

DISPOSITIVO DE AUTOMAÇÃO DE RESIDÊNCIA PARA PACIENTES COM DOENÇA DE ALZHEIMER: UM PROTÓTIPO EM ARDUÍNO

HOME AUTOMATION DEVICE FOR PATIENTS WITH ALZHEIMER'S DISEASE: A PROTOTYPE IN ARDUINO

Douglas Henrique Vicente Bernardo
Fatec Jahu, douglas.bernardo2@fatec.sp.gov.br

Wilson Viana da Silva
Fatec Jahu, wilson_viana@terra.com.br

Aparecida Maria Zem Lopes
Fatec Jahu, aparecida.lopes01@fatec.sp.gov.br

DOI: 10.54628/issn2763-5600.v17.1.2023.276

RESUMO

Devido ao aumento da expectativa de vida e consequente envelhecimento da população, estima-se que, até o ano de 2050, mais de 153 milhões de pessoas poderão sofrer com a Doença de Alzheimer (DA). Trata-se de uma doença degenerativa, na qual ocorre a perda das funções cerebrais, afetando a memória, a linguagem, a atenção etc. A perda da memória pode levar a outros sintomas, tais como dificuldade para falar, comer, andar, dentre outras complicações decorrentes. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi desenvolver um dispositivo para automação de residência que ofereça autonomia para pessoas que sofrem com DA no estágio inicial e moderado. A metodologia envolveu pesquisa bibliográfica e estudo das ferramentas e mecanismos utilizados para automação digital. Além disso, utilizou-se a plataforma Arduino para elaborar o protótipo do dispositivo, devido ao seu baixo custo e facilidade de uso. O dispositivo deverá ser instalado na parte superior do batente da porta de cada cômodo da residência e, toda vez que o paciente passar por ele, irá emitir um sinal de voz, que informará qual é a finalidade daquele ambiente e quais atividades costumam ser realizadas nele. É importante ressaltar que o dispositivo ainda não foi colocado em teste com seres humanos, para verificar como seria o seu funcionamento na vida real. Portanto, espera-se que, a partir de testes reais realizados em trabalhos futuros, o dispositivo possa ser otimizado e utilizado em outros contextos.

Palavras-chave: Automação Residencial. Arduino. Alzheimer.

ABSTRACT

Due to the increase in life expectancy and the consequent aging of the population, it is estimated that, by the year 2050, more than 153 million people will suffer from Alzheimer's Disease (AD). It is a degenerative disease, in which there is a loss of brain functions, affecting memory, language, attention and so on. Memory loss can lead to other symptoms, such as difficulty speaking, eating, walking, among other complications. In this context, this study aimed to develop a device for home automation that offers autonomy to people suffering from early and moderate AD. The methodology involved bibliographic research and study of the tools and mechanisms used for digital automation. In addition, the Arduino platform was used to prototype the device, due to its low cost and ease of use. The device must be installed on the upper part of the doorframe of each room in the residence and, every time the patient passes through it, it will emit a voice signal, which will inform the purpose of that environment and what activities are usually performed in it. It is important to note that the device has not yet been

put to the test with humans, in order to see how it would work in real life. Therefore, it is expected that, based on real tests carried out in future works, the device can be optimized and used in other contexts.

Keywords: Home Automation. Arduíno. Alzheimer.

1 INTRODUÇÃO

A população no Brasil vive um processo de envelhecimento que pode ser atribuído, em parte, pelo aumento da expectativa de vida, que em 2018, antes de se imaginar a pandemia de Covid-19, chegava a 76,3 anos, segundo IBGE (2019).

Corroborando com esses dados, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), apontou um incremento de 18% na quantidade de idosos no Brasil, que aumentou 4,8 milhões entre 2012 e 2017, ou seja, mais de 30 milhões de idosos. Esse número está distribuído em 56% (16,9 milhões) de mulheres e 44% (13,3 milhões) de homens (IBGE, 2018). Estima-se que a população com mais de 60 anos de idade aumente três vezes, chegando a mais de 66 milhões (IBGE, 2016).

Esse envelhecimento pode levar ao aumento ou surgimento de doenças relacionadas à idade, tais como as neurodegenerativas. A Doença de Alzheimer (DA) é uma delas e pode ser definida como uma doença degenerativa, um processo progressivo de perdas das funções cerebrais que podem ser afetadas a parte da memória, linguagem, atenção etc., mais conhecida pela perda da memória, embora outras complicações decorrentes podem acontecer (CANINEU, 2022). Há uma estimativa de que mais de 153 milhões de pessoas possam sofrer com DA até o ano de 2050 (BBC NEWS BRASIL, 2022).

Nesse sentido, como componente curricular da disciplina de design de moda e produto do curso de Gestão da Produção Industrial na Faculdade de Tecnologia de Jahu (Fatec Jahu), foram estimulados pesquisas e desenvolvimento de projetos que pudessem auxiliar pessoas com algum tipo de deficiência ou com algum tipo de dificuldade para realizar tarefas no dia a dia. Foi então que surgiu a ideia de desenvolver um dispositivo para auxiliar na qualidade de vida de pessoas que sofrem com a DA.

Portanto, este estudo visou desenvolver um dispositivo que pudesse oferecer maior autonomia às pessoas que sofrem com a doença em estágio inicial e intermediário, dentro de suas casas, pois um dos sintomas é o esquecimento de coisas simples, tais como, se localizarem dentro de um determinado ambiente e saberem o que se faz ali. Embora não seja uma solução permanente, o dispositivo busca melhorar a qualidade de vida de pessoas que estão passando por essa fase até que, quem sabe num futuro não muito distante, a ciência tenha evoluído o

bastante para ter um tratamento efetivo contra a doença.

Depois de muita pesquisa e discussão com os orientadores do projeto, decidiu-se por elaborar o projeto de um dispositivo com tecnologia e recursos de baixo custo, para atingir um número maior de usuários. O Arduino se mostrou uma boa opção, devido à disponibilidade de informações sobre a tecnologia, facilidade de uso e custo baixo.

Assim, definiram-se os objetivos deste estudo, detalhados a seguir.

1.1 Objetivo geral

Desenvolver um dispositivo para automação de residência que ofereça autonomia para pessoas que sofrem com DA no estágio inicial e moderado.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar as principais dificuldades de um paciente com DA em realizar as atividades básicas do dia a dia, tais como se localizar em que ambiente está em sua residência, seja ele no quarto, sala ou banheiro por exemplo;
- Investigar tecnologias alternativas ao Arduino para automatizar o ambiente.

1.3 Métodos

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório, em artigos científicos recuperados no Google, Google acadêmico, Scielo e outros sites, para que se pudesse compreender a DA e os seus efeitos, o processo de automação, a plataforma Arduino, as ferramentas e a programação.

Investigou-se qual seria a tecnologia de baixo custo disponível para que o dispositivo proposto pudesse ser confeccionado com o menor custo possível.

Após a busca das informações, foram realizadas as análises dos conteúdos obtidos e diversas discussões sobre as opções de desenvolvimento do dispositivo e do protótipo que possibilitasse visualizá-lo em funcionamento. Assim, optou-se por criar uma miniatura (maquete) de uma residência, que possibilitasse simular o funcionamento do dispositivo nos ambientes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão foi estruturada visando a temática estudada sobre a DA e o uso de tecnologia

de baixo custo para o desenvolvimento do dispositivo, neste caso o Arduíno.

2.1 Envelhecimento da população

O envelhecimento da população é um fato que vem chamando atenção de todos, devido ao seu impacto direto na saúde pública, e no cotidiano das famílias que precisam cuidar dos familiares idosos. Assim, é necessário compreender a problemática para que se possa propor soluções que melhorem a vida das pessoas (OLIVEIRA, 2010).

No Brasil o processo de envelhecimento pode ser atribuído ao aumento da expectativa de vida, que passou de 74,03 anos em 2010 para 76,3 anos em 2018, segundo IBGE (2019).

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), houve um aumento de 18% na quantidade de idosos no Brasil, que cresceu 4,8 milhões entre 2012 e 2017, ou seja, atingiu mais de 30 milhões em 2017. Destes, 56% (16,9 milhões) são mulheres e 44% (13,3 milhões) são homens (IBGE, 2018).

A previsão é que até 2050, o grupo populacional de 60 anos e mais de idade triplique em termos absolutos, passando de 19,6 milhões para 66,5 milhões (IBGE,2016).

Segundo Oliveira (2010), o envelhecimento é um processo dinâmico e progressivo com modificações morfológicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas que podem determinar a perda da capacidade de adaptação do indivíduo ao meio ambiente.

A partir do envelhecimento, o quadro de doenças relacionadas à idade avançada se agrava, tal como no caso do Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) e da DA (GOMES; TERRA, 2015). Quando os domínios cognitivos afetam a memória, o CCL pode vir a tornar-se DA (ALBERT et al., 2011).

2.2 Doença de Alzheimer

A DA é um distúrbio cerebral irreversível e progressivo que afeta a memória e as habilidades de pensamento e, em alguns casos, a capacidade de realizar as tarefas consideradas simples. Trata-se de uma patologia para a qual ainda não existe cura (SMITH, 1999 apud MAGALHÃES ZANCHI DE MATTOS et al. 2011, p. 435).

A doença atinge, principalmente, pessoas com mais de 60 anos, mas pode acontecer em pessoas mais jovens (CANINEU, 2022).

A DA é caracterizada, principalmente, pela perda de memória. No entanto, outros sintomas costumam ser notados, tais como alterações de humor, agressividade, dificuldades

para realizar atividades do dia a dia e até o desligamento total da realidade em que se vive (SMITH, 1999 apud MAGALHÃES ZANCHI DE MATTOS et. al. 2011, p. 435).

Há três estágios comuns da doença, conforme detalhamento a seguir:

- Inicial – duração de aproximadamente dois ou três anos. Neste período o doente apresenta sintomas vagos e difusos, e observa-se alteração na memória;
- Intermediário - duração de aproximadamente três a cinco anos. A progressão é lenta, mas nota-se piora da memória, com sintomas mais acentuados; e
- Avançado – duração variada, por conta das possibilidades de tratamento de complicações causadas pela doença (infecções, desidratação e lesões na pele). O doente pode viver vários anos nesta fase. No entanto, há perda da qualidade de vida, devido ao comprometimento das funções básicas do organismo. Além disso, notam-se sinais neurológicos, tais como rigidez, convulsões, tremores e movimentos involuntários, até evoluir para o estado vegetativo e, depois, morte (CANINEU, 2022).

2.3 Automação

Atualmente existem diversos dispositivos que podem ser utilizados para automação residencial, entre eles: controladores, sensores ou atuadores, que atuam de maneira centralizada ou descentralizada (ACCARDI; DODONOV; 2012).

2.3.1 Assistentes virtuais

Segundo Soares (2021), assistentes virtuais são dispositivos inteligentes que realizam funções desejadas pelo usuário por meio de comandos de voz e de texto.

Esses dispositivos se conectam a objetos inteligentes para realizar ações como ligar a TV, tocar músicas e configurar alarmes. Sendo assim, elas se comunicam com objetos inteligentes após receberem comandos de voz ou de texto de seus usuários. Além disso, os assistentes virtuais podem fazer o reconhecimento da fala, personalizando mais a experiência do usuário (SOARES, 2021).

A Alexa, desenvolvida pela Amazon, atende a um conjunto de instruções por meio de comando de voz. Possui compatibilidade com diversos sistemas operacionais e objetos inteligentes, e permite a realização de ações como realizar compras online e ligar dispositivos, por exemplo (SOARES, 2021).

Além da Alexa, os assistentes Siri e Google são os mais conhecidos e utilizados do mercado. Os objetivos deles são semelhantes, porém cada um tem suas vantagens e desvantagens, além de funções distintas (HELDER, 2019).

A Siri, assistente inteligente da Apple (funciona somente no iOS), atende a comandos de voz do usuário e realiza funções integradas a dispositivos inteligentes aos quais estiver conectado, tais como trancar portas ou acender a luz (HELDER, 2019).

O Google Assistente integra o conjunto de dispositivos compatíveis com o sistema operacional Android. Responde ao comando “OK Google”, que ativa o dispositivo e o deixa disponível para atender as solicitações. Possibilita integração com Google Home e outros objetos inteligentes (SOARES, 2021).

2.3.2 Arduíno

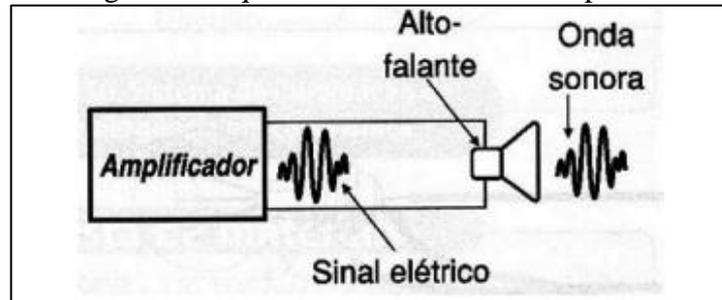
Segundo Banzi e Shiloh (2015), o Arduíno surgiu no meio acadêmico. Pode ser definido como uma plataforma de hardware de código aberto, desenvolvida para possibilitar e facilitar a interação com o ambiente real de modo simples, por meio de dispositivos eletrônicos e programação. Os circuitos apresentam vários mecanismos de entrada e saída que permitem a interação com sensores e atuadores, além de um microcontrolador ATmega238 acoplado a um software *bootloader* previamente gravado fazendo deste um pequeno computador (AMORIN, 2011; DA SILVA et al., 2017).

Alguns dos dispositivos que podem ser acoplados ou controlados pela placa Arduino, em especial os utilizados neste trabalho, são listados abaixo:

- Sensor de Ultrassom HC-SR04: utilizado para medir distâncias entre o sensor e um objeto. O sensor emite um sinal ultrassônico que reflete em um objeto e retorna ao sensor (no caso deste projeto, o “objeto” seria a pessoa). Com isso é possível deduzir a distância do “objeto” ao sensor tomando o tempo da trajetória do sinal (OLIVEIRA; ZANETTI, [s.d.]);
- MP3 Player: reproduz música digital portátil que pode armazenar milhares de músicas (GUEDES, 2021). Para o desenvolvimento do projeto foi recuperado um dispositivo que não era mais utilizado. Com este dispositivo foi retirado o seu componente principal (placa), que serviu para colocar a gravação que seria reproduzida quando o sensor fosse ativado;
- Speakers ou auto falantes: são transdutores que convertem energia elétrica em

energia acústica. Ou seja, é um dispositivo que recebe um sinal elétrico que tem a frequência e a forma de onda de “UM” e o convertem nesse som, conforme mostram as Figuras 1 e 2.

Figura 1. Esquema de funcionamento Speaker



Fonte: NEWTONCBRAGA (2022)

Figura 2. Speaker



Fonte: BLUM (2016)

Conforme já apresentado acima, o software e o hardware do Arduino são de código aberto, ou seja, podem ser utilizados e alterados por qualquer pessoa e com qualquer finalidade, o que permite o desenvolvimento de novas placas, com baixo custo. A condição para isso é que se disponibilizem todos os projetos na comunidade Arduino, de modo que outros desenvolvedores consigam utilizar e compartilhar (MCROBERTS, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, pretendeu-se desenvolver esse projeto por meio de plataformas virtuais, para simular como seria o funcionamento do dispositivo proposto e, assim, chegar o mais próximo possível do seu funcionamento real.

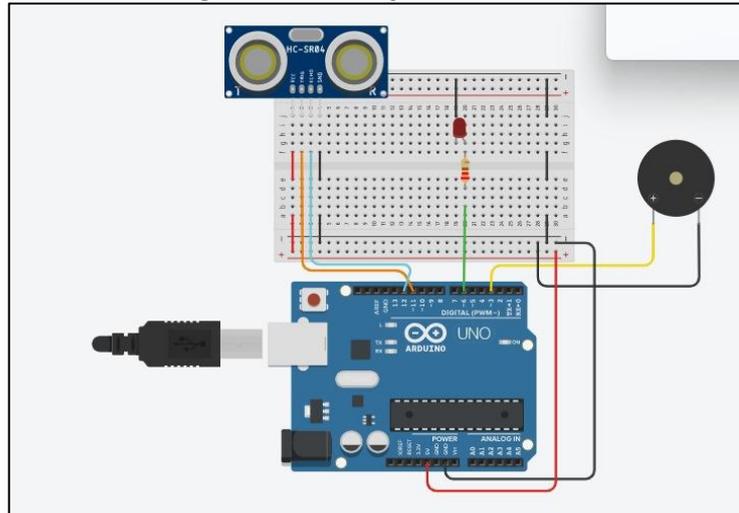
Para isso se fez uso das ferramentas *Cad*, *Solidworks*, e *Sketchup*, combinados com o *Tinker Cad*. Deste modo, será possível dimensionar o tamanho do dispositivo quando ele for confeccionado em sua forma real, além de mostrar, por meio de imagens, como o dispositivo ficará disponível no ambiente, além de seu funcionamento eletrônico.

A escolha do Arduino para execução desse projeto se deu por conta da facilidade de uso e, também, do suporte disponível na Web para programadores iniciantes, além da

disponibilidade frequente de atualizações (AMARAL; SILVA, 2017).

Na Figura 3 pode-se observar a simulação no software *Tinker Cad*. Foi colocado um *Led* que funcionará como lâmpada piloto e, assim, possibilitará ter uma amostra visual de que o produto está funcionando, caso o auto falante pare de funcionar. No modelo virtual não se obtém o retorno do som e, por isso, optou-se por fazer dessa forma para simulação.

Figura 3. Simulação Tinker Cad



Fonte: Autores (2022)

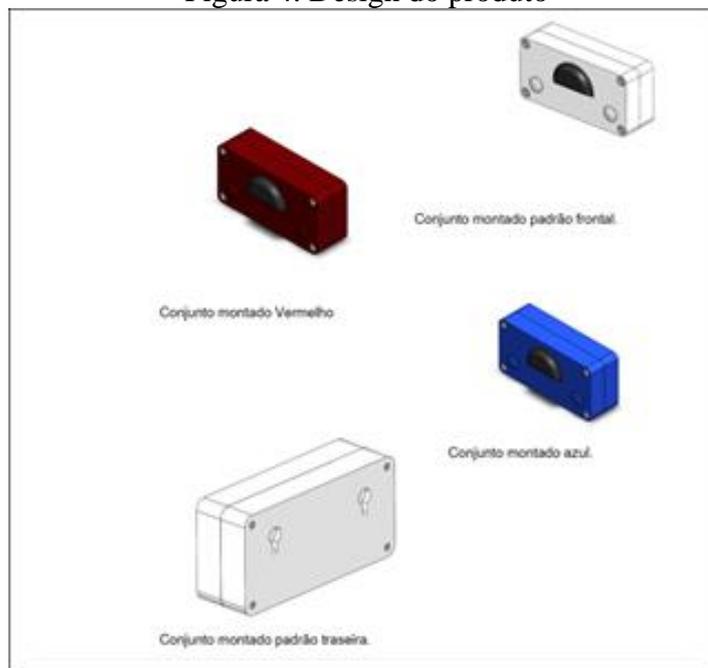
Durante a fase final de testes isso já com o protótipo em mãos, observamos que um dos componentes utilizados (MP3) não estava funcionando de forma satisfatória, por isso foi necessário fazer a substituição do MP3 para um MÓDULO MP3 DF PLAYER MINI, dispositivo que nos possibilitou gravar mensagens de vários ambientes utilizando apenas um micro cartão SD.

A partir do projeto apresentado percebeu-se que é possível confeccionar produtos utilizando-se tecnologia de baixo de custo. Os diversos assistentes virtuais, tais como Alexa, Google, Siri, entre outros, existentes no mercado são utilizados como agendas, calendário, notícias e lembretes (HELDER, 2019).

No entanto, tais equipamentos não foram projetados, especificamente, para ajudar as pessoas a se localizarem nos ambientes em suas residências, dentre outras contribuições que o projeto em questão pode oferecer ao paciente com DA, em estágio inicial e moderado.

Na Figura 4 pode-se observar o design do dispositivo projetado em 3D e obter uma visão do objetivo que se espera alcançar.

Figura 4. Design do produto



Fonte: Autores (2022)

Pretende-se que, toda vez que o paciente passar pela porta, o dispositivo emita um sinal de voz que informará qual é o ambiente e o que atividades costumam ser realizadas ali. Na Figura 5 é possível observar como o dispositivo será instalado na residência.

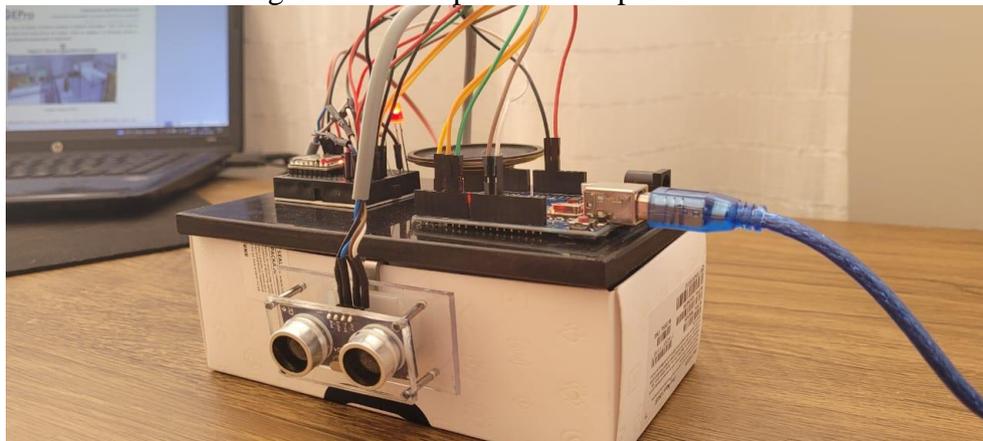
Figura 5. Simulação 1



Fonte: Autores (2022)

Para que fosse possível analisar de forma mais adequada o dispositivo em estudo, foi realizado um protótipo que possibilitou simular como ele funcionaria em uma casa real. Assim, mesmo que em escala reduzida, os resultados foram satisfatórios para mostrar o funcionamento do dispositivo. A Figura 6 apresenta o protótipo do dispositivo montado com os componentes para averiguação de seu funcionamento.

Figura 6. Protótipo Montado para testes.



Fonte: Autores (2022)

O acionamento do sensor acontecerá quando os idosos se aproximassem, assim ouvir a mensagem informando o que se costuma fazer naquele ambiente da residência.

Neste caso o protótipo foi montado como se fosse ser utilizado no quarto, os idosos ouviriam a seguinte mensagem: “Olá, você está no quarto, neste local você pode trocar de roupas, vestir os sapatos e o principal, dormir e descansar”, mensagem que é previamente gravada no cartão SD e é reproduzida no dispositivo.

Se o dispositivo estivesse na cozinha, outra mensagem seria informada, como, por exemplo: “Olá, você está na cozinha, aqui você costuma elaborar as suas refeições como: café da manhã, almoço e jantar.

Assim, para que todas essas informações sejam possíveis, é necessário elaborar toda a lógica que será programada no dispositivo em questão, da seguinte forma: O sensor, acoplado no dispositivo, percebe a presença o idoso e emite sinais a partir de uma distância pré-programada, ou seja, quando o idoso está dentro do raio de captação do sensor. O sensor aciona a placa DF player mini, e essa placa manda o sinal para os autos falantes emitirem a mensagem.

4 CONCLUSÕES

Devido ao envelhecimento que se tem observado na população do Brasil, nas últimas décadas, algumas doenças decorrentes deste processo precisam ser discutidas e estudadas com atenção.

Neste estudo, a DA foi apresentada como motivação para o desenvolvimento do projeto de automação de uma residência, que possa contribuir para facilitar, não somente pessoas com DA como também idosos de modo geral.

Assim, o objetivo foi desenvolver um dispositivo para automação de residência que ofereça autonomia para pessoas que sofrem com DA no estágio inicial e moderado.

As etapas do projeto, desde a geração de ideias na aula de design moda e produto, ao seu desenvolvimento em software 3D e à programação no software Tinker Cad, mostrou como o sistema funcionaria, na prática, quando executado.

O intuito do projeto foi trazer maior autonomia aos pacientes com DA e pacientes idosos, de modo que possam se orientar dentro de sua própria residência, sozinhos.

Embora não tenha sido possível a implementação real do projeto, o protótipo criado permitiu compreender e identificar soluções, problemas, dificuldades e, assim, ter uma ideia de como o dispositivo pode ser desenvolvido e utilizado em escala real.

Vale destacar que além da aplicação para ajudar no auxílio de pessoas com a doença, o dispositivo foi construído com equipamentos de baixo custo de modo que possa ser replicado mais facilmente.

Por fim, espera-se que o produto, quando for desenvolvido, a partir do protótipo criado neste estudo, possa contribuir para a autonomia de pessoas com DA, pessoas idosas e outras doenças que dificultam a vida das pessoas que precisam viver sozinhas em uma residência.

REFERÊNCIAS

ALBERT, M.S.; DEKOSKY, S.T.; DICKSON, D.; DUBOIS, B.; FELDMAN, H.H.; FOX, N.C.; GAMST, A.; HOLTZMAN, D.M.; JAGUST, W.J.; PETERSEN, R.C.; SNYDER, P.J.; CARRILLO, M.C.; THIES, B.; PHELPS, C.H. *The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guideline for Alzheimer's disease. **Alzheimer's & Dementia***, v. 7, p. 270-279, 2011.

ACCARDI, A.; DODONOV, E. **Automação residencial: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos**. T.I. São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-166 Nov. 2012.

AMARAL, G. da S; SILVA, V.E.R. **Automação residencial utilizando a plataforma arduino e dispositivos móveis Trabalho de conclusão de curso** (Graduação), Natal, 2017. Disponível em: <<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1373/Automa%C3%A7%C3%A3o%20residencial%20utilizando%20a%20plataforma%20arduino%20e%20dispositivos%20m%C3%B3veis.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 mai. 2022.

AMORIN, A.D. **Arduíno, uma visão geral**, Apostila, 2011.

BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros passos com o Arduino**. 2 ed. São Paulo: Novatec, 2015.

BBC NEWS BRASIL. **Casos de demência devem quase triplicar até 2050**, (2022).

Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59906522>>. Acesso em: 31 mar. 2022.

CANINEU, R.B. **O que é Alzheimer, sintomas e causas da doença**. (2022). Disponível em:

<<https://altadiagnosticos.com.br/saude/alzheimer-sintomas-e-causas>>. Acesso em: 07 abr. 2022.

DA SILVA, W.V.; PAIVA, C.A.; HERNANDEZ, F.; ZEM LOPES, A.M. LIKE BABY – Automatização de carrinho de bebê utilizando arduíno e outros componentes de baixo custo.

In: VII Encontro Científico do GEPRO, v. 7, Nov. 2017, p. 195-205. Disponível em:

<<http://www.geprofatecjahu.com.br/gepro/index.php/gepro/2017/paper/view/340/312>>.

Acesso em: 10 jun. 2022.

BLUM, J. **Explorando o Arduino: técnicas e ferramentas para mágicas de engenharia**.

Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

GOMES, I.; TERRA, N. Doença de Alzheimer. In: IZQUIERDO, Ivan et al. (Org.).

Envelhecimento, memória e doença de Alzheimer. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2015. p. 29-64.

GUEDES, K. **O que é e como funciona um MP3 Player?** Topgadget. (2021). Disponível em:

<<https://www.topgadget.com.br/howto/tech/o-que-e-e-como-funciona-um-mp3-player.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

HELDER, D. **Siri x Google Assistente x Alexa: Qual é o melhor assistente virtual?** (2019).

Disponível em: <<https://www.showmetech.com.br/comparativo-siri-google-assistente-alexa/>>. Acesso em: 29 jul. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). **Uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Disponível em:

<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97884.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2022.

_____. **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017**,

(2018). Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>>. Acesso em: 23 ago. 2022.

_____. **Expectativa de vida dos brasileiros aumenta para 76,3 anos em 2018**, (2019).

Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/26103-expectativa-de-vida-dos-brasileiros-aumenta-para-76-3-anos-em-2018>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

NEWTONCBRAGA. Instituto Newton C Braga. **Como funcionam os alto falantes**.

Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/11981-como-funcionam-os-altofalantes-art1388>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

MAGALHÃES ZANCHI DE MATTOS, C.; BILLIG GARCES, S. B.; LOPES DA COSTA,

F. T.; BOETTGE DA ROSA, C.; VIEIRA BRUNELLI, A.; HANSEN, D.; DAL'AGNOL BIANCHI, P.; DE ROSSO KRUG, M.; SEIBEL, R.; MASTELLA PORTO, A.; STURMER, J.; BUENO DO NASCIMENTO, K.; ALVES DE LIMA, B.; STÜRMER, L. (2011). Processo de enfermagem aplicado à idosos com Alzheimer que participam do projeto estratégias de reabilitação. Estudos Interdisciplinares sobre o envelhecimento, 16 (esp). <<https://doi.org/10.22456/2316-2171.17921>>. Acesso em 8 Jul. 2022.

MCROBERTS, M. **Arduino: Básico**. São Paulo: Novatec Editor, 2011.

OLIVEIRA, A. R. R. de. **O envelhecimento, a doença de Alzheimer e as contribuições do Programa de Enriquecimento Instrumental (PEI)**. Cuad. neuropsicol, Santiago, v. 4, n. 1, p. 31-41, (2010). Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-41232010000100003>. Acesso em: 10 jun. 2022.

OLIVEIRA, C.; ZANETTI, H. **Sensor Ultrassônico**. FATECINO Clube de Arduino. Faculdade de Tecnologia Jundiaí, [s.d.] Disponível em: <http://www.fatecjd.edu.br/fatecino/arq_projetos/15-Projeto-9-Ultrassom.pdf>. Acesso em 12 Jun. 2022.

SOARES, A. **O que são assistentes virtuais? Confira suas funcionalidades e os principais exemplos**. Voitto. (2021). Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/assistentes-virtuais>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."