANGELATOS, SAMARASINGHE e ROLIM, 2012), (GHAYVAT, MUKHOPADHYAY, *et al.*, 2015). Um edifício inteligente também é um edifício que apresenta flexibilidade em seu uso energético, propiciada pela inovação aplicada no gerenciamento de energia (ARNONE, CROCE, *et al.*, 2016). A automação do edifício inteligente não precisa ser aplicada somente à eficiência energética, pode ser um edifício com um nível melhor de conforto propiciado por automação residencial (LIN e YU, 2017), de forma a conservar a energia (KHABTHANI, KAAB, *et al.*, 2016).

Estes sistemas estão ganhando mais presença com o surgimento da Internet das Coisas (IOT, do inglês *Internet of things*). A IOT traz muitos ganhos, entretanto enfrenta o desafio da integração dos diversos dispositivos nos edifícios inteligentes. Isto ocorre porque muitos desses dispositivos são sensores, controladores e atuadores que se comunicam pela rede sem fio através de protocolos diferentes e que não conseguem se comunicar entre si (EVANGELATOS, SAMARASINGHE e ROLIM, 2012) (GHAYVAT, MUKHOPADHYAY, *et al.*, 2015).

A IOT é uma tecnologia que visa a interconexão entre funcionalidades, que são o conjunto de funções que os dispositivos eletrônicos realizam, e os dispositivos, com a comunicação de forma inteligente e sem intervenção humana. Ela se aplica em muitos setores da economia, como a automação residencial (outros exemplos: monitoramento ambiental, transportes e controle de desperdícios).

No uso doméstico, destaca-se a automação de tarefas desde as mais simples como abrir portas quando as pessoas se aproximam, apagar e acender luzes, abrir janelas para melhorar a qualidade do ar e melhorar o consumo de energia. Isto tudo é feito com a utilização de dispositivos de automação sem fio. O uso dos sensores, atuadores e controladores sem fio nos edifícios inteligentes propicia a economia de energia elétrica, monitoramento e conforto dos habitantes, redução da quantidade de cabos na instalação e

facilitação na instalação deles (GHAYVAT, MUKHOPADHYAY, *et al.*, 2015) (TRAGOS, FOTI, *et al.*, 2015).

A IOT vai além dos sistemas de gerenciamento residenciais (BMS, do inglês *Building management systems*) utilizados atualmente. Com esta nova tendência de inovação tecnológica surgem os sistemas inteligentes de gerenciamento de sistemas (IBMS, do inglês *Intelligent building management systems*), cujo conceito é a integração dos dispositivos que utilizam IOT. Uma limitação dos atuais BMS é a necessidade de muita intervenção humana, o que gera erros de funcionamento. Cada vez que se deseja adicionar um novo dispositivo é necessário modificar a lógica de funcionamento dos já existentes, pois a arquitetura destes BMS consiste em uma central que se comunica com os dispositivos através de regras de tomada de decisão pré-definidas para os sensores e atuadores. (TRAGOS, FOTI, *et al.*, 2015).

1.1.1 Delimitação do tema

No conceito de edifícios inteligentes, existem as moradias de ambientes assistidos (AAL, do inglês *Ambient assisted living*), que são serviços dedicados a pessoas com necessidades especiais e idosas cuja finalidade é permitir uma vida independente, com melhoria na saúde e qualidade de vida delas. A existência dos AAL é possível graças às redes de sensores sem fio (WSN, do inglês *Wireless sensor networks*). Com a utilização da IOT pode-se utilizar dispositivos como inputs para as IBMS dedicadas a estas pessoas (GHAYVAT, MUKHOPADHYAY, *et al.*, 2015) (TRAGOS, FOTI, *et al.*, 2015) (PORTER, MUZTOBA e OGRAS, 2016).

O ambiente urbano moderno torna os incidentes, situações de risco e emergências muito mais difíceis de se antecipar quando possível (ABU-ELKHEIR, HASSANEIN e OTEAFY, 2016). As pessoas na terceira idade são particularmente afetadas por isto, portanto as IBMS são a base dos AAL, podendo incluir serviços como sinais vitais do paciente, monitoramento de movimentos, automação de procedimentos diários, chamar assistência em caso de emergência quando os devidos sensores forem acionados. Sensores visuais e acústicos fazem parte desta rede, fornecendo em tempo real os sinais vitais dos habitantes e identificando situações de emergência (TRAGOS, FOTI, *et al.*, 2015).

1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

Por mais que sejam lúcidos e tenham total autonomia para realizar suas atividades, os idosos que moram sozinhos necessitam de um apoio tanto para horas de emergência quanto para prevenir que elas ocorram. As famílias têm carência de informações vitais para que não necessitem estar presentes por tempo integral com o idoso, seja morando junto, contratando uma equipe de enfermeiros ou pagando um lar para idosos (RASHIDI e MIHAILIDIS , 2013).

Desta forma, para que os idosos possam morar sozinhos, os edifícios inteligentes necessitam de mais funções agregadas e sistemas desenvolvidos com o intuito de atender esta necessidade social da população. Há tecnologia desenvolvida, mas nem sempre de forma agregada para atender as necessidades deles.

Em função dos temas de edifícios inteligentes e IOT serem relativamente novos, ainda há bastante campo a ser explorado na área de instalações elétricas e automação residencial que possa trazer benefícios a grupos específicos de pessoas que possam ter mais qualidade de vida com suas necessidades atendidas através de melhor uso da tecnologia. Assim, esta proposta visa trazer a tecnologia como forma de agregar qualidade de vida aos idosos que moram sozinhos e às suas famílias.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho terá um alto impacto social numa população crescente de idosos no Brasil, para tanto seguem seus objetivos:

1.3.1 Objetivo geral

Apropriar o conceito de edifício inteligente e internet das coisas para melhorar a qualidade de vida na terceira idade, em ambientes assistidos.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho a serem atingidos a partir do objetivo geral são:

- 1 Realizar pesquisa bibliográfica sobre internet das coisas, edifícios inteligentes e qualidade de vida na terceira idade;
- 2 Levantar requisitos necessários para criação de um sistema de monitoramento de idosos em ambientes assistidos;
- 3 Criar um modelo teórico de monitoramento online de atividades rotineiras do idoso;
- 4 Desenvolver rotina de reconhecimento de situações de emergência em saúde para o idoso monitorado;
- 5 Criar um protótipo virtual aplicado do modelo teórico.

1.4 JUSTIFICATIVA

A população idosa é cada vez maior, tanto pela diminuição da taxa de mortalidade quanto pela queda na natalidade, entretanto estes anos que se vivem mais hoje nem sempre são usufruídos com a qualidade e saúde. O idoso precisa de capacidade funcional para as atividades diárias, mesmo que em maior grau de dificuldade (BELTRÃO, TEIXEIRA, *et al.*, 2013).

Segundo o IBGE, 62% da população idosa (60 anos ou mais) é responsável pelo próprio domicílio. Para que esta população idosa possa usufruir de seus anos a mais, cuja quantidade cresce cada vez mais, é necessário adaptar a forma de moradia desta população. Mesmo com capacidade funcional, há dificuldades relacionadas à idade que podem intervir (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2002).

A adaptação de edifícios inteligentes para as necessidades dessa população idosa utilizando IOT e integrando com IBMS é vista com uma forma de melhorar a qualidade de vida desta população e da família, que nem sempre pode estar próxima ao idoso em período integral em função das atividades cotidianas.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para se chegar à solução do problema levantado na secção 1.2, foi realizada uma pesquisa, abordada de duas formas: quantitativa e qualitativa. O método de pesquisa qualitativo se aplica na compreensão e aprofundamento do tema, sendo relevadas as causas

dos fenômenos sem preocupação com dados numéricos. Já o método quantitativo se orienta por resultados mensuráveis do fenômeno pesquisado. Este trabalho aborda ambas as formas de pesquisa de forma acadêmica, ou seja, buscando ampliar o conhecimento na área acadêmica ao qual faz parte, com base em dados numéricos das necessidades do público ao qual se destina e também através de observações dele (PORTAL DA EDUCAÇÃO, 2013).

O processo se iniciou com uma revisão bibliográfica para aprofundamento nos conceitos de edifícios inteligentes, ambientes com assistência e internet das coisas. Um questionário com perguntas fechadas e objetivas foi elaborado para levantar questões relacionadas ao monitoramento do idoso. Com este questionário foram levantadas as funcionalidades mais apreciadas esperadas entre os possíveis usuários da solução.

Estas funcionalidades foram a base para um projeto residencial que obtém as informações vitais do idoso e integre num IBMS. Após isso, uma forma de armazenar estas informações foi definida para então se desenvolver um aplicativo de gerenciamento e transmissão destas informações. Para que se tenha clareza da arquitetura do sistema, um modelo aplicado da solução foi confeccionado enfatizando os pontos com as funcionalidades objetivadas. Este projeto foi aplicado através de um protótipo contendo a funcionalidade definida pelo questionário.

Por fim os resultados foram analisados e discutidos para se obter conclusões pertinentes do sistema e de sua eficácia na resolução dos problemas levantados. Além disso, foram apontados pontos para desenvolvimento futuro e possíveis melhorias para as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo contém a proposta do trabalho com as informações básicas de contexto estudado, o tema, problemas levantados a serem trabalhados, a justificativa para se resolver estes problemas e para a solução desenvolvida.

O segundo capítulo contém uma revisão de literatura abordando estudos pertinentes na área, soluções já estudadas para estes problemas, tanto na área de edifícios inteligentes quanto de IOT, bem como as arquiteturas existentes para estes IBMS.

O terceiro capítulo descreve como os procedimentos adotados para desenvolvimento da solução de aquisição dos dados necessários definidos e a gestão desta informação no edifício inteligente.

O quarto capítulo apresenta o modelo de edifício inteligente customizado para uso de pessoas da terceira idade.

Os resultados, discussões, levantamentos e propostas futuras são relacionados no quinto capítulo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AMBIENTES E EDIFÍCIOS INTELIGENTES

Cidades inteligentes nascem do objetivo de se melhorar a qualidade de vida das pessoas que nela vivem. As principais áreas impactadas pelos avanços das cidades inteligentes são o controle de tráfego e acesso, a vigilância, controle de conforto, o gerenciamento de energia, ambientes internos e qualidade do ar. A tendência de avanço das melhorias das cidades inteligentes são os espaços confinados, ou seja, edifícios que trazem estas melhorias: os edifícios inteligentes (MINOLI, SOHRABY e OCCHIOGROSSO , 2017) (MUHAMMAD, ALSULAIMAN, et al.).

Entende-se por “ambiente” aquilo que nos rodeia, e por “inteligente”, a habilidade de processar conhecimento de forma autônoma. A ideia de se viver em ambientes inteligentes já existe há muito tempo, mas foi na década de 1990 que surgiram as primeiras pesquisas a respeito do tema. A partir daí isto se tornou um objeto de estudo abrangente e então uma área de conhecimento. O propósito principal dos edifícios inteligentes é o gerenciamento do consumo de energia, sistemas de condicionamento de ar e automações gerais e, para isso, todos eles precisam de uma central robusta que faça todo este gerenciamento. Estes dispositivos são os Building management systems (BMS, sistemas de gerenciamento predial traduzindo para o português) (TRAGOS, FOTI, et al., 2015).

O ambiente inteligente utiliza sensores e dispositivos conectados em rede para facilitar a vida de seus habitantes. Os sensores, através de suas detecções de estímulos externos de forma contínua, fornecem informações para a central, que toma decisões de atuação do sistema. Esta automação visa reduzir o nível de interação dos habitantes com os dispositivos do meio, realizando estas tarefas de forma autônoma. Isto implica uma redução no consumo de utilitários, sejam eles aparelhos domésticos, manipulação de objetos, realização de tarefas, e conseqüentemente no desperdício e resíduos gerados. Esta redução na manipulação de objetos domésticos também reduz a chance de acidentes, o uso da força humana em atividades que podem ser feitas por máquinas automatizadas. A automação também traz a capacidade de prever eventos, assim o ambiente inteligente pode tomar decisões de ações para chegar aos objetivos para os quais foram projetados (SHOREY, ANANDA, et al., 2005).

O tipo de experiência que cada indivíduo deseja ter, e conseqüentemente a forma como a inteligência será implementada, depende das expectativas e necessidades de cada um. Exemplos de necessidades que a automação e inteligência do ambiente solucionam são a

redução de pessoas necessárias para manter o ambiente, otimização de recursos como utilidades e energia para uma redução de gastos e automação de tarefas diárias. Equipamentos específicos para cada situação e necessidade foram desenvolvidos para atender esta demanda. Outro tipo de ambiente inteligente, que é o que mais se enquadra no assunto do trabalho, é o ambiente assistido (AAL, do inglês *Ambient Assisted Living*). Os componentes de um AAL trabalham para monitorar, rastrear e armazenar informações úteis para devidos cuidados na saúde do usuário (SHOREY, ANANDA, *et al.*, 2005). Também são encontrados equipamentos para dar assistência em atividades que não podem ser executadas por eles por restrição de idade (ALI, MUHAMMAD e ALHAMID, 2017).

Estes ambientes inteligentes e conectados por soluções incentivaram na indústria uma série de inovações tecnológicas e produto voltadas para casas e escritórios, com soluções para estas instalações. Este conjunto de dispositivos e ambientes inteligentes conectados ficou conhecido como Edifício inteligente, tanto com aplicações residenciais como comerciais, trazendo uma série de novas necessidades nas instalações e projetos residenciais, como protocolos e normas e procedimentos de segurança. A tecnologia de dispositivos sem fio trouxe aos projetistas de edifícios inteligentes e seus usuários a possibilidade de aumentar as expectativas com as melhorias das instalações residenciais e a segurança propiciada por elas (SHOREY, ANANDA, *et al.*, 2005). Como exemplo desta tecnologia aplicada, pode-se dispor de dispositivos em uma construção para realizar as mais diversas tarefas de um sistema de automação, como sensores para medir temperatura. A Figura 1 mostra um exemplo disso, em que as estrelas amarelas com contorno cinza são sensores internos e as estrelas vermelhas são sensores externos. Além destes, ela também possui sensores infravermelhos (PIR, do inglês *passive infrared*), representados por pontos azuis e sensores de força, representados por pontos verdes. Todos eles estão conectados e são controlados pelo computador, desenhado na cor ciano e os atuadores deste sistema são as aplicações elétricas e eletrônicas, representadas pelos pontos roxos (GHAYVAT, MUKHOPADHYAY, *et al.*, 2015).

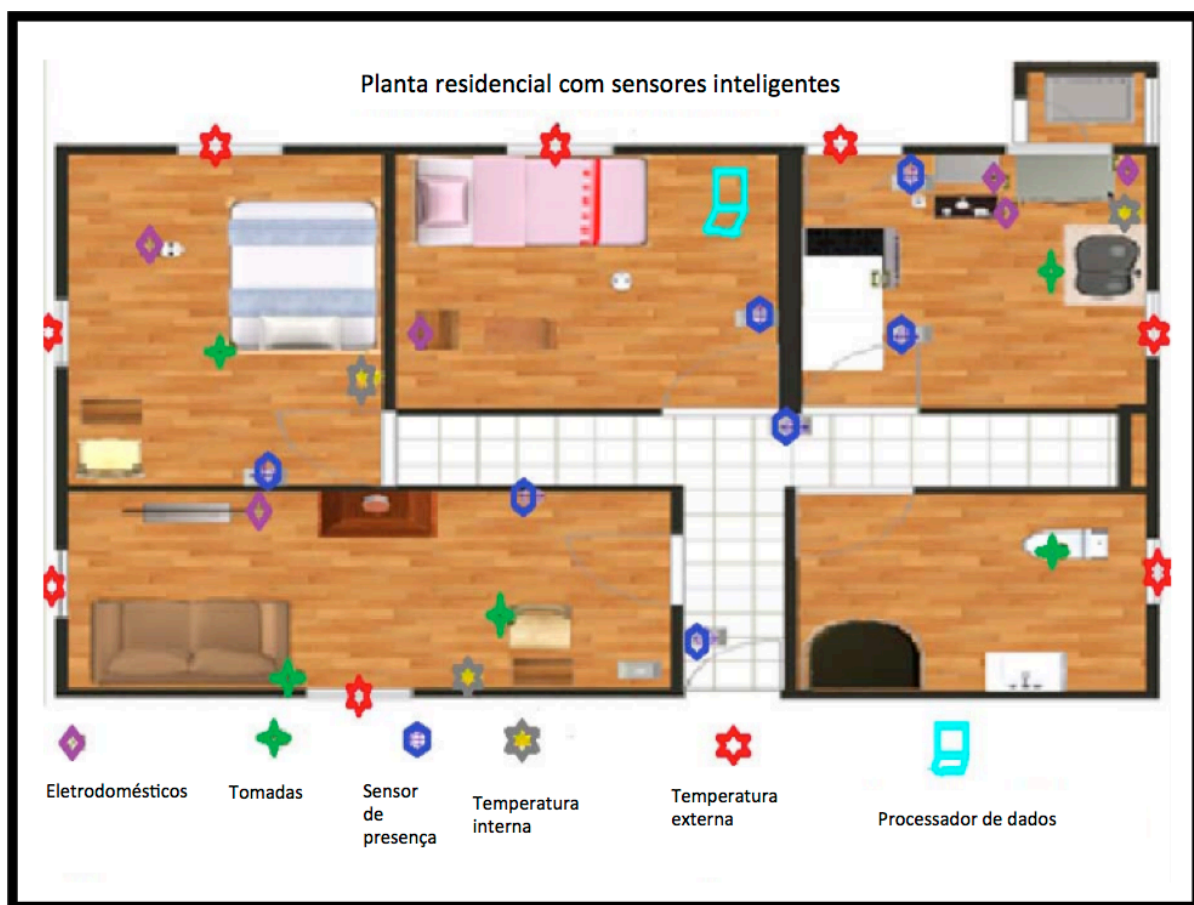


Figura 1. Exemplo de uma casa com sensores inteligentes

Fonte: (GHAYVAT, MUKHOPADHYAY, *et al.*, 2015)

Uma instalação inteligente como a da Figura 1, por mais simples que seja, pode oferecer uma grande gama de benefícios e facilidades ao usuário. Os sensores externos e internos, por exemplo, podem servir para captar informações para alimentar o sistema de ar condicionado. Além disso, o sistema pode tomar a decisão de ligar ou não o ar condicionado conforme a temperatura transmitida pelos sensores. O sensor PIR ao lado da cama pode indicar se a pessoa já acordou ou não. Ela pode programar seu sistema para ligar as luzes da sala ao acordar. Estes são apenas alguns dos exemplos de automação que podem ser feitas numa instalação.

2.2 AMBIENTES ASSISTIDOS

Ambientes assistidos são lugares que oferecem condições para dar assistência a alguém que passe por alguma limitação que impede a realização de uma ou mais tarefas. Este tipo de ambiente é denominado AAL e possui dispositivos que realizam estas tarefas e/ou

oferecem alguma assistência, seja ela qual for, através de dispositivos e alguma automação. Estes dispositivos que compõem o AAL transferem a dependência na realização da atividade do humano para a máquina. A consequência disso é que os usuários, que possuem algum tipo de limitação, possam adquirir certo grau de independência (SUN , FLORIO , *et al.*, 2009).

2.2.1 *Ambient Assisted Living* contribuindo para a terceira idade

Ao atingir a terceira idade, o ser humano adquire limitações porque suas funções cognitivas podem ficar debilitadas, e isto é natural. Junto com isto, outros fatores que trazem limitações são doenças crônicas relacionadas à idade, atividade física limitada, problemas de visão e audição (RASHIDI e MIHAILIDIS , 2013). Muitas das utilidades de um AAL podem ser aplicadas a esta população (SMITH, SILVA, *et al.*, 2017), a qual estima-se que contará com 10 milhões de pessoas a mais na próxima década. Este crescimento já é acelerado no Japão, na China e nos países europeus, assim como se mostra preocupante no Brasil e na Índia (ALI , MUHAMMAD e ALHAMID , 2017). O lado ruim é que, apesar de muitos idosos terem uma vida independente e morarem sozinhos, a figura do idoso ainda é vista socialmente como uma pessoa decadente e dependente, trazendo aspectos negativos como a necessidade de auxílio (FERREIRA, MACIEL, *et al.*, 2010).

Neste cenário, muitas pesquisas visam atender necessidades dos idosos tendo em vista seus problemas de convivência. Problemas como a queda foram pesquisados a fim de se trazer uma solução na instalação residencial que utiliza recursos do AAL. Este problema atinge 32% dos idosos entre 65 e 74 anos e 51% dos idosos acima dos 81 anos como mostram os gráficos da Figura 2 e da Figura 3. Este gráfico traz uma percepção visual do quão mais comum é uma queda quando a idade avança. Este tipo de problema se deve a vários fatores, como iluminação residencial, acessibilidade e até mesmo as habilidades já não tão aguçadas nesta idade (SMITH, SILVA, *et al.*, 2017). Em função destes problemas, há grande preocupação com cuidados tomados por parentes, amigos e vizinhos, que são indispensáveis para o bem estar na terceira idade. Para isso existem AAL voltados aos idosos, que ajudam a monitorar seus estados de saúde a estes membros de seus círculos sociais (SUN , FLORIO , *et al.*, 2009). Isto traz tranquilidade e permite tempo de reação em emergência (ABU-ELKHEIR, HASSANEIN e OTEAFY, 2016).

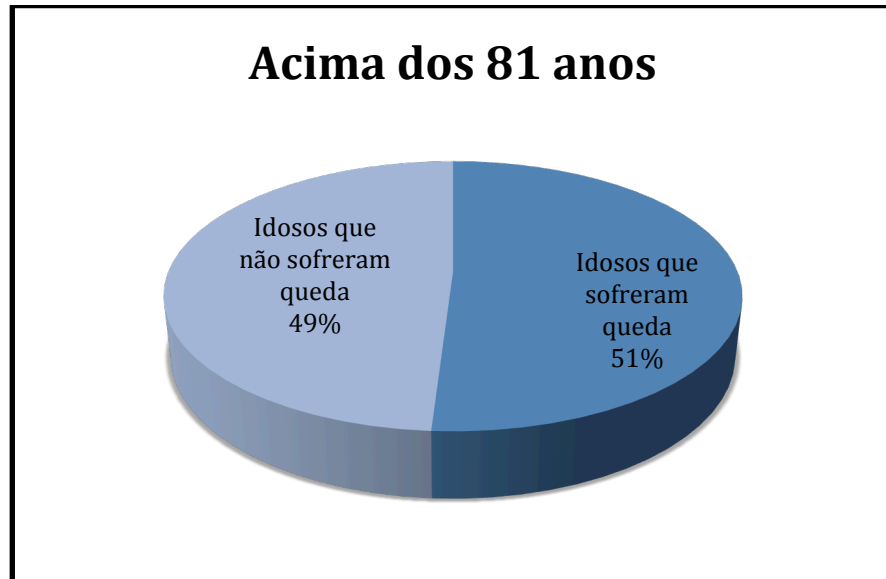


Figura 2. Quedas dos idosos no grupo etário acima de 81 anos

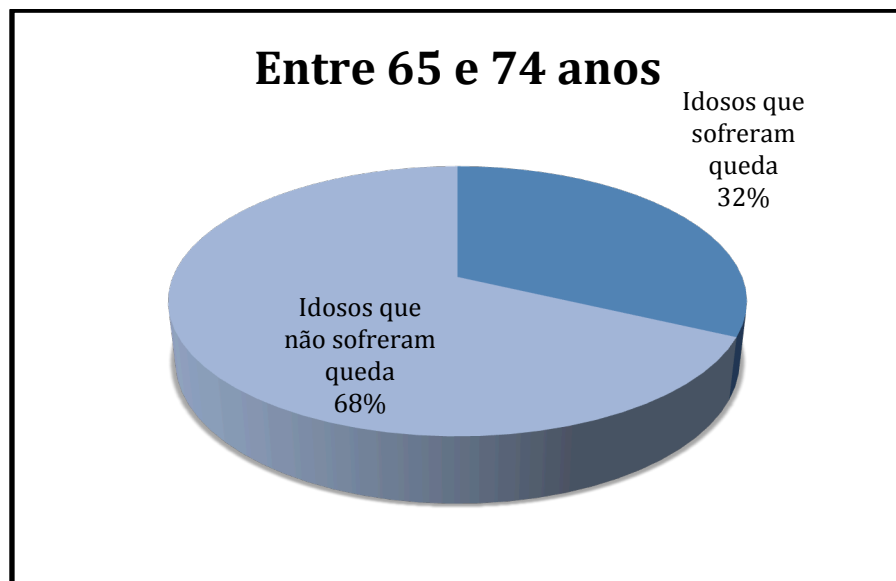


Figura 3. Queda dos idosos no grupo etário entre 65 e 74 anos

2.2.2 *Ambient Assisted Living* como parte do edifício inteligente

Existem grupos e projetos dedicados a instalações residenciais em ambientes com assistência a pessoas que possuam alguma limitação relacionada à saúde. Alguns exemplos são o *Gloucester smart home*, *Edinvar assisted interactive dwelling house*, *Intel proactive health project*, *MavHome* e *MALITDA smart house for individuals with special needs* (SHOREY, ANANDA, *et al.*, 2005).

Nas instalações para pessoas da terceira idade, a assistência e inteligência presentes no ambiente constroem um ambiente seguro lembrando necessidades inerentes ao usuário (como tomar remédios, aniversários, horários de rotinas), monitorando condição de saúde, localizando bens pessoais e detectando possíveis emergências. Elas utilizam, para isso, sensores de presença, detectores de movimento e identificadores de rádio frequência (RFID, do inglês *Radio-frequency identification*). O *Aware home project* é um projeto que criou um laboratório na forma de moradia que traz estas aplicações, cujo objetivo é testar o quanto os usuários aceitam e lidam com essas tecnologias.

Os projetos envolvendo AAL como parte do edifício inteligente são tendências para melhorar a vida e o bem-estar na terceira idade através dos serviços e funcionalidades citados. São novas formas de contornar dificuldades enfrentadas pelos idosos. Por outro lado, este tipo de projeto ainda possui recursos limitados e não encontra um cenário muito favorável atualmente. Isto se deve porque não se sabe quais são todas as necessidades enfrentadas por idosos e suas famílias, ou seja, o conhecimento na área não é suficiente para dar grandes passos em busca de auxiliar o idoso a viver de forma independente (SUN , FLORIO , *et al.*, 2009).

2.3 INTERNET DAS COISAS

2.3.1 Conceitos de internet das coisas

A internet das coisas é a conexão via internet de objetos e dispositivos para o desenvolvimento de aplicações. Ela permite que decisões sejam feitas baseadas nas informações coletadas pelos objetos que possuem alguma conexão na internet e estão no ambiente, seja ele uma casa, prédio, escritório e até mesmo uma cidade ou metrópole (ALI , MUHAMMAD e ALHAMID , 2017). A Figura 4 mostra um fluxo básico de aplicação que utiliza IOT (sigla para internet das coisas, do inglês *internet of things*): sensores externos detectam a luminosidade e a temperatura externas, que por sua vez se comunicam por um controlador sem fio. Neste caso o controlador é o aparelho celular e a programação em um aplicativo toma decisões baseadas na necessidade e nos hábitos do usuário para atuar na iluminação e no ar condicionado. Assim, a temperatura e a iluminação ficam reguladas de uma maneira confortável aos moradores da residência sem que ajustes manuais sejam feitos (WALL, ALTMANN, *et al.*, 2017).

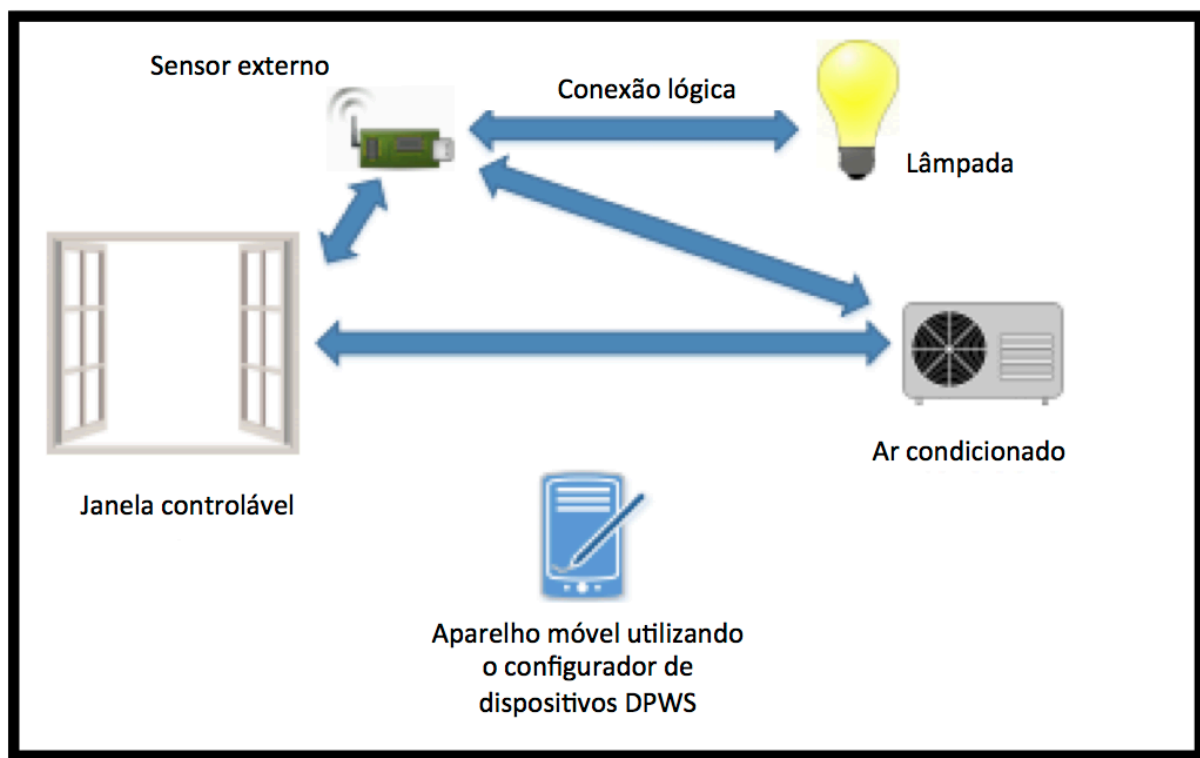


Figura 4. Exemplo de uma aplicação que utiliza IOT

Fonte: (WALL, ALTMANN, *et al.*, 2017)

2.3.2 A internet das coisas como ferramenta de assistência

Assim como os ambientes inteligentes, conforme foi mencionado na secção 2.2, a IOT está em fase embrionária no campo de aplicações voltadas à saúde. As atuais aplicações mais comuns são medição de pressão, temperatura do corpo, gerenciamento de medicamentos e aplicativos para celulares. Ela auxilia os AAL no objetivo de estender a vida independente na terceira idade de forma segura, assim como pessoas com outras limitações relacionadas à saúde.

A estrutura propiciada pelos AAL utilizando IOT consegue manter contato entre o idoso e as pessoas envolvidas em sua atividade, como enfermeiros, médicos, membros da família e permite que este contato não seja muito invasivo. Assim, o idoso pode viver normalmente e sua saúde é monitorada sem que ele tenha que alterar seus hábitos (ISLAM, KWAK, *et al.*, 2015).

2.3.3 Panorama atual da internet das coisas com foco em assistência

Graças ao rápido avanço da IOT, já existem dispositivos e aplicativos dedicados exclusivamente ao monitoramento da saúde. Estima-se que até 2020 existirão entre 10.5 a 30 bilhões de dispositivos IOT (MINOLI, SOHRABY e OCCHIOGROSSO , 2017). Até mesmo o termo eHealth já foi adotado para aplicativos e dispositivos dedicados à saúde utilizando IOT. Na China já foram patenteadas formas de leitura de dados relativos ao coração e disposição na forma de eletrocardiograma utilizando dispositivos sem fio (LIU, TAO e YAN, 2012) e (XIAOGANG , HONGJIANG , *et al.*, 2011). Também foi patenteada a medição e transmissão pela internet da pressão sanguínea (GUAN, 2013). A empresa Jawbone traz produtos voltados à saúde por monitoramento, como monitoramento cardíaco e qualidade do sono. Seus dispositivos mostram os dados por aplicativos de celular (JAWBONE, 2017). E a startup Edisse desenvolve tecnologias de assistência utilizando o GPS do celular para transmissão e o acelerômetro para detectar movimentos bruscos, que podem sinalizar uma queda (EDISSE, 2015). Todos esses dispositivos podem ser utilizados nas mais diversas arquiteturas para propiciar o bem estar aos usuários (ISLAM, KWAK , *et al.*, 2015).

2.3.4 Problemas enfrentados pela internet das coisas

Apesar de tantos avanços e melhorias, a indústria encontra problemas de padronização no uso de IOT, por ser uma indústria relativamente nova. Não existem padrões para arquitetura e protocolos de comunicação (MINOLI, SOHRABY e OCCHIOGROSSO , 2017). Alguns produtos comerciais utilizam protocolos próprios, o que impede que o dispositivo se comunique com dispositivos de outros fabricantes (WALL, ALTMANN, *et al.*, 2017).

O Instituto de engenheiros eletricitas e eletrônicos (IEEE, do inglês *Institute of electrical and electronic engineers*) criou alguns padrões para comunicação destes dispositivos sem fio, como o 978-1-5090-4623-2/17/\$31.00 ©2017, que define mensagens enviadas para e pela operação do dispositivo remoto sem fio (WALL, ALTMANN, *et al.*, 2017). Além deste, outros conjuntos de protocolos utilizados neste contexto são o IEEE 802.11 e o IEEE 802.15-, os quais englobam comunicação sem fio através de redes locais (LAN, do inglês Local area network), *Bluetooth* e demais recursos de transmissão entre 2.4 e

5 GHz não licenciados do grupo ISM (indústria, ciência e medicina) e por radiofrequência (SHOREY, ANANDA, *et al.*, 2005).

2.4 CAPTAÇÃO E PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

2.4.1 Sensores para captação da informação

Para tornar o trabalho possível, é necessário criar aplicações e desenvolver técnicas para reconhecimento das atividades humanas. Para tornar a solução viável e aplicável, é necessário que tenha baixo custo (KASHIMOTO, FUJIWARA, *et al.*, 2017). Existem várias soluções disponíveis no mercado para captação de informações que possam ser interpretadas como atividades humanas, além de informações de contexto, como temperatura e umidade, as quais já têm tecnologia desenvolvida e avançada há muito tempo (UEDA, TAMAI e YASUMOTO, 2015).

Os “*reed switches*” podem ser posicionados para detectar abertura e fechamento de portas, sensores de pressão e carga podem detectar quando a pessoa senta, o movimento em algum ambiente pode ser detectado por sensores infravermelho PIR e um chuveiro pode ser considerado ligado ou desligado por um sensor de temperatura (VAN KASTEREN, ENGLEBIENNE e KRÖSE, 2010).

É possível utilizar um sensor ultrassônico para detectar a posição da pessoa na casa. Para detectar a atividade da pessoa na casa, é necessário que ela ande carregando este sensor de alguma forma (por exemplo no bolso) e sejam distribuídos receptores do sinal do sensor pela casa. Estes sensores podem ser associados a medidores de potência instalados nos aparelhos da casa. UEDA, TAMAI e YASUMOTO, 2015 propuseram um método de reconhecimento de atividades domésticas com estes dois dispositivos e um algoritmo de reconhecimento baseado em amostras de câmeras com uma precisão de 85% de acerto no reconhecimento da atividade.

Para a identificação de objetos utilizados pelo morador do ambiente, pode-se utilizar etiquetas RFID, que têm o tamanho de um selo postal. O sinal pode ser enviado por radiofrequência a um computador que esteja em torno de 15 a 30 cm de distância do transmissor. Estes sistemas podem ser incorporados e peças de vestuário, como luvas e pulseiras (FISHKIN, PHILIPOSE e REA, 2005).

2.4.2 Processamento da informação

Para que os dados coletados pelos sensores possam ser utilizados para interpretar as ações dos usuários da instalação elétrica, eles precisam ser transmitidas a um armazenador de dados. Existem propostas de soluções utilizando armazenadores industriais, mas elas apresentam alto custo. Uma alternativa é utilizar o computador pessoal do usuário, ou até mesmo um computador dedicado a esta função (TANASIEV, NECULA, *et al.*, 2016).

3 QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A SOLUÇÃO

3.1 ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

Foi elaborado um questionário para levantar informações sobre a realidade dos idosos e da família dos idosos. As informações buscadas com a criação do questionário são referentes tanto aos idosos quanto às famílias dos idosos. São elas:

- Interesse dos idosos em ter informações de suas vidas compartilhadas com outras pessoas;
- Aceitação dos idosos em utilizar acessórios anexos às suas roupas e objetos pessoais que estejam juntos com eles em tempo integral;
- O contexto de comunicação da família dos idosos (frequência de comunicação e forma de comunicação);
- Interesse da família em ter informações vitais dos idosos de forma remota;
- Aceitação da família em quem pode ter acesso às informações detectadas.

O questionário teve perguntas direcionadas tanto aos idosos quanto à família dos idosos. Para isso, a primeira pergunta se refere à idade e a resposta direciona ao conjunto de perguntas específico de cada grupo de idade. Foram feitas perguntas tanto abertas quanto fechadas, pois das informações levantadas, esperava-se obter um resultado quantitativo específico para situações previamente descritas para alguns casos e, para outros, foram sugeridas algumas respostas, mas também foram aceitas sugestões, as quais poderiam enriquecer o nível e a quantidade de soluções do trabalho.

Para se obter o resultado almejado com o questionário, as perguntas abordam aspectos do contexto da comunicação da família com o idoso, como a frequência em que os membros da família se comunicam com os idosos, os meios que utilizam para se comunicar com os idosos, relacionar quais serviços de saúde e segurança as pessoas acreditam que deveriam ter acesso às informações levantadas pelo sistema desenvolvido.

Por parte dos idosos, as questões abordaram aspectos de aceitação do sistema. Para isso foram feitas perguntas relacionadas ao incômodo dos idosos em utilizar sensores e etiquetas em suas roupas e acessórios e a percepção deles em relação ao levantamento de informações e de conhecimento delas por parte de outras pessoas. Foram questionadas a percepção deles de invasão de privacidade e dificuldade de comunicação com aparelhos e tecnologias modernas.

Para ter melhor abrangência, o questionário foi elaborado utilizando a plataforma do Google fornecida pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e divulgado em forma de cadeia: foi enviado a pessoas conhecidas e solicitado que elas enviassem a outras pessoas conhecidas, atingindo o maior número de pessoas possível. O questionário também foi divulgado por redes sociais. Por se entender a dificuldade dos idosos em responder questionários online, foram entrevistados 10 idosos conhecidos para se obter um maior número de respostas do grupo dos idosos e 6 outros idosos responderam pela internet, totalizando 16 respostas do grupo etário idoso.

Algumas restrições foram previstas para o questionário. Pelo tempo de coleta de respostas ser curto para que se cumpra o cronograma de atividades do curso de graduação, foi estabelecida uma meta de 100 questionários respondidos. A abrangência social e de perfil das respostas também foi baixa, porque a maioria das pessoas que responderam o questionário são integrantes de um único círculo social, tendo assim, características sociais, econômicas e geográficas parecidas. Respostas de idosos também são uma restrição pelas dificuldades consideradas no parágrafo anterior. As respostas de idosos dos questionários online foram realizadas por quem utiliza recursos tecnológicos, como telefones celulares e redes sociais, portanto a amostragem é restrita a um nicho que já tem familiaridade com os recursos, portanto as respostas vão mostrar exclusivamente a visão de idosos que não têm dificuldade de comunicação com a família.

3.2 PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO

As perguntas do questionário seguiram a linha de raciocínio descrita na seção 3.2. Nesta seção serão detalhadas quais perguntas foram feitas no questionário e por que foram feitas. Para facilitar o entendimento, a sequência de raciocínio foi colocada num diagrama, mostrado na Figura 5.

A primeira pergunta é fechada de múltipla escolha para determinação da faixa etária da pessoa que está respondendo. Ela foi definida como pergunta fechada porque a informação de interesse é se a pessoa é caracterizada como idosa ou não, portanto as únicas opções de resposta são acima de 70 anos ou até 69 anos. Esta pergunta direciona ao próximo conjunto de perguntas, para pessoas acima de 70 anos ou até 69 anos. Conforme a resposta escolhida, o programa direciona à página certa que contém as perguntas para a faixa etária da resposta.

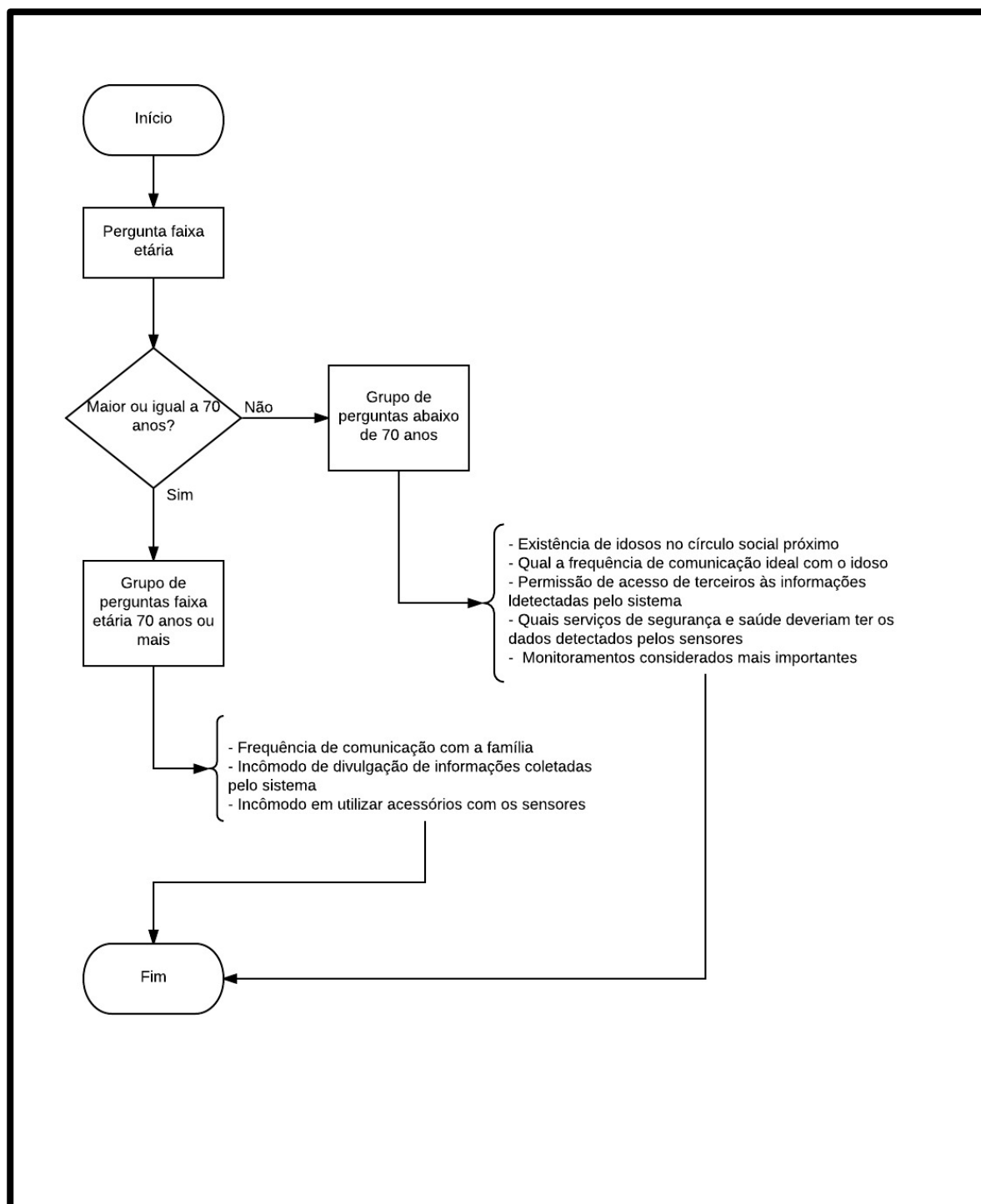


Figura 5. Sequência de raciocínio do questionário

3.2.1 Grupo etário idoso

Caso a pessoa tenha selecionado a opção de 70 anos ou mais, ela é direcionada à página de perguntas específicas deste grupo etário. Com estas perguntas, deseja-se saber a frequência de comunicação com a família, o incômodo de divulgação de informações

coletadas pelo sistema e o incômodo em utilizar acessórios com os sensores. Para isto, foram feitas três perguntas fechadas, sendo possível selecionar apenas uma resposta. Por se compreender a dificuldade dos idosos em responder o questionário, optou-se por um número reduzido de perguntas com respostas limitadas. Isto tornou o questionário mais fácil e menos complicado para ser respondido.

A primeira pergunta para o grupo etário dos idosos foi ‘Com que frequência você utiliza aparelhos móveis para se comunicar com a família?’, e as possibilidades de respostas foram: ‘Todo dia’, ‘A cada dois dias’, ‘Uma vez por semana’, ‘Menos que uma vez por semana’. O objetivo desta pergunta foi quantificar a frequência de comunicação entre idoso e família. Conforme a frequência de maior resposta, deve-se adequar a frequência de transmissão informações do sistema à que atende a necessidade da maioria. Se a frequência de transmissão de informações for muito mais baixo do que a maioria deseja, o sistema pode não ser aceito por não suprir a necessidade do usuário. Por outro lado, se a frequência for muito maior, pode também não ser aceito porque pode gerar perturbação com alertas exaustivos.

Na sequência, a questão ‘Você se incomodaria se algum membro da sua família soubesse o que você está fazendo? (sem filmar)’ foi feita somente com possibilidades de resposta ‘Sim’ ou ‘Não’. Esta pergunta visa avaliar a tolerância do idoso ao conhecimento de familiares de suas atividades. Foi enfatizado que não haveria qualquer filmagem, para minimizar qualquer impressão de invasão de privacidade pelo idoso. É importante saber qual parcela de idosos se incomoda ou não de ter suas atividades monitoradas, pois por se tratar de pessoas, não seria ético monitorar suas atividades sem consentimento.

Para finalizar o grupo de perguntas dos idosos, ‘Você acha incômodo utilizar acessórios no seu corpo enquanto está dentro de casa? (pulseiras, colares, etiquetas)’ aceita três tipos de resposta, ‘Muito incômodo’, ‘Tolerável’ e ‘Não me importo’. Esta pergunta foi feita para avaliar a receptividade do sistema aos idosos. Entende-se que com a tecnologia a qual o trabalho está delimitado, não é possível levantar qualquer informação considerada sem o uso de algum dispositivo de captação, como sensores e etiquetas, portanto é fundamental saber se os idosos sentem algum incômodo em utilizar algo anexo ao corpo, como um adereço.

3.2.2 Grupo etário não idoso

As pessoas que responderam o questionário e responderam ter uma idade de 69 anos ou menos foram direcionadas a uma página com cinco perguntas para este grupo etário. As

informações pretendidas com este grupo etário são referentes aos idosos com os quais convivem, como a existência de idosos no círculo social próximo, a frequência de comunicação com os idosos próximos, a aceitação da divulgação de informações dos idosos a serviços e pessoas que podem dar suporte em possível emergência, bem como quais são estes serviços e quais informações as pessoas deste grupo gostariam de monitorar nos idosos de seus círculos sociais.

A primeira pergunta feita foi ‘Você possui idosos em seu círculo social próximo (amigos próximos, parentes, colegas) que morem sozinhos e sejam independentes?’. Trata-se de uma pergunta fechada apenas com as possibilidades de respostas sim ou não. Esta pergunta foi feita para saber qual a parcela da população neste grupo etário que convive com idosos. Assim, pode-se avaliar a utilidade do trabalho, pois ele resolve problemas que existem somente quando pessoas idosas convivem com não idosas. Com esta informação é possível saber qual parcela das pessoas que responderam poderia se tornar usuária do sistema.

A segunda pergunta foi ‘Quantas vezes ao dia você acha necessário saber se está tudo bem com o idoso?’, com quatro possibilidades de resposta: ‘Uma vez ao dia é suficiente’, ‘Entre duas e quatro vezes’, ‘Entre cinco e dez vezes’, ‘Mais que dez vezes’. Esta pergunta foi feita de forma fechada porque as possibilidades de resposta já apresentam todo o espectro de frequência de comunicação significativo para o trabalho e, ainda, pode-se responder qualquer número existente com a última resposta, que amplia a possibilidade de frequência de comunicação de dez vezes a qualquer número maior.

Na sequência, ‘Você gostaria que médicos ou outros serviços de saúde pudessem monitorar o estado de saúde do idoso próximo a você?’ foi uma pergunta feita para saber a opinião das pessoas sobre serviços de saúde terem informações destes idosos. Também é uma pergunta fechada, somente com possibilidades sim ou não de resposta, pois a opinião da família dos idosos define se estas informações geradas devem permanecer somente com a família ou terceiros devem ter acesso influencia nas saídas de um sistema inteligente.

Em ambas as situações há vantagens e desvantagens. O fato de serviços de saúde terem acesso a informações que podem detectar uma emergência com o idoso tem as vantagens de proporcionar agilidade ao atendimento, porque a informação chegaria mais rapidamente a eles e também um atendimento mais efetivo, uma vez que seria realizado por profissionais da área que são treinados para isto. Por outro lado, há a preocupação ética com a propriedade da informação e também com um elevado volume de alertas ao sistema de saúde, que poderiam ser alarmes falsos.

As duas próximas perguntas são de múltipla escolha, sendo elas: ‘Quem você gostaria de informar o estado de saúde do idoso? (Não responder caso tenha dito 'não' na última pergunta)’ e ‘Quais as informações que julga mais importante monitorar a distância no idoso que mora sozinho (sem utilização de câmaras)?’. Além da possibilidade de se selecionar mais de uma resposta, há a possibilidade de se adicionar mais respostas a elas. Isto foi uma forma de saber o que as pessoas que responderam o questionário gostariam de ter para melhorar a vida delas e a relação com os idosos de seus círculos sociais.

As respostas adicionadas pelos que responderam o questionário também contribuem com sugestões de funcionalidades que podem ser avaliadas e incorporadas futuramente em projetos seguintes. Através do conhecimento da necessidade dos usuários, o projeto pode ser expandido, incorporando mais funcionalidades e resolvendo mais problemas identificados pela sociedade.

O Anexo A apresenta uma cópia integral do questionário, das perguntas realizadas e das possibilidades de respostas. Esta cópia foi colocada da mesma forma que o questionário foi disponibilizado na internet para ser respondido.

4 PROTÓTIPO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

Um protótipo foi construído para testar a solução proposta no trabalho. Ele consiste em um dispositivo de recepção de sinal, um processador das informações captadas, um algoritmo para processar estas informações e um dispositivo para apresentar as informações adquiridas de uma forma amigável ao usuário do sistema.

O principal requisito desejado para o protótipo é que fosse adaptável o suficiente para as soluções levantadas no questionário e também às soluções propostas pelas pessoas que responderam as perguntas. A Figura 6 mostra um diagrama de blocos do funcionamento do protótipo: um dispositivo de aquisição de dados envia o sinal para o dispositivo de processamento de dados, o qual é programado para processar as informações adquiridas e armazená-las num disco rígido, processar e gerar uma resposta, transmitida através da internet e mostrada ao usuário no dispositivo de saída, que é o próprio celular do usuário.

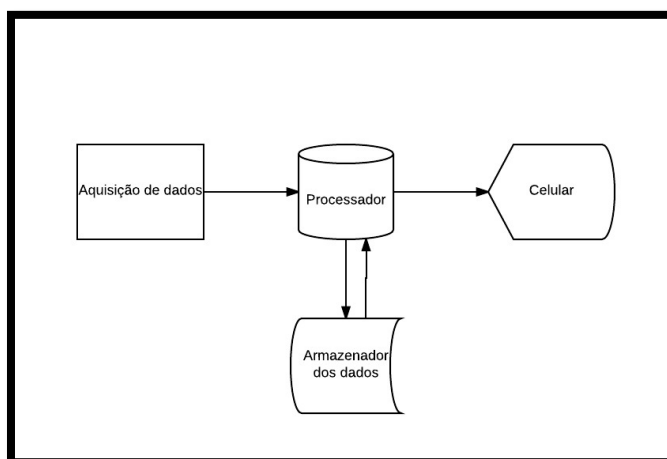


Figura 6. Diagrama de bloco do funcionamento do protótipo

4.1 PLATAFORMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS

O processador de dados foi selecionado entre duas plataformas microcontroladas disponíveis no mercado que são adaptáveis aos diversos possíveis usos e apresentam boa aceitação acadêmica. Por serem didáticas e trabalharem com códigos abertos, a possibilidade de sucesso é maior devido à grande comunidade em nível mundial trocando informações e soluções entre si. As plataformas avaliadas foram o Arduino e o Raspberry Pi.

4.1.1 Arduino©

O Arduino© é uma plataforma eletrônica criada para possibilitar uma integração fácil entre *hardware* e *software*. Foi desenvolvido no *Ivrea Interaction Design Institute* como uma ferramenta para desenvolvimento de protótipos eletrônicos. É baseado num microcontrolador, que possui entradas e saídas eletrônicas, bem como LEDs indicadores, uma linguagem de programação própria e um ambiente de desenvolvimento (IDE) próprio.

Pela simplicidade de uso, vasta aceitação e operabilidade nos três principais sistemas operacionais (Mac, Windows e Linux) foi considerado como uma opção para a montagem do protótipo. A Figura 7 mostra uma imagem mecânica do Arduino (ARDUINO, 2017).

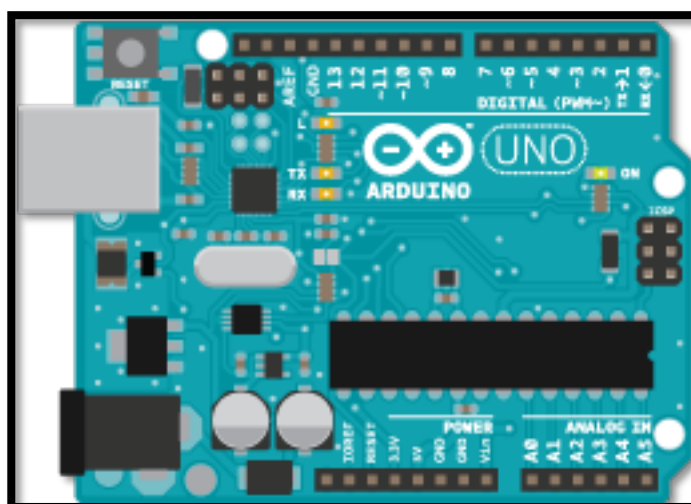


Figura 7. Imagem do Arduino

Fonte: Site do Arduino (ARDUINO, 2017)

4.1.2 Raspberry Pi

Diferentemente do Arduino, o Raspberry Pi é um computador, e não somente um microcontrolador. Ele possui igualmente entradas para o microcontrolador e também entradas para teclado, mouse, monitor e áudio. Um diferencial do Raspberry Pi é que ele já tem antena para conexão com a internet embutida, sendo desnecessária a adição de um módulo para isto.

O Raspberry Pi possui vários sistemas operacionais desenvolvidos e de fonte aberta, sendo Raspbian e Noobs os mais populares. Os dois foram desenvolvidos a partir do Linux e operam com os mesmos comandos do Linux. A Figura 8 mostra um Raspberry Pi.

Mecanicamente é parecido com o Arduino, porém possui uma maior complexidade eletrônica (RASPBERRY PI, 2017).

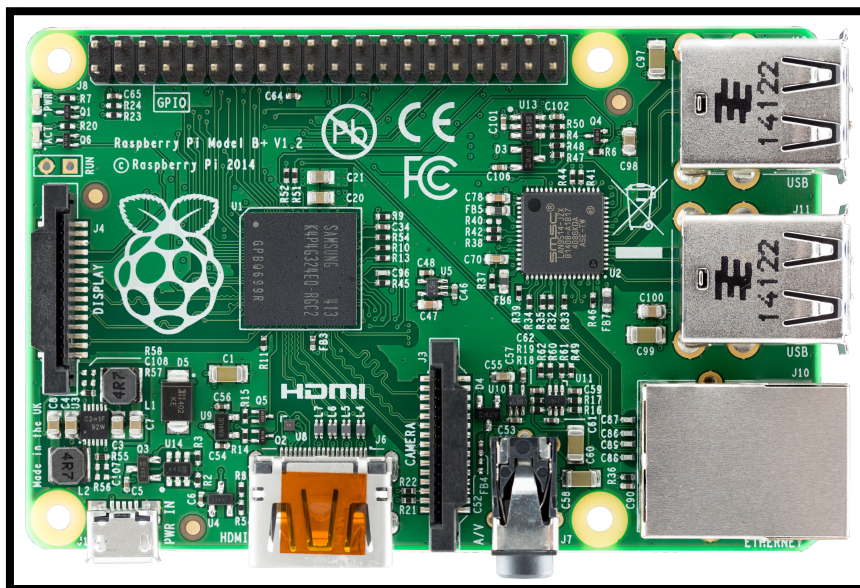


Figura 8. Imagem do Raspberry Pi

Fonte: Raspberry Pi (RASPBERRY PI, 2017)

4.1.3 Estrutura do protótipo

Para a montagem do protótipo foi selecionada a plataforma Raspberry Pi por ser mais robusta e ter um maior nível de conectividade agregado. Uma antena para internet sem fio, por exemplo, é um elemento padrão do Raspberry Pi 3 model B que teria que ser agregado ao Arduino como uma plataforma adicional ao dispositivo.

O Raspberry Pi é uma CPU de computador como qualquer outra, porém por ser desenvolvida para projetos de pequeno porte como os de IOT não possui memória muito robusta nem HD. Isto o deixa muito mais leve e compacto mecanicamente, favorecendo ainda mais este tipo de projeto.

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os dispositivos externos de um computador: um teclado e um mouse foram conectados nas estradas USB. Pela saída HDMI foi conectado um monitor utilizando um cabo HDMI padrão comercial. A alimentação dele pode ser feita por qualquer fonte que tenha saída USB, com um conector mini USB, desde que a corrente seja de, no mínimo, 2,1 A em corrente contínua a 5V. O sistema operacional é instalado num cartão de memória do tipo mini SD. É necessário que o cartão tenha no mínimo

8 GB classe 4, recomendado pela marca na sua página de indicação de primeiros usos do dispositivo para a instalação do sistema operacional e armazenamento de arquivos (RASPBERRY PI, 2017).

4.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

Para adquirir os dados foi utilizado um módulo com tecnologia RFID que se comunica tanto com o Arduino quanto com o Raspberry Pi: MFRC522. Foi escolhido por ser o mais comum, com menor custo e maior disponibilidade de informações entre usuários do Raspberry Pi.

4.2.1 MFRC522

O MFRC522 é manufaturado pela empresa NXP. É um circuito eletrônico integrado capaz de ler e escrever informações sem contato em cartões magnéticos através de uma antena. Esta comunicação é feita através do protocolo ISO/IEC 14443 A/MIFARE. Seu funcionamento exige uma fonte em corrente contínua de 2,5 ou 3,3 V. A Figura 9 mostra a placa. Na esquerda, aonde há uma série de arcos concêntricos, fica a antena juntamente com o escrito RFID-RC522, que indica o modelo do dispositivo. Na direita há os pinos de entrada e saída do dispositivo, os quais são utilizados para alimentação e comunicação com o Raspberry Pi (NSX, 2016).

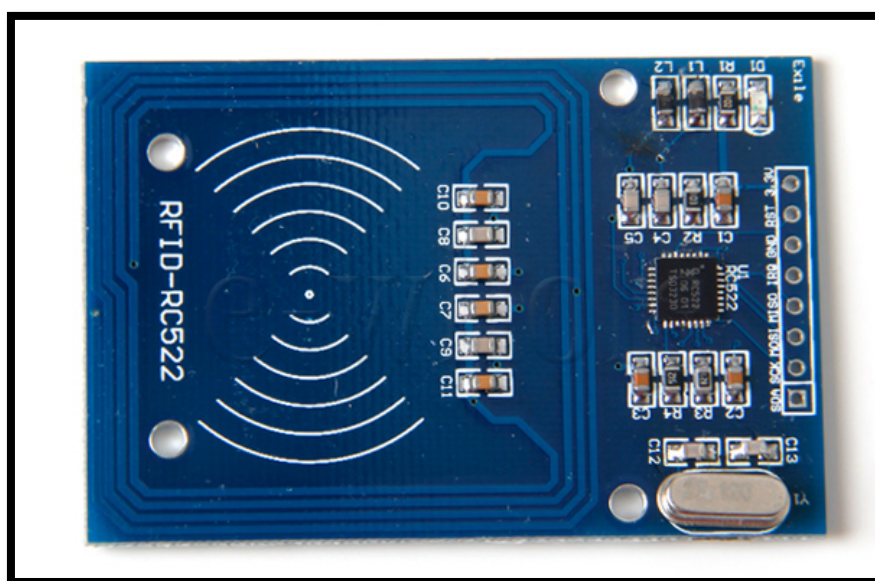


Figura 9. Imagem do MFRC522, dispositivo de aquisição de dados

Fonte: Folha de dados do MFRC522 (NSX, 2016)

4.2.2 Conexão do MFRC522

A Figura 10 mostra o diagrama de conexão do MFRC522 com o Raspberry Pi.

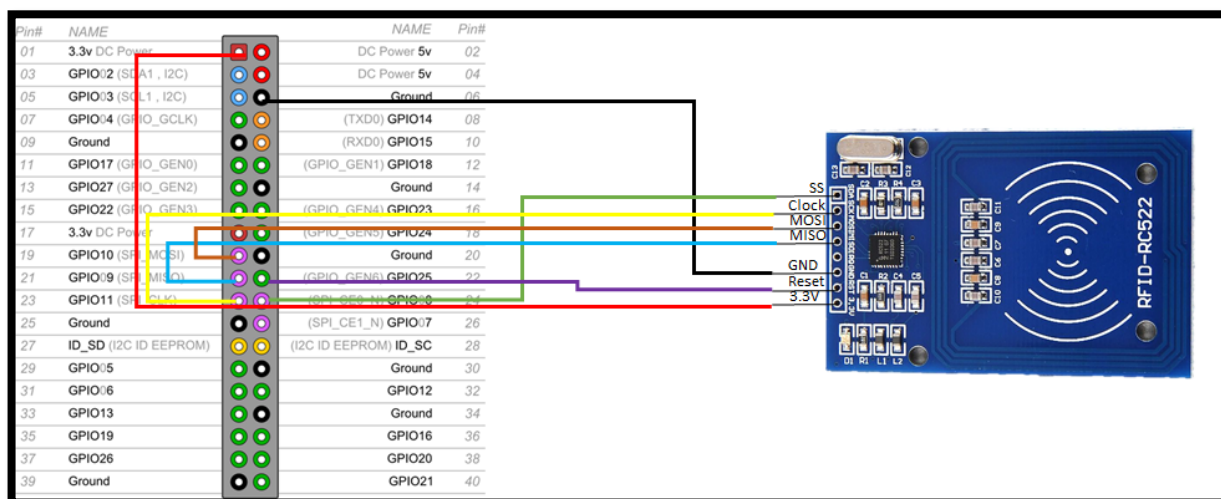


Figura 10. Diagrama de conexão do RC522 com o Raspberry Pi

Fonte: Folha de dados do MFRC522 (NSX, 2016)

4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS

Para o processamento de dados, foi utilizado o sistema operacional Raspbian, no qual foi desenvolvido um algoritmo na linguagem Python. Tanto o sistema operacional quanto a linguagem de programação foram selecionados pela interface que possuem com o Raspberry Pi, não sendo necessária nenhuma configuração extra ou além da básica exigida pela plataforma para seu funcionamento.

4.3.1 Sistema operacional Raspbian

O Raspbian é um sistema operacional padrão do Raspberry Pi. Ele foi baseado no Debian GNU/Linux e otimizado para o Raspberry Pi. Como padrão, este sistema operacional já vem com o compilador da linguagem de programação Python instalado. Isto foi um dos fatores para a decisão pelo uso da linguagem Python no desenvolvimento do aplicativo que processa os dados adquiridos no protótipo (RASPBIAN, 2017).

4.3.2 Bibliotecas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo

O desenvolvimento do aplicativo para processamento de dados somente ocorreu com o auxílio de diversas bibliotecas de classes para desenvolvimento de softwares na linguagem Python. Elas foram desenvolvidas de forma colaborativa e disponibilizadas na internet através de páginas da comunidade do Raspberry Pi e fóruns de troca de informações acerca do tema. Foram elas:

- `adafruit-beaglebone-io-python`;
- `Attendance-system-using-mysql-with-Raspberry-pi-and-RFID-RC522-master`;
- `MFRC522-python-master`;
- `pi-rc522-master`;
- `RPi.GPIO-0.6.3`;
- `spidev-3.2`;
- `SPI-Py-master`

Para o sucesso do protótipo, todas elas foram instaladas no Raspberry, cada qual contribuindo de alguma forma para o mapeamento dos dispositivos e comunicação entre eles para o fluxo de informação em todo o processo descrito neste capítulo. Cada biblioteca possui um código único feito por colaboradores da comunidade Raspberry Pi que mapearam os dispositivos utilizados e transformaram o fluxo de informações eletrônicas em um código Python, possibilitando o uso destes dispositivos de forma amigável com uma linguagem de programação única.

Sem a existência destas bibliotecas, todo trabalho feito com estes dispositivos teria que mapear a estrutura eletrônica deles e a partir deste mapeamento desenhar a arquitetura do software para tratamento de informações. Graças a estes trabalhos documentados e compartilhados publicamente, muitas horas de trabalho são economizadas e dedicadas a um trabalho efetivo e cada vez mais complexo.

4.3.3 Aplicativo para processamento de dados

O processamento de dados foi feito por um aplicativo desenvolvido em Python. Esta linguagem de programação é open source, ou seja, de licença livre para uso, modificação e colaboração (OPEN SOURCE, 2012). Foi criada em 1990 por Guido van Rossum, mas possui muitos avanços de outros contribuintes por ser livre (PYTHON, 2001).

O código do aplicativo na íntegra está no Anexo B. Para simplificar a descrição do algoritmo, a Figura 11 mostra um fluxograma do algoritmo.

Ele inicia com a inserção do tempo máximo de duração da atividade e segue para um *loop* infinito, para que ele fique continuamente buscando um sinal da antena RC522. Quando esta antena detecta o sinal de que o cartão se aproximou, a data e o horário são registrados e um contador é disparado. Se este tempo for maior que o definido pelo usuário antes da próxima passagem, uma mensagem é enviada para o usuário. Este valor deve indicar um tempo superior à duração da atividade monitorada para que seja um indicativo de emergência.

Por exemplo: se o protótipo for utilizado para monitorar um banho que dura em média 30 minutos, pode-se estabelecer que caso o idoso não passe pelo registrador num intervalo de 45 minutos indica um risco de emergência, como uma queda. Assim, o usuário deve estabelecer 45 minutos para esta rotina e, se passar de 45 minutos, uma mensagem é mostrada no celular do usuário.

Se o contador for menor que o tempo estipulado pelo usuário, ele segue no loop de detecção do cartão. Os elementos decisórios (losangos) ‘Passagem detectada?’ e ‘Tempo acabou?’ mostram a rotina de detecção da segunda passagem, que representam o fim da atividade do idoso. Se a segunda passagem for detectada, significa que o idoso terminou sua atividade em um tempo menor que o considerado para ser emergencial. Caso contrário, o contador segue incrementando o tempo e a decisão do intervalo de tempo crítico, quando atingida, detecta a emergência e envia mensagem à família.

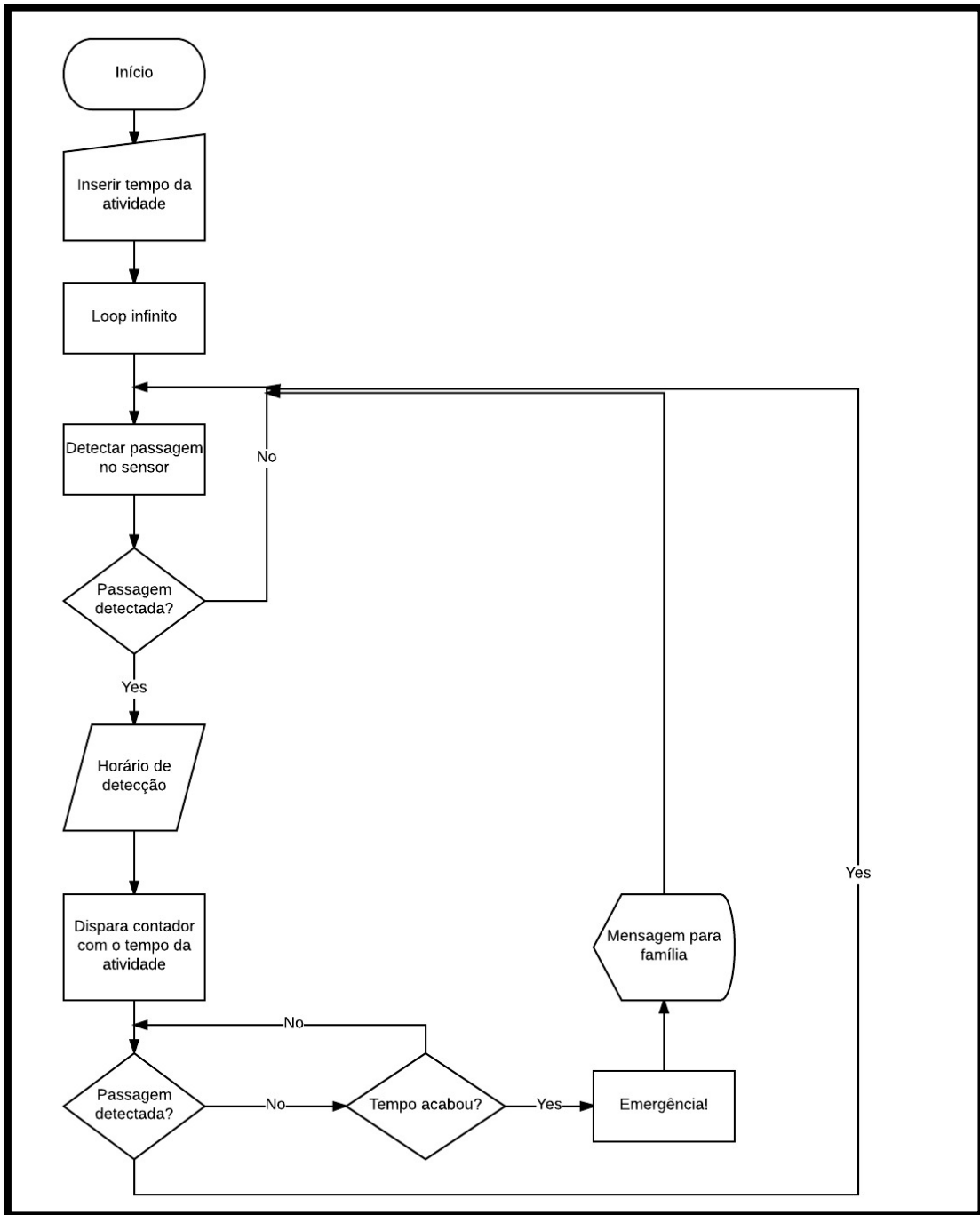


Figura 11. Fluxograma do aplicativo

5 RESULTADOS, CONCLUSÃO E PROPOSTAS FUTURAS

Este capítulo finaliza o trabalho apresentando os resultados obtidos pela pesquisa, seguidos pelas conclusões tiradas destes resultados e propostas para trabalhos futuros. Estas compiladas pelas reflexões e percepções tidas durante o trabalho sobre temas fora do escopo, os quais poderiam vir a contribuir para o tema, contexto e problema do trabalho em estudos futuros.

5.1 RESULTADOS

Os resultados obtidos durante o trabalho estão apresentados em duas etapas: o questionário e o protótipo. Os resultados do questionário mostram quantitativamente o que foi obtido através das respostas do questionário no período de tempo definido. Estes resultados apresentam numericamente o que as pessoas responderam e o que percebem sobre a questão levantada pelo trabalho.

Os resultados do protótipo mostram aonde se chegou com a elaboração de um protótipo para o objeto de estudo do trabalho e então sejam tiradas conclusões sobre o tema. Estes resultados não são numéricos, eles mostram aonde o trabalho chegou na prática para a conclusão dos objetivos inicialmente propostos. Eles também contribuem para mostrar a qual direção os estudos devem ir para produzir resultados ainda melhores em trabalhos futuros.

5.1.1 Questionário

Os resultados do questionário foram obtidos diretamente da plataforma Google forms, utilizada para a construção deste questionário. Ele foi respondido por 224 pessoas. A plataforma mostra as respostas obtidas de três formas diferentes:

- Resumo, em que os valores são mostrados através de gráficos;
- Questão, em que para cada pergunta são apresentadas quantas respostas foram obtidas para cada possibilidade;
- Individual, em que é mostrado cada questionário individualmente e quais foram as repostas. Estes dados podem também ser disponibilizados pela plataforma no formato de banco de dados csv.

Das 224 pessoas que responderam o questionário, 16 responderam ter 70 anos ou mais e 208 responderam ter até 69 anos. Isto representa uma proporção de 7,1% de pessoas no grupo etário idoso, que respondeu um grupo de questões subsequente, e 92,9% de pessoas não idosas, que teve outro grupo de questões subsequentes.

No grupo etário idoso, 13 pessoas responderam se comunicar diariamente com a família utilizando aparelhos móveis e 3 pessoas responderam que se comunicam a cada 2 dias com a família utilizando aparelhos móveis. Nenhuma pessoa respondeu que se comunica uma ou duas vezes por semana ou menos.

Quanto ao monitoramento de atividades, 10 pessoas informaram não se incomodar com o monitoramento e 6 pessoas disseram achar incômodo. Conforme foi explicitado na pergunta (capítulo 3), este monitoramento não inclui filmagem. Sobre a forma de monitoramento, 6 pessoas disseram tolerar o uso de algum acessório que contenha o sensor, 4 pessoas disseram não se importar e 6 pessoas disseram achar isto incômodo.

As proporções das respostas a estas perguntas foram apresentadas em gráficos de pizza na Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15 conforme os comentários feitos acima.

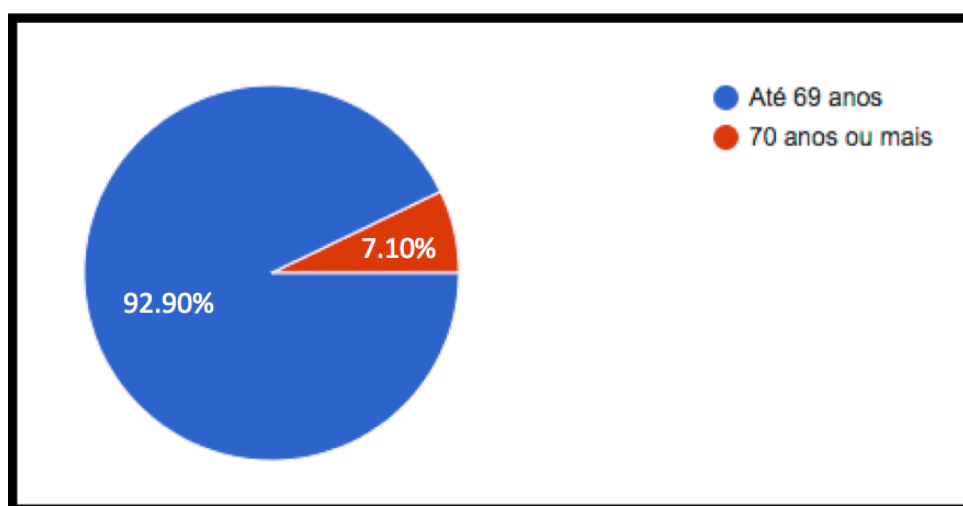


Figura 12. Grupo etário das pessoas que responderam o questionário

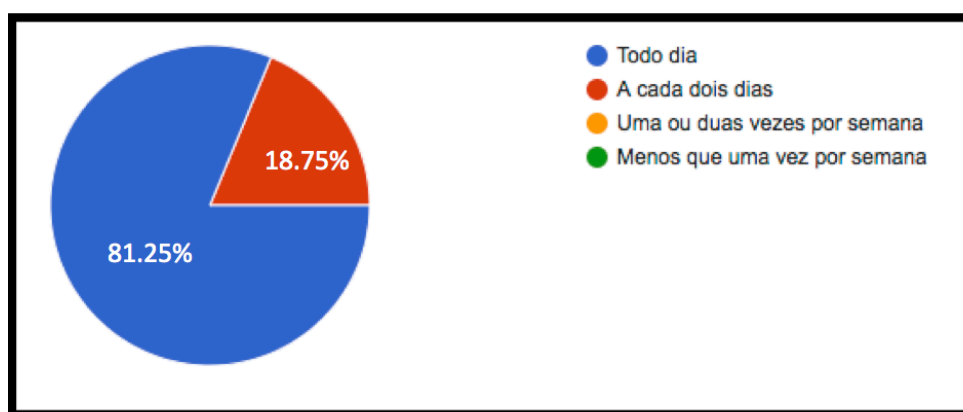


Figura 13. Frequência de comunicação dos idosos e com aparelhos móveis

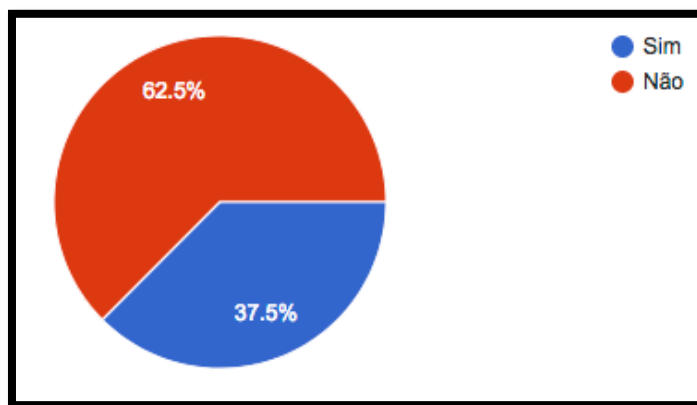


Figura 14. Incômodo dos idosos em ter suas atividades monitoradas

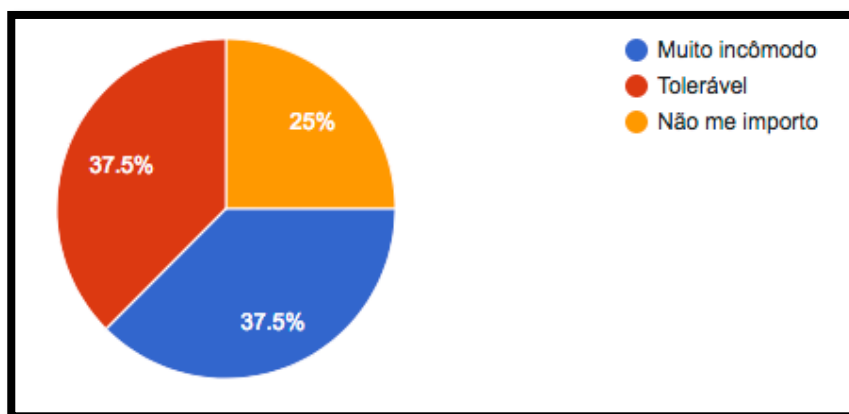


Figura 15. Resposta dos idosos sobre utilizar sensores como acessórios

As perguntas direcionadas ao grupo etário não idoso (até 69 anos), respondidas pelas 208 pessoas deste grupo etário, mostraram que 37 pessoas não possuem idosos em seu círculo social próximo enquanto 171 possuem.

Destas pessoas, 121, ou seja, a maioria, acredita que saber se o idoso está bem uma vez ao dia é suficiente, enquanto 77 acreditam que deve-se entrar em contato entre 2 e 4 vezes ao dia. Um grupo minoritário de 7 pessoas disse acreditar que deve-se comunicar com o idoso entre 5 e 10 vezes ao dia e 2 pessoas responderam sentir a necessidade de uma frequência de comunicação maior que 10 vezes ao dia.

Quanto ao acesso a estas informações, 177 pessoas acreditam que serviços de saúde devem receber estas informações de monitoramento do idoso, enquanto as outras 31 dizem que as informações devem ser restritas ao círculo social do idoso, para que alguém deste entre em contato com o serviço de saúde quando necessário.

Das pessoas que responderam que acreditam que serviços de saúde devem ter acesso às informações levantadas pelo idoso, 13 responderam que os bombeiros devem ter acesso, 129 responderam que o médico deve ter, 45 concordaram com o SAMU e 121 assinalaram a opção família. Por ser uma pergunta que aceita múltiplas respostas, a soma das quantidades respondidas em cada opção é maior que o total de pessoas que responderam. Além destas possibilidades, foram aceitas também sugestões de respostas. As sugestões obtidas foram Polícia (1 pessoa), amigos próximos (1 pessoa) e Pronto socorro (1 pessoa). Por fim, 1 pessoa informou não ter entendido a pergunta.

A última pergunta do questionário se refere a quais informações o público gostaria que sejam levantadas pelo sistema proposto no trabalho. Esta pergunta também aceita mais que uma resposta e abre espaço para sugestões. 99 pessoas responderam o coração, 112 pessoas responderam a pressão, 91 pessoas responderam querer saber se o idoso já se levantou após um horário determinado, 120 pessoas gostariam de saber se o idoso escorregou no banheiro e 92 pessoas gostariam de saber se o idoso está se movendo.

Das sugestões do usuário, as respostas foram: saber se está tomando os remédios (1 pessoa), dores (1 pessoa), todas (2 pessoas), horários de refeições (1 pessoa), saber se está se alimentando ou bebendo álcool (2 pessoas). Uma pessoa disse que depende da necessidade do idoso e uma disse que gostaria de saber se está tudo bem, se já voltou para casa após ter saído, bem como sua localização e trajeto percorrido.

A Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19 e Figura 20 mostram os resultados discutidos sobre as respostas do grupo etário não idoso na forma de gráficos e com valores percentuais.

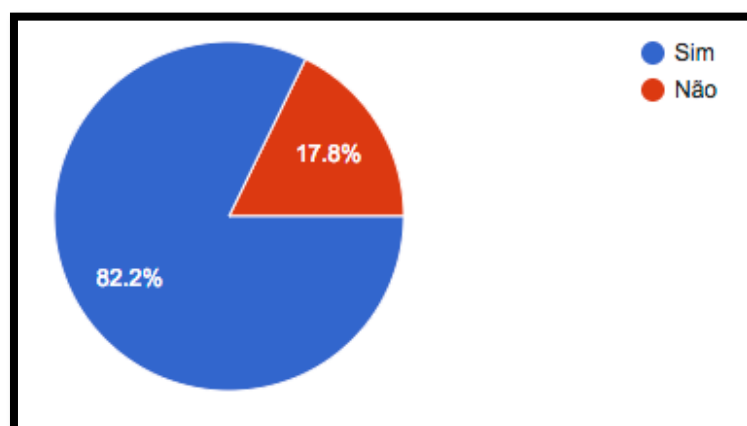


Figura 16. Não idosos que possuem idosos no círculo social próximo

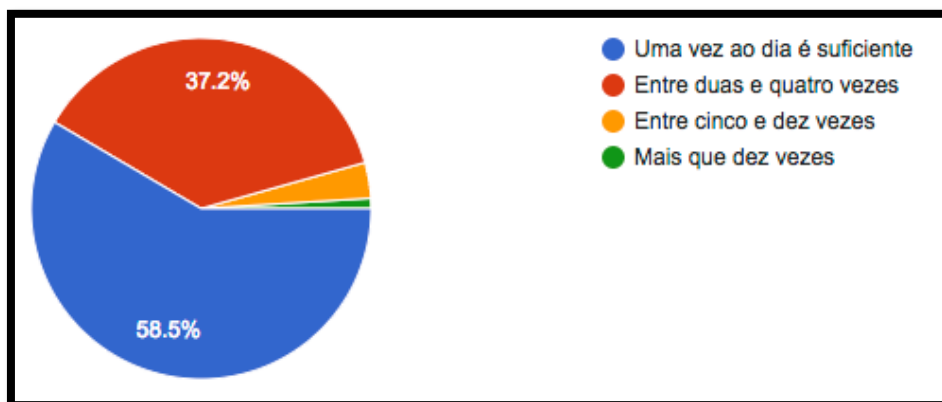


Figura 17. Frequência mínima de comunicação com o idoso

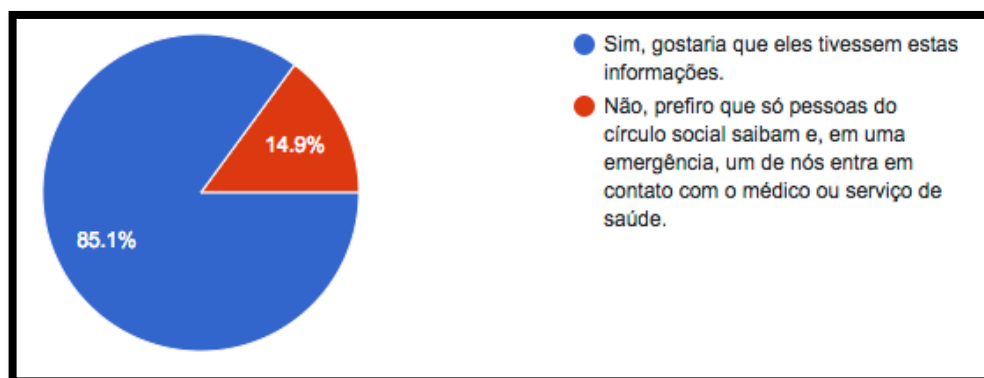


Figura 18. Aceitação de acesso a informações por serviços de emergência

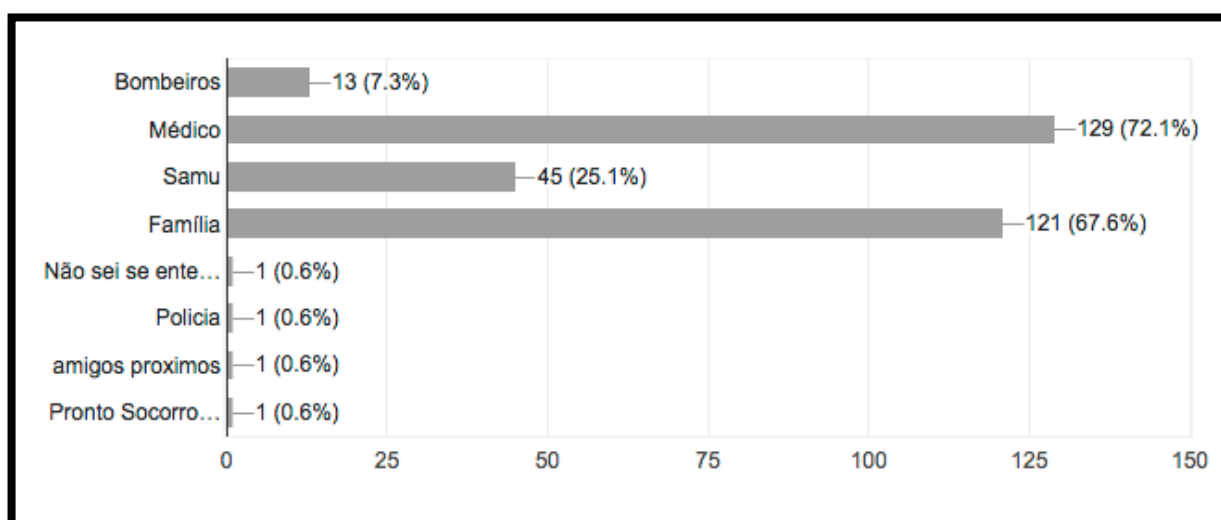


Figura 19. Quem deve ter as informações levantadas pelo sistema

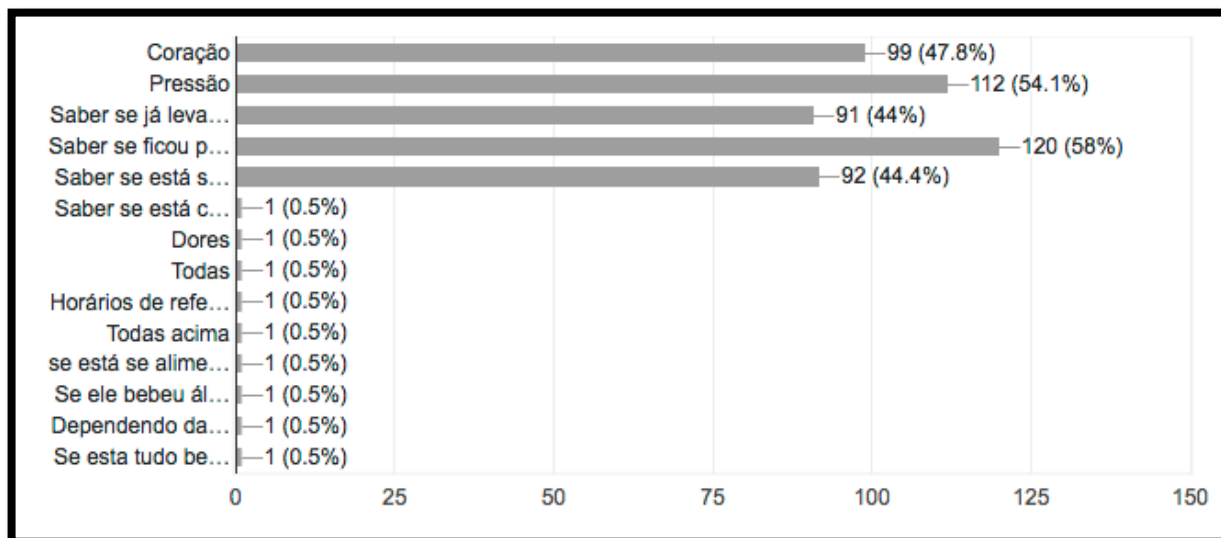


Figura 20. Informações que as pessoas gostariam de obter do sistema

5.1.2 Protótipo

O protótipo apresentou um resultado dentro da expectativa que se esperava para resolver o problema proposto. Com ele é possível capturar informações de passagem no sensor e manipula-las de forma eficaz. Por trabalhar numa plataforma como o Raspberry Pi, que é largamente difundida pela comunidade de engenharia e IOT, e utilizar a linguagem Python de programação, este protótipo se mostrou bastante flexível.

Muitas das propostas de monitoramento podem ser encaixadas neste protótipo sem alterações no *hardware* e com pouca ou nenhuma alteração no *software*. Propostas envolvendo outros tipos de sensores, como monitoramento de pressão e coração, também podem ser adaptadas à estrutura do protótipo. No entanto, como o escopo do trabalho envolvia somente fazer o protótipo, definiu-se o uso do sensor RFID e o protótipo foi realizado com esta tecnologia somente.

5.2 CONCLUSÃO

A realização do trabalho leva a concluir que já existe pesquisa na área de instalações elétricas voltadas a assistência de pessoas com necessidade de auxílios, porém há pouco foco na área de idosos. Esta expansão do conhecimento se mostrou muito importante pela tendência de envelhecimento da população, também vista no decorrer do trabalho.

O resultado do questionário mostrou que nenhum idoso entrevistado se comunica menos do que a cada dois dias por aparelhos móveis. Isto mostra uma aceitação por parte dos

idosos e uma necessidade da família em se comunicar com eles, provando a importância do trabalho em agregar esta ferramenta em instalações elétricas. Por outro lado, pelo fato da pesquisa ser predominantemente digital, os idosos que responderam já possuem um perfil inclinado a utilizar aparelhos de comunicação digital, ou seja, fazem parte de um grupo de aceitação tecnológica, que pode não ser a maioria.

As respostas do questionário também apontam questões sensíveis ao bem estar dos idosos no que se refere ao monitoramento. A Figura 14 aponta que há uma parcela significativa de idosos resistentes a um monitoramento, portanto há muito que se pensar e se trabalhar no lado ético para que se possa realizar um monitoramento não invasivo à privacidade deles.

Também analisando as circunstâncias para se realizar um monitoramento efetivo, os resultados mostrados na Figura 15 mostram aceitação do uso de sensores na forma de acessórios. Por outro lado, 37,5% deles sentindo algum incômodo em utilizar tais acessórios dentro de casa mostra que um dos requisitos para o monitoramento é a sensibilidade de saber como posicionar o sensor de uma forma quase imperceptível no idoso. Isto traz um novo tema que pode ser abordado em trabalhos futuros, que será mais explorado na seção 5.3.

O desenvolvimento de um protótipo para a proposta foi fundamental, pois mostrou que é possível monitorar as atividades do idoso de uma forma não invasiva, ou seja, sem uso de câmeras. Conforme foi proposto no início do trabalho, o algoritmo desenvolvido e a lógica de funcionamento do protótipo podem ser expandidos para diversas outras formas de monitoramento. Muitas destas grandezas e atividades podem ser vistas como sugestão do público além das sugeridas inicialmente no trabalho na Figura 20.

O protótipo também mostra que é possível reconhecer atividades humanas e monitorar emergências através de algoritmos computacionais e uso de sistemas de automação. Isto ocorre porque uma vez que rotinas de atividades cotidianas são levantadas e previstas, pode-se identificar os locais que ela devem ocorrer durante o dia da pessoa, principalmente no caso dos idosos, que possuem hábitos mais repetitivos. Com este levantamento, uma instalação contendo sensores e um bom algoritmo de processamento pode apontar a ocorrência ou não da atividade nos locais previstos. Os tempos levantados para estas rotinas, que também possuem uma constância significativa, podem ser medidos e, se extrapolados com uma margem considerável, indicam uma possível emergência.

Com a tecnologia disponível hoje, estas emergências podem facilmente ser apontadas para as devidas pessoas. Sejam elas família ou serviços especializados em emergências, conforme mostra a Figura 19, há uma grande gama de aparelhos disponíveis para

comunicação digital. A questão a ser trabalhada é quem pode e deve ter acesso a esta informação, como mostram a Figura 17 e Figura 18.

5.3 PROPOSTAS FUTURAS

Durante a realização do trabalho foram levantadas algumas questões que não puderam ser trabalhadas neste estudo. Esta falta ocorreu por estarem fora do escopo do trabalho ou por serem de áreas diferentes da do trabalho. Além disto, o fator tempo também delimitou uma expansão maior deste estudo.

Estas questões levantadas reforçam a interdisciplinaridade em trabalhos acadêmicos, principalmente ao se tratar de um tema como este. Como o próprio trabalho comenta e mostra, ele inicia com uma discussão na área social sobre uma questão relevante e crítica para a sociedade de hoje, que é o envelhecimento da população e é tratado como um tema de Engenharia Elétrica ao objetivar o bem estar da população em instalações elétricas. Também importantes para o sucesso deste trabalho foram temas das áreas de automação, eletrônica, computação e sistemas de informação.

Um trabalho como este poderia ser expandido em muitos outros a serem tratados por estas áreas em suas especificidades. Isto agregaria ainda mais valor com seus conhecimentos e poderia torna-lo mais completo.

Algumas questões levantadas durante a fase de construção do protótipo que podem ser abordadas em trabalhos futuros da área da Engenharia Elétrica ou das demais citadas a fim de tornar este tema mais completo e abrangente:

- Para maior segurança dos dados coletados pelo sistema, um sistema de armazenamento em nuvem pode ser desenvolvido;
- Para otimização de um dispositivo de monitoramento em termos de consumo energético e peso, pode-se pensar em alimentação por bateria ou energias renováveis produzidas em ambiente doméstico;
- Um relatório de atividades pode ser enviado à família do idoso com uma frequência desejada, para aumentar a confiabilidade do sistema e não gerar dúvida se o idoso não está em situação de emergência ou se o sistema falhou caso fique muito tempo sem emitir algum sinal pelo dispositivo;
- Implementar um projeto piloto em situação na residência de um idoso que aceite fazer parte do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABU-ELKHEIR, M.; HASSANEIN, H. S.; OTEAFY, S. M. A. Enhancing emergency response systems through leveraging crowdsensing and heterogeneous data. **2016 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)**, Paphos, p. 188-193, 2016.

ALI, Z.; MUHAMMAD, G.; ALHAMID, M. F. An Automatic Health Monitoring System for Patients Suffering From Voice Complications in Smart Cities. **IEEE Access**, v. 5, p. 3900-3908, 2017.
 ARDUINO. Arduino, Introduction, 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 30 out. 2017.

BELTRÃO, K. I. et al. **CAPACIDADE FUNCIONAL DOS IDOSOS**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro, p. 132. 2013.

EDISSE. Edisse, 25 jan. 2015. Disponível em: <<https://www.edisse.com>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

EVANGELATOS, O.; SAMARASINGHE, K.; ROLIM, J. Evaluating Design Approaches For Smart Building Systems. **2012 IEEE 9th International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Systems**, Las Vegas, v. 9, p. 1-7, 2012.

FERREIRA, O. G. L. et al. Significados atribuídos ao envelhecimento: idoso, velho e idoso ativo. **Psico-USF (Impr.)**, Itatiba, v. 15, n. 3, p. 357-364, 2010.

FISHKIN, K. P.; PHILIPOSE, M.; REA, A. Hands-On RFID: Wireless Wearables for Detecting Use of Objects. **Proceedings of the 2005 Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'05)**, Osaka, p. 38-41, out. 2005.

GHAYVAT, H. et al. Enhancement of WSN Based Smart Home to a Smart Building for Assisted Living: Design Issues. **2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies**, Gwalior, v. 5, p. 219-224, 2015.

GUAN, Z. J. **Internet-of-Things human body data blood pressure collecting and transmitting device**. 202 821 362 U, 27 mar. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios no Brasil 2000 / IBGE, Departamento de População e Indicadores Sociais**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, p. 97. 2002.

ISLAM, S. M. R. et al. The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey. **IEEE Access**, v. 3, p. 678-708, 2015.

JAWBONE. Jawbone, 2017. Disponível em: <<https://jawbone.com/up>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

KASHIMOTO , Y. et al. ALPAS: Analog-PIR-Sensor-Based Activity Recognition System in Smarthome. **2017 IEEE 31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)** , Taipei, p. 880-885, 2017.

LIU, M. L.; TAO, L.; YAN, Z. **Internet of Things-based electrocardiogram monitoring system**. 102 764 118 A, 07 nov. 2012.

MINOLI, D.; SOHRABY , K.; OCCHIOGROSSO , B. IoT Considerations, Requirements, and Architectures for Smart Buildings—Energy Optimization and Next-Generation Building Management Systems. **EEE Internet of Things Journal**, v. 4, p. 269-283, 2017.

MUHAMMAD, G. et al. A Facial-Expression Monitoring System for Improved Healthcare in Smart Cities. **IEEE Access**, v. PP, n. 99, p. 1-1.

NSX. **MFRC522 - Standard performance MIFARE and NTAG frontend**. [S.l.], p. 95. 2016.

OPEN SOURCE. History, 2012. Disponível em: <<https://opensource.org/history>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

PAN, J. et al. An Internet of Things Framework for Smart Energy in Buildings: Designs, Prototype, and Experiments. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 6, p. 527-537, 2017.

PORTAL DA EDUCAÇÃO. Metodologia Científica: Tipos de pesquisa. **Portal da educação**, 30 ago. 2013. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/pedagogia/metodologia-cientifica-tipos-de-pesquisa/50264>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

PORTER, A.; MUZTOBA, M.; OGRAS, U. Y. Human-machine communication for assistive IoT technologies. **2016 International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis (CODES+ISSS)** , Pittsburgh, p. 1-2, 2016.

PYTHON. History and License. **https://docs.python.org/3/license.html#history-of-the-software**, 2001. Acesso em: 2 nov. 2017.

RASHIDI , P.; MIHAILIDIS , A. A Survey on Ambient-Assisted Living Tools for Older Adults. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 17, n. 3, p. 579-590, 2013.

RASPBERRY PI. **Set up**, 2017. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/documentation/setup/README.md>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

RASPBERRY PI. **FAQS. Raspberry**, 2017. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/help/faqs/#softwareOS>>. Acesso em: 30 out. 2017.

RASPBIAN. Introduction to Raspbian, 2017. Disponível em: <<https://www.raspbian.org/>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

SHOREY, R. et al. Designing Smart Environments: A Paradigm Based on Learning and Prediction. In: SHOREY, R., et al. **Mobile, Wireless, and Sensor Networks: Technology, Applications, and Future Directions**. [S.l.]: Wiley-IEEE Press, 2005. p. 337-357.

SMITH, A. D. A. et al. Assessment of risk of falls in elderly living at home. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 25, n. 2754, 2017.

SUN , H. et al. Promises and Challenges of Ambient Assisted Living Systems. **2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations**, Las Vegas, p. 1201-1207, 2009.

TANASIEV, V. et al. Web service-based monitoring system for smart management of the buildings. **2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE)**, p. 25-30, out. 2016.

TRAGOS, E. Z. et al. An IoT based intelligent building management system for ambient assisted living. **International Conference on Communication Workshop (ICCW)**, London, p. 246-252 , 2015.

UEDA, K.; TAMAI, M.; YASUMOTO, K. A method for recognizing living activities in homes using positioning sensor and power meters. **2015 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops)**, St. Louis, MO, p. 354-359, 2015.

VAN KASTEREN, T. L. M.; ENGLEBIENNE, G.; KRÖSE, B. J. A. An activity monitoring system for elderly care using generative and discriminative models. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 14, n. 6, p. 489-498, 2010.

WALL, A. et al. Decentralized configuration of embedded web services for smart home applications. **2017 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon)**, Montreal, p. 1-6, 2017.

XIAOGANG , Y. et al. **'Realization of comprehensive detection algorithm of electrocardiogram signal at application layer electrocardiogram monitoring Internet of Thing**. 101 947 112 A , 19 jan. 2011.

ZAFARI, F.; PAPAPANAGIOTOU, I.; CHRISTIDIS, K. Microlocation for Internet-of-Things-Equipped Smart Buildings. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 3, p. 96-112, 2016.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO NA ÍNTEGRA

Início

Qual a sua faixa etária?

- Até 69 anos
- 70 anos ou mais

Grupo etário 70 anos ou mais

Com que frequência você utiliza aparelhos móveis para se comunicar com a família?

- Todo dia
- A cada dois dias
- Uma ou duas vezes por semana
- Menos que uma vez por semana

Você se incomodaria se algum membro da sua família soubesse o que você está fazendo?

(sem filmar)

- Sim
- Não

Você acha incômodo utilizar acessórios no seu corpo enquanto está dentro de casa? (pulseiras, colares, etiquetas)

- Muito incômodo
- Tolerável
- Não me importo

Grupo etário abaixo de 70 anos

Você possui idosos em seu círculo social próximo (amigos próximos, parentes, colegas) que morem sozinhos e sejam independentes?

- Sim
- Não

Quantas vezes ao dia você acha necessário saber se está tudo bem com o idoso?

- Uma vez ao dia é suficiente
- Entre duas e quatro vezes
- Entre cinco e dez vezes

- Mais que dez vezes

Você gostaria que médicos ou outros serviços de saúde pudessem monitorar o estado de saúde do idoso próximo a você?

- Sim, gostaria que eles tivessem estas informações.
- Não, prefiro que só pessoas do círculo social saibam e, em uma emergência, um de nós entra em contato com o médico ou serviço de saúde.

Quem você gostaria de informar o estado de saúde do idoso? (Não responder caso tenha dito 'não' na última pergunta)

- Bombeiros
- Médico
- Samu
- Família
- Outros

Quais as informações que julga mais importante monitorar a distância no idoso que mora sozinho (sem utilização de câmeras)?

- Coração
- Pressão
- Saber se já levantou da cama após um horário determinado
- Saber se ficou preso ou escorregou no banheiro
- Saber se está se movendo
- Outros

ANEXO B – CÓDIGO DO APLICATIVO DE PROCESSAMENTO

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf8 -*-
from time import sleep
import RPi.GPIO as GPIO
import MFRC522
import signal
import datetime
import paho.mqtt.client as mqtt
import time
import sys
import thread, os

continue_reading = True

TOPIC = 'test-rodriigo'

# ----- MQTT -----
def on_connect(client, userdata, flags, rc):
    print('Connected with result code ' + str(rc))
    client.subscribe(TOPIC)

def on_message(client, userdata, msg):
    content = str(msg.payload).strip()
    print('Mensagem recebida:\n' + content)

def on_publish(mosq, obj, mid):
    print('Publicada.\n')

def setup_mqtt_client(client):
    client.on_connect = on_connect
    client.on_message = on_message
    client.on_publish = on_publish

    client.connect('iot.eclipse.org', 1883, 60)
    client.loop_forever()

# ----- RC522 -----
# Capture SIGINT for cleanup when the script is aborted
def end_read(signal, frame):
    global continue_reading
    print (' Ctrl+C captured, ending read.')
    continue_reading = False
    GPIO.cleanup()

# ----- SCRIPT -----
# Hook the SIGINT
signal.signal(signal.SIGINT, end_read)
```

```

# Create an object of the class MFRC522
MIFAREReader = MFRC522.MFRC522()

# Setting up MQTT
client = mqtt.Client()
thread.start_new_thread(setup_mqtt_client, (client,))

# Testing publication
sleep(2)
print 'publicar:'
client.publish(TOPIC, 'testando AVBCCBSBFS')

# Welcome message
print ('Aproxime o cartao para indicar a passagem')

# This loop keeps checking for chips. If one is near it will
get the UID and authenticate
while continue_reading:

    # Scan for cards
    (status, TagType) = MIFAREReader.MFRC522_Request(MIFAREReader.PICC_REQIDL)

    # If a card is found
    if status == MIFAREReader.MI_OK:
        print 3
        now = datetime.datetime.now()
        Mensagem = 'Seu avo passou no banheiro: '+str (now)
        print Mensagem
        client.publish(TOPIC, Mensagem)
        time.sleep(10)

    # Get the UID of the card
    (status,uid) = MIFAREReader.MFRC522_Anticoll()

    # If we have the UID, continue
    if status == MIFAREReader.MI_OK:

        # This is the default key for authentication
        key = [0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF]

        # Select the scanned tag
        MIFAREReader.MFRC522_SelectTag(uid)

        # Authenticate
        status = MIFAREReader.MFRC522_Auth(MIFAREReader.PICC_AUTHENT1A, 8, key,
uid)

        # Check if authenticated
        if status == MIFAREReader.MI_OK:

```

```
MIFAREReader.MFRC522_Read(8)
MIFAREReader.MFRC522_StopCrypto1()
else:
    print "Authentication error"
```