

PROJETO HEIMDALL: AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Gabriel Brisolla Ferreira

gabriel.ferreira45@fatec.sp.gov.br

João Pedro de Almeida

joao.almeida42@fatec.sp.gov.br

Walace Victor Galdino de Oliveira Soares

walace.soares01@fatec.sp.gov.br

Prof. Esp. Rodrigo Diniz

rodrigo.diniz@fatec.sp.gov.br

Fatec Itapetininga - SP

RESUMO: Automação residencial é um conceito que cresceu aceleradamente dentro da tecnologia nos últimos anos. A ideia de automatizar tarefas humanas dentro de casa, buscando conforto e redução de esforço, evolui gradativamente junto ao desenvolvimento de sistemas que aproximam a tecnologia do usuário. Tomando isso como base, este trabalho obtém relevância, pois traz um vislumbre da área para os brasileiros que podem experimentar a sensação de uma casa automatizada e estar em contato com diversos conceitos. Este artigo apresenta o projeto HEIMDaLL, um dispositivo que permite interações do usuário com eletroeletrônicos controlados via infravermelho, construído em um Raspberry Pi 3, utilizando Linux Raspbian como sistema operacional. A convergência entre peças de *hardware*, facilmente encontradas, e *software*, utilizando serviços de terceiros em conjunto com código desenvolvido para o projeto, possibilitou a criação de um pequeno sistema interligado. O projeto é pautado na metodologia Do It Yourself, que incentiva a criação de produtos pelo próprio usuário utilizando recursos acessíveis. Os códigos desenvolvidos em PHP, scripts de configuração em Shell e ligações com serviços como o Google Assistant e IFTTT, executam programas que levam ao controle de um aparelho de TV por comandos de voz ou por um aplicativo que simula o controle remoto desenvolvido em Java. Além disso, um tutorial, com explicações e exemplos em vídeo, é disponibilizado junto aos *softwares* na plataforma GitHub. Todo este trabalho é feito com o objetivo de facilitar o cotidiano do entusiasta da tecnologia e ampliar os horizontes da automação residencial no país.

Palavras-chave: Assistente Inteligente. Internet das Coisas. *Raspberry Pi*.

HEIMDALL PROJECT: HOME AUTOMATION

ABSTRACT: Home automation is a concept that has grown rapidly within the technology in recent years. The idea of automating human tasks at home, seeking comfort and effort reduction, gradually evolves with the development of systems that bring technology closer to the user. Taking this as a basis, this work gains relevance, as it brings a glimpse of the area for Brazilians who can experience the feeling of an automated home and be in contact with various concepts. This article presents the HEIMDaLL project, a device that allows user interactions with electronics controlled via infrared, built on a Raspberry Pi 3, using Raspbian Linux as operating system. The convergence between pieces of hardware, easily found, and software, using third-party services together with code developed for the project, enabled the creation of a small interconnected system. The project is based on the Do It Yourself methodology, which encourages the creation of products by the user using accessible resources. Codes developed in PHP, configuration scripts in Shell and connections with services such as Google Assistant and IFTTT, they execute programs that lead to the control of a TV set by voice commands or by an application that simulates remote control developed in Java. In addition, a tutorial, with explanations and video examples, is available along with the software on the GitHub platform. All this work is done with the aim of facilitating the daily life of technology enthusiasts and expanding the horizons of home automation in the country.

Keywords: Intelligent Assistant. Internet of Things. *Raspberry Pi*.

1 INTRODUÇÃO

Em 2008, a Marvel *Studios* lançou o filme *Homem de Ferro*, sendo notável o assistente virtual inteligente chamado Jarvis embutido na armadura e na casa do herói. Pensando em como o conceito de automação residencial foi apresentado, o filme tem grande impacto cultural e tecnológico, introduzindo a ideia de vanguarda para toda a população através de uma linguagem simples e direta.

Conforme a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial, Aureside (2020), a automação residencial vem como uma forma de melhorar o cotidiano das pessoas, integrando desde geladeira, fogão à televisão, visando atender às demandas dos consumidores por conveniência, conforto, eficiência energética e segurança. Por vezes, está ligada ao movimento *Faça Você Mesmo* (DIY), que é visto desde os anos 50 em revistas populares, como anunciava a *Business Week*, segundo Goldstein (1998), afirmando que "esta é a era do faça você mesmo", e rapidamente virou uma tendência.

A possibilidade de melhorias nas casas e essas melhorias virem do próprio usuário se perpetuou por várias décadas. Sendo um dos motivos a "economia de dinheiro e a personalização para melhor atender suas necessidades" (LUPTON; BOST, 2006, tradução do autor).

Outro assunto recentemente popularizado é o *Internet of Things* (IoT) que, seguindo a definição de Santos (2018), está relacionado aos dispositivos ligados em rede que coletam informações de seus usuários

para executar ações de maneira rápida e prática, interagindo com o ambiente. O IoT é uma das áreas mais exploradas para o desenvolvimento de soluções aplicadas no cotidiano e hoje já é encontrada no mercado uma grande variedade de produtos que apresentam o conceito de assistente residencial.

Pesquisas foram realizadas para o desenvolvimento deste projeto e foram encontrados artigos, trabalhos e vídeos que guiam os usuários a desenvolver assistentes caseiros de automação residencial, porém muitas vezes as informações disponíveis estavam em outros idiomas ou em tutoriais antigos e pouco detalhados.

Considerando esses problemas, surge a necessidade de atualização das explicações, de modo a permitir melhor compreensão geral, visando permitir que pessoas interessadas em aprender esses conceitos e com vontade de criar soluções práticas para o dia a dia possam ter acesso aos benefícios de um *home assistant*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As etapas do presente projeto foram elaboradas da seguinte forma:

a. foi feita uma revisão bibliográfica dos conceitos centrais do trabalho, em livros, artigos de *sites*, artigos acadêmicos e em *sites* de notícias, das quais foram extraídos os assuntos de: domótica e a sua história, DIY, IoT e assistente virtual. O intuito é aprofundar o conhecimento sobre esses temas ao leitor,

proporcionando melhor entendimento do projeto;

b. a idealização do projeto, assim como seu desenvolvimento, aconteceu em função dessas pesquisas e com elas a confirmação de que era possível. Além dos conceitos, as definições de cada material serão explicadas na próxima seção do trabalho;

c. também foi criado um tutorial na plataforma *GitHub*, com uma linguagem mais informal e próxima do usuário; o tutorial é uma simplificação dos processos apresentados na seção Implementação; junto a ele, os *softwares* e vídeos produzidos pela equipe de desenvolvimento serão disponibilizados nesse tutorial e em um canal do *YouTube*; no auxílio ao *hardware*, esquemas do circuito utilizado também estarão no tutorial;

d. com base no conceito do DIY e com o intuito de avaliar o grau de interesse das pessoas em desenvolver e até mesmo comprar um assistente de automação residencial, foi aplicado um questionário com o tema central sobre automação residencial, onde o respondente informa, logo no início, qual o seu nível de conhecimento sobre o assunto. Assim as perguntas puderam ser direcionadas de acordo com cada grau de conhecimento.

A implementação compreende algumas etapas a serem seguidas, sendo uma delas a montagem do *hardware*, que inclui o manuseio do *Raspberry Pi* e peças utilizadas e a instalação de *softwares* necessários. O *Raspberry Pi* é definido pela própria empresa como:

[...] um computador do tamanho de um cartão de crédito que se conecta à

sua TV ou monitor e a um teclado e mouse. Você pode usá-lo para aprender a codificar e criar projetos eletrônicos, e para muitas das coisas que o seu PC de mesa faz (*RASPBERRY PI FOUNDATION*, 2012).

Pensando em facilitar os processos e amenizar os riscos para o usuário, foi criado um tutorial, que pode ser encontrado no site *GitHub*, no repositório do projeto.¹ Nele, além de explicações sobre o projeto, há a descrição de cada passo a ser seguido e, para ajudar ainda mais o usuário, foi criado um canal no *YouTube* onde foram disponibilizados vídeos que mostram como alguns passos específicos devem ser feitos.

Também foram desenvolvidos dois *shell scripts*, feitos para o sistema operacional *Linux* que deve ser instalado no *Raspberry Pi*, que, quando executados, instalam e configuram automaticamente os *softwares* que compõem o projeto. Todos os *softwares* desenvolvidos no projeto, como os *scripts* e as páginas *Hypertext Preprocessor* (PHP), encontram-se no mesmo repositório.

O tutorial conduz o usuário na preparação de ambiente de rede (no que se refere a configurações de acesso externo e redirecionamento de portas do roteador) e na instalação do sistema operacional no cartão de memória, indicando vídeos suficientemente explicativos de outros canais confiáveis do *YouTube*.

Após o sucesso nas configurações iniciais, orienta-o a seguir o esquema de

¹ <https://github.com/Projeto-HEiMDaLL/projeto-heimdall>

montagem dos componentes eletrônicos na placa de prototipação. Além disso, o documento auxilia na clonagem de repositórios do *GitHub* e execução de *scripts*, informando que o usuário deve executar o primeiro dos dois citados acima, para instalar *softwares* como PHP, *Apache* e *Linux Infrared Remote Control* (LIRC); de acordo com a página oficial do *software*, o LIRC “é um programa que permite a decodificação e envio de sinais infravermelhos de muitos (mas não todos) controles remotos” (BARTELMUS, 2016). Por fim, mostra como configurar um endereço de Internet Protocol (IP) estático e a utilização do serviço de *Domain Name System* (DNS, em tradução, Sistema de Nomes de Domínio), *Duck DNS*, para criar um endereço textual para o *Raspberry Pi* na Internet.

A configuração do sistema passa pelo aplicativo, também encontrado no *GitHub*, onde a maior parte das definições de usabilidade das funcionalidades de interação com dispositivos eletrônicos será feita.

A primeira tela do *app* exige o endereço DNS do *Raspberry Pi* em um campo de texto, junto a uma porta. O usuário clica em 'Avançar', a aplicação armazena o endereço localmente, a seguir à próxima tela, fará uma requisição *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) de busca (GET) para o *Raspberry Pi*, apontando para uma página PHP especificada no código.

Antes de chegar no endereço, uma requisição é feita ao servidor do *Duck DNS*, enviando-o o endereço DNS previamente registrado, ao encontrar o IP que correspondente ao DNS informado

anteriormente, o servidor envia-o ao *smartphone*, permitindo localizar o roteador do usuário na Internet, e conseqüentemente chegar ao *Raspberry Pi*.

A requisição é feita novamente, desta vez diretamente para ele chegando por meio da porta, a requisição encontra o servidor *web Apache*, que responde para o *smartphone* do usuário com a página requisitada, a tela de *upload* de chave.

Na tela de *upload* de chave, o usuário acessa o *link* (abrirá no navegador padrão do *smartphone*) do site do *Google Actions Console*, presente no rodapé da tela, cria um projeto permitindo o uso do *Google Assistant* como desenvolvedor, baixa a chave do projeto e um arquivo de texto com extensão *.json*.

No segundo *link* presente no rodapé do aplicativo, ativa a *Application Programming Interface* (API) e realiza as permissões no serviço de autenticação do *Google*, para que possa fazer *login* no projeto com a sua conta de e-mail.

Configurado o projeto, o usuário volta ao aplicativo, na mesma tela, e faz o *upload* da chave baixada. O arquivo é enviado ao *Raspberry Pi*, e salvo em uma pasta '*uploads*' no diretório do projeto no servidor *web*. Em caso de sucesso, o site retorna uma mensagem no aplicativo, para continuar a configuração no *Raspberry Pi*, executando um *script* previamente clonado do repositório deste projeto no *GitHub*. Em caso de falha, a mensagem informa qual foi o problema no *upload*.

Esse *script*, feito na linguagem *Shell*, própria do *Linux*, instalará bibliotecas de

autenticação e do *Google Assistant* no *Raspberry Pi* em um ambiente virtual do *Python*, e componentes necessários para executá-lo.

Também instala o programa *PortAudio*, que permite usar um microfone conectado ao *Raspberry Pi*, para conversar com o *Google Assistant* ao fim de todas as configurações. Conforme as instalações acontecem, o *Raspberry Pi* exibe o progresso e informa ao usuário para prosseguir para a próxima. Obtendo sucesso na execução do *script*, uma mensagem será exibida, informando para voltar ao aplicativo para realizar os próximos passos. Caso obtenha falhas, o *script* informa os problemas encontrados.

Na tela seguinte, o *app* abre em seu navegador interno o site do IFTTT, para o usuário realizar um cadastro com sua conta *Google*, ou fazer *login* em uma conta previamente criada. De acordo com Monk (2018), a plataforma de serviços de *software* IFTTT, permite a criação de “receitas” para *smartphones*, computadores e dispositivos pertencentes ao universo do IoT, que podem ser feitas combinando ações e gatilhos condicionais (*triggers*), ou seja, caso determinada chamada for realizada, o dispositivo deve responder com a ação especificada. Feito isso, será direcionado à página inicial do site, onde cria-se um *applet*, um pequeno programa que utiliza dois serviços entre os vários disponíveis para realizar uma ação escolhida pelo usuário; o primeiro serviço utilizado é o *Google Assistant*, que é o disparador da ação, chamado pelo *site* de *This*, e o segundo uma requisição *web* como a ação

a ser realizada, chamado pelo *site* de *That*. Por meio do *Google Assistant*, o usuário escolhe uma frase em inglês, espanhol ou outra das línguas disponibilizadas, de preferência que consiga pronunciar com clareza, para fazer o disparo (invocar verbalmente o comando que ele queira executar), como por exemplo, desligar a TV. Também pode definir uma resposta verbal do *Google Assistant*, que é pronunciada pelo assistente virtual ao término da ação. Na requisição *web*, ele prepara uma requisição HTTP a ser feita para o *Raspberry Pi*, mais precisamente, para o *site* em PHP que realiza as interações com o programa LIRC. Essa requisição deve informar três parâmetros ao PHP:

- a. o nome do arquivo de configuração correspondente a seu controle remoto (uma tabela com nomes de botões e uma representação de seus sinais infravermelhos codificada em hexadecimais), que deve estar presente na pasta de configurações do *software* LIRC;
- b. o nome do botão que quer acionar, por exemplo, *KEY_POWER* para comandos de ligar/desligar. Os arquivos de controles do LIRC seguem uma padronização nos nomes de botões;
- c. o teor de repetição do comando - executar uma vez, executar repetidamente ou interromper execução.

Podem-se criar outros *applets* iguais, informando outros botões como parâmetro e usando diferentes frases para o disparo; no entanto, a versão gratuita do *If This Then That* (IFTTT) permite manter apenas três *applets*.

Salvas as alterações, o IFTTT exibe o novo *applet* na tela, e o usuário prossegue à próxima tela. Nesta tela, existe uma simulação de controle remoto, onde escolhe-se o nome do arquivo de configuração, o nome do botão e o teor de repetição, sendo uma interface para os comandos, que realiza o mesmo trabalho que o *applet* criado anteriormente no IFTTT, com a diferença que qualquer botão presente na tela pode ser acionado, já no comando por voz, cada botão necessita de um *applet* diferente.

O comando é enviado pelo usuário, do *app* à página PHP no *Raspberry Pi*, onde é processado e repassado internamente para o programa LIRC, interpretando códigos hexadecimais correspondentes aquele botão (definidos no arquivo de configuração do controle) e envia um sinal infravermelho através do ar, por meio do emissor da placa de prototipação.

Para confirmar o sucesso ou falha do processo, a página exibe na tela do aplicativo uma mensagem. Todas as telas do aplicativo estão representadas na seção Resultados e Discussões, no tópico Prototipação.

Após concluir os processos, o usuário poderá enviar comandos para seus dispositivos usando a voz como disparador. A operação tem sucesso após o usuário chamar o *Google Assistant* e falar a frase do comando, por exemplo, "*turn my TV on*"; a frase é enviada aos servidores do assistente virtual para interpretação do comando em texto, usando inteligência artificial. O *Assistant* entende e repassa o comando aos servidores do IFTTT; o serviço se realiza baseado nas

configurações feitas e executa uma requisição HTTP enviando o nome, frequência de disparo do botão e o nome do controle remoto ao código PHP no *Raspberry Pi*. A requisição enviada com sucesso gera uma resposta de confirmação pelo *Raspberry Pi*, para o IFTTT, que informa ao *Assistant* que ele deve comunicar isto ao usuário.

Enquanto isso, os passos apresentados anteriormente se repetem no *Pi*, para que o código se comunique com o LIRC e realize o disparo de sinais infravermelhos. Existe a possibilidade de executar um comando por voz diretamente com o *Raspberry Pi*, um microfone com conexão *Universal Serial Bus* (USB) deve ter sido previamente conectado ao minicomputador e configurado para ser reconhecido - o tutorial no *GitHub* ensina como proceder – e, caso uma caixa de som tenha sido conectada também, é possível escutar a resposta verbal do *Google Assistant* ao fim da ação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentada a fundamentação teórica sobre os principais assuntos relacionados ao projeto.

3.1 DOMÓTICA

Segundo Stevan e Farinelli (2018), o conceito de domótica refere-se à automação de um ambiente, ou seja, controlá-lo executando tarefas, geralmente realizadas por humanos, de maneira autônoma ou remota. O termo é a junção das palavras *domus*, casa em

romano, e robótica, que implica na automatização de processos por robôs. A domótica se difunde em outros termos mais conhecidos, como automação residencial ou casas inteligentes, tais termos tem se difundido no cotidiano do século XXI. Os avanços em eletrônica e a telecomunicação estão em evolução, para permitir que algo se controle de forma autônoma ou remota, conseqüentemente, gerando acessibilidade maciça, técnica e financeira.

3.1.1 História da Automação Residencial

Antes da definição de domótica existir, a automação residencial já era explorada, há como exemplo o *The Clapper*, conhecido no Brasil como detector ou sensor de palmas, que permitiam que uma lâmpada ou eletrodoméstico pudesse ser ligado ou desligado somente com o bater de mãos, tecnologia que em meados dos anos 90 se tornou muito popular, tanto que "é possível argumentar que, na era do *Alexa*, *Ring*, *Wemo* e o IFTTT, a abordagem de automação residencial atual se aproxima muito mais com o *The Clapper* do que qualquer outra coisa" (SMITH, 2018, tradução dos autores).

Não foi somente o *The Clapper* que iniciou o movimento da automação residencial no mundo, o X10, da empresa *Pico Electronics*, tinha iniciativa similar, ele foi projetado para que receptores e transmissores trabalhassem ligados à fiação elétrica, mandando sinais de liga e desliga de um lado a outro, por meio de rajadas de radiofrequência, projeto que assemelha-se

com *Bluetooth* e *Wi-Fi*, mas pela dificuldade no seu manuseio, usuários daquela época não tinham a habilidade necessária para a instalação (DENNIS, 2013).

O padrão 802.11 conhecido como *Wireless Fidelity* (Wi-Fi), protocolo usado por esse projeto, é o mais comum hoje em dia, com o padrão *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) 802.11 e transmite os dados através de rádio frequência. Mesmo não sendo preparado e criado para automação residencial e tendo um maior consumo de energia e memória, a maioria dos lares já tem essa tecnologia, e para projetos pequenos ela é recomendada (BARBOSA, 2019).

A automação residencial já era algo estudado há algumas décadas, Stevan e Farinelli (2018) lembram que Nikola Tesla experimentou a comunicação sem fio já em 1894. Esses testes deram origem a um dispositivo controlador através de frequência, o que veio a se tornar o controle remoto. Os dispositivos como esse são definidos como atuadores, ou seja, que interferem no ambiente, disparando alguma ação. Do outro lado, o televisor, controlado, faz parte do grupo dos controladores, que recebem instruções enviadas pelo ambiente e realizam alguma tarefa pré-programada em seu núcleo.

De acordo com a *Insider Intelligence* (2020), essa tendência está pronta para modificar a forma que vivemos e trabalhamos, com possibilidades que deixam a vida mais fácil, conveniente e confortável.

A expectativa é que o número total de dispositivos conectados no planeta chegue a 64 bilhões até 2025, de 10

bilhões em 2018, incluindo, limitando não apenas a *smartphones*, mas, máquinas de lavar, secadoras e geladeiras etc. (INSIDER INTELLIGENCE, 2020, tradução do autor).

3.2 DO IT YOURSELF

O movimento DIY é, de acordo com Elisa (2018), uma maneira de construir, alterar ou reparar coisas sem a ajuda de profissionais da área. A popularidade cresce desde os anos 50, com a tendência de as pessoas repararem suas casas, ou trabalharem com artesanatos.

O histórico do movimento datado no ano 600, em uma construção grega que, pela primeira vez, usou instruções DIY. Mais à frente, nos anos 50, artesãos começam a produzir seus objetos em oposição da cultura de produção em massa, que crescia na indústria. Já nos anos 60 e 70, programas de TV e livros passam a divulgar e espalhar o movimento, com dicas e técnicas de como melhorar a decoração de suas casas. Nos anos 90, com o surgimento da Internet, o movimento sofreu grande mudança em suas diretrizes, de forma que, na atualidade, os "*millenials*" combinam tecnologia e criatividade para criar mais produtos próprios (ELISA, 2018).

O DIY pode ter despertado uma necessidade básica do ser humano de criar, melhorar, expandir os limites de o que alguém pode fazer com pouco ou nada de despesas ou recursos. Se tornou algo como um desafio *online*, o quão longe eu posso chegar sem gastar

dinheiro? Quão criativo eu posso ser?" (COMM, 2017, tradução do autor).

3.3 INTERNET DAS COISAS

De acordo com Santos (2018), IoT "é a rede de dispositivos e, em geral, as coisas que estão conectadas se comunicam entre si, para realizar determinadas tarefas, sem exigir interação entre humanos ou entre seres humanos". Uma característica presente nas inovações dos produtos, que o tornam automatizado nos dias de hoje, é o uso dos protocolos de comunicação.

Santos (2018) ainda afirma que a ideia de ter um fator inteligente de conexão não é recente. Sua história começa no início dos anos 80, com uma máquina da Coca-Cola localizada na universidade de *Carnegie Mellon*, que ajudava os programadores a controlarem o estoque de garrafas, fazendo com que eles só fossem ao local com grande necessidade. O IoT teve ênfase mesmo em 1999, quando citado pelo tecnólogo Kevin Asthon se referindo às possibilidades que os computadores iriam proporcionar quando comessem a coletar dados sem interação humana.

Stevan Junior (2018) menciona uma pesquisa realizada em 2016 pela *Intel Security*, que ouviu mais de nove mil pessoas em nove países a respeito do entendimento de "casa inteligente". Os resultados apontaram que 75% esperam benefícios morando em uma casa inteligente e 55% esperam ter redução de conta de gás e eletricidade. Os dispositivos mais citados em ordem decrescente foram: iluminação inteligente, eletrodoméstico e

eletroeletrônicos de cozinha, termômetros e/ou sistemas de aquecimento. Outro ponto de preocupação dos entrevistados foi a segurança, onde 92% pensam a possibilidade de haver acesso indevido aos seus dados, dando preferência para reconhecimento biométrico, impressões digitais, identificação de voz ou análise de íris.

3.4 ASSISTENTE VIRTUAL

O assistente virtual é um programa projetado especialmente para auxílio dos usuários, com respostas rápidas, precisas e com capacidade de aprendizado, além disso, pode fornecer conhecimentos diversos, salvar notas, informar o tempo, tocar músicas, entre outras funções personalizáveis. Esses assistentes virtuais estão também disponíveis para residências, como por exemplo, o *Google Home*, com o assistente *Google Assistant*, e o *Amazon Echo*, com o assistente *Alexa*, de acordo com Pant (2016), que são como caixas de som inteligentes.

O desejo de automatizar a casa, segundo Juang e Rabiner (2004), começa em 1881, onde Alexander Graham Bell, seu primo Chichester Bell e Charles Sumner Tainter inventaram um dispositivo de gravação, que respondia à pressão sonora, e assim, em 1888, formaram a *Volta Graphophone Co.* e começaram a fabricar máquinas para a gravação e reprodução de som em ambientes de escritório. Um século depois, nos anos 90, o *call center* surgiu e entre suas tarefas, estava o roteamento das chamadas recebidas para o departamento apropriado, onde é fornecida

ajuda específica ou onde as transações são realizadas.

A *Bell Laboratories* nos anos 50, apresentou o primeiro equipamento capaz de reconhecer a voz humana de que se tem notícia, no entanto, ele reconhecia apenas números. O conjunto de circuitos ocupava um *rack* de pouco menos de 2m de altura por 50cm de largura e consumia bastante energia elétrica e precisava de muita manutenção, segundo Alencar, Schmitz e Cruz (2013).

Em 2003, os Estados Unidos estavam envolvidos em guerras no Oriente Médio e o departamento de defesa procurava investir em tecnologia de ponta para a batalha, uma das iniciativas foi o desenvolvimento de um assistente virtual capaz de reconhecer instruções faladas. Essa tarefa foi encarregada pelo *Stanford Research Institute Lab* (SRI Lab), para desenvolver a aplicação. Alguns membros do SRI Lab, deram o nome de Siri ao assistente e começaram sua própria empresa (TAULLI, 2019).

Ainda segundo Taulli (2019), “o desafio técnico mais difícil com a Siri foi lidar com a enorme quantidade de ambiguidade presente na língua humana”. Mesmo com todas as dificuldades a equipe foi capaz de resolver os problemas e conseguiu lançar o aplicativo na *App Store* da *Apple* em 2010. Steve Jobs, um dos criadores da empresa *Apple*, comprou o *software* no final de abril do mesmo ano.

3.5 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Segundo artigo digital da empresa *International Business Machines Corporation* (IBM) desenvolvido por Jones (2017),

Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia que teve seu início nos anos 50, que consistia em projetar máquinas que agissem de maneira semelhante ao comportamento e raciocínio humano. O conceito atual trabalha sobre a ideia de computação cognitiva, baseada em redes neurais, possibilitando a simulação de processos do pensamento humano e da língua natural. Rede neural é uma máquina criada para projetar como um cérebro executa determinadas ações, utilizando componentes eletrônicos ou programada em um computador digital, afirma Haykin (2007).

Jones (2015) cita que um *software* inteligente é composto por um conjunto de propriedades que o tornam capaz de planejar, resolver problemas e tomar decisões corretas, considerando um conjunto de entradas e diversas ações possíveis.

Ainda de acordo com Jones (2015), em 1950, o matemático Alan Turing introduziu o conceito de que se um aprendizado de máquina poderia ser capaz de resolver problemas matemáticos, onde fosse capaz de pensar, e se a resposta de um computador fosse indistinguível de um humano, o computador poderia ser considerado uma máquina pensante. Esse conceito foi utilizado no desenvolvimento de uma máquina abstrata universal, máquina nomeada de máquina de Turing.

Será que as máquinas não poderiam realizar algo que deveria ser descrito como pensar, mas que é muito diferente do que um ser humano faz? Esta objeção é muito forte, mas ao menos podemos dizer que se, contudo, uma máquina

puder ser construída para jogar o jogo da imitação satisfatoriamente, nós não precisamos nos preocupar com essa objeção. (TURING, 1950).

O teste de Turing verifica se a máquina consegue enganar uma pessoa que estaria do outro lado do terminal, se passando por um humano, sendo capaz de analisar e entender a linguagem natural e gerar respostas na linguagem natural, de acordo com Jones (2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção é apresentado o escopo do projeto, assim como sua documentação de levantamento de requisitos, a prototipação ou interface do sistema e os resultados do questionário aplicado.

4.1 ESCOPO DO PROJETO

Durante o planejamento da parte prática do projeto, foi definido seu escopo. O sistema é composto por um aplicativo *Java* que acessa uma interface *web* feita em *PHP*, que por sua vez, irá interagir com o sistema operacional *Linux* instalado no *Raspberry Pi*, passando por *softwares* já existentes como o *Google Assistant*, *IFTTT* e *LIRC*. Como resultado, realizará interações com dispositivos eletrônicos que podem ser comandados via infravermelho, por meio de comandos de voz. Essas interações permitirão controlar tais dispositivos para realizar ações como ligar e desligar a televisão do usuário.

Com o aplicativo no *smartphone*, o usuário poderá configurar ou executar as ações do sistema por ele. Será distribuído gratuitamente no site *GitHub*, junto com as instruções para a montagem do sistema, que também é necessária para a cooperação entre os dois.

Durante a definição do escopo, foram levantados os requisitos necessários para entender cada função que o *software* deve conter, tanto no aplicativo como no *Raspberry Pi*, além de diagramas *Unified Modeling Language* (UML, em tradução, Linguagem de Modelagem Unificada), e foi dividido o processo de desenvolvimento em um diagrama de Estrutura Analítica do Projeto (EAP) para coordenar a ordem da realização das atividades que o compõem. Tais diagramas podem ser encontrados no trabalho que inspirou este artigo. Entre essas atividades, foi criado o protótipo das telas do aplicativo, que será detalhado no próximo item.

4.2 PROTOTIPAÇÃO

Seguindo o argumento de Morais (2018), o objetivo principal da prototipação é tornar um projeto tangível de forma rápida e econômica, além de ser "[...] explicativo, visual e até interativo, possibilitando a execução de testes com o usuário final [...]". Tais testes ajudam o desenvolvedor a perceber falhas e erros e agiliza o processo como um todo.

A seguir apresentam-se os protótipos de algumas telas do aplicativo. A figura 1 corresponde à tela de *splash*. Após alguns segundos, haverá uma transição das interfaces destinadas às configurações do

sistema, responsáveis pela conexão do aplicativo ao *Raspberry Pi* (Figura 2). E na figura 3 há a tela de *upload* da chave, o arquivo .json.

Figura 1 – Tela *splash*.



Fonte: Os autores (2020)

Figura 2 – Tela de inserção do endereço DNS.



Fonte: Os autores (2020)

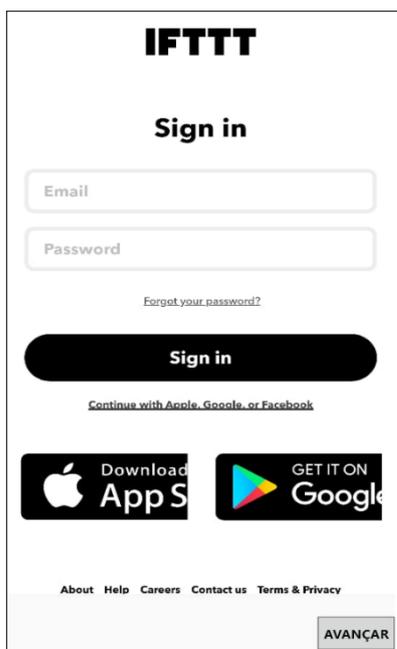
Figura 3 – Tela de *upload* do arquivo JSON.



Fonte: Os autores (2020)

A figura 4 mostra a tela de *login* do IFTTT, que aparece no aplicativo por meio de um navegador integrado.

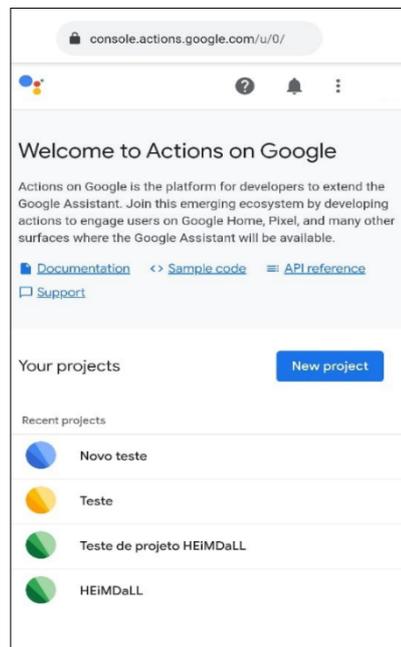
Figura 4 – Tela do IFTTT.



Fonte: Os autores (2020)

Na figura 5 consta a tela do *Google Actions*, que também é evocada pelo navegador integrado. E a figura 6 apresenta a interface pela qual o usuário pode realizar o envio dos comandos para o seu dispositivo, nomeada tela do controle remoto.

Figura 5 – Tela do *Google Actions*.



Fonte: Os autores (2020)

Figura 6 – Tela do controle remoto.



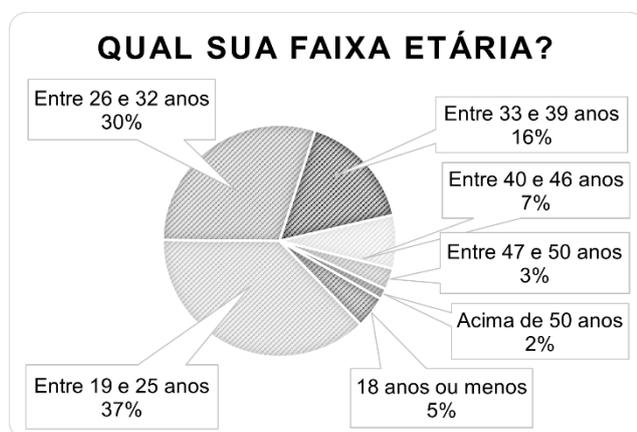
Fonte: Os autores (2020)

4.3 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO SOBRE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A seguir apresenta-se o resultado do questionário, considerando perguntas essenciais para o desenvolvimento do projeto; assim como gráficos, também foram feitos quadros, para o melhor entendimento de todas as perguntas feitas aos respondentes. Após análise dos dados, foram reunidas as seguintes informações.

A média de idade da maior parte dos respondentes foi de 26 anos (detalhes no gráfico da figura 7), e 85% do total declara-se do gênero masculino (ressalta-se que o questionário deu ao respondente a opção de informar outros gêneros). Na questão sobre renda mensal residencial, houve mais respostas dizendo que a receita está acima de três salários-mínimos. O e-mail foi enviado para alunos da Fatec Itapetininga, portanto, esperava-se que a maioria respondesse como estudante da área, e isso foi confirmado, com 30 respondentes que marcaram essa opção.

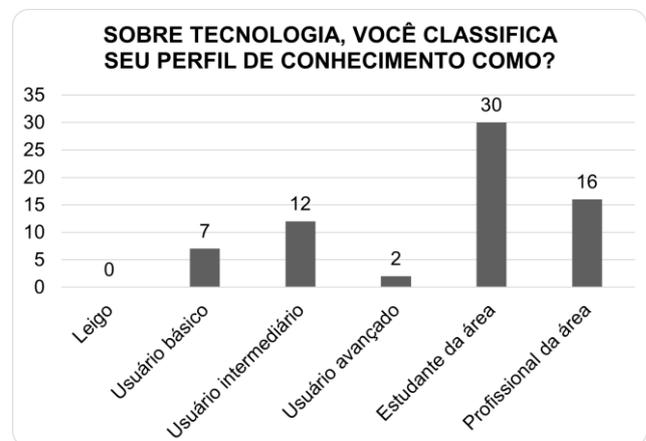
Figura 7 – Classificação dos respondentes por faixa etária.



Fonte: Os autores (2020)

A figura 8 mostra como cada respondente classifica seu nível de conhecimento sobre tecnologia. A partir dessa pergunta, o questionário começou a ser dividido, indicando perguntas diferentes de acordo com o nível de conhecimento informado, no intuito de extrair o máximo de informação específica para entender as necessidades de cada público.

Figura 8 – Classificação dos respondentes por nível de conhecimento sobre tecnologia



Fonte: Os autores (2020)

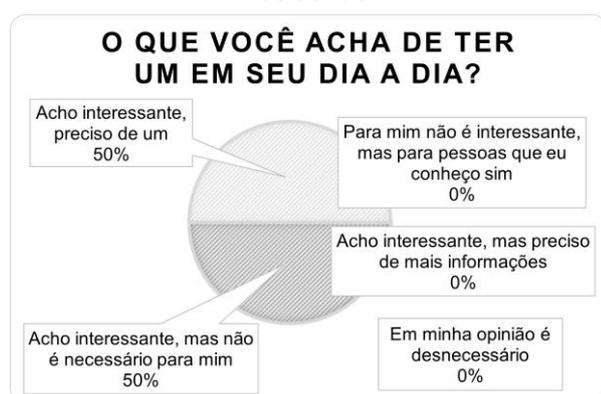
Entre as perguntas específicas, foi questionado ao público, cujo nível de conhecimento está acima de Usuário Básico, seu grau de conhecimento sobre automação residencial, em uma escala de cinco níveis entre Péssimo e Excelente. Essa foi uma das questões centrais do trabalho; grande parte considera estar no nível Regular validando, assim, a proposta do trabalho de expansão da área; e os que responderam o nível Bom, conheciam pelo menos um dispositivo de automação residencial.

Aqueles que respondessem Bom ou Excelente seriam direcionados à questão,

"Quantos dispositivos de automação residencial você conhece?", que busca avaliar a popularidade dos dispositivos entre os entusiastas da área. A maior parte das respostas indicou conhecer mais de três.

Independentemente da resposta fornecida, o respondente que segue esse fluxo é levado a informar se ele já utilizou algum desses dispositivos. Os 12 respondentes que chegaram a essa pergunta, em sua maioria, já tiveram algum contato, sendo 67% dentro de uma residência (33% na própria casa, 34% na casa de conhecidos). Ainda houve 8% das respostas afirmando ter utilizado em feiras de tecnologia, e 25% dizendo nunca ter utilizado. Aos oito respondentes que informaram não ter um dispositivo em casa, foi perguntado se gostariam de ter um em seu cotidiano, como mostra a figura 9. As respostas se dividiram entre a parcela que afirma precisar de um, e outra que considera desnecessário, porém interessante.

Figura 9 – Classificação dos respondentes por opinião sobre a utilização diária de automação residencial



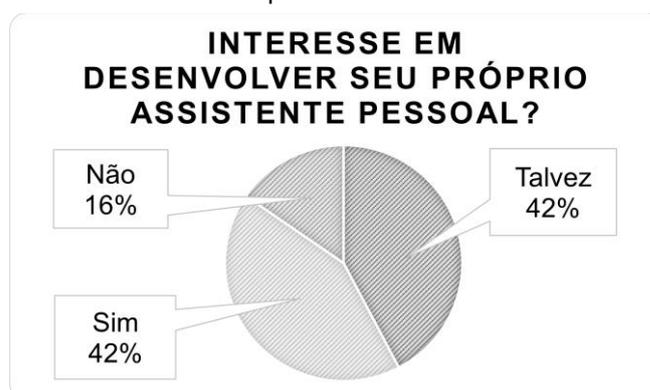
Fonte: Os autores (2020)

Em outro fluxo de questões, os respondentes que se consideram usuários básicos ou leigos foram direcionados a uma série de perguntas que visavam testar seu

grau de familiaridade com a tecnologia, passando por frequência de uso do *smartphone*, pesquisa por voz, uso de assistentes virtuais, até o conceito de automação residencial, levando à questão que pergunta se o leitor gostaria de ter um dispositivo que o auxiliasse em tarefas básicas. Isso foi perguntado aos usuários avançados, porém, com argumentação diferenciada.

Entre 66 respostas, 80% responderam positivamente, mostrando o interesse do público pela área, mesmo que não tenha tanta informação sobre.

Figura 10 – Classificação dos respondentes por interesse em desenvolver seu próprio assistente pessoal



Fonte: Os autores (2020)

A principal questão do trabalho é se o respondente tem interesse em desenvolver seu próprio dispositivo; 84% ficam entre confirmação e dúvida, como detalha a figura 10. A partir desse resultado, obtido de 52 respostas, houve o entendimento de que existe grande possibilidade de o projeto estar em um caminho de sucesso.

Tendo respondido positivamente à questão anterior, seguindo o fluxo pergunta-se qual valor, em média, o respondente estaria

disposto a pagar em peças para viabilizar o projeto, variando de abaixo de R\$ 100,00 à acima de R\$ 300,00. Houve um equilíbrio de respostas; mais pessoas estariam dispostas a pagar de R\$200,00 à R\$250,00, mas também houve pessoas que só pagariam abaixo de R\$100,00, assim como os que pagariam acima de R\$300,00.

Foram elaboradas, junto às perguntas fechadas, questões onde o respondente pode dissertar. Essas questões elevaram a análise a outro nível, trazendo uma compreensão maior de como cada pessoa encarou o tema abordado pelo questionário. Parte deles preza muito pela segurança de seus dados e privacidade, enquanto outra parte diz não ter interesse em desenvolver um dispositivo; a praticidade é um dos argumentos apresentados, mas, em contraponto, outros dizem que não é essencial para sua vida.

Foi perguntado, aos que disseram ter um dispositivo, qual a utilidade em sua casa; um deles respondeu que, por ser conectado à Internet, pode ter parte de seu ambiente, como por exemplo a iluminação, controlado por voz, assim como apresentado no projeto, o que leva a crer que o cenário é promissor; por outro lado, dizem que é uma área pouco popular, por questões de prioridade financeira e falta de tempo dedicado ao uso, e fazem previsões que variam de dois à dez anos para essa popularidade ser estabelecida. Também é perguntado qual necessidade da pessoa poderia ser suprida por essa área, o que levou a relatos interessantes, ideias inovadoras, funcionalidades incomuns aos dispositivos atualmente no mercado e auxílio em desafios

diários de pessoas com limitações. Alguns exemplos citados incluem ligar uma cafeteira com horários agendados, cômodos auto higienizáveis, controle de fechaduras e do consumo de energia, monitoramento residencial acessível para ajudar um amigo tetraplégico, e ajudar nos cuidados de um filho autista.

Depois de analisar as respostas, foi calculada a relação entre o valor que o respondente estaria disposto a investir no desenvolvimento do dispositivo, para aqueles que acenaram positivamente a essa ideia, e sua receita mensal, informada no início do questionário. A maior parte das respostas aponta gastar entre R\$ 200,00 e R\$ 250,00; dentro dessa divisão, quatro respondentes afirmaram ter receita mensal entre R\$ 1.045,00 e R\$ 2.090,00. Outras tendências podem ser identificadas, como o fato dos que recebem acima de R\$ 3.135,00 estarem mais dispostos a gastar do que as outros, com 18 respostas variando entre os valores do investimento, já entre os que afirmam ter receita mensal de até R\$ 1.045,00, somente duas pessoas chegaram a responder à pergunta sobre o investimento no projeto, e disseram estar dispostas a pagar entre R\$ 200,00 e R\$ 250,00. É possível relacionar esses números às respostas que argumentam não adotar um sistema de automação residencial por conta do custo e, conseqüentemente, por não fazer parte das prioridades do respondente. Entretanto, pode-se concluir que, independentemente da renda, as pessoas interessadas estariam dispostas a pagar algum valor para desenvolver seu próprio dispositivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou o tema da automação residencial e, para contribuir com a área, apresentou a ideia de um dispositivo que pode ser desenvolvido pelo próprio usuário, pautado na metodologia DIY, utilizando um computador de placa única, o *Raspberry Pi*, item facilmente encontrado no mercado, assim como algumas peças, também *software* disponibilizado gratuitamente, juntamente a um aplicativo configurador para *Android*, compondo um sistema de controle de eletroeletrônicos via infravermelho. Os serviços gratuitos *Google Assistant* e *IFTTT* foram utilizados para facilitar o desenvolvimento, principalmente no que tange ao envio de comandos por voz.

Foram feitas várias pesquisas de forma a embasar a realização do projeto, principalmente sobre os conceitos abordados, como domótica, automação residencial e DIY, e as ferramentas utilizadas, sejam elas de *hardware* ou linguagens e ambientes de programação. Em seguida, foram estruturadas as diretrizes do projeto de maneira mais específica, refinando o escopo e criando requisitos, diagramas e protótipos para fomentar o desenvolvimento dentro dos padrões de projeto.

Após a fase de desenvolvimento do dispositivo e *softwares*, foi disponibilizada, em um tutorial no *GitHub*, uma detalhada explicação para o usuário sobre como ele pode reproduzir as etapas do projeto, usando termos simplificados e linguagem informal; além dos textos, foram gravados vídeos para melhor

ilustração dos passos, e dos *softwares* desenvolvidos pela equipe. É possível encontrar o tutorial e os vídeos no repositório do projeto.¹

Durante a etapa final do projeto, foi elaborado e aplicado um questionário, com fluxo de questões adaptado conforme o nível de conhecimento sobre tecnologia informado pelo respondente, tendo a intenção de saber o entendimento do público sobre automação residencial e a sua vontade de criar um dispositivo voltado a essa área, baseando-se na hipótese inicial de que os respondentes têm pouca noção do que o segmento oferece, devido à falta de divulgação, e a pouca informação em português para os entusiastas de tecnologia.

O questionário foi enviado para exatamente 1100 alunos da Fatec Itapetininga que cursam ou cursaram Análise e Desenvolvimento de Sistemas, sendo que o prazo limite para responder o questionário foi de cinco dias a partir da data 27/10/2020, limitando-se a uma resposta por e-mail, desta maneira foram obtidas 67 respostas, de forma natural, sem receber um segundo ou mais e-mails solicitando a participação. Os resultados recebidos levaram a duas visões do projeto.

A primeira, permite entender que o conceito de casa inteligente não é amplamente difundido, conforme os motivos citados pelos respondentes, como: insegurança em relação à privacidade de dados, falta de tempo para utilizar e alguns enfatizaram que os dispositivos inteligentes fornecidos pelo mercado atualmente não estão dentro dos planos da maioria dos cidadãos por questões

financeiras. Já a segunda visão aponta que a solução apresentada no projeto chamou a atenção de um expressivo percentual dos respondentes, os quais estariam interessados em montar seu dispositivo de automação residencial com peças de valor acessível em acordo com seu orçamento.

Após a análise do questionário, foi possível notar a necessidade de continuidade do projeto, pois muitas respostas causaram reflexão à equipe de desenvolvimento, como por exemplo, a afirmação de um respondente ao expressar que a automação residencial deveria “ajudar meu filho autista”. Por conta disso, é possível afirmar que o papel social que pode ser aplicado ao trabalho está acima das expectativas iniciais, aumentando também a possibilidade de implementação futura de novas funcionalidades que atendam essa parcela da sociedade, assim como muitas outras que merecem a devida atenção e auxílio da tecnologia.

Isto posto, o trabalho tem sua importância por introduzir os interessados aos conceitos de automação residencial e DIY ou fortalecer um conhecimento prévio para que, a longo prazo, estes tornem-se mais populares e a automatização de ações cotidianas venha a ser algo comum. O projeto também está aberto para parceiros que possam viabilizar a monetização do produto.

Para mais detalhes sobre o projeto, é possível encontrar a versão do trabalho de graduação que inspirou este artigo na biblioteca da Fatec Itapetininga com o título “Projeto HEiMDaLL”.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Antônio Juarez; SCHMITZ, Eber Assis; CRUZ, Leôncio Teixeira. **Assistentes virtuais inteligentes: conceitos e estratégias**. Rio de Janeiro: Brasport, 2013. 160 p.

AURESIDE. A automação residencial alavanca a demanda por eficiência. *In: Aureside*. 2020. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/noticias/automacao-residencial-alavanca-a-demanda-por-eficiencia>>. Acesso em: 3 abr. 2020.

BARBOSA, Jeovan M. Afinal, o que é um protocolo de automação residencial e quais são os mais utilizados?. *In: Intelli Residences*. 20 set. 2019. Disponível em: <<https://www.intelliresidences.com.br/protocolo-de-automacao-residencial/>>. Acesso em: 3 abr. 2020.

BARTELMUS, Christoph. **LIRC - Linux Infrared Remote Control**. 26 maio 2016. Disponível em: <https://www.lirc.org>. Acesso em: 1 abr. 2020.

COMM, Joel. Why the huge Do-It-Yourself market is just getting started: turning self-sufficiency into big business. *In: Inc.* 2020. Disponível em: <www.inc.com/joel-comm/why-the-huge-do-it-yourself-market-is-just-getting-started.html>. Acesso em: 12 out. 2020.

DENNIS, Andrew K. **Raspberry Pi Home Automation with Arduino**. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2013. 176 p.

ELISA. A history of Do It Yourself (DIY). *In: Stonetack: the first auto-adhesive natural slate panel*. 7 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.mystonetack.com/en/history-do-it-yourself>>. Acesso em: 12 out. 2020.

GOLDSTEIN, Carolyn M. **Do it yourself: home improvement in 20th-century America**. New York: Princeton Architectural Press, 1998. 109 p.

HAYKIN, Simon. **Redes Neurais: Princípios e Prática**. Bookman Editora, 2007. 898 p.

INSIDER INTELLIGENCE. How IoT devices & smart home automation is entering our homes in 2020. *In: Business Insider*. 6 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/iot-smart-home-automation>>. Acesso em: 3 abr. 2020.

JONES, M. Tim. **Artificial Intelligence: A Systems Approach**. Jones & Bartlett Learning, 2015. 480 p.

JONES, M. Tim. Um guia para iniciantes sobre inteligência artificial, aprendizado de máquina e computação cognitiva. **IBM Developer**, 1 jun. 2017. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/guia-iniciantes-ia-maquina-computacao-cognitiva/index.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

JUANG, B. H.; RABINER, Lawrence R. **Automatic speech recognition: a brief history of the technology development**. Georgia Institute of Technology, 2004. 24 p.

LUPTON, Ellen; BOST, Kimberly. **D.I.Y.: Design It Yourself: a design handbook**. New York: Princeton Architectural Press, 2006. 195 p.

MONK, Simon. **Internet das Coisas: Uma Introdução com o Photon**. Bookman Editora, 2018. 200 p.

MORAIS, Jaider. **Prototipação, a melhor forma de testar e validar um projeto**. *In: Design com café*. 7 mar. 2018. Disponível em: <<https://designcomcafe.com.br/prototipacao-a-melhor-forma-de-testar-e-validar-um-projeto>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

PANT, Tanay. **Building a virtual assistant for Raspberry Pi: the practical guide for**

constructing a voice-controlled virtual assistant. India: Apress, 2016. 95 p.

RASPBERRY PI FOUNDATION. FAQs. *In: FAQs*. 10 fev. 2012. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/#introduction>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

SANTOS, Sandro. **Introdução à IoT: Desvendando a Internet das Coisas**. SS Trader Editor, 2018.

SMITH, Ernie. The clapper history: please clap for home automation. *In: Tedium*. 22 mar. 2018. Disponível em: <<https://tedium.co/2018/03/22/the-clapper-history/>>. Acesso em: 3 abr. 2020.

STEVAN JUNIOR, Sergio Luiz. **Internet das Coisas: fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018. 224 p.

STEVAN JUNIOR, Sergio Luiz; FARINELLI, Felipe Adalberto. **DOMÓTICA - Automação Residencial e Casas Inteligentes com Arduino e ESP8266**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

TAULLI, Tom. **Introdução à inteligência artificial: uma abordagem não técnica**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2019. 232 p.

TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence**. *Mind*, v. 59, 1950: p. 433-460.