



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**UM ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE
REALIDADE AUMENTADA MÓVEL PARA APOIO A
INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER**

Keynes Masayoshi Kanno
Orientando

Edgard Afonso Lamounier Júnior, PhD
Orientador

Ederaldo José Lopes, Dr.
Co-Orientador

Uberlândia, Minas Gerais
Maio de 2020

UM ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE REALIDADE AUMENTADA MÓVEL PARA APOIO A INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Uberlândia, como exigência parcial para obtenção
do Título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Processamento da
Informação
Subárea: Computação Gráfica

Uberlândia – Minas Gerais

Maio de 2020

UM ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE REALIDADE AUMENTADA MÓVEL PARA APOIO A INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER

Keynes Masayoshi Kanno

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Ciências e aprovada em sua forma final no Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia

Aprovada em ____/____/____

Banca examinadora:

Edgard Afonso Lamounier Júnior, PhD (UFU) - Orientador

Ederaldo José Lopes, Dr. – Co-orientador (UFU)

Márcio José da Cunha, Dr. (UFU)

Alcimar Barbosa Soares, PhD (UFU)

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa (UERJ)

Valéria Farinazzo Martins (Mackenzie)

Uberlândia – Minas Gerais

Maio de 2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

K16 2020	<p>Kanno, Keynes Masayoshi, 1983- UM ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE REALIDADE AUMENTADA MÓVEL PARA APOIO A INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER [recurso eletrônico] / Keynes Masayoshi Kanno. - 2020.</p> <p>Orientador: Edgard Afonso Lamounier Jr.. Coorientador: Ederaldo José Lopes. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós- graduação em Engenharia Elétrica. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.435 Inclui bibliografia.</p> <p>1. Engenharia elétrica. I. Jr., Edgard Afonso Lamounier, 1964-, (Orient.). II. Lopes, Ederaldo José, 1967-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Elétrica. IV. Título.</p> <p>CDU: 621.3</p>
-------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4707 - www.posgrad.feelt.ufu.br - copel@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Elétrica				
Defesa de:	Tese de Doutorado, 266, PPGEELT				
Data:	Quinze de maio de dois mil e vinte	Hora de início:	13:30	Hora de encerramento:	17:30
Matrícula do Discente:	11423EEL005				
Nome do Discente:	Keynes Masayoshi Kanno				
Título do Trabalho:	Um Estudo da Viabilidade do Uso de Realidade Aumentada Móvel para Apoio a Indivíduos com a Doença de Alzheimer				
Área de concentração:	Processamento da informação				
Linha de pesquisa:	Computação gráfica				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Programa: ENGENHARIA ELÉTRICA (32006012001P9). Nome: REALIDADE VIRTUAL E REALIDADE AUMENTADA NA VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO. Data de Início: 01/01/2007. Natureza do Projeto: PESQUISA. Situação do Projeto: EM ANDAMENTO.				

Reuniu-se na Faculdade de Engenharia Elétrica, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, assim composta: Professores Doutores: Ederaldo José Lopes - IP/UFU; Alcimar Barbosa Soares - FEELT/UFU; Márcio José da Cunha - FEELT/UFU; Rosa Maria Esteves Moreira da Costa - UERJ; Valéria Farinazzo Martins - MACKENZIE; Edgard Afonso Lamounier Junior - FEELT/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Edgard Afonso Lamounier Junior, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Doutor**.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Alcimar Barbosa Soares, Professor(a) do Magistério Superior**, em 16/05/2020, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edgard Afonso Lamounier Junior, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/05/2020, às 13:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ederaldo José Lopes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/05/2020, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio José da Cunha, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/05/2020, às 14:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosa Maria Esteves Moreira da Costa, Usuário Externo**, em 18/05/2020, às 17:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Valeria Farinazzo Martins, Usuário Externo**, em 18/05/2020, às 21:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2044127** e o código CRC **9B6DA18E**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de estudar.

Aos meus pais Miyoshi e Naomi, agradeço imensamente pelo amor incondicional, apoio e dedicação que sempre dispenderam comigo. Agradeço a minha esposa Érika e meus filhos Kenzo e Hiro pelo amor, amizade e motivação para continuar estudando e me esforçando. Agradeço a minha irmã Simone, meu cunhado Igor e meus sobrinhos queridos, Davi e Anna, pela amizade, apoio e carinho.

Ao meu orientador, Professor Edgard Afonso Lamounier Jr agradeço imensamente pela orientação, pela confiança, pela amizade, pelo incentivo, pelas ideias e valiosos conselhos, seja em relação ao projeto, mas também na vida pessoal e profissional.

Aos meus co-orientadores Professor Alexandre Cardoso, Professor Ederaldo José Lopes e Professor Saddallah Fakhouri Filho e Professor Gerson Flávio Mendes agradeço imensamente pelos conselhos, apoio e amizade.

Aos médicos e residentes do Hospital de Clínicas da UFU, agradeço muito pelo apoio e ensinamentos.

Ao lar de idosos e a todos os voluntários que participaram da pesquisa, agradeço imensamente pelo apoio e disposição em colaborar com a pesquisa.

A todos os meus colegas e amigos do laboratório de Computação Gráfica, agradeço muito pela amizade, apoio e companheirismo.

Aos diretores do Centro de Tecnologia da Informação Luís Faina e Pedro Frosi, a coordenadora Aline Gonçalves e os colegas do CTI, agradeço pelo apoio para que eu pudesse me afastar do trabalho por um ano para me dedicar totalmente a pesquisa.

“Don’t think you are, know you are”

(The Matrix: o filme)

“Pedras no caminho? Junto todas, um dia vou construir um castelo”

(Fernando Pessoa)

“A persistência é o caminho do êxito”

(Charles Chaplin)

Publicações obtidas:

Kanno, K.M., Lamounier Jr., E.A., Cardoso, A. et al. Assisting individuals with Alzheimer's disease using mobile augmented reality with voice interaction: an acceptance experiment with individuals in the early stages. *Res. Biomed. Eng.* 35, 223–234 (2019) doi:10.1007/s42600-019-00025-y

K. M. Kanno, E. A. Lamounier, A. Cardoso, E. J. Lopes and G. F. Mendes de Lima, "Augmented Reality System for Aiding Mild Alzheimer Patients and Caregivers," *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Tuebingen/Reutlingen, Germany, 2018, pp. 593-594.
doi: 10.1109/VR.2018.8446143

KANNO, K. M.; LAMOUNIER JUNIOR, E. A. ; CARDOSO, A. ; LOPES, E. J.; LIMA, G. F.M. Helping Alzheimer's Disease Patients and their Caretakers with a Voice Recognition Augmented Reality System. In: 3rd Symposium on Computing and Mental Health, 2018, Montreal

Resumo

Introdução: A Doença de Alzheimer (DA) é a causa mais comum de demência em idosos. Com o aumento da expectativa de vida nos últimos anos, a probabilidade de idosos com DA é ampliada. Até agora, a DA não tem cura, mas existem tratamentos que podem auxiliar no alívio e, possivelmente, retardar a evolução desta doença. Além disso, uma grande porcentagem de pacientes e seus cuidadores ainda enfrentam enormes desafios em relação ao tratamento e segurança do paciente. Frequentemente, são reportados desaparecimento de idosos com DA. Como os smartphones se tornaram um acessório comum na vida diária da população, esta tese apresenta um conjunto de aplicativos móveis para ajudar indivíduos com DA em estágios iniciais. **Materiais:** Uma arquitetura de software foi projetada para contribuir por meio dos aplicativos, no tratamento farmacológico, na saúde mental e na segurança do paciente. A interface móvel proposta utiliza técnicas de Realidade Aumentada (RA) com interações de voz, botões virtuais para facilitar na realização de atividades cognitivas e farmacológicas. A aplicação para auxiliar no tratamento farmacológico alerta o indivíduo verbalmente e auxilia na identificação do medicamento. Além disso, um aplicativo móvel para cuidadores foi proposto para gerenciar os dados e auxiliar na localização do indivíduo com DA, caso ele se perca. **Métodos:** A avaliação foi realizada com seis voluntários com DA e cinco cuidadores. O teste foi conduzido utilizando filmagens, questionários e entrevista. **Hipótese:** A arquitetura proposta suporta o desenvolvimento proposto e torna o sistema mais fácil de se utilizar, aumentando-se assim aceitação no uso destes aplicativos móveis por pacientes com DA e seus cuidadores. **Resultados:** Os resultados mostram uma experiência positiva, tanto para pacientes quanto para cuidadores. Destaca-se o bom nível de aceitação da aplicação cognitiva que tem potencial para auxiliar no tratamento da DA.

Palavras-chave: Doença de Alzheimer, tecnologia assistiva, Realidade Aumentada móvel, saúde móvel.

Abstract

Introduction: Alzheimer's disease (AD) is the most common cause of dementia in the elderly. With the increase in life expectancy in recent years, the probability of elderly with AD also increases. So far, AD has no cure, but there are treatments that can aid in relieving and possibly slowing the progression of this disease. In addition, a large percentage of patients and their caregivers still face enormous challenges regarding patient care and safety. Disappearance of elderly with AD is frequently reported. As smartphones have become a common accessory in the daily lives of the population, this thesis presents a set of mobile applications to help individuals with early-stage of AD. **Materials:** The proposed software architecture was designed to contribute through applications, pharmacological treatment, mental health and patient safety. The proposed mobile interface uses Augmented Reality (RA) techniques with voice interactions and virtual buttons to facilitate the performance of cognitive and pharmacological activities. The application to assist in pharmacological treatment alerts the individual verbally and assists in the identification of the drug. In addition, a mobile application for caregivers helps to manage the data and assists in the location of the individual with AD in case he gets lost. **Methods:** The evaluation was performed with six volunteers with AD and five caregivers. The test was conducted using footage, questionnaires and interview. **Hypothesis:** The proposed architecture supports the proposed development and makes the system easier to use, thus increasing acceptance in the use of these mobile applications by patients with AD and their caregivers. **Results:** The results show a positive experience for both patients and caregivers. It highlights the good level of acceptance of cognitive application that has the potential to assist in the treatment of AD.

Keywords: Alzheimer disease, assistive technology, Mobile Augmented Reality, m-health, mobile health.

Sumário

<i>INTRODUÇÃO</i>	20
1.1. Contextualização e motivação	20
1.2. Objetivo principal.....	25
1.3. Objetivos específicos	25
1.4. Organização desta tese	26
<i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i>	28
2.1. Introdução	28
2.2. Demência	28
2.2.1. Doença de Alzheimer	28
2.2.2. Desafios dos cuidadores	30
2.3. Realidade Aumentada Móvel	31
2.3.1. Ambientes para desenvolvimento de RA Móvel	33
2.3.2. Desafios da RA Móvel	35
2.3.3. Diretrizes para desenvolvimento de RA Móvel	37
2.4. Aprendizado de Máquina	37
2.4.1. Cenários de Aprendizagem	38
2.4.2. Aplicações práticas de Aprendizado de Máquina	39
2.5. Considerações finais	39
<i>TRABALHOS RELACIONADOS</i>	40
3.1. Introdução	40
3.2. Características dos trabalhos relacionados.....	40
3.2.1. Segurança do idoso com a Doença de Alzheimer	41
3.2.2. Segurança na medicação	41
3.2.3. Atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva.....	41

3.3. Trabalhos relacionados a segurança na medicação	42
3.3.1. iNuC: um carrinho inteligente de enfermagem móvel	42
3.3.2. Sistema de gerenciamento de segurança de medicamentos usando PDA e etiquetas RFID.....	42
3.3.3. Segurança da medicação através da computação móvel	44
3.3.4. MedRem: um lembrete de medicação interativa e rastreamento em dispositivos de pulso.....	44
3.3.5. Considerações.....	44
3.4. Trabalhos relacionados a Segurança do idoso com DA.....	45
3.4.1. Design e implementação de uma pulseira para rastrear pessoas com autismo e Alzheimer.....	45
3.4.2. Sistema de diagnóstico do ambiente para pacientes com Doença de Alzheimer.....	45
3.4.3. Um sistema de suporte de segurança baseado em telefone móvel para idosos com demência	46
3.4.4. Uma aplicação de saúde móvel para o rastreamento de pessoas com deficiência	47
3.4.5. Sistema colaborativo inteligente para monitoramento de pessoas com deficiência e pessoas idosas	48
3.4.6. Sistema de rastreamento indoor e outdoor para idosos	48
3.4.1. Óculos de RA para pacientes com a Doença de Alzheimer	48
3.4.2. Considerações.....	49
3.5. Trabalhos relacionados a softwares para estimular e promover a saúde mental e cognitiva utilizando técnicas de RA	50
3.5.1. Realidade Aumentada para ajudar pessoas com Alzheimer e seus cuidadores	50
3.5.2. Sistema de descoberta e informação utilizando realidade aumentada para pessoas com perda de memória.....	51

3.5.3. Suporte de memória episódica para pacientes com demência ao reconhecer objetos, rostos e texto	52
3.5.4. Um sistema de navegação utilizando Realidade Aumentada para pessoas com deficiências cognitivas leves.....	53
3.5.5. Palácios de memória para melhorar a qualidade de vida na demência	54
3.5.6. Um sistema de solicitação de tarefas vocacionais com base em Realidade Aumentada (RA) para pessoas com deficiências cognitivas	55
3.5.7. Realidade Aumentada utilizando Hololens para auxiliar nas atividades da vida diária	55
3.5.8. Realidade Misturada com o uso de Hololens para realizar exercícios cognitivos.....	56
3.5.9. Considerações.....	57
3.6. Análise dos trabalhos relacionados.....	57
3.7. Considerações finais	60
<i>ARQUITETURA E REQUISITOS DO SISTEMA</i>	<i>61</i>
4.1. Introdução	61
4.2. Requisitos do Aplicativo	62
4.3. Tecnologias utilizadas	67
4.4. Arquitetura de software	69
4.4.1. Camada de Apresentação	70
4.4.2. Camada de Negócios	70
4.4.3. Camada de Controle.....	70
4.4.4. Camada de Persistência.....	71
4.4.5. Visão geral da arquitetura de software	71
4.4.6. Componentes da Arquitetura de Software do sistema para o cuidador	72

4.4.7. Componentes da Arquitetura de Software do sistema para o paciente	73
4.4.8. Componentes utilizados para contemplar os Requisitos Funcionais 75	
4.4.9. Considerações Finais	77
<i>DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO</i>	78
5.1. Introdução	78
5.2. Metodologia de desenvolvimento	78
5.3. Visão geral	78
5.4. Aplicação do paciente (Realidade Aumentada)	80
5.4.1. Componente de importação e exportação de dados	81
5.4.2. Componente de comando de voz	81
5.4.3. Componente de Realidade Aumentada	82
5.4.4. Componente localização através do GPS	83
5.4.5. Agente de conversação Dialog flow	83
5.4.6. Fluxograma: Realizar atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva	85
5.4.7. Fluxograma: Auxílio no tratamento farmacológico	87
5.4.8. Detalhes da Interface do usuário	88
5.5. Aplicação do cuidador	90
5.5.1. Detalhes da interface Android	90
5.5.2. Detalhes da interface do Drupal	91
5.6. Desafios de implementação	92
5.7. Considerações Finais	93
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	94
6.1. Introdução	94

6.2. Metodologia da avaliação.....	94
6.3. Amostragem	95
6.4. Resultados	96
6.4.1. Testes com a aplicação de lembrete e localização de remédios ..	96
6.4.2. Testes com a aplicação de atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva	104
6.4.1. Testes com a aplicação de segurança	110
6.5. Comparativo com trabalhos anteriores.....	113
6.6. Considerações Finais.....	114
<i>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</i>	117
7.1. Conclusões	117
7.2. Trabalhos futuros	119
<i>REFERÊNCIAS</i>	120
<i>ANEXO A</i>	131
<i>ANEXO B</i>	133
<i>ANEXO C</i>	135
<i>ANEXO D</i>	138

Lista de Figuras

Figura 1. Desafios da RA Móvel (OLIVEIRA, LUCIENE CHAGAS DE, 2017)..	36
Figura 2: Ilustração do Projeto de (OHSAGA; KONDOH, 2013)	43
Figura 3: Interface de usuário do trabalho de (KOUTKIAS <i>et al.</i> , 2015).....	44
Figura 4. Pulseira inteligente utilizada como rastreador (GOEL; KUMAR, 2015)	45
Figura 5. Paciente utilizando o dispositivo de (OLIVEIRA, RENATO <i>et al.</i> , 2014)	46
Figura 6. Visão geral do sistema de segurança utilizando dispositivos móveis (OGAWA <i>et al.</i> , 2011)	47
Figura 7: Interface do software do trabalho de (WAI SOON <i>et al.</i> , 2015).....	48
Figura 8: Óculos de RA para auxiliar pacientes com DA (GACEM <i>et al.</i> , 2019)	49
Figura 9: Trabalho de RA para Alzheimer (QUINTANA; FAVELA, 2013):.....	50
Figura 10. Sistema de RA para reconhecer objetos (WOOD; MCCRINDLE, 2012)	52
Figura 11. Ilustração do trabalho de (TOYAMA; SONNTAG, 2015).....	53
Figura 12. Interface de RA do trabalho de (HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2014).....	54
Figura 13: RA para auxiliar nas atividades da vida diária (ROHRBACH <i>et al.</i> , 2019).....	56
Figura 14: Exercícios de cognição utilizando Realidade Misturada de Arruano & Garzotto (ARUANNO; GARZOTTO, 2019).....	57
Figura 15: Caso de uso geral do cuidador - Alzcare	64
Figura 16: Caso de Uso Geral do Paciente - AlzAR.....	64
Figura 17: Diagrama de Sequência "Realizar atividade cognitiva"	65

Figura 18: Diagrama de Sequência "Atender alarme"	66
Figura 19: Diagrama de Sequência "Localizar paciente"	67
Figura 20. Visão geral da arquitetura em camadas.....	70
Figura 21. Visão geral da arquitetura do sistema	72
Figura 22: Componentes da Arquitetura de Software do cuidador.....	73
Figura 23: Componentes da Arquitetura de Software do Paciente.....	74
Figura 24: Visão Geral da interação entre os dispositivos	79
Figura 25. Textos dinâmicos implementados no Unity para apresentação de informações de cada medicamento.....	82
Figura 26: Comunicação entre a aplicação móvel e o agente Dialogflow	84
Figura 27: Fluxograma da aplicação de auxílio nas atividades cognitivas	86
Figura 28. Fluxograma da aplicação para auxílio no tratamento farmacológico.....	87
Figura 29. Reconhecimento do medicamento a ser ingerido após usuário atender o alarme	88
Figura 30: Interface utilizando ícones ou botões textuais.....	89
Figura 31. Exemplo de interação com fotos utilizando comandos de voz	89
Figura 32. Tela principal do cuidador. Botões para rastrear o paciente, gerenciar dados e visualizar estatísticas.....	91
Figura 33: (a) Formulário de cadastro do remédio (b) Dados do remédio cadastrado no servidor web	92
Figura 34: Resultado da pergunta relacionada a atividade do alarme	98
Figura 35: Resultado da avaliação da atividade para alertar o paciente para realizar a atividade	99
Figura 36: Resultado da avaliação referente ao sentimento que o participante teve ao interagir com o alarme	99
Figura 37: Resultado da avaliação referente se o sistema alertou corretamente no horário de ingestão de medicamentos	100
Figura 38: Resultado da avaliação referente a identificação do medicamento correto	101
Figura 39: Resultado da avaliação referente a atividade de localizar o remédio	101

Figura 40: Tempo gasto pelos participantes com DA. Três sessões foram realizadas e foram cronometrados o tempo gasto para localizar o remédio. .	102
Figura 41: Quantidade de interrupções realizadas em cada sessão.....	103
Figura 42: Participantes interagindo com a aplicação de localização do remédio	104
Figura 43: Avaliação da aplicação de atividade cognitiva em relação a interação com botões virtuais.	106
Figura 44: Resultado da avaliação da atividade utilizando comandos de voz	107
Figura 45: Resultado da avaliação relacionada com o sentimento de ouvir música relacionada a fotos	108
Figura 46: Resultado da avaliação correspondente a qual botão virtual o participante preferiu interagir.....	108
Figura 47: Voluntária com DA em fase leve interagindo com comando de voz	109
Figura 48: Voluntária com DA, em fase leve a moderada, interagindo com a foto e ouvindo músicas relacionadas	110
Figura 49: Resultado da avaliação da aplicação de segurança	111
Figura 50: Resultado da avaliação da aplicação de segurança: Grau de importância.....	112
Figura 51: Duas cuidadoras visualizando a localização do paciente através da aplicação de segurança	112

Lista de Tabelas

Tabela 1: Comparativo das tecnologias de desenvolvimento de RA Móvel	34
Tabela 2: Comparativo dos trabalhos relacionados utilizando dispositivos móveis para o tratamento da Doença de Alzheimer	59
Tabela 3: Informações sobre participantes que realizaram a avaliação da aplicação de localização do remédio.....	97
Tabela 4: Participantes da avaliação da aplicação para estimular e promover a saúde mental e cognitiva.....	105

Lista de Siglas

ABRAz - Associação Brasileira de Alzheimer

ABVD - Atividades básicas da vida diária

ADE - Adverse Drug Event

AM – Aprendizado de Máquina

DA - Doença de Alzheimer

DCV - Doença cerebrovascular

DFT - Demência frontotemporal

DCL - Demência com corpos de Lewy

IA – Inteligência Artificial

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

iNUC - Carrinho de Enfermeira Inteligente

GPS - Global Positioning System

ML – Machine Learning

NFC - Near Field Communication

PDA - Personal Digital Assistant

PLN – Processamento de Linguagem Natural

SMS - Short Message Service

RA - Realidade Aumentada

RAM - Realidade Aumentada Móvel

RF - Requisitos funcionais

RFID - Radio-Frequency Identification

TA - Tecnologia Assistiva

XML - Extensible Markup Language

Wi-Fi - Wireless Fidelity

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e motivação

A Doença de Alzheimer (DA) é uma doença cerebral degenerativa, caracterizada por perda progressiva da memória e de outras funções cognitivas, que prejudicam o paciente em suas atividades de vida diária e em seu desempenho social e ocupacional (BOTTINO *et al.*, 2002). A DA é a principal causa de declínio cognitivo em adultos, sobretudo idosos, representando mais da metade dos casos de demência. A idade é o principal fator de risco: sua prevalência passa de 0,7% na faixa de 60 a 64 anos de idade para cerca de 40% nos grupos etários de 90 a 95 anos (FORLENZA, 2005). Isso revela a magnitude do problema no Brasil, onde existem aproximadamente 30 milhões de indivíduos com mais de 60 anos (“IBGE”, 2017).

De acordo com o World Alzheimer Report 2016 (PRINCE *et al.*, 2016), 47 milhões de pessoas vivem com demência em todo o mundo. Este número deverá aumentar para mais de 131 milhões até 2050, à medida que a população envelhece (VU NGUYEN, 2018).

A demência tem um enorme impacto econômico. O custo total estimado da demência em todo o mundo foi mais de 1 trilhão de dólares (PRINCE *et al.*, 2016). Infelizmente, a maioria das pessoas com demência não são diagnosticadas e, portanto, não fazem tratamentos. Porém, mesmo quando a demência é diagnosticada, o atendimento prestado, muitas vezes, não corresponde às necessidades das pessoas que são acometidas por esse mal. Este fato também se estende aos cuidadores desses pacientes (COLUCCI *et al.*, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira de Alzheimer (ABRAZ, 2020), a evolução da DA pode ser dividida em três fases: fase leve, fase moderada e fase grave. A fase leve é caracterizada por perda de memória recente, desorientação no tempo e no espaço, dificuldades para tomar decisão, perda de iniciativa, dificuldades para lembrar de palavras e diminuição do interesse em realizar atividades do dia-a-dia. Já na fase moderada, ocorrem maior perda de memória, incapacidade de viver sozinho, dificuldades com as atividades do dia-a-dia tais como cozinhar, fazer compras, cuidar de casa e até realizar atividades de higiene pessoal. Adicionalmente, podem existir alterações no comportamento e alucinações. Na terceira fase, a fase grave, nota-se uma perda significativa da memória, com incapacidade de gravar memórias recentes e dificuldades em recuperar informações antigas. Percebe-se também uma dificuldade em reconhecer amigos e parentes, para se orientar dentro de casa, alimentar e até locomover-se. (AISEN *et al.*, 2010; DUBOIS *et al.*, 2010; PLASSMAN *et al.*, 2007; TROJANOWSKI *et al.*, 2012)

Nesse contexto, é importante ressaltar a sobrecarga que os cuidadores e portadores de DA têm nas atividades básicas e instrumentais da vida diária (SCHOENMAKERS; BUNTINX; DELEPELEIRE, 2010). Estas atividades incluem, por exemplo, o cuidado com o corpo (banho, vestuário, higiene, alimentação, mobilidade) e condução dentro de ambientes.

As atividades instrumentais dão suporte as atividades de vida diária em casa ou na comunidade (cuidar de outras pessoas, gerenciar e manter a saúde, preparação de alimentos, manutenção da casa, compras) (PINTO *et al.*, 2009). Segundo Carmo et al (CARMO *et al.*, 2015), gasta-se em média 1,6 horas diárias nas atividades básicas, 3,7 horas por dia nas atividades instrumentais e em média 7,4 horas diárias na supervisão geral. Assim, a dependência de cuidadores e familiares causa uma elevação no custo de cada família e também nos gastos públicos.

Até o presente momento, a DA não tem cura (ALZHEIMER'S ASSOCIATION, 2020). Mas, existem tratamentos farmacológicos que associados às atividades cognitivas podem aliviar os sintomas da doença (SAMSON, 2017). Apesar disso,

a maioria dos familiares não tem condições de manter um cuidador para auxiliá-los (COPPOLA *et al.*, 2013). Desta forma, muitas vezes, a tarefa de cuidar é destinada ao cônjuge ou aos filhos. Estes por sua vez, não conseguem se dedicar totalmente nas tarefas de cuidador.

Diante deste cenário, uma alternativa que pode contribuir nos cuidados do idoso doente é a utilização de Tecnologia Assistiva (TA) (PAVARINI *et al.*, 2008). A TA trata de todo o dispositivo técnico que contribui e auxilia para a melhor execução das atividades da vida diária, tornando-as mais fáceis e menos dispendiosas (PAVARINI *et al.*, 2008).

As Tecnologias Assistivas têm afetado positivamente a saúde física e mental de pessoas com deficiência. Estas tecnologias permitem, dentre outras tarefas, ajudar tetraplégicos a se comunicar ou realizar tarefas diárias na internet; auxiliar uma criança autista a aprender geometria e disponibilizar mouses especiais para idosos com artrite (LOEWENSTEIN *et al.*, 2004). Infelizmente, a maior parte da sociedade ainda não se beneficia das tecnologias assistivas. Muitos nem conhecem este termo. Poucas tecnologias assistivas estão disponíveis para pessoas com deficiências, especialmente as de baixa renda (KOWTKO, 2012).

Por outro lado, a Realidade Aumentada (RA) aplicada à Tecnologia Assistiva tem se destacado nos últimos anos (ONG *et al.*, 2011). A RA suplementa o mundo real inserindo objetos e sons, bem como as várias formas de interação através de sensores de rastreamento (KIRNER; KIRNER, 2011). A Realidade Aumentada Móvel (RAM), onde a RA é utilizada em smartphones, tem se destacado, principalmente, devido à popularidade dos dispositivos móveis (CEDRO; BETINI, 2014). Na RAM, a interação se torna importante, uma vez que o tamanho da tela é limitado. Em adição, a fala é a forma mais natural de comunicação. Os comandos de voz oferecem um meio natural para o usuário interagir com o ambiente aumentado (HAMIDIA *et al.*, 2015).

Alguns sistemas de RAM, sob o contexto de Tecnologia Assistiva, foram propostos para auxiliar no tratamento da Doença de Alzheimer. Observa-se que a maioria dos trabalhos propostos se relacionam a atividades voltadas para a promoção do estímulo cognitivo do paciente com DA. O estímulo cognitivo é uma

abordagem não-farmacológica que incluem atividades para apoiar indivíduos com atividades que exercitam a mente através da terapia para orientação da realidade, reminiscência (utilizam experiências vivenciadas pelos idosos) e treinamentos para aprender novas tarefas (CRUZ et al., 2015; GAUTHIER et al., 2010; SANTANA et al, 2009).

Estas atividades podem auxiliar na redução dos sintomas da doença, causando bem-estar e alívio nos pacientes com DA (“Fisher Center for Alzheimer”, 2018). Existem importantes trabalhos que utilizam técnicas de RA para Alzheimer. Entretanto, alguns relatos de pesquisas indicam dificuldades dos usuários em interagir com a aplicação de RAM (HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2014; MOREL; BORMANS; ROMBOUTS, 2015). Alguns trabalhos sugerem ampliar os recursos interativos para atrair mais a atenção dos indivíduos (KENZO; KANG; HUANG, 2013) e enriquecer a interface do usuário de forma que a aplicação seja mais realista e intuitiva para o usuário (WOOD; MCCRINDLE, 2012).

A interface de Realidade Aumentada incrementa informações virtuais no ambiente real e possibilita que o usuário realize interações com os objetos reais e virtuais. A implementação de formas de interagir com os objetos reais e virtuais pode enriquecer ainda mais a interface do usuário, seja através de botões ou comandos de voz. (KANNO *et al.*, 2018). Além disso, pode-se também ampliar a experiência do usuário, adicionando recursos de Inteligência Artificial aplicada na interação com o usuário. O uso de técnicas de aprendizado de máquina tem sido utilizado para melhor entender o que o usuário está dizendo (GOOGLE, 2020b). Os chatbots são softwares que utilizam esta tecnologia para comunicar com humanos de uma forma mais natural. É mais comumente utilizado por empresas para apoiar na interação com o cliente (GOOGLE, 2020b). No entanto, no contexto da Doença de Alzheimer, até o presente momento não foram encontrados trabalhos que utilizam esta tecnologia juntamente com RA para apoiar na interação com indivíduos debilitados com a Doença de Alzheimer.

Além dos sistemas que realizam atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva, existem trabalhos que auxiliam no gerenciamento de

remédios. O erro na medicação é um problema real que ocorre, principalmente, em indivíduos que necessitam tomar múltiplos medicamentos (SILVA, BRUNO M. *et al.*, 2013; YANG *et al.*, 2016). O esquecimento ou confusão na ingestão dos medicamentos pode causar problemas sérios de saúde e inclusive pode reduzir a eficiência dos medicamentos para a Doença de Alzheimer (KALAI CHELVAM; ZAMIN, 2014; MONDOL; EMI; STANKOVIC, 2016).

Verifica-se que importantes contribuições foram propostas para auxiliar no gerenciamento de medicamentos. Alguns trabalhos propõem soluções que além de apoiar no alarme como lembrete, propõem auxílio na identificação de remédios. Entretanto, estes trabalhos dependem de dispositivos externos tais como recipiente eletrônico e tags RFID para localizar os medicamentos. Em outros casos, utilizam códigos de barra para o reconhecimento (HUANG, SHIH CHANG *et al.*, 2014; KOUTKIAS *et al.*, 2015; OHSAGA; KONDOH, 2013; SILVA, BRUNO M. *et al.*, 2013) e marcadores de RA (KANNO *et al.*, 2011). Apesar da solução de código de barras não depender de outra tecnologia para reconhecimento, existe a limitação em identificar um remédio por vez.

O trabalho em (KANNO *et al.*, 2011b), propôs a utilização de marcadores de RA em caixas de remédio. No entanto, a limitação tecnológica restringia-se a detecção de no máximo três remédios ao mesmo tempo e era necessário a criação e impressão de marcadores de RA para colar em cada medicação.

Outro problema que ocorre com indivíduos com DA, principalmente, na fase leve da doença refere-se ao senso de localização. Quando perdidos, a segurança do paciente com DA pode ser seriamente comprometida, caso não sejam encontrados dentro de 24 horas (YUCE; GULKESEN, 2013). Muitas vezes, eles retornam machucados, desnutridos, podendo levar dias para encontrá-lo ou também pode ocorrer óbitos. Assim, cada desaparecimento causa uma sobrecarga emocional muito grande com toda a família e amigos próximos que se mobilizam para encontrá-lo (PAVARINI, SOFIA C. I. *et al.*, 2008).

Soluções foram propostas para auxiliar na localização dos indivíduos com Alzheimer. Verifica-se limitações nos principais trabalhos relacionados. Estas

referem-se a questão do conforto, mobilidade do rastreador e usabilidade da aplicação móvel para localização e resgate do cuidador.

Por fim, identifica-se que a maioria dos trabalhos identificados visam resolver erros de medicação, apoiar o indivíduo através de atividades cognitivas ou auxiliar na segurança do paciente. Não existe, até o presente momento um projeto que propõe solucionar todos estes problemas e, o mais importante, não se tem um estudo que mostre que além de providenciar estas funcionalidades, a aceitação da ferramenta computacional por parte dos pacientes com DA irá aumentar.

1.2. Objetivo principal

O principal objetivo deste trabalho é avaliar a aceitação da Realidade Aumentada Móvel por pacientes de DA, com a suplementação de novo recursos, sustentados pela arquitetura de software proposta.

1.3. Objetivos específicos

A fim de atingir o objetivo principal desta pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Manter uma revisão sistemática do tema de pesquisa;
- Definir os requisitos do Software de Realidade Aumentada Móvel para auxiliar no cotidiano e na segurança do paciente com a DA em fase leve da doença;
- Propor e implementar uma arquitetura de software para suportar o desenvolvimento dos aplicativos móveis propostos;
- Pesquisar e integrar os recursos de comando de voz a tecnologia de Realidade Aumentada Móvel para auxiliar na realização das atividades cognitivas;
- Aprimorar a interface de RAM para detectar múltiplas caixas de remédio e interagir através de botões virtuais e comandos de voz;
- Pesquisar e integrar Aprendizado de Máquina para melhorar a interação com o usuário;

- Integrar recursos de segurança do paciente tais como localização com GPS utilizando solução *wearable* (dispositivo vestível), interação com SMS, mensagens instantâneas, e-mail e ligação por telefone;
- Integrar a funcionalidade de alarme verbal ao software;
- Integrar os dados em um servidor web de forma que as informações estejam sempre disponíveis e fiquem integradas em um único local;
- Avaliar o sistema em pacientes com a DA para medir o nível aceitação do uso deste sistema;

Desta forma, almeja-se com este estudo contribuir com as pesquisas voltadas a Realidade Aumentada aplicada ao contexto de tecnologia assistiva, quando aplicada as necessidades de pacientes com Alzheimer e seus cuidadores. Através do uso de destas tecnologias envolvendo o uso de RA, comandos de voz e aprendizado de máquina, espera-se que estas aplicações conquistem a atenção dos pacientes com Alzheimer, podendo-se concluir que houve uma boa aceitação no uso deste sistema.

1.4. Organização desta tese

A organização deste documento foi realizada da seguinte forma:

No Capítulo 1 é apresentado a contextualização, bem como o objetivo principal e específicos do projeto.

Já o Capítulo 2 é descrito a fundamentação da tese envolvendo os conceitos da Doença de Alzheimer bem como as tecnologias realidade aumentada móvel envolvidas no desenvolvimento deste projeto.

Já o Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados ao uso tecnologia assistiva para auxiliar pacientes com déficit de memória.

No Capítulo 4 é apresentado os requisitos do sistema, bem como a arquitetura do sistema. Os detalhes da implementação do sistema estão descritos no Capítulo 5.

Já no Capítulo 6 é apresentado a análise dos resultados da avaliação do sistema e discussões. Por fim, o Capítulo 7 apresenta as conclusões, contribuições e sugestões de trabalhos futuros.

Capítulo 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Introdução

Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados ao tema desta tese. Primeiro, serão abordados os termos demência, Doença de Alzheimer e os desafios dos cuidadores. Em seguida, os conceitos de Realidade Aumentada Móvel e Aprendizado de Máquina, são discutidos.

2.2. Demência

Demência é uma doença mental que causa prejuízo cognitivo no indivíduo o suficiente para interferir com a sua vida diária. Alterações na memória, desorientação, concentração, raciocínio e linguagem podem ser comprometidas. (ALZHEIMER'S ASSOCIATION, 2020)

A demência não é uma doença específica. É um termo genérico que descreve uma ampla variedade de sintomas associados a perda de memória ou outras habilidades cognitivas suficientemente graves para realizar atividades diárias. A DA é responsável por 60 a 80% dos casos diagnosticados como demência. (BOTTINO *et al.*, 2002)

2.2.1. Doença de Alzheimer

A Doença de Alzheimer é a principal causa de declínio cognitivo em adultos, sobretudo idosos, representando mais da metade dos casos de demência (FORLENZA, 2005). A DA é uma enfermidade que não tem cura e que se agrava ao longo do tempo, mas pode ser tratada. (“ABRAZ”, 2020). De forma geral, os indivíduos são idosos. Esta doença causa perda de funções cognitivas (memória, atenção, orientação e linguagem). Se a DA for diagnosticada no início, pode-se retardar a sua evolução por meio de tratamentos medicamentosos e não medicamentosos. Assim, tanto os pacientes quanto os familiares podem ter uma qualidade de vida melhor. (“ABRAZ”, 2020)

A origem do nome Alzheimer se dá por meio de uma homenagem atribuída ao neurologista cirurgião e alemão Dr. Alois Alzheimer (1864-1915), que foi o pioneiro na investigação da doença. Ele diagnosticou uma paciente que faleceu aos 51 anos de uma doença cerebral, considerada rara na época (COELHO; TEIXEIRA; NOVAK, 2015).

O médico, então, inclinou-se a observar e investigar as alterações ocorridas no tecido cerebral da paciente falecida e pôde identificar que houve uma atrofia no córtex cerebral, camada responsável pelo desenvolvimento de atividades intelectuais. A partir de seus estudos, comprovaram-se, então, as mudanças estruturais que ocorrem no cérebro humano determinantes da denominada Doença de Alzheimer (COELHO; TEIXEIRA; NOVAK, 2015).

Não se sabe o motivo pelo qual a Doença de Alzheimer ocorre, mas são conhecidas algumas lesões cerebrais características da doença. As duas principais alterações que se apresentam são as placas senis decorrentes do depósito de proteína beta-amiloide, anormalmente produzida, e os emaranhados neurofibrilares, frutos da hiperfosforilação da proteína *tau*. Outra alteração percebida é a redução do número das células nervosas (neurônios) e das ligações entre elas (sinapses), com redução progressiva do volume cerebral. (“ABRAZ”, 2020)

Estudos recentes demonstram que essas alterações cerebrais já estariam instaladas antes do aparecimento de sintomas demenciais. Por isso, quando aparecem as manifestações clínicas que permitem o diagnóstico, diz-se que teve início a fase demencial da doença. As perdas neuronais não acontecem de maneira homogênea. As áreas comumente mais atingidas são as de células nervosas (neurônios) responsáveis pela memória e pelas funções executivas que envolvem planejamento e execução de funções complexas. Outras áreas tendem a ser atingidas, posteriormente, ampliando as perdas. (“ABRAZ”, 2020)

Estima-se que existam no mundo cerca de 50 milhões de pessoas com a Doença de Alzheimer. No Brasil, há cerca de 1,2 milhão de casos, a maior parte deles ainda sem diagnóstico (BHATT *et al.*, 2019).

2.2.2. Desafios dos cuidadores

A Doença de Alzheimer prejudica a vida diária e o desempenho social do idoso, tornando-se cada vez mais dependente de cuidados. Diante disso, o idoso necessitará que outra pessoa assuma o papel de cuidá-lo (PINTO *et al.*, 2009). O cuidador é a pessoa que realiza a assistência necessária para suprir a incapacidade funcional, temporária ou definitiva. Infelizmente, ocorre que a doença de Alzheimer acaba comprometendo não só a qualidade de vida do doente, mas também a de seu cuidador. (BORGHI *et al.*, 2011)

De forma geral, o cuidador é quem oferece suporte físico e psicológico na vida do paciente com Alzheimer, prestando auxílio necessário no que diz respeito ao cuidado. Na medida em que a demência progride, aumentam-se também as atividades desenvolvidas pelo cuidador. Dentre elas, incluem-se a administração das finanças, o controle com os medicamentos e as atividades diárias além do cuidado pessoal, como higiene, alimentação e banho (LENARDT *et al.*, 2011).

Muitas vezes, esses profissionais trabalham cerca de 60 horas semanais, ou mais. Desta forma, ocorre o declínio de sua própria qualidade de vida, já que sua energia física e mental está totalmente direcionada ao cuidado do outro. Dentre os agravos psicológicos, são frequentes ansiedade, depressão e insônia (CRUZ, MARÍLIA DA NOVA; HAMDAN, 2008).

Nem sempre a família opta por contratar um profissional capacitado a lidar com a demanda da debilidade do Alzheimer, seja por questões psicoafetivas ou financeiras. Por esses e outros motivos, acabam por eleger um membro da própria família, que tem maior disponibilidade com o ente e/ou proximidade (SHIGUEMOTO, 2010). Esse membro eleito delimita toda sua vida ao cuidar, e, muitas vezes, implica em abandono do emprego, perda da vida social e exclusão social, que resultam em quadros de depressão, frustração, ansiedade entre outros sintomas desmotivacionais (LENARDT *et al.*, 2011).

Estudos mostram que a maioria dos cuidadores não possuem informações e nem recebem suporte necessário para o cuidado. Além disso, possuem pouca informação sobre o processo demencial e sobre como lidar com problemas

diários vivenciados com os idosos doentes. Em virtude disso, podem sofrer desgaste físico e emocional. (INOUE *et al.*, 2010)

Borgui et al (BORGHI *et al.*, 2011) realizaram uma pesquisa nos anos de 2010 e 2011 em Maringá com cinquenta cuidadores. Os estudos revelaram que a maior parte (62%) vivem com renda inferior a cinco salários mínimos, fato que gerou questionamentos acerca das condições de vida e acesso a serviço público de saúde das famílias menos favoráveis. Além disso, verificou-se também que 32% dos cuidadores dedicavam parcialmente do tempo para cuidar do ente doente, pois, necessitam trabalhar e também pelo fato dos idosos apresentarem relativa autonomia, com alguns problemas de memória. Por fim, constaram que a carga financeira representa outro fator estressante visto que o cuidador acaba por arcar com as questões financeiras também do idoso doente.

2.3. Realidade Aumentada Móvel

A Realidade Aumentada (RA) pode ser definida como o enriquecimento do mundo real com informações virtuais (imagens, sons, etc) geradas por computador em tempo real e devidamente posicionadas no espaço 3D, percebidas através de dispositivo tecnológicos. A interface de RA permite ao usuário realizar a interação em tempo real de forma natural e intuitiva, sem a necessidade de realizar treinamento (KIRNER, 2011)

A Realidade Aumentada Móvel (RAM) é a aplicação do conceito de RA em dispositivos móveis, ou seja, significa a inserção de conteúdos virtuais no ambiente real na tela de um dispositivo móvel. A câmera do smartphone capta as imagens do mundo real e é associada a uma camada de conteúdo virtual que é apresentada ao usuário (ARAÚJO *et al.*, 2015).

A RAM é uma das áreas de pesquisa que estão crescendo mais rápido devido ao amplo uso de smartphones. Além disso, é notável a gama de recursos que os smartphones podem oferecer em um ambiente de RA. Hoje em dia, a maioria dos dispositivos móveis apresentam recursos de localização através de GPS, excelentes câmeras, ótima interface visual, acesso à internet e avançados processadores. (YU *et al.*, 2011) .

Estudos mostram que existem mais de 7 bilhões de aparelhos celulares cadastrados (PARASURAMAN *et al.*, 2017). Muitos usuários utilizam o celular não somente para telefonar, mas também para registrar momentos através de fotos e filmagens, ouvir músicas e assistir vídeos. Utilizam para jogar, interagir com pessoas através de redes sociais e aplicativos de bate-papo. Também utilizam como ferramentas de navegação e localização através de GPS. Diversas empresas estão utilizando os celulares para agilizar seus negócios e inclusive bancos estão disponibilizando aplicativos móveis para que seus clientes possam realizar tarefas de pagamentos de contas, visualizar extratos bancários e transações (LECHETA, 2015). Os dispositivos móveis também estão sendo utilizados para a educação, por meio do conceito de aprendizagem móvel.

Nos últimos anos, tem ocorrido um surto de aplicações relacionadas a saúde para smartphones, comumente definido como *mobile health* (m-health). A revisão sistemática de Karageorgos *et al.* (KARAGEORGOS *et al.*, 2018) identificou 98 pesquisas relacionadas a m-health. As principais aplicações estão relacionadas a área de educação para promover comportamentos saudáveis, aprimorar a vigilância de doenças, melhorar a eficiência dos procedimentos logísticos, monitorar pacientes e também treinar e educar profissionais de saúde.

Aplicações voltadas para a saúde mental, são chamadas no meio acadêmico como *Mental Health Applications* (MHApps). As MHApps tem sido utilizada com eficiência para dar apoio em terapias comportamentais principalmente com pacientes que apresentam ansiedade, depressão e stress (THACH, 2017).

Além disso, importantes propostas relacionadas ao uso de smartphones para auxílio de idosos e indivíduos com demência tem sido proposto nos últimos anos. Há evidências de que indivíduos com demência são capazes de interagir com smartphones (JODDRELL; ASTELL, 2016).

De acordo com (WOODILL, 2011) as principais vantagens de se utilizar smartphones incluem a mobilidade, portabilidade e acesso as informações de forma ágil, em tempo real, com economia de tempo e rapidez na comunicação. Hoje em dia, os dispositivos móveis vêm com excelentes processadores gráficos, câmeras, acesso à internet e GPS. Desta forma é possível executar complexos

aplicativos de realidade aumentada móvel, com recursos interativos, sensores e informações integradas a um servidor web (WOODILL, 2011).

2.3.1. Ambientes para desenvolvimento de RA Móvel

Nesta seção, serão apresentadas as principais ferramentas de desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada Móvel. Para efeito de comparação (ver Tabela 1), foram analisadas as principais tecnologias com base em alguns critérios: plataformas de desenvolvimento, suporte a plataformas, custo e rastreamento.

As plataformas de desenvolvimento referem-se aos ambientes de desenvolvimento que os programadores desenvolvem a sua aplicação. Estão citados: Android Studio (GOOGLE, 2020a) , Unity (UNITY TECHNOLOGIES, 2020), Universal Windows Platform (UWP) (MICROSOFT, 2020) , XCode (“Xcode”, 2020), Xamarin (“Xamarin”, 2020), SketchUp (TRIMBLE INC., 2020), Maya (INC., 2020) , Cinema 4D (MAXON COMPUTER, 2020), Vectorworks (“Vectorworks”, 2020) , Scia Engineer (NEMETSCHEK GROUP, 2020).

O suporte às plataformas é baseado nos sistemas operacionais onde os aplicativos podem ser instalados e executados. Neste caso, cita-se os sistemas operacionais Android, iOS e Windows. Com relação ao custo, tem-se as seguintes modalidades citadas: código aberto, gratuito com limitações e pago. Já com relação ao rastreamento, tem-se o rastreamento de marcadores de RA, objetos naturais 2D, 3D, rastreamento por localização e movimento.

Existem excelentes plataformas de desenvolvimento de softwares de RAM que possibilita o rastreamento de marcadores 2D, 3D, geolocalização e permite executar nas principais plataformas móveis (Android, iOS e UWP).

O trabalho de Lee et al. (LEE; HWANG; LEE, 2020) realizou um comparativo de performances entre os principais frameworks de RA disponíveis no mercado. Foram analisadas diversas características. Eles constataram que o Vuforia SDK é relativamente superior que os demais pois ele apresentou melhores resultados tanto na distância para reconhecimento de marcadores, robustez, oclusão e

principalmente a possibilidade de reconhecer uma maior quantidade de marcadores simultaneamente.

Desta forma, decidiu-se por utilizar o Vuforia (PTC INC., 2020). O Vuforia é um kit de desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada para dispositivos móveis. O Vuforia suporta uma ampla variedade de tipos de objetos incluindo marcadores de RA e a tecnologia markerless (sem o uso de marcadores). É possível desenvolver utilizando as linguagens C++, Java, Objective C++ e Unity (C# ou javascript) (PTC INC., 2020).

Tabela 1: Comparativo das tecnologias de desenvolvimento de RA Móvel

Tecnologia	Plataformas de desenvolvimento	Suporte a Plataformas	Custo	Rastreamento
Vuforia (PTC INC., 2020)	Android Studio, Unity, UWP	Android, iOS, UWP	Gratuito com limite	Marcadores de RA, e objetos naturais 2D e 3D
Artoolkit (ARTOOLWORKS, 2020)	Android Studio, XCode, Unity, Xamarin	Android, iOS, Linux	Código aberto	Marcador de RA, código de barras, Marcadores naturais 2D
ARmedia (INGLOBE TECHNOLOGIES, 2020)	Unity, OpenScenograph	Android, iOS	Gratuito com limite	Marcadores naturais 2D, 3D, planares, localização e de movimento.
PIKKART (PIKKART SRL, 2020)	Unity, Xamarin	Android, iOS	Gratuito com limite	Marcadores 2D, 3D, marcador de localização
Wikitude (GMBH, 2020)	Cordova, Xamarin, Unity, Titanium	Android, iOS, UWP	Pago	Marcadores 2D, 3D, marcador de localização
AndAR (MFG WISTA PROGRAM, 2020)	Java, Android Studio	Android	Código aberto	Marcadores 2D

Uma das ferramentas pioneiras para desenvolvimento de aplicações de RA é o Artoolkit (ARTOOLWORKS, 2020), que é *open source* (código fonte aberto),

gratuito e que, inicialmente, foi desenvolvido em 1999 por Hirokazu Kato no Instituto de Ciência e Tecnologia em Nara. Posteriormente, esta ferramenta foi disponibilizada pela Universidade de Washington, no laboratório Hit Lab.

Recentemente, a empresa DAQRI (DAQRI, 2020) vem aprimorando o ARToolkit usando técnicas modernas de Visão Computacional, seguindo padrões de codificação e está disponibilizando, gratuitamente, e com código fonte aberto para que a comunidade possa desenvolver produtos comerciais, para pesquisa e educação (ARTOOLWORKS, 2020).

2.3.2. Desafios da RA Móvel

Desenvolver aplicativos de Realidade Aumentada em dispositivos móveis ainda é um desafio devido a alguns fatores. a integração com sensores dos smartphones, a baixa precisão das tecnologias de rastreamento, as restrições e diferentes características físicas dos dispositivos, a variabilidade na interface do usuário, a falta de padrões adotados pelos desenvolvedores de softwares de RAM e o elevado consumo de energia tem sido um dos principais desafios segundo Araújo (ARAÚJO *et al.*, 2015)

A Figura 1 (OLIVEIRA, LUCIENE CHAGAS DE, 2015) apresenta um gráfico com os principais desafios da RAM, classificando-os em cinco categorias: hardware, aplicação, rede, meio ambiente e utilizador.

- **Hardware:** Ao desenvolver uma aplicação de Realidade Aumentada Móvel deve-se levar em conta os recursos de hardware disponíveis em todos os dispositivos que se deseja utilizar a aplicação. A qualidade da câmera, o tamanho da tela e a resolução são importantes para o bom funcionamento da aplicação. Recursos como qualidade do GPS, duração da bateria, velocidade de processamento e quantidade de memória podem alterar significativamente a qualidade da aplicação;
- **Aplicação:** O registro da aplicação também é uma questão importante no que tange ao controle do usuário para possibilitar maior segurança dos dados. Além disso, a disponibilização de informações em tempo real nas aplicações de RAM é crucial para uma boa experiência do usuário.

- Rede: Um desafio de aplicações de RA é a velocidade de tráfego e a área de cobertura de telefonia. Em locais onde não há cobertura de rede 4G, pode ocorrer problemas de velocidade de tráfego.
- Meio ambiente: A grande quantidade de dados no ambiente também é um desafio nada trivial. Quesitos como a dinamicidade e flexibilidade de atualização, além do provimento de dados, em tempo real, tornam-se demandas de solução.
- Usuário: O perfil do usuário pode exigir a disponibilização de elementos de auxílio, além da necessidade de aprendizagem das diferentes formas de interação com a solução de RA no dispositivo e a busca de novas informações.



Figura 1. Desafios da RA Móvel (OLIVEIRA, LUCIENE CHAGAS DE, 2017)

2.3.3. Diretrizes para desenvolvimento de RA Móvel

De acordo com Araujo et al., Churchill e Dunser et al. (ARAÚJO *et al.*, 2015; DE SÁ; CHURCHILL, 2013; DÜNSER *et al.*, 2007), algumas diretrizes devem ser consideradas para o desenvolvimento de aplicações de RA móvel. São elas:

- a) Seguir os princípios de usabilidade para RA, aplicações móveis e em camadas: ambiente limpo com ícones e textos grandes, interação com objetos 3D;
- b) Percepção e a cognição do usuário devem ser estimuladas;
- c) Ter consciência das restrições dos dispositivos móveis: reflexão da tela e falta de precisão no rastreamento;
- d) Adaptar diretrizes de avaliação de usabilidade para aplicações móveis e RA, avaliar um domínio por vez, e utilizar usuários reais;
- e) Considerar o perfil do usuário que utilizará a aplicação, o uso de uma mão ou duas e o tempo de uso da aplicação.

2.4. Aprendizado de Máquina

Aprendizado de Máquina (AM) ou *Machine Learning* é um ramo da Inteligência Artificial, que emprega técnicas e algoritmos na criação de modelos computacionais cuja característica principal é a capacidade de descobrir padrões num grande volume de dados ou de melhorarem o seu desempenho numa determinada tarefa através da experiência (SILVA, LEONILDO C., 2019; SWAMYNATHAN, 2017).

Arthur Lee Samuel, pioneiro na área de Inteligência Artificial, define Aprendizado de Máquina como o campo de estudo que dá aos computadores a capacidade de aprender sem serem explicitamente programados (SIMON, 2013).

O AM é multidisciplinar e trabalha com ideias de diversas áreas, incluindo inteligência artificial, probabilidade e estatística, complexidade computacional, teoria da informação, psicologia, neurociências e filosofia (NOGUEIRA; SANTOS, 2005).

2.4.1. Cenários de Aprendizagem

Os cenários de Aprendizagem de Máquina diferem um do outro nos tipos de dados de treinamento disponíveis, na ordem e no método pelo qual os dados de treinamento são recebidos. A seguir são descritos brevemente alguns cenários comuns (MOHRI; ROSTAMIZADEH; TALWALKAR, 2018; SILVA, LEONILDO C., 2019):

- a) **Aprendizado supervisionado:** Neste cenário os vetores de entrada são rotulados, ou seja, se conhece previamente o valor correspondente;
- b) **Aprendizado não supervisionado:** Neste cenário os padrões de entrada não são rotulados, ou seja, a saída desejada não está disponível;
- c) **Aprendizado semi supervisionado:** Neste cenário o algoritmo de AM recebe uma grande quantidade de dados não rotulados e alguns exemplares rotulados. Este tipo de abordagem é utilizado em situações onde o custo e tempo gastos na rotulagem dos dados são muito altos tornando impossível a sua realização;
- d) **Aprendizado por reforço:** Neste cenário não está disponível para o algoritmo de AM um conjunto de dados para treinamento. O aprendizado se dá pela interação com o ambiente que se deseja atuar por um determinado período de tempo com o objetivo de melhorar o desempenho de uma tarefa;
- e) **Aprendizado baseado em instâncias:** Nesta categoria, generalizam novos dados diretamente a partir do conjunto de treinamento armazenado em memória, ao invés de construírem explicitamente um modelo matemático;
- f) **Aprendizado baseado em modelo:** Esta é a abordagem mais tradicional de aprendizado de máquina. Aqui os dados do conjunto de treinamento são apresentados iterativamente ao algoritmo.
- g) **Aprendizado em lote ou aprendizado off-line:** Neste cenário, os algoritmos são treinados utilizando todos os dados disponíveis e ao atingirem o desempenho desejado são implantados em produção.
- h) **Aprendizado online:** Neste cenário, o ajuste inicial também acontece utilizando todos os dados disponíveis. No entanto, uma vez implantando em produção, os modelos com treinamento online continuam a aprender com

novos dados na medida em que são disponibilizados, sem a necessidade de executar todo o treinamento.

2.4.2. Aplicações práticas de Aprendizado de Máquina

AM tem sido utilizado na automação de atividades que para os humanos são executadas intuitivamente, mas que são difíceis de definir formalmente. De acordo com Mohri et al (MOHRI; ROSTAMIZADEH; TALWALKAR, 2018), Aprendizado de Máquina possibilita resolver um conjunto amplo de aplicações, que incluem:

- a) Classificação de texto ou documento, p.ex., detecção de spam;
- b) Processamento de linguagem natural;
- c) Reconhecimento e síntese de fala;
- d) Reconhecimento ótico de caracteres;
- e) Tarefas de visão computacional, p.ex., reconhecimento de imagem, detecção de faces;
- f) Aplicações de Biologia Computacional;
- g) Detecção de fraudes (transações com cartão de crédito, telefone) e invasão de redes;
- h) Games;
- i) Controle não assistido de veículos;
- j) Diagnósticos médicos;
- k) Sistemas de recomendações, motores de busca, sistemas de extração de informações.

2.5. Considerações finais

Apresentamos os conceitos gerais relacionados a Doença de Alzheimer, Realidade Aumentada e Aprendizado de Máquina. Estes conceitos são importantes para o entendimento da proposta deste projeto que envolve o desenvolvimento de um sistema de RAM utilizando tecnologia assistiva para apoiar indivíduos com Doença de Alzheimer e seus cuidadores. O próximo capítulo apresenta trabalhos relacionados com a proposta dessa tese.

Capítulo 3

TRABALHOS RELACIONADOS

3.1. Introdução

Este capítulo apresenta trabalhos relacionados ao sistema proposto. Também serão citados trabalhos que não utilizam técnicas de Realidade Aumentada, mas que propõem auxiliar indivíduos com a Doença de Alzheimer e seus cuidadores, utilizando tecnologia móvel ou vestível. Para um melhor entendimento, as características de trabalhos que visam auxiliar no tratamento da Doença de Alzheimer serão apresentadas primeiro. Em seguida, são apresentados os principais trabalhos relacionados e ao final é apresentado uma tabela comparando os trabalhos e as funcionalidades demandadas nesse projeto.

3.2. Características dos trabalhos relacionados

A revisão dos trabalhos relacionados foi feita nas seguintes bases de dados: Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM, Springer e Google Acadêmico. Inicialmente, os termos pesquisados foram “Alzheimer disease” e “Doença de Alzheimer”. Posteriormente foram realizadas pesquisas utilizando os termos “Assist”, “Monitoring”, “e-health” e “m-health” sempre inserindo a palavra “Alzheimer” ou “dementia”. Por fim, aplicações diretamente relacionadas à tecnologia de Realidade Aumentada aplicada para a Doença de Alzheimer foram selecionadas. Os termos utilizados foram “Alzheimer disease” + “Augmented Reality”.

A partir desta revisão, três principais funcionalidades propostas para auxiliar indivíduos com DA foram identificadas: Sistemas voltados para a segurança do paciente, segurança na medicação e atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva.

3.2.1. Segurança do idoso com a Doença de Alzheimer

Indivíduos com a Doença de Alzheimer apresentam alto índice de desaparecimento. É alta a incidência de indivíduos perdidos com a DA e que possuem comportamento de vaguear ao sair de sua residência. Quando perdido, a segurança dos pacientes pode ser gravemente comprometida se não puderem ser resgatados dentro das "24 horas de ouro" (YUCE; GULKESEN, 2013). Além disso, estudos mostram que não somente os indivíduos com a DA sofrem com o comportamento de vaguear. Os cuidadores também são afetados diretamente com estes incidentes rotineiros, o que torna o trabalho angustiante. Importante ressaltar inúmeros casos de cuidadores familiares que adquirem depressão devido a estas tarefas (MIYAMOTO *et al.*, 2002; YUCE; GULKESEN, 2013).

3.2.2. Segurança na medicação

Os riscos de segurança de medicamentos constituem um problema de saúde pública que podem causar, além dos danos ao paciente, consideráveis custos adicionais de saúde. (KOUTKIAS *et al.*, 2015)

O Erro de Medicação (EM) é definido como qualquer erro na prescrição, dispensação ou administração de um medicamento. O Erro de Administração de medicamentos (EAM) é definido como a diferença entre o que o paciente recebeu ou deveria receber e o que o prescritor pretendia na ordem original. Esta é uma das áreas de risco da prática de enfermagem e ocorre quando ocorre uma discrepância entre a droga recebida pelo paciente e a terapia de drogas destinada pelo prescritor (FELEKE; MULATU; YESMAW, 2015).

O tratamento da Doença de Alzheimer depende fundamentalmente do tratamento farmacológico para controle de sintomas da doença e para retardar a evolução da doença (FORLENZA, 2005). Assim, é muito importante que os medicamentos sejam ingeridos corretamente, no tempo e quantidade correta, seguindo a prescrição do profissional da saúde.

3.2.3. Atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva

A associação de técnicas de reabilitação cognitiva no tratamento medicamentoso pode auxiliar ou até mesmo provocar uma leve melhora nos

déficits cognitivos e funcionais (BOTTINO *et al.*, 2002). Sessões de música também é uma opção de tratamento terapêutico, que possui expressivos resultados positivos em pacientes com a DA. Durante a pesquisa de Svansdottir e Snaedal (SVANSDOTTIR; SNAEDAL, 2006), foram constatadas significante melhora nos sintomas de agressividade, agitação e ansiedade em indivíduos com DA através da terapia com música.

A Tecnologia Assistiva (TA) tem por objetivo auxiliar o indivíduo nas atividades da vida diária, possibilitando melhorar a qualidade de vida. A TA pode promover também a reconstrução do sentimento de auto estima e bem-estar, diminuindo o sentimento de frustração ao realizar uma atividade. Além disso, a TA fornece segurança e encoraja a independência do idoso fragilizado. (ANDRADE, VALÉRIA SOUZA; PEREIRA, 2009). As atividades terapêuticas em doentes com Alzheimer podem aliviar os sintomas comportamentais tais como agitação, raiva, frustração, depressão e perambulação (“Fisher Center for Alzheimer”, 2018).

3.3. Trabalhos relacionados a segurança na medicação

3.3.1. iNuC: um carrinho inteligente de enfermagem móvel

Tsai et al (TSAI *et al.*, 2009) apresentaram o iNUC (Carrinho de Enfermeira Inteligente), que é uma ferramenta de administração de medicamentos com a finalidade de prevenir erros de medicação. Este sistema também tem uma ferramenta de gerenciamento de tempo e apoio à gestão com o objetivo de aumentar a eficiência do medicamento. Apesar deste sistema ter sido desenvolvido para enfermeiros, não foi implementado uma solução para auxiliar na localização do remédio.

3.3.2. Sistema de gerenciamento de segurança de medicamentos usando PDA e etiquetas RFID

Ohsaga e Kondoh (OHSAGA; KONDOH, 2013) desenvolveram um sistema de gerenciamento de segurança de medicação usando PDA (Personal Digital Assistant) e tags RFid (Radio-Frequency Identification), a fim de evitar negligência na medicação (ver Figura 2). Neste projeto, eles utilizaram a tecnologia RFid no lugar do leitor de código de barras, resolvendo dificuldades

no reconhecimento da medicação. A avaliação foi realizada numa Enfermaria e verificou-se que este software apresentou melhores resultados no reconhecimento das medicações utilizando RFid se comparado com o leitor de código de barras.

Uma melhoria a ser identificada neste trabalho refere-se a limitação para se localizar o remédio em um local com múltiplas caixas de remédio utilizando RFID. O RFID permite a identificação de um único remédio por vez, podendo, neste caso, ocorrer confusão na identificação. A Realidade Aumentada tem o potencial de localizar múltiplos remédios, simultaneamente, e permite inserir sinalizações virtuais e verbais para auxiliar na identificação do remédio correto.

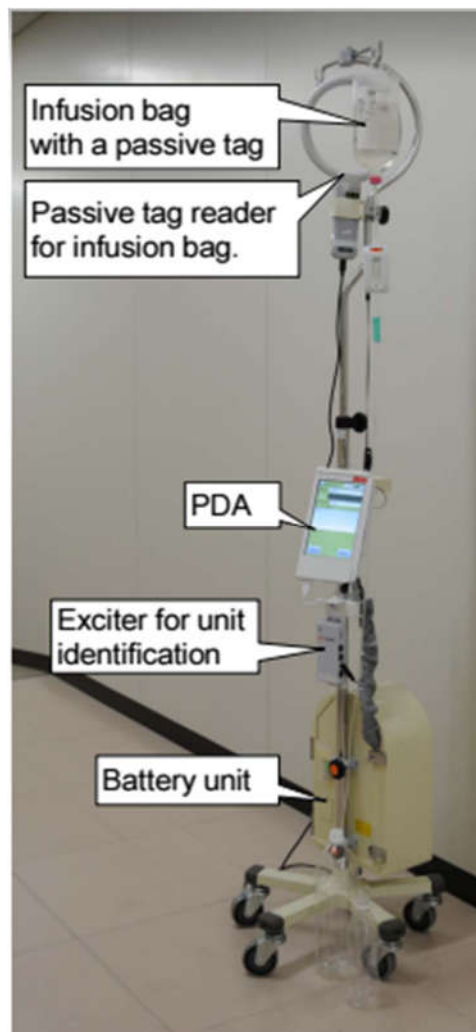


Figura 2: Ilustração do Projeto de (OHSAGA; KONDOH, 2013)

3.3.3. Segurança da medicação através da computação móvel

Koutkias et al (KOUTKIAS *et al.*, 2015) desenvolveram um sistema móvel (tablet ou smartphone) voltado na prevenção do ADE (Adverse Drug Event) para pacientes ou profissionais da saúde. Este sistema (ver Figura 3) utiliza leitor de código de barras para a identificação do medicamento. Utiliza também a tecnologia NFC (Near Field Communication) para identificação dos medicamentos. Entretanto, não foi identificado o uso da ferramenta com pacientes reais.



Figura 3: Interface de usuário do trabalho de (KOUTKIAS *et al.*, 2015)

3.3.4. MedRem: um lembrete de medicação interativa e rastreamento em dispositivos de pulso

MedRem (MONDOL; EMI; STANKOVIC, 2016) é um software desenvolvido para lembrar o paciente de tomar os medicamentos utilizando wrist devices (pulseiras inteligentes). A interação do software com o paciente pode ser feita através de comandos de voz. Além disso, este software permite rastrear o paciente, por questão de segurança. Assim, o foco do projeto é o lembrete de tomar os medicamentos através da vibração da pulseira e a interação através de comandos de voz. Com relação a limitações, este software não foi projetado para auxiliar na localização e identificação dos medicamentos.

3.3.5. Considerações

Analisando os principais trabalhos relacionados à segurança na medicação, observa-se que não foram encontrados até o presente momento, trabalhos que utilizam técnicas de RA para auxiliar na identificação dos medicamentos bem

como a inserção de informações adicionais para reduzir erros de medicação. A RA possui duas principais vantagens em relação as outras tecnologias utilizadas (RFID e código de barras): a possibilidade de localizar múltiplos remédios simultaneamente, a uma distância maior e a possibilidade de inserir elementos virtuais para auxiliar na localização do remédio correto.

3.4. Trabalhos relacionados a Segurança do idoso com DA

3.4.1. Design e implementação de uma pulseira para rastrear pessoas com autismo e Alzheimer

Goel e Kumar (GOEL; KUMAR, 2015) desenvolveram uma pulseira (Figura 4) para localizar crianças, indivíduos com autismo e Alzheimer em ambientes externos. A pulseira contém um microcontrolador ATmega8515, um módulo de GSM (Global System for Mobile) e GPS (Global Positioning System). A pulseira inteligente é afixada no indivíduo. Desta forma, a interação com a pulseira é realizada através de mensagens SMS de um aplicativo do smartphone com sistema operacional Android. O trabalho se mostrou eficiente na localização, porém os autores não avaliaram com indivíduos com DA e citaram a necessidade de otimizar o tamanho da pulseira devido ao desconforto causado no uso.

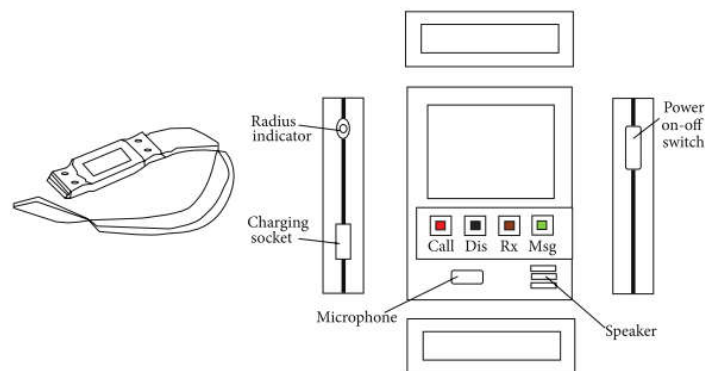


Figura 4. Pulseira inteligente utilizada como rastreador (GOEL; KUMAR, 2015)

3.4.2. Sistema de diagnóstico do ambiente para pacientes com Doença de Alzheimer

O trabalho de Oliveira (OLIVEIRA, RENATO *et al.*, 2014) propõe um sistema com rastreador de posição em ambientes externos, sensor de queda, sensor de

umidade e temperatura acoplados em uma bolsa afixada no cinto do paciente (Figura 5). A avaliação foi realizada em cinco idosos saudáveis com idade acima de 75 anos, por um período de uma hora. O sistema se mostrou consistente com os dados do ambiente e do paciente. Com relação a melhorias, seria interessante propor a redução do tamanho do dispositivo para evitar a rejeição do paciente.



Figura 5. Paciente utilizando o dispositivo de (OLIVEIRA, RENATO *et al.*, 2014)

3.4.3. Um sistema de suporte de segurança baseado em telefone móvel para idosos com demência

Ogawa et al (OGAWA *et al.*, 2011) desenvolveram um software que auxilia na localização de idosos com demência. O idoso utiliza um colar (Figura 6), com um dispositivo móvel que transmite a sua posição atual. Se o idoso estiver distante de sua residência, o software liga para o cuidador e envia um e-mail com a localização no mapa. Neste projeto, o autor cita os benefícios do rastreador que reduz a carga física e mental do cuidador ao localizar e avisar automaticamente a posição do paciente. Esta solução foi testada por um cuidador, porém a utilização do dispositivo móvel acoplado a um colar não foi validado com idosos com DA. O colar, além de oferecer desconforto no paciente pode ser facilmente retirado do pescoço, sendo impossível realizar a sua localização.

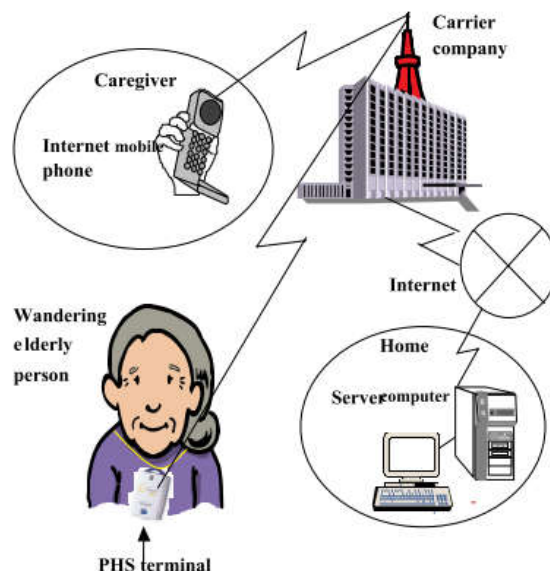


Figura 6. Visão geral do sistema de segurança utilizando dispositivos móveis (OGAWA *et al.*, 2011)

3.4.4. Uma aplicação de saúde móvel para o rastreamento de pessoas com deficiência

Vergara et al (VERGARA *et al.*, 2015) desenvolveram um sistema móvel para rastrear pacientes cegos, com a Doença de Alzheimer e, demais indivíduos que oferecem riscos de sair sozinho de sua residência. O diferencial deste trabalho é a possibilidade de o paciente solicitar ajuda para o cuidador caso ele tenha necessidade. Além disso, é possível definir uma zona de segurança onde o paciente pode caminhar. Caso ele ultrapasse a zona de segurança, o cuidador receberá um alerta. Os autores propõem uma arquitetura baseada em computação em nuvem que possibilita armazenar as informações do paciente. Consta no trabalho o problema relativo ao consumo elevado de bateria do smartphone do paciente devido ao uso do GPS. Verifica-se também riscos de segurança caso o paciente esqueça de carregar o smartphone.

3.4.5. Sistema colaborativo inteligente para monitoramento de pessoas com deficiência e pessoas idosas

Sendra et al (SENDRA *et al.*, 2012) desenvolveram um trabalho utilizando sensores disponíveis dos smartphones para monitorar indivíduos com deficiência e idosos. O sistema alerta o cuidador caso o indivíduo sofra uma queda e não consiga se levantar. Propõe também o rastreamento do indivíduo através do GPS do smartphone. Este projeto também exige que o paciente carregue o smartphone no bolso para que o monitoramento funcione adequadamente.

3.4.6. Sistema de rastreamento indoor e outdoor para idosos

Wai Soon et al (WAI SOON *et al.*, 2015) desenvolveram um software (Figura 7) para rastreamento de idosos com DA dentro e fora de sua residência. Os autores utilizaram tecnologia RFID e Wi-Fi (Wireless Fidelity) para rastreamento indoor e GPS para localização outdoor. A limitação deste trabalho também envolve a necessidade de o usuário carregar o dispositivo móvel para ser rastreado.

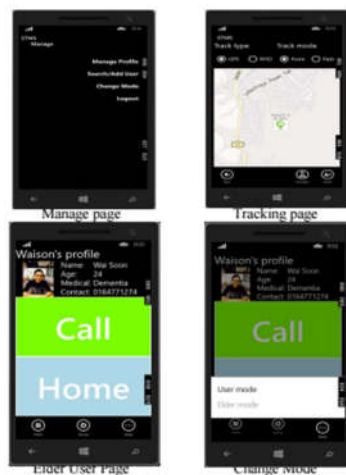


Figura 7: Interface do software do trabalho de (WAI SOON *et al.*, 2015)

3.4.1. Óculos de RA para pacientes com a Doença de Alzheimer

A pesquisa de Gacem et al (GACEM *et al.*, 2019) se aproxima muito com a proposta desta tese. Eles propõem o uso de *smart glasses* (óculos inteligentes) com Realidade Aumentada para auxiliar pacientes com DA em fase leve e

moderada (Figura 8). O sistema propõe auxiliar na localização de objetos pessoais utilizando mapeamento indoor através de uma combinação de acelerômetro, giroscópio e sinal Wi-fi. Apresenta também uma funcionalidade para identificação de amigos e familiares com o Luxand SDK. No entanto, a principal proposta deles é uma solução de segurança para localizar o paciente e verificar se o usuário retirou ou está usando os óculos.

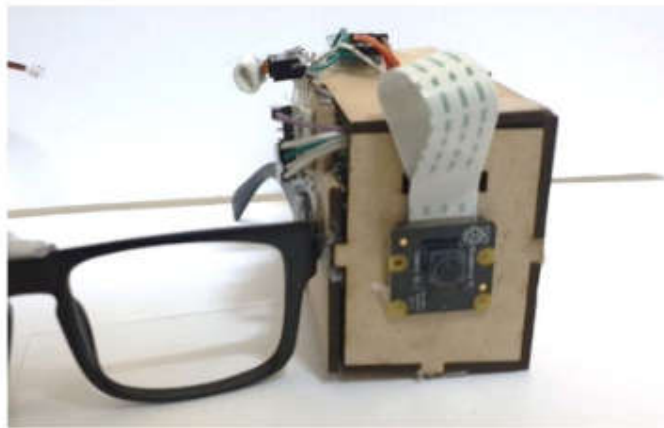


Figura 8: Óculos de RA para auxiliar pacientes com DA (GACEM *et al.*, 2019)

Este trabalho apresentou uma proposta muito interessante usando óculos de RA, mas não detalhou como o usuário interage com o sistema, seja utilizando comandos de voz ou botão para interação. Além disso, eles não testaram a aplicação com pacientes reais.

3.4.2. Considerações

Percebe-se também que nenhum dos trabalhos encontrados na revisão bibliográfica até o momento, apresentaram com detalhes uma aplicação do cuidador com interface capaz de iniciar rapidamente as buscas e compartilhar a localização do paciente. Nota-se também que nenhum dos trabalhos encontrados propuseram um rastreador de pequeno porte, confortável para o uso e que seja wearable (dispositivo vestível). Também, foram relatados problemas de duração de bateria do rastreador. Desta forma, neste trabalho estamos propondo o uso de um rastreador de pequeno porte, com consumo reduzido de bateria e de baixo custo, utilizando um pequeno compartimento no

cinto do indivíduo com uma aplicação móvel para o cuidador solicitar a sua localização e rapidamente iniciar as buscas ou espalhar informações de posição com vizinhos e amigos através de mensagens instantâneas ou redes sociais.

3.5. Trabalhos relacionados a softwares para estimular e promover a saúde mental e cognitiva utilizando técnicas de RA

3.5.1. Realidade Aumentada para ajudar pessoas com Alzheimer e seus cuidadores

Quintana (QUINTANA; FAVELA, 2013) publicaram um trabalho relacionado ao uso de RA para auxiliar pessoas com a Doença de Alzheimer e seus cuidadores. Basicamente, o usuário veste um colar com o smartphone que fica disposto no peito com a câmera ativada. Ao caminhar dentro de sua residência, um alarme sonoro é disparado juntamente com a vibração. Neste momento, o usuário verifica através da câmera o lembrete registrado no marcador. Este lembrete pode ser tanto através de um texto virtual ou de uma informação verbal. A Figura 9 apresenta a disposição do dispositivo móvel no usuário.

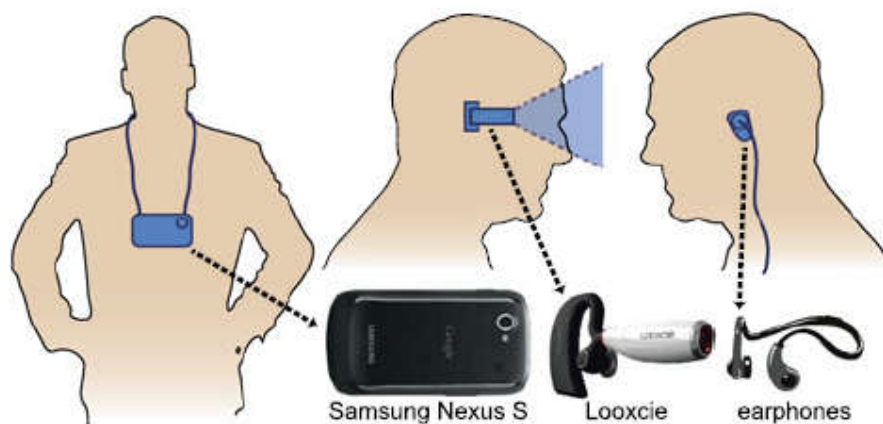


Figura 9: Trabalho de RA para Alzheimer (QUINTANA; FAVELA, 2013):

Além de auxiliar através de lembretes e alarmes sonoros, os autores desenvolveram uma forma de localizar o paciente dentro da residência, baseado nos marcadores que estão afixados em cada cômodo. Este trabalho possui uma

contribuição muito válida, ao reconhecer os objetos sem a necessidade de utilizar marcadores de RA. O cadastro de objetos é realizado pelo cuidador que tira a foto do objeto a ser utilizado como marcador. Durante os testes, constatou-se que notificações através de áudio se mostraram mais eficiente do que por vibração. Como melhoria, o autor sugere a necessidade de adicionar técnicas mais naturais de interação para melhorar a usabilidade do usuário.

3.5.2. Sistema de descoberta e informação utilizando realidade aumentada para pessoas com perda de memória

Wood e Mccrindle (WOOD; MCCRINDLE, 2012) desenvolveram um software de Realidade Aumentada para auxiliar indivíduos nas tarefas diárias mais simples, como preparar uma bebida ou cozinhar refeições básicas. Marcadores de RA foram instaladas nas garrafas de bebida (Figura 10). Ao detectar os marcadores, disponibiliza-se um menu virtual, cujo indivíduo pode escolher a bebida que deseja preparar. As instruções são feitas utilizando objetos virtuais e verbalmente. O objetivo deste trabalho, segundo os autores, é ajudar as pessoas com perda de memória a viver de forma independente em suas próprias casas o maior tempo possível e sem depender tanto do suporte técnico.

Os autores sugerem desenvolver uma interface do usuário mais amigável e orienta a utilização de uma ferramenta mais sofisticada para renderizar os objetos virtuais e adicionar mais interatividade para o usuário.

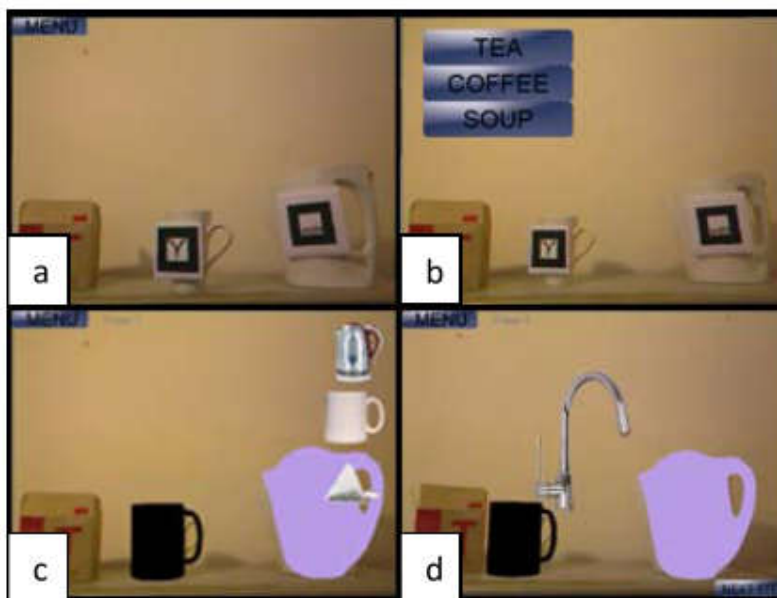


Figura 10. Sistema de RA para reconhecer objetos (WOOD; MCCRINDLE, 2012)

3.5.3. Suporte de memória episódica para pacientes com demência ao reconhecer objetos, rostos e texto

O trabalho de Toyama e Sonntag (TOYAMA; SONNTAG, 2015) apresenta um sistema que propõe reconhecer objetos, rostos e textos comuns à medida que o usuário olha para cada objeto cadastrado. Usando um rastreador de olho e módulos de análise de imagem (Figura 11) este sistema pode ser usado para auxiliar a memória de um usuário, registrando certos tipos de informações diárias úteis para se organizar. Os autores informam a eficácia em identificar rostos de familiares. Porém, citam desafios em identificar outros objetos tais como comida, materiais com vidro e pequenas palavras. O ambiente escuro também dificulta no reconhecimento.

Com relação às limitações, o sistema apresenta as informações para o usuário, mas não possibilita que o usuário interaja com as mesmas.



Figura 11. Ilustração do trabalho de (TOYAMA; SONNTAG, 2015)

3.5.4. Um sistema de navegação utilizando Realidade Aumentada para pessoas com deficiências cognitivas leves

Este trabalho (HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2014) apresenta um sistema para apoio a pessoas com deficiência cognitiva leve em suas atividades diárias. O sistema é uma solução tecnológica baseada em ajuda externa a um nível prático (reabilitação baseada em substituição). Neste trabalho, rotas já conhecidas foram criadas para os usuários a fim de auxiliar na navegação externa (Figura 12). Para tanto, visões de Realidade Aumentada com informações contextuais foram disponibilizadas para o usuário. O sistema também inclui um aplicativo que permite aos familiares estabelecer tarefas que devem ser realizadas em uma localização específica e monitorar as atividades do usuário para detectar situações potencialmente perigosas.

Com relação à limitações, os autores sugerem melhorias nas informações textuais. Além disso, apenas um botão foi disponibilizado para solicitar ajuda. Melhorias relacionadas a interação com o sistema poderiam ser implementadas para auxiliar na navegação.



Figura 12. Interface de RA do trabalho de (HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2014)

3.5.5. Palácios de memória para melhorar a qualidade de vida na demência

Morel et al (MOREL; BORMANS; ROMBOUTS, 2015) desenvolveram o Palácio de Memórias que pode ser usado para melhorar a memória de idosos com comprometimento cognitivo leve. Com o uso da Realidade Aumentada, as pessoas realizam um passeio dentro de sua residência e são desencadeadas por um aplicativo para memorizar seus parentes. Ao fazer isso, eles são encorajados a contar histórias positivas a respeito dos objetos cadastrados.

Este projeto utiliza BLE (Bluetooth Low Energy) beacons que são pequenos sensores que são afixadas em objetos ou paredes. Ao aproximar de um determinado objeto cadastrado onde o beacon foi afixado, o sistema inicia o contexto relacionado ao objeto que o indivíduo é encorajado a contar a história.

O objetivo deste trabalho é fortalecer o reconhecimento mútuo, permitindo que as pessoas contem histórias e se sintam mais felizes ao fazer isso. Este trabalho avaliou o perfil de idosos com e sem experiência com dispositivos móveis e idosos com Alzheimer. Verifica-se nos resultados uma evidente dificuldade para os idosos com Alzheimer utilizarem o sistema, sendo necessário auxílio do cuidador. Os autores sugerem como melhorias, uma interface mais customizada para cada perfil de usuário, possibilitando a inserção de voz de um familiar.

3.5.6. Um sistema de solicitação de tarefas vocacionais com base em Realidade Aumentada (RA) para pessoas com deficiências cognitivas

ARCoach (KENZO; KANG; HUANG, 2013) utiliza a tecnologia RA para auxiliar indivíduos com problemas cognitivos a realizar suas tarefas vocacionais da vida diária. A proposta deste trabalho é auxiliar o indivíduo a realizar uma tarefa, identificar as etapas erradas, e apoiar os usuários para finalizar a tarefa. Os dados mostraram que os três participantes aumentaram, consideravelmente, a sua performance o que melhorou suas habilidades de trabalho vocacional, durante as fases de intervenção e permitiu-lhes manter as habilidades de trabalho adquiridas após a intervenção.

Apesar dos excelentes resultados, os autores sugerem a implementação de mais recursos interativos para aprimorar a experiência do usuário e a inclusão de mais participantes para avaliar o sistema.

3.5.7. Realidade Aumentada utilizando Hololens para auxiliar nas atividades da vida diária

O trabalho de Rohrbach et al (ROHRBACH, GULDE, et al., 2019) propôs o uso do Microsoft Hololens, que são óculos de RA, para apoiar pacientes com DA nas atividades do dia-a-dia. Para isso, eles desenvolveram um cenário com e sem o uso da tecnologia para auxiliar na preparação de chá. No cenário com o uso de tecnologia, eles utilizaram hologramas dinâmicos para auxiliar no passo a passo da preparação do chá (Figura 13).

A avaliação foi realizada com dez pacientes com DA e os resultados mostraram que não houve uma significativa melhora na performance utilizando hologramas. No entanto, apesar da rejeição de alguns participantes, houve uma boa aceitação no uso desta tecnologia pela maioria deles.

Os autores sugerem melhorias na interface do usuário para aprimorar a intuição no uso desta ferramenta, visto que a cada passo era necessário o apoio do cuidador.



Figura 13: RA para auxiliar nas atividades da vida diária (ROHRBACH *et al.*, 2019)

3.5.8. Realidade Misturada com o uso de Hololens para realizar exercícios cognitivos

A pesquisa de Arruano & Garzotto (ARUANNO; GARZOTTO, 2019) desenvolveu MemHolo, um aplicativo de Realidade Misturada para Hololens com a finalidade de testar três jogos que propõe realizar estímulos cognitivos em pacientes com DA em fase leve (Figura 14). No primeiro jogo, o usuário deve encontrar uma caixa virtual no cenário. No segundo e terceiro jogo, refere-se ao clássico jogo de memória, onde o usuário deve formar os pares de objetos idênticos.

A avaliação foi realizada com onze indivíduos com DA em fase leve. Os resultados mostram que a maioria dos participantes assinalaram uma boa experiência no uso da ferramenta. As limitações referem-se a dificuldade em utilizar o clicker (controle do Hololens), visto que exige uma coordenação motora maior. Verifica-se também a necessidade do cuidador para dar suporte na realização das atividades.

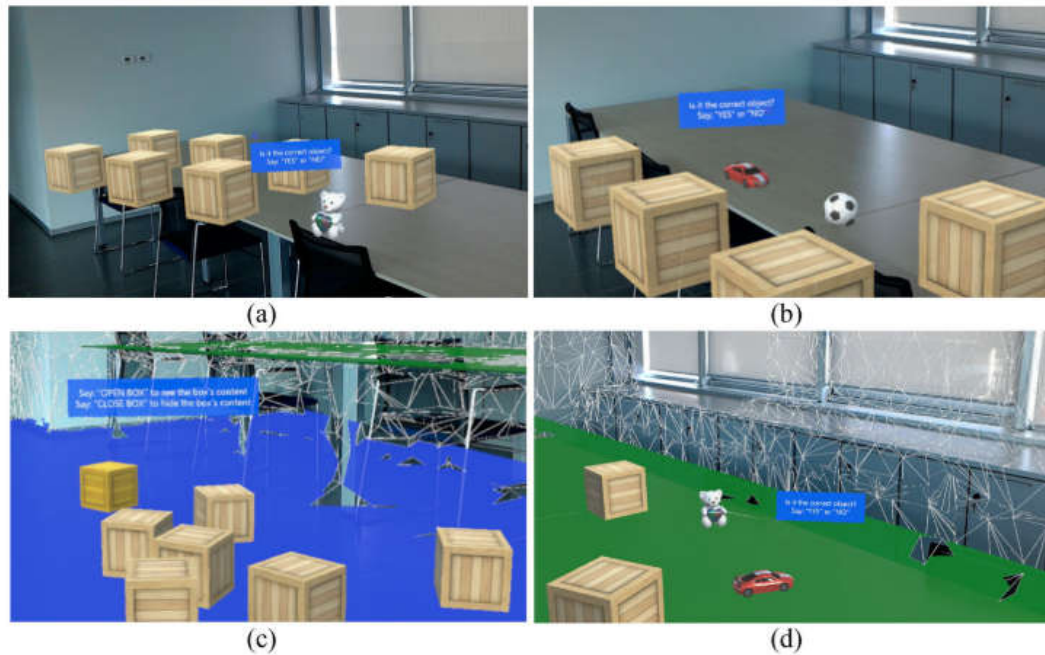


Figura 14: Exercícios de cognição utilizando Realidade Misturada de Arruano & Garzotto (ARUANO; GARZOTTO, 2019)

3.5.9. Considerações

Não foram evidenciados até o momento, trabalhos voltados a atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva que disponibilizam técnicas de interação natural utilizando comandos de voz. Além disso, a maioria dos trabalhos sugerem melhorias na interface para ampliar as formas de interação. Desta forma, este trabalho propõe a investigação de técnicas naturais de comandos de voz para melhorar a interface de interação do indivíduo com DA em fase leve para apoiar no tratamento farmacológico e terapêutico.

3.6. Análise dos trabalhos relacionados

A Tabela 2 apresenta os trabalhos desenvolvidos e as funcionalidades que são consideradas importantes no tratamento da Doença de Alzheimer, de acordo com especialistas (BOTTINO *et al.*, 2002; PRINCE *et al.*, 2016). Os detalhes de cada funcionalidade são descritos a seguir:

Alerta e identificação dos medicamentos: o sistema deve permitir alertar o paciente e o cuidador para tomar o remédio, a quantidade e auxiliar na identificação do medicamento. Desta forma, permite-se melhorar a eficácia do tratamento farmacológico.

Atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva: O sistema deve oferecer atividades que possam auxiliar no tratamento da Doença de Alzheimer promovendo bem estar, reduzir os níveis de ansiedade e promovendo maior interação com os familiares (GARCÍA-BETANCES *et al.*, 2015).

Interagir por comando de voz (falar e ouvir) utilizando aprendizado de máquina: o sistema deve permitir a interação através de comando de voz. Este requisito é necessário uma vez que estudos (SMITH; CHAPARRO, 2015) relatam que idosos tem mais facilidade em interagir por comandos de voz ao invés de utilizar botões virtuais. O trabalho de Hwangbo et al sugere a redução de botões virtuais em smartphones para idosos e a inserção de comandos de voz para melhorar a interação. Desta forma, estamos investigando se é possível a interação por comandos de voz com indivíduos com DA em fase leve.

Inteligência artificial para apoio na interação: A interação através de comandos de voz pode ser melhorada através de técnicas de inteligência artificial. O Aprendizado de Máquina (AM) é uma subárea de pesquisa na Inteligência Artificial (IA), e engloba os estudos de métodos computacionais para a automação da aquisição do conhecimento e para o acesso do conhecimento já existente (NOGUEIRA; SANTOS, 2005).

Localizar o paciente: A perda de memória é uma característica comum em indivíduos com DA. Muitas vezes esses indivíduos se esquecem do caminho de volta para a casa e se perdem. Fora da residência, existem sérios riscos de se ferirem, inclusive causar mortes relacionadas a desidratação, hipotermia e afogamentos (KIBAYASHI; SHOJO, 2003). Quando perdido, a segurança do paciente pode ser seriamente comprometida se eles não puderem ser localizados dentro das primeiras 24 horas (YUCE; GULKESEN, 2013).

Avaliação com idosos com DA: A avaliação com indivíduos reais é importante para validar a usabilidade da aplicação. Somente dois trabalhos (MOREL; BORMANS; ROMBOUTS, 2015) realizaram avaliação com indivíduos com Doença de Alzheimer.

Tabela 2: Comparativo dos trabalhos relacionados utilizando dispositivos móveis para o tratamento da Doença de Alzheimer

	Trabalhos relacionados	Alerta e identificar medicamentos	Estimular a saúde mental e cognitiva utilizando RA	Interação por comando de voz (Falar e ouvir)	Inteligência artificial para apoio na interação	Localização do paciente	Avaliação em indivíduos com DA
Tratamento não farmacológico	(QUINTANA; FAVELA, 2013)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
	(HSIAO; RASHVAND, 2015)	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
	(WOOD; MCCRINDLE, 2012)	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
	(MOREL; BORMANS; ROMBOUTS, 2015)	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
	(HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2014)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
	(AL-KHAFAJI <i>et al.</i> , 2013)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
	(CHANG; KANG; HUANG, 2013)	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
	(TOYAMA; SONNTAG, 2015)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
	(ROHRBACH <i>et al.</i> , 2019)	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
	(ARUANNO; GARZOTTO, 2019)	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Tratamento farmacológico	(TSAI <i>et al.</i> , 2009)	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
	(OHSAGA; KONDOH, 2013)	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
	(KOUTKIAS <i>et al.</i> , 2015)	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
	(MONDOL; EMI; STANKOVIC, 2016)	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
S e	(GOEL; KUMAR, 2015)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não

(OLIVEIRA, RENATO <i>et al.</i> , 2014)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
(OGAWA <i>et al.</i> , 2011)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
(VERGARA <i>et al.</i> , 2015)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
(SENDRA <i>et al.</i> , 2012)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
(WAI SOON <i>et al.</i> , 2015)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
(GACEM <i>et al.</i> , 2019)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Nao

3.7. Considerações finais

Nota-se que somente o trabalho de Mondol et al (MONDOL; EMI; STANKOVIC, 2016) propôs a interação por comandos de voz para auxiliar no gerenciamento farmacológico. Além disso, apenas o trabalho de Gacem et al. & Toyama et al. (GACEM *et al.*, 2019; TOYAMA; SONNTAG, 2015) fez uso de IA para auxiliar na identificação de pessoas e objetos. Porém, não informou se utilizou técnicas de IA e RA para apoiar na interação com o usuário. Além disso, nenhum dos trabalhos encontrados, com exceção do trabalho anterior do próprio autor (KANNO et al, 2011b) desenvolveram a funcionalidade de alertar e identificar os medicamentos utilizando técnicas de RA. Verifica-se também que não existem trabalhos que propõem uma arquitetura integrando atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva, auxílio no tratamento farmacológico e módulo de localização do paciente.

Desta forma, o objetivo desta tese é investigar como o conjunto destas funcionalidades integradas, baseado em tecnologia assistiva, podem promover a aceitação dos idosos com DA.

Capítulo 4

ARQUITETURA E REQUISITOS DO SISTEMA

4.1. Introdução

Como mencionado anteriormente, este trabalho visa apoiar indivíduos com a Doença de Alzheimer em fase leve e seus cuidadores, utilizando-se smartphones para realizar auxiliar no tratamento farmacológico, atividade cognitiva e segurança do paciente.

Duas aplicações móveis e um sistema web foram propostos para contemplar os requisitos. A aplicação do paciente utiliza técnicas de Realidade Aumentada Móvel como interface de interação com objetos cadastrados no sistema utilizando botões virtuais e comandos de voz. Esta aplicação alerta o horário de ingestão do medicamento e auxilia na localização do remédio. Além disso, a aplicação permite realizar a atividades interagindo com álbum de fotos utilizando botões virtuais e interação por comandos de voz. A aplicação deve disponibilizar também a opção para que o usuário possa ouvir as músicas favoritas cadastradas em cada foto.

A aplicação do cuidador permite localizar o idoso com DA, podendo rapidamente compartilhar com familiares a sua posição através de redes sociais ou aplicativos de mensagens instantâneas como o WhatsApp e iniciar as buscas através do navegador padrão do dispositivo móvel. Já o sistema web deve possibilitar o gerenciamento de informações do paciente de forma ágil através do perfil cuidador.

4.2. Requisitos do Aplicativo

Após a análise dos trabalhos relacionado, identificou-se a necessidade de desenvolver um novo sistema de apoio à DA. Esse sistema deverá atender os seguintes requisitos:

- RF001: permitir cadastrar informações do paciente e do cuidador;
- RF002: permitir cadastrar informações de atividade cognitivas para cada paciente. O cadastro deverá conter foto, informações de cada foto e a música relacionada;
- RF003: permitir cadastrar informações dos remédios de cada paciente. O cadastro deverá conter a foto, horários e informações de cada remédio;
- RF004: permitir rastrear o paciente;
- RF005: permitir iniciar as buscas através da localização do paciente;
- RF006: permitir compartilhar a posição do paciente;
- RF007: permitir que o usuário utilize a interface de Realidade Aumentada para interagir com o álbum de fotos para fins terapêuticos;
- RF008: permitir que o usuário utilize a interface de Realidade Aumentada para lembrete e identificação de remédios;
- RF009: permitir que o paciente interaja no ambiente de RA de forma natural utilizando botões virtuais, comandos de voz e soluções baseadas em Machine Learning;

Com relação aos requisitos não funcionais (RNF) tem-se:

- RNF001: utilizar smartphones com sistema operacional Android;
- RNF002: utilizar a tecnologia de Realidade Aumentada Móvel (RAM);
- RNF003: oferecer usabilidade adaptada para indivíduos com Alzheimer;
- RNF004: Os dispositivos móveis devem possuir internet móvel, GPS e recursos para envio e recebimento de mensagens SMS;
- RNF005: oferecer resposta em tempo real.

Desta forma, a partir dos requisitos definidos, foram desenvolvidas duas aplicações móveis e um portal web: um aplicativo chamado AlzCare que contempla a interface do cuidador, o aplicativo chamado AlzAR que é a interface

de RAM do paciente e um portal web chamado AlzWeb que é responsável por gerenciar os dados do sistema.

A aplicação AlzCare consiste em uma aplicação móvel que permite o cuidador rastrear a posição do paciente e acessar os dados do sistema. O gerenciamento dos dados é realizado no portal AlzWeb e são atualizados no aplicativo AlzAR via XML (Extensible Markup Language). Estes dados envolvem os dados do paciente, os contatos dos cuidadores e familiares, as informações dos medicamentos e objetos importantes que devem ser reconhecidos pelo aplicativo de Realidade Aumentada.

A Figura 15 mostra o Diagrama de Casos de Uso que contempla as funcionalidades da interface do cuidador. O sistema permite que o cuidador gerencie o medicamento do paciente, tais como os dados do remédio, dosagem, horários e perguntas/respostas relacionadas a medicação. Também é possível gerenciar as atividades diárias do paciente, gerenciar perguntas e respostas relacionadas aos objetos cadastrados (remédios, álbum de fotos, por exemplo). Nesta interface o cuidador também pode localizar o paciente e gerenciar os locais onde ele esteve.

O Diagrama de Caso de Uso referente a interface do paciente é mostrado na Figura 16. O paciente pode realizar a atividade terapêutica em um ambiente de RA, com o uso de álbum de fotos. Neste ambiente ele interage com o sistema utilizando a câmera, os botões virtuais e através de comandos de voz. O paciente também realiza a tarefa de atender o alarme e localizar o remédio com o auxílio da interface de RA.

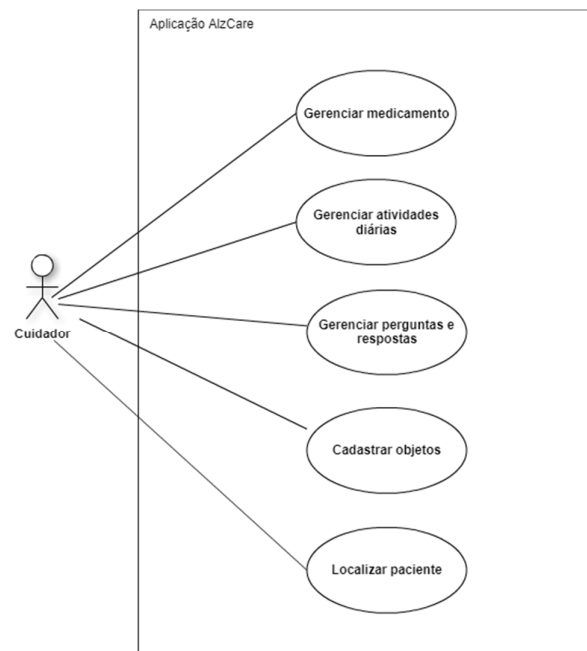


Figura 15: Caso de uso geral do cuidador - Alzcare

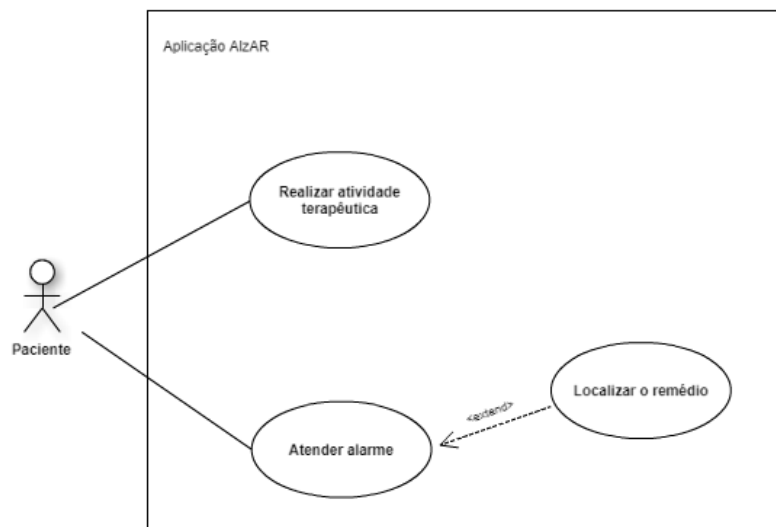


Figura 16: Caso de Uso Geral do Paciente - AlzAR

A Figura 17 apresenta o diagrama de sequência referente ao caso de uso realizar atividade cognitiva. Neste diagrama, inicialmente o paciente utiliza a câmera do smartphone e visualiza um objeto físico cadastrado como marcador de RA. O id do marcador é capturado e é feita uma requisição no banco de dados para recuperar as informações deste objeto. O paciente realiza a pergunta utilizando botões virtuais ou comandos de voz. Os dados são enviados para o dialogflow juntamente com o id que é o contexto da pergunta. Em seguida, a resposta é enviada para a aplicação de RA que responde verbalmente para o usuário. Todas estas requisições são salvas no log do banco de dados.

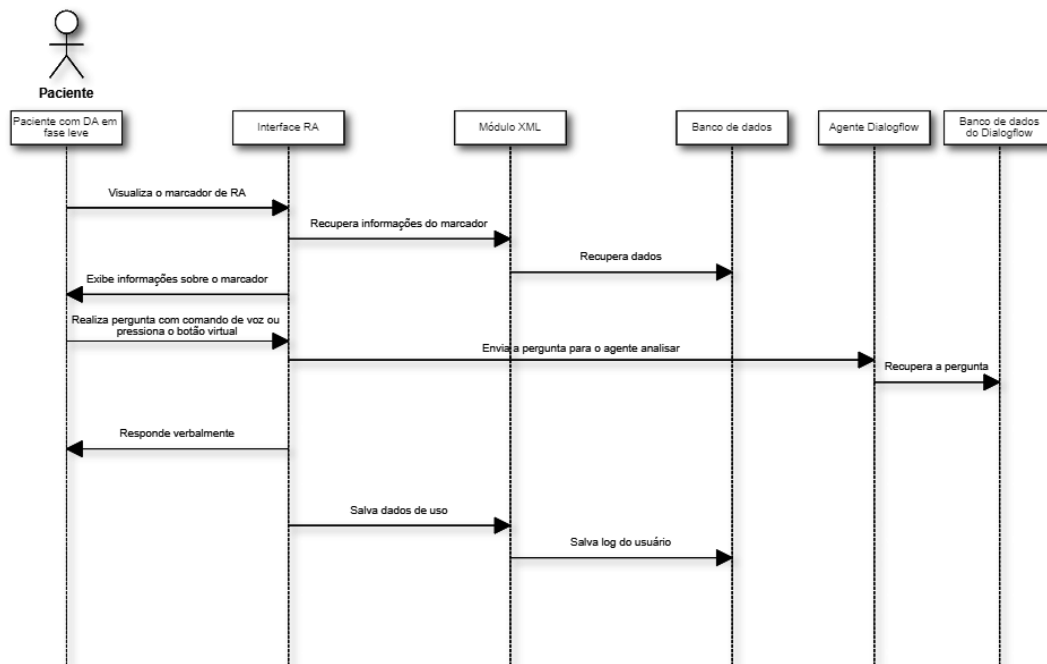


Figura 17: Diagrama de Sequência "Realizar atividade cognitiva"

Já a Figura 18 contempla o Diagrama de Sequência "Atender alarme" que corresponde a funcionalidade para auxiliar no tratamento farmacológico. Neste diagrama, verifica-se que inicialmente o alarme é disparado informando para o paciente qual o remédio que ele deve tomar. O paciente deve atender o alarme e em seguida o sistema recupera informações do remédio solicitado. Quando o paciente filmar o remédio correto, o sistema plota uma seta em cima da caixa de

remédio e informa verbalmente o remédio que ele deve utilizar. Por fim o sistema salva a informação no servidor, confirmando que a localização foi realizada.

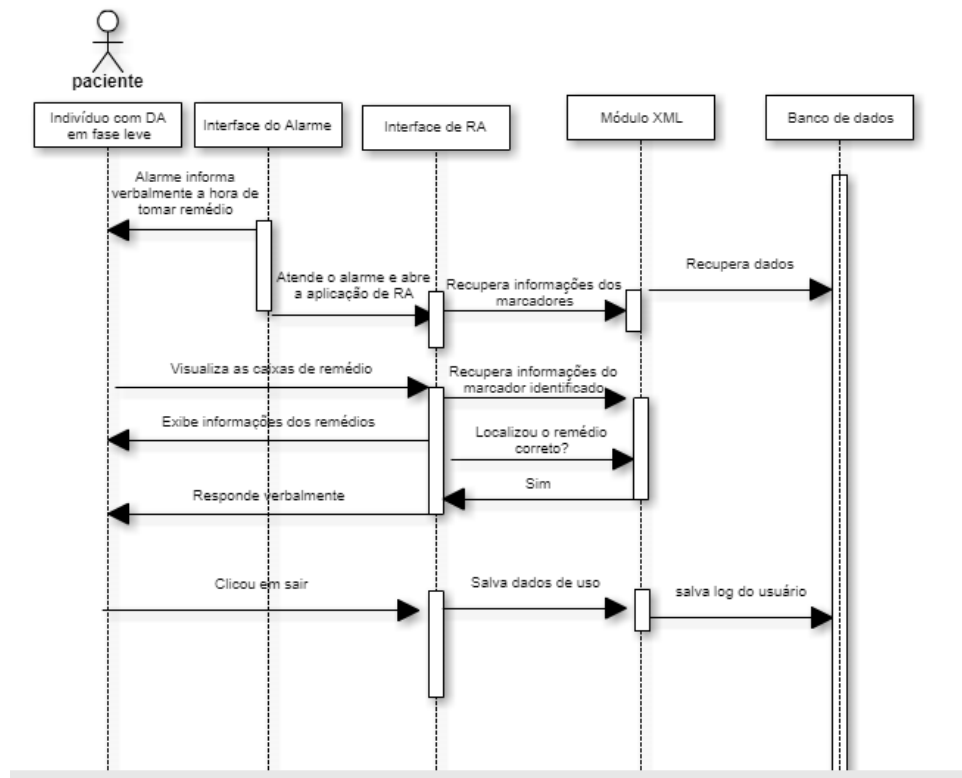


Figura 18: Diagrama de Sequência "Atender alarme"

O Diagrama de Sequência da Figura 19 apresenta o funcionamento da aplicação de rastreamento do indivíduo com DA. O cuidador acessa a aplicação e pressiona o botão localizar. O sistema envia uma mensagem SMS para o rastreador solicitando a localização. O rastreador envia uma mensagem para o sistema com a posição. O sistema captura as informações de latitude e longitude e apresenta no Google Maps a última posição do paciente. O cuidador pode inicializar as buscas e compartilhar a posição. O sistema também salva a última posição do paciente e salva no banco de dados.

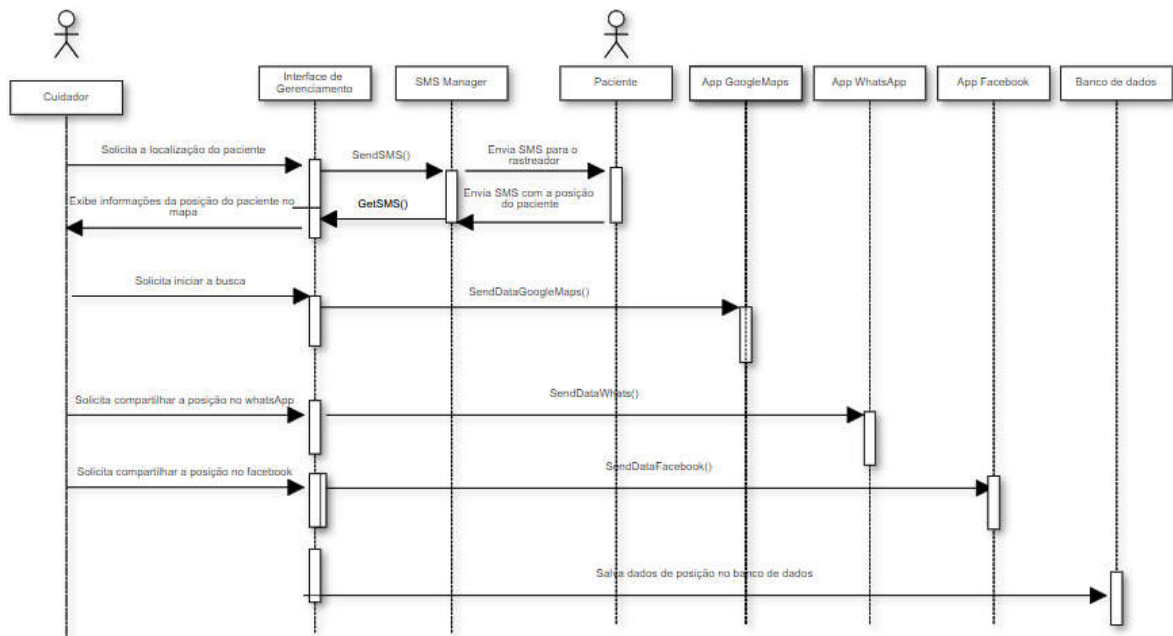


Figura 19: Diagrama de Sequência "Localizar paciente"

4.3. Tecnologias utilizadas

Neste projeto, foram utilizados dois dispositivos móveis com sistema operacional Android, um rastreador, um computador e um servidor web. Para o desenvolvimento do software, foi utilizado um notebook intel core i7, 8GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10. Para testar o software de Realidade Aumentada foram utilizados o Smartphone Asus Zenfone 2 (Android 5.1) e Smartphone Motorola Moto G4 Plus (Android 7.0). O rastreador do paciente utilizado chama-se Coban 102b (LIMITED, 2020) . Este rastreador foi escolhido por ser de baixo custo, tamanho reduzido e que possui bateria com durabilidade acima de 72 horas, se utilizado de forma econômica através de SMS;

Ambos smartphones necessitam acesso à internet, GPS e pacote de mensagens SMS. Com relação a disponibilização do sistema de gerenciamento de dados do aparelho, foi contratado um serviço de hospedagem de páginas web de baixo custo que disponibiliza um servidor web robusto com sistema operacional Linux Ubuntu e 1 gigabyte de memória RAM.

Para o desenvolvimento do gerenciador ALZWeb decidiu-se por utilizar o gerenciador de conteúdos Drupal. O Drupal é um software open source, utilizado para desenvolver websites e aplicações web. Com ele é possível inserir conteúdos rapidamente, com confiabilidade e excelente desempenho (Drupal, 2017). A linguagem de programação utilizada no Drupal é o PHP e o MySQL é o banco de dados.

Já para o desenvolvimento da aplicação de Realidade Aumentada móvel, AlzAR, foi utilizado o Vuforia SDK para Unity. Vuforia é uma plataforma de software para criação de aplicações de Realidade Aumentada. Através desta plataforma é possível criar funcionalidades de Visão Computacional, permitindo realizar reconhecimento de imagens e objetos através da câmera (Vuforia Developer Library, 2018). O Vuforia possibilita desenvolver as aplicações em diversas plataformas seja em UNITY (C#), XCode (C++), Android Studio (Java/C++), Digital Eyewear. (Vuforia Developer Library, 2018).

Para este projeto, inicialmente, foi utilizado o Vuforia SDK com Android Studio. No entanto, devido a limitações no gerenciamento das imagens e na plotagem das informações virtuais, foi alterado para a plataforma Vuforia com o Unity. O motivo é simples: O UNITY possui uma ampla comunidade de desenvolvedores e é compatível com o VUFORIA que é um dos frameworks de desenvolvimento de Realidade Aumentada Móvel com maior gama de recursos para implementação (PTC INC., 2020). Além disso, o Unity trabalha com uma interface visual para programação e utiliza linguagem de programação C# que é uma linguagem orientada a objetos intuitiva e prática para se trabalhar (UNITY TECHNOLOGIES, 2020).

O Unity é um ambiente de desenvolvimento multiplataforma que permite gerar aplicativos para uma gama de plataformas móveis, dispositivos de Realidade Virtual, desktop, web, console e TV (UNITY, 2017). No ambiente do Unity é possível programar utilizando a linguagem C# ou javascript. Desta forma, na camada de Realidade Aumentada, a linguagem C# foi usada no ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Microsoft Studio.

Já para a aplicação do cuidador, onde o usuário poderá rastrear o paciente e gerenciar informações, foi utilizado o Android nativo, cuja linguagem de programação oficial é Java. Assim, é possível coletar as informações de posição do paciente e iniciar a navegação através do google maps ou compartilhar a sua posição em redes sociais ou aplicativos de mensagem instantânea.

Com isso, neste projeto estamos utilizando três interfaces de programação: Drupal (utilizando interface visual e linguagem PHP), Android Nativo (linguagem de programação Java) e Unity (interface visual para programação e linguagem de programação C#).

4.4. Arquitetura de software

A definição de uma arquitetura de software é importante para facilitar a manutenção do sistema e também auxiliar na adição e alteração de funcionalidades de forma prática. Neste projeto foi implementado a arquitetura em camadas onde foram desenvolvidas diversas funcionalidades como: interface de Realidade Aumentada, interação através de comandos de voz e botões virtuais, acesso a recursos como GPS, acelerômetro, SMS, e-mail e telefone, além de leitura de dados e gravação de log de utilização.

O padrão de arquitetura em camadas ou mais comumente chamado padrão de arquitetura n camadas é o mais amplamente conhecido por arquitetos de software, designers e desenvolvedores (RICHARDS, 2020). Neste padrão de arquitetura os componentes pertencentes a uma determinada camada se comunicam com a camada mais baixa, fazendo com que uma camada seja dependente apenas da camada imediatamente abaixo. Assim, quatro camadas bem definidas foram utilizadas: camada de apresentação, camada de negócios, camada de controle e camada de persistência (RICHARDS, 2020).

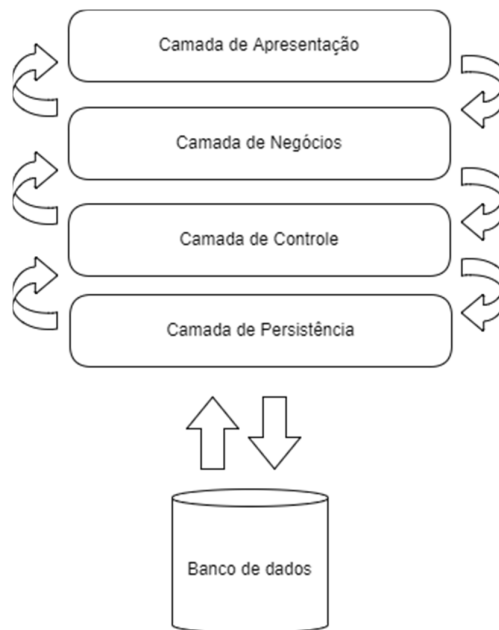


Figura 20. Visão geral da arquitetura em camadas

4.4.1. Camada de Apresentação

A Camada de Apresentação representa a lógica de interface do usuário (GUI). O código responsável pela interface e controle de interação e navegação formam esta camada. Neste projeto, a interface de RA do paciente, bem como os botões virtuais e as informações textuais compõem a camada de apresentação. A camada de apresentação do cuidador refere-se aos formulários de cadastro de dados e a interface de segurança para monitorar a posição do paciente.

4.4.2. Camada de Negócios

A Camada de Negócios refere-se à implementação de regras de negócio ou requisitos do sistema. Nesta camada, toda a lógica do sistema, as regras de negócio, tais como as implementações de classes, métodos e componentes para realizar as funcionalidades da aplicação estão nesta camada.

4.4.3. Camada de Controle

A Camada de Controle autoriza ou não solicitações de acesso a uma determinada informação do banco de dados. Esta camada é importante para

gerenciar o acesso as informações solicitadas pela Camada de Negócios para, enfim, ser executada pela Camada de Persistência.

4.4.4. Camada de Persistência

A Camada de Persistência é responsável por armazenamento e recuperação dos dados, quando solicitado. O objetivo é garantir uma independência da fonte de dados (arquivos, bancos de dados, etc) e ao mesmo tempo manter as informações entre diferentes sessões de uso. O cadastro e recuperação de marcadores de RA associados a cada usuário, bem como horários de alarme para cada medicamento, a posição do paciente em cada instante e atividades que o paciente deve realizar está na Camada de Persistência.

4.4.5. Visão geral da arquitetura de software

A Figura 21 apresenta visão geral da arquitetura de software em camadas que está sendo utilizado neste projeto. A Camada de Persistência está no servidor web e a Camada de Negócio está no cliente, tanto na aplicação do paciente quanto do cuidador.

Logo, os processamentos das informações estão sendo realizadas nos smartphones de cada cliente. A Camada de Controle está localizada no servidor web para controlar a acesso as informações e o armazenamento e disponibilização das informações estão centralizadas no servidor web, através da Camada de Persistência. Assim, este projeto permite que cada cliente (cuidador e paciente) tenham uma aplicação distinta, porém refletindo as mesmas informações que estão centralizadas no servidor web.

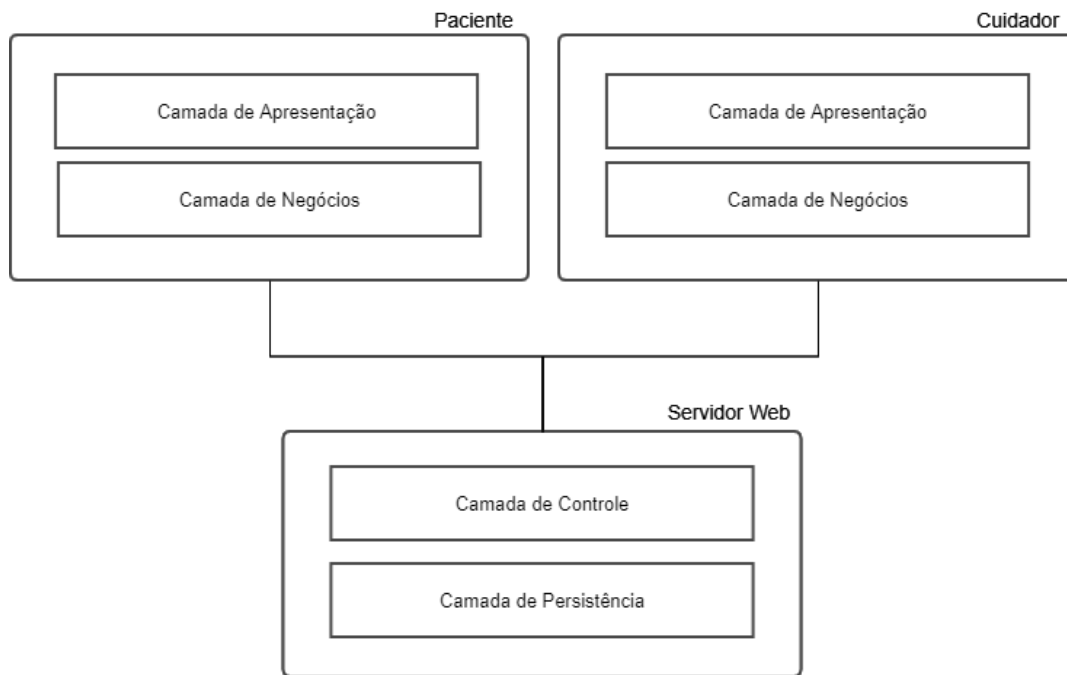


Figura 21. Visão geral da arquitetura do sistema

4.4.6. Componentes da Arquitetura de Software do sistema para o cuidador

A Figura 22 apresenta onde os componentes estão organizados na arquitetura em camadas do cuidador. A camada de apresentação e de negócios estão na aplicação móvel. Na camada de apresentação, estão localizados os componentes interface referente a cadastro de dados (formulários para cadastrar o cuidador, paciente, dados de remédios, dados de objetos para realizar a atividade cognitiva, perguntas e respostas) e interface de segurança (botões para recuperar a localização do paciente, dados do rastreador, etc). Na camada de negócios estão os componentes logísticos para permitir gerenciar os dados e interação com o rastreador.

No servidor Web, estão organizadas as camadas de controle e persistência. Na camada de controle, está o módulo responsável pela autenticação de perfis de usuário, onde é limitado o acesso as informações somente aos dados de cada

cuidador e de cada paciente. Já a camada de persistência, possui os componentes para interagir com o banco de dados do servidor web.

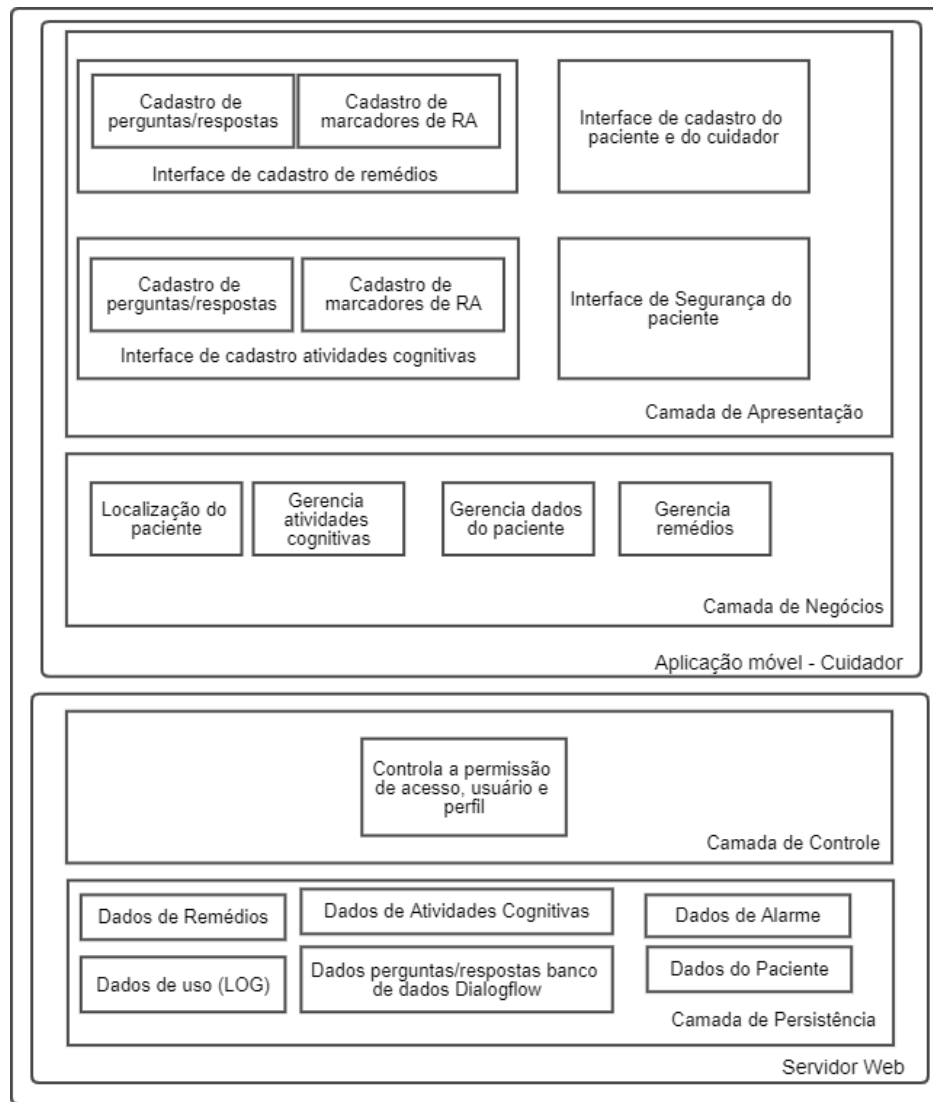


Figura 22: Componentes da Arquitetura de Software do cuidador

4.4.7. Componentes da Arquitetura de Software do sistema para o paciente

Os componentes utilizados no sistema do paciente estão dispostos na arquitetura em camadas conforme mostrado na Figura 23. As camadas de apresentação e de negócio estão na aplicação móvel. O componente de RA,

responsável pela interface do usuário está na camada de apresentação. As interações por comandos de voz (ouvir e falar), os componentes de aprendizado de máquina usando Dialogflow e regras de negócios para coletar os dados dos marcadores relacionados a cada usuário estão na camada de negócios.

No servidor web, da mesma forma que o sistema do cuidador, estão as camadas de controle e persistência. A camada de controle, autentica e define o perfil do usuário, enquanto que na camada de persistência os componentes interagem com o banco de dados.

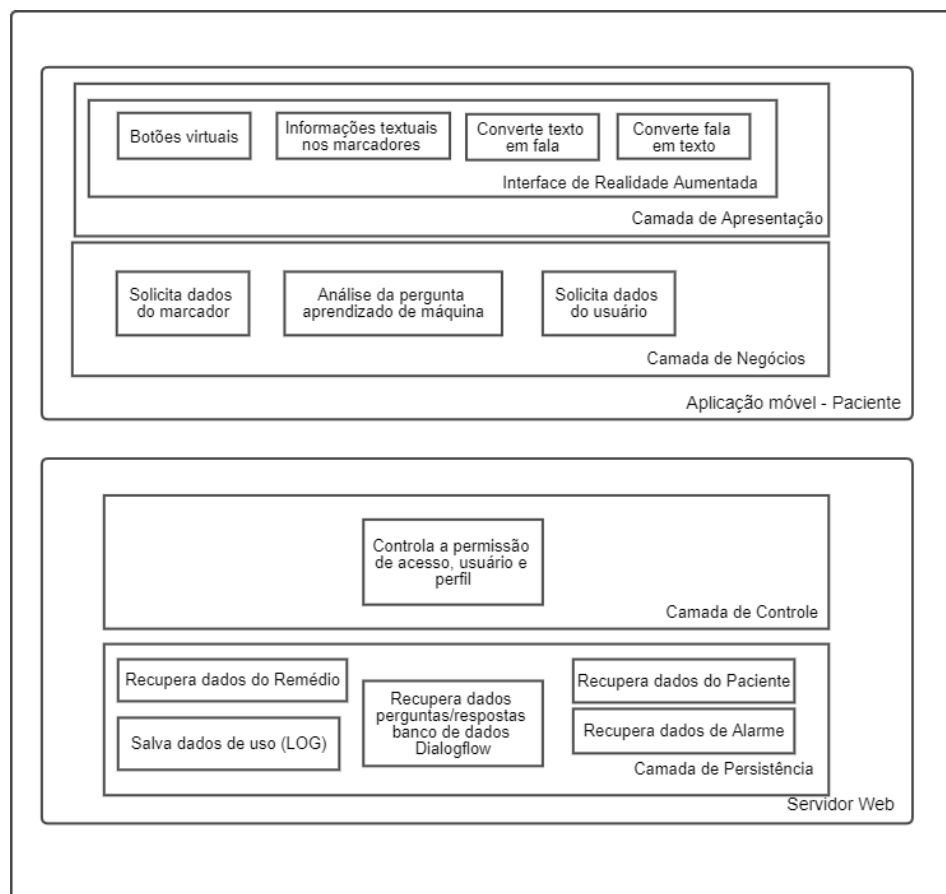


Figura 23: Componentes da Arquitetura de Software do Paciente

4.4.8. Componentes utilizados para contemplar os Requisitos Funcionais

A seguir, estão relacionados os componentes utilizados para implementar os requisitos funcionais pré-definidos:

- (I) RF001: permitir cadastrar informações do paciente e do cuidador
 - a. Interface de cadastro do paciente e do cuidador (Camada de Apresentação);
 - b. Gerencia dados do paciente (Camada de Negócios);
 - c. Controla a permissão de acesso, usuário e perfil (Camada de Controle);
 - d. Dados do paciente (Camada de Persistência).
- (II) RF002: permitir cadastrar informações de atividade cognitivas para cada paciente. O cadastro deverá conter foto, informações de cada foto e a música relacionada;
 - a. Interface de cadastro do paciente e do cuidador (Camada de Apresentação);
 - b. Gerencia atividades cognitivas (Camada de Negócios);
 - c. Controla a permissão de acesso, usuário e perfil (Camada de Controle);
 - d. Dados de Atividades cognitivas (Camada de Persistência);
 - e. Dados perguntas/respostas Dialogflow (Camada de Persistência)
- (III) RF003: permitir cadastrar informações dos remédios de cada paciente. O cadastro deverá conter a foto, horários e informações de cada remédio;
 - a. Interface de cadastro de remédios (Camada de Apresentação);
 - b. Gerencia remédios (Camada de Negócios);
 - c. Controla a permissão de acesso, usuário e perfil (Camada de Controle);
 - d. Dados de remédios (Camada de Persistência);
 - e. Dados de Alarme (Camada de Persistência);

- f. Dados perguntas/respostas Dialogflow (Camada de Persistência)

(IV) RF004: permitir rastrear o paciente & RF005: permitir iniciar as buscas através da localização do paciente & RF006: permitir compartilhar a posição do paciente;

- a. Interface de Segurança do Paciente (Camada de Apresentação);
- b. Localização do paciente (Camada de Negócios);
- c. Controla a permissão de acesso, usuário e perfil (Camada de Controle);
- d. Dados de Segurança (Camada de Persistência);
- e. Dados de uso – Log (Camada de Persistência).

(V) RF007: permitir que o usuário utilize a interface de Realidade Aumentada para interagir com o álbum de fotos para fins terapêuticos & RF009: permitir que o paciente interaja no ambiente de RA de forma natural utilizando botões virtuais, comandos de voz e soluções baseadas em Machine Learning:

- a. Interface de Realidade Aumentada (Camada de Apresentação);
- b. Converte texto e fala (Camada de Persistência);
- c. Converte fala em texto (Camada de Persistência);
- d. Solicita dados do marcador (Camada de Persistência);
- e. Análise da pergunta aprendizado de máquina (Camada de Persistência);
- f. Solicita dados do usuário (Camada de Persistência);
- g. Controla a permissão de acesso, usuário e perfil (Camada de Controle);
- h. Recupera dados perguntas/respostas Dialogflow (Camada de Persistência);
- i. Salva dados de uso – Log (Camada de Persistência).

(VI) RF008: permitir que o usuário utilize a interface de Realidade Aumentada para lembrete e identificação de remédios;

- a. Interface de Realidade Aumentada (Camada de Apresentação);
- b. Solicita dados do marcador (Camada de Persistência);
- c. Solicita dados do usuário (Camada de Persistência);
- d. Controla a permissão de acesso, usuário e perfil (Camada de Controle);
- e. Recupera dados de Alarme (Camada de Persistência);
- f. Salva dados de uso – Log (Camada de Persistência).

4.4.9. Considerações Finais

Este capítulo apresentou os requisitos da aplicação, as tecnologias utilizadas e a arquitetura de software do sistema proposto para auxiliar no tratamento da DA e na vida diária de pacientes e cuidadores. Este sistema apresenta uma aplicação móvel para o paciente (indivíduo com DA) e uma para o cuidador. Um servidor web também é utilizado para armazenamento e integração de dados do sistema com as aplicações.

Desta forma, uma arquitetura baseada em quatro camadas foi utilizada neste projeto para possibilitar uma melhor organização do código fonte bem como facilitar na manutenção e adição de novas funcionalidades, caso necessário. O próximo capítulo apresenta detalhe da implementação das principais funcionalidades da arquitetura proposta.

Capítulo 5

DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO

5.1. Introdução

Este capítulo apresenta os detalhes de implementação do sistema proposto. A principal funcionalidade do aplicativo refere-se à interface de Realidade Aumentada, utilizando-se técnicas naturais de interação para a realização de atividades de estimulação cognitiva e auxílio na identificação dos medicamentos. Além disso, a aplicação do cuidador referente ao gerenciamento dos dados e rastreamento do paciente, é apresentada neste capítulo.

5.2. Metodologia de desenvolvimento

O Scrum foi utilizado neste projeto como metodologia de desenvolvimento. O Scrum é uma metodologia ágil que permite dividir o projeto em ciclos, chamados de *Sprints* (SCRUM.ORG, 2020). As funcionalidades definidas foram mantidas em uma lista chamada de *Product Backlog*.

Semanalmente foram feitas as reuniões (*Weekly Scrum*) para discutir as implementações, dificuldades, limitações e também o planejamento de tarefas para as semanas seguintes. Ao final de cada Sprint eram feitos relatórios ou apresentações para mostrar a evolução do projeto.

5.3. Visão geral

Neste projeto foi utilizado um smartphone e um rastreador para o paciente, um smartphone para o cuidador e um servidor web (Figura 24):

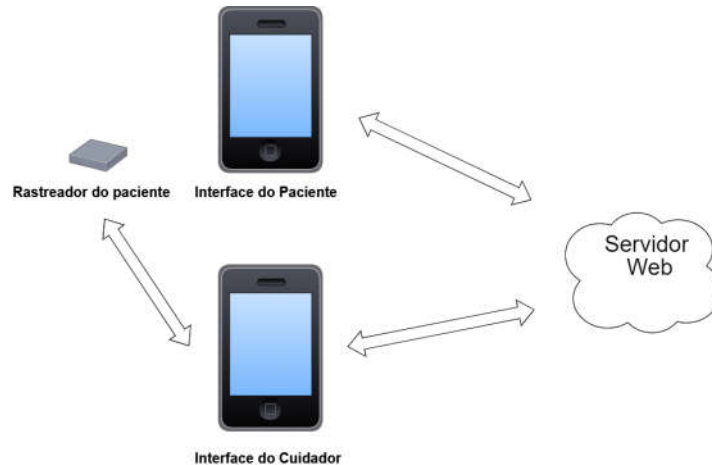


Figura 24: Visão Geral da interação entre os dispositivos

- (I) **Interface do Paciente:** Funcionalidades para a realização da atividade para estimulação cognitiva e farmacológica foram implementadas por meio dessa interface. Nesta interface, utiliza-se a tecnologia de Realidade Aumentada com interação através de comandos de voz ou botões virtuais. As respostas são feitas através de um agente inteligente que utiliza técnicas de aprendizado de máquina.
- (II) **Rastreador do Paciente:** O rastreador utilizado é o coban 102b (LIMITED, 2020). É um dispositivo comercial compacto de baixo custo, discreto e com boa durabilidade da bateria. Um pequeno compartimento de tecido foi confeccionado no cinto do paciente para acomodar o rastreador, de tal forma que não o incomode. Este rastreador é responsável por informar a posição do paciente. A interação é feita através de mensagem SMS (Short Message Service).
- (III) **Interface do Cuidador:** Nesta interface, o cuidador pode requisitar a posição atual do paciente, consultar o histórico de suas atividades, gerenciar os horários de atividades e ajustar possíveis alterações de medicação e atividades cognitivas;
- (IV) **Servidor Web:** O servidor web é responsável por armazenar todos os dados do idoso com DA tais como as atividades, medicações, atividade de reabilitação cognitiva e localização. Estas informações são restritas

para os cuidadores. O servidor web interage com as aplicações do cuidador e do paciente através do XML.

5.4. Aplicação do paciente (Realidade Aumentada)

Para o desenvolvimento da aplicação do paciente, foi utilizado o Vuforia para Unity, Android nativo e Dialog Flow. O Vuforia permite o desenvolvimento no ambiente do Android Studio ou no Unity. No Unity é possível gerar executáveis para dispositivos como iPhone, Android e Windows phone. Além disso, o Unity permite a manipulação de objetos em marcadores de RA de uma forma mais ágil e organizado.

No ambiente de desenvolvimento Unity, a forma mais utilizada no desenvolvimento de aplicações é através de componentes. Os componentes geralmente, são separados por funcionalidades e podem ser implementados tanto visualmente quanto via script. O desenvolvimento de softwares baseado em componentes tem sido amplamente utilizado no ramo da engenharia e sistemas embarcados. Comparando com outras formas tradicionais de desenvolvimento, a arquitetura baseada em componentes não somente amplia a reutilização de código, mas também oferece previsibilidade para a qualidade do projeto.

Com relação ao Dialogflow, esta tecnologia permite a implementação de uma experiência de conversação mais natural e rica utilizando técnicas de inteligência artificial (GOOGLE, 2020b). Inicialmente, esta ferramenta foi desenvolvida e disponibilizada como API.ai. Mas, posteriormente, foi adquirida pela Google. O Dialogflow é mais utilizado como *chatbots* comerciais para integração com as redes sociais. Também é possível utilizá-lo como assistentes virtuais de smartphones.

Desta forma, os principais componentes utilizados nesta aplicação possuem as seguintes funcionalidades: importação e exportação de dados, Realidade Aumentada, comando de voz, localização e segurança.

5.4.1. Componente de importação e exportação de dados

Este componente foi criado para ler os dados XML do servidor web, tratar e manipular os dados para, em seguida, disponibilizá-los para o ambiente de RA. Além disso, ele auxilia na gravação do banco de dados MySQL do servidor web.

A leitura dos dados XML disponibilizada no servidor web, referente aos medicamentos, foram realizadas utilizando a classe *XmlTextReader* que é instanciada com a URL e contém o XML. Os dados *firstvalue*, *secondvalue* e *thirdvalue* são recuperados a partir do id do remédio e são apresentados em cada marcador *ImageTarget*.

A Figura 25 apresenta a interface do Unity onde o marcador *ImageTarget* de um remédio é selecionado. Este componente refere-se a Realidade Aumentada. As variáveis são posicionadas acima da caixa de remédio para que o paciente possa ler e saber mais informações a respeito de cada medicamento.

5.4.2. Componente de comando de voz

Com relação ao componente de comando de voz, foi usado a asset Android Ultimate Plugin (GIGADRILL, 2020), que possibilita ter acesso a recursos de baixo nível do Android para captar e emitir o áudio. Assim, a classe *SpeechPlugin* que foi utilizada para transformar o som detectado em texto. Desta forma, o sistema trata as informações coletadas verbalmente e envia para o *Dialogflow* que devolve a resposta no formato de texto. Por fim, a classe *TextToSpeech* vocaliza o texto para usuário final.

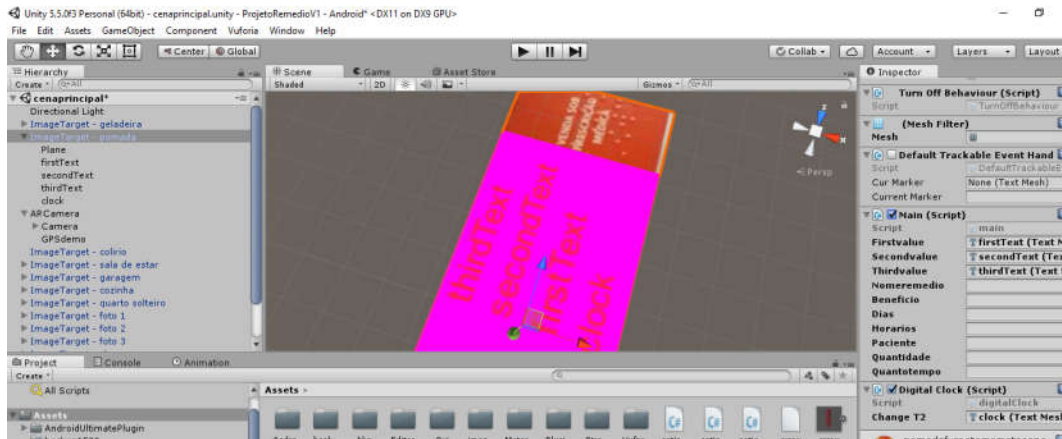


Figura 25. Textos dinâmicos implementados no Unity para apresentação de informações de cada medicamento

5.4.3. Componente de Realidade Aumentada

Este componente é responsável pela interface de RA relativa à apresentação de informações e interações com o usuário. O reconhecimento dos marcadores de RA é realizado pelo *ImageTarget* que é uma funcionalidade do Vuforia. A cada reconhecimento do *ImageTarget* é associado um id único. Através deste id é possível identificar os marcadores para associá-los, cada qual, às informações customizadas, permitindo-se assim responder corretamente a cada pergunta realizada.

Para a atividade de estimulação cognitiva, ao reconhecer a foto cadastrada como marcador, o sistema associa o id do marcador às respostas relacionadas. Assim, o último marcador reconhecido pela câmera apresenta as respostas relacionadas, caso for solicitado. Da mesma forma, a música customizada para cada foto é tocada ao pressionar o botão música ou se o usuário solicitar verbalmente “tocar música”.

Já a aplicação do remédio, através do id do marcador coletado em tempo real, permite-se identificar o remédio correto e assim inserir a seta indicadora e o som alertando para tomar o remédio identificado. Caso o usuário queira realizar as perguntas para cada remédio, o sistema responderá também as perguntas relacionadas ao último remédio reconhecido pela câmera. Desta forma, no

componente de RA as informações são apresentadas verbalmente e em forma textual através dos campos dinâmicos.

5.4.4. Componente localização através do GPS

Apesar do sistema utilizar um rastreador comercial de baixo custo e compacto que possui recursos de localização através de comandos SMS, foi implementado também um componente no Unity para permitir rastrear o paciente através do smartphone. Este componente utiliza a classe GPS e utiliza o acelerômetro para alertar sobre um possível risco de queda do paciente

Neste componente é feito também o cálculo da distância percorrida pelo usuário em relação à sua residência. Caso o usuário ultrapasse uma distância máxima permitida de sua residência, a aplicação notifica o cuidador através de uma mensagem SMS. O algoritmo Haversine (VAN BRUMMELEN, 2015) foi utilizado para calcular a distância com base na latitude e longitude.

Desta forma, o cuidador pode optar também pelo rastreamento através do smartphone, caso seja necessário. No entanto, o rastreador é mais adequado por apresentar tamanho mais compacto, duração de bateria maior e é ajustado no cinto do paciente, de forma a evitar que ele esqueça de carregar. Para um melhor entendimento do funcionamento das aplicações para auxílio no tratamento farmacológico e referente a realização das atividades para estímulos cognitivos, os fluxogramas da Figura 27 e Figura 28 são apresentados.

5.4.5. Agente de conversação Dialog flow

O agente de conversação é responsável por analisar a pergunta e responder de forma mais natural para o usuário. A ferramenta utilizada chama-se Dialogflow. Através desta ferramenta é possível desenvolver uma estrutura de conversação mais natural baseado em aprendizado de máquina.

O agente é um projeto criado dentro da plataforma do Dialogflow. A *Utterance* representa a ação que o usuário faz para interagir com o agente. Neste caso, a *utterance* deste sistema é o usuário realizando uma pergunta ou pressionando o botão virtual. Nesta *utterance*, também é passada o ID do marcador de RA que está sendo visualizado no momento. Este ID é repassado para o agente

Dialogflow na forma de *contexts*. Os *contexts* ou contexto representam o estado atual da conversa. Assim, é possível associar as perguntas e respostas de cada foto e objeto cadastrado utilizando o contexto.

As *intent* são as intenções dos usuários. A partir de uma análise baseada em aprendizado de máquina o agente define qual *intent* está relacionada à pergunta. Assim, a resposta é devolvida para o usuário. Dentro de cada *intent* são cadastradas as *training phrases* que são as possíveis perguntas que poderão ser feitas pelo usuário. Também são vinculadas as *responses* que são as respostas relacionadas à pergunta. Estas respostas são recuperadas do banco de dados, a partir de um código fonte que possibilita gerar respostas dinâmicas. A Figura 26 apresenta a comunicação feita entre a aplicação móvel e o agente Dialogflow.

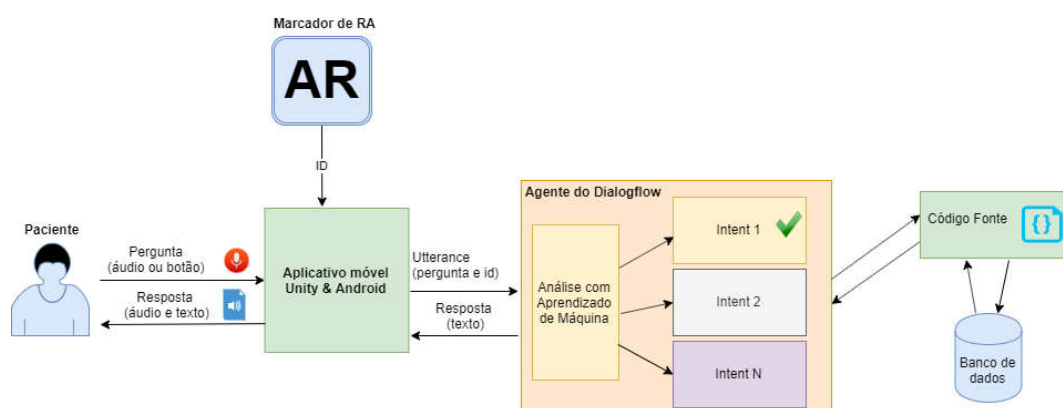


Figura 26: Comunicação entre a aplicação móvel e o agente Dialogflow

As perguntas relacionadas a cada marcador foram cadastradas baseando-se na 5WH que são as principais perguntas que são feitas ao investigar um determinado problema. As perguntas baseiam-se nas indagações: Quem? O que? Onde? Quando? Por que? Como? Quanto? (HART, 1996)

As respostas são cadastradas de diferentes formas pelo cuidador, possibilitando uma interação mais natural com o paciente. Analogamente, as perguntas podem ser indagadas de diferentes maneiras. Ex: O paciente quis saber onde ele estava em determinada foto. As possíveis perguntas poderiam ser, por exemplo:

- 1) Onde foi isso?
- 2) Não me lembro onde era lugar.
- 3) Não estou lembrando.
- 4) Onde estávamos?
- 5) Me diz onde foi isso?

A associação da pergunta com o objeto filmado naquele instante (caixa de remédio ou álbum de foto) é realizado através da variável contexto que refere-se ao id do marcador reconhecido no instante em que a pergunta foi efetuada. Assim, uma requisição JSON é realizada para o Dialogflow com estes parâmetros.

Desta forma, o agente do Dialogflow analisa a pergunta do paciente, juntamente com o contexto que foi passado e verifica qual a resposta mais adequada. Se não retornar nenhuma resposta, o sistema informa que não entendeu a pergunta e solicita que pergunte novamente. Esta resposta é retornada através de um JSON.

5.4.6. Fluxograma: Realizar atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva

A Figura 27 exemplifica o fluxograma para a realização de atividades para estímulo cognitivo. Primeiramente, é sugerido que todas as vezes que for realizar a atividade, o cuidador explique para o idoso com DA como interagir com a aplicação. Em seguida, o cuidador inicializa a aplicação móvel e aproxima o álbum de fotos para que o paciente possa realizar a interação. Depois, o paciente posiciona a câmera nas fotos e faz perguntas para o marcador ou interage através de botões. Sete botões são disponibilizados para interação:

- Botão onde: responde para o usuário onde foi tirada a foto. Ex: Esta foto foi tirada na garagem da sua casa;
- Botão quando: responde quando foi tirada a foto. Ex: Esta foto foi tirada em 1990, há 28 anos atrás;
- Botão quem: indica quem estão na foto. Ex: Nesta foto está você e sua esposa;

- Botão o que: Indica o que ocorreu no dia daquela foto. Exemplo: estávamos preparando um almoço muito especial;
- Botão por que: responde o motivo de ter tirado a foto. Exemplo: O motivo era festa de aniversário, encontro de amigos, viagem para a praia, etc;
- Botão música: toca a música cadastrada pelo cuidador que remete para a foto sendo visualizada;
- Botão falar: aciona o comando de voz para realizar a pergunta.

O componente comando de voz lê o comando realizado pelo usuário e retorna uma das seis respostas cadastradas caso o usuário tenha verbalizado os termos: “quando”, “onde”, “por que”, “quem”, “o que”, “quando”. Caso o componente não tenha reconhecido nenhum destes termos, ele solicita que realize a pergunta novamente.

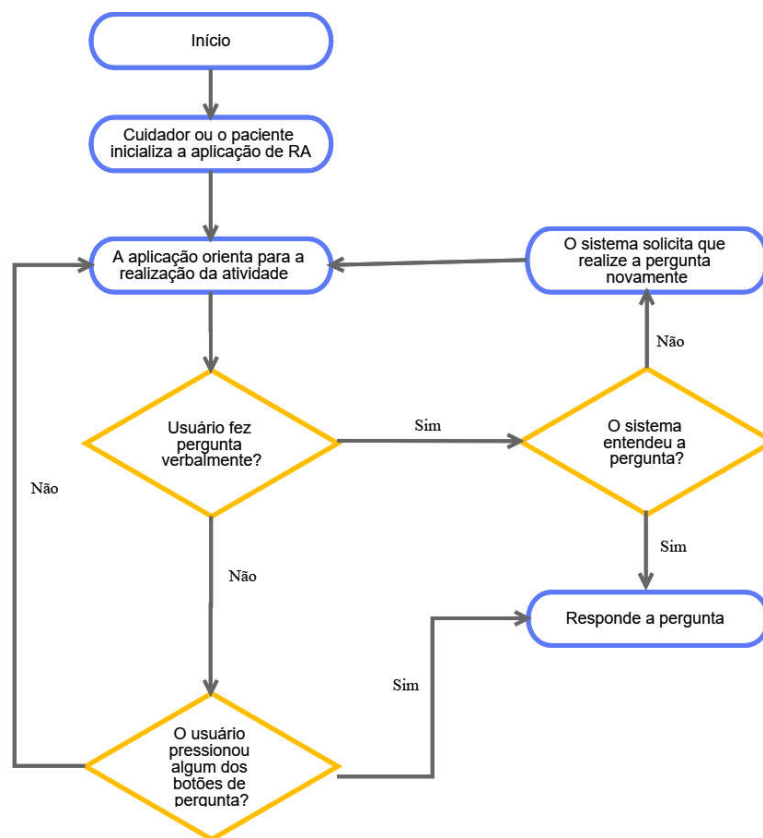


Figura 27: Fluxograma da aplicação de auxílio nas atividades cognitivas

5.4.7. Fluxograma: Auxílio no tratamento farmacológico

A Figura 28 exemplifica o funcionamento da aplicação de tratamento farmacológico. Inicialmente, o alarme toca e informa verbalmente que é hora de tomar o remédio. Em seguida, o paciente atende o telefone e é orientado para tomar o remédio. Se ele achar necessário, ele pode solicitar apoio da aplicação para auxiliar na identificação da medicação que deve ser tomada naquele instante através da aplicação de Realidade Aumentada. Ao “filmar” as caixas de remédio, o sistema alerta o usuário, através de uma seta virtual vermelha, qual o remédio que ele deve tomar. Verbalmente, é informado também para tomar o remédio indicado pela seta vermelha.

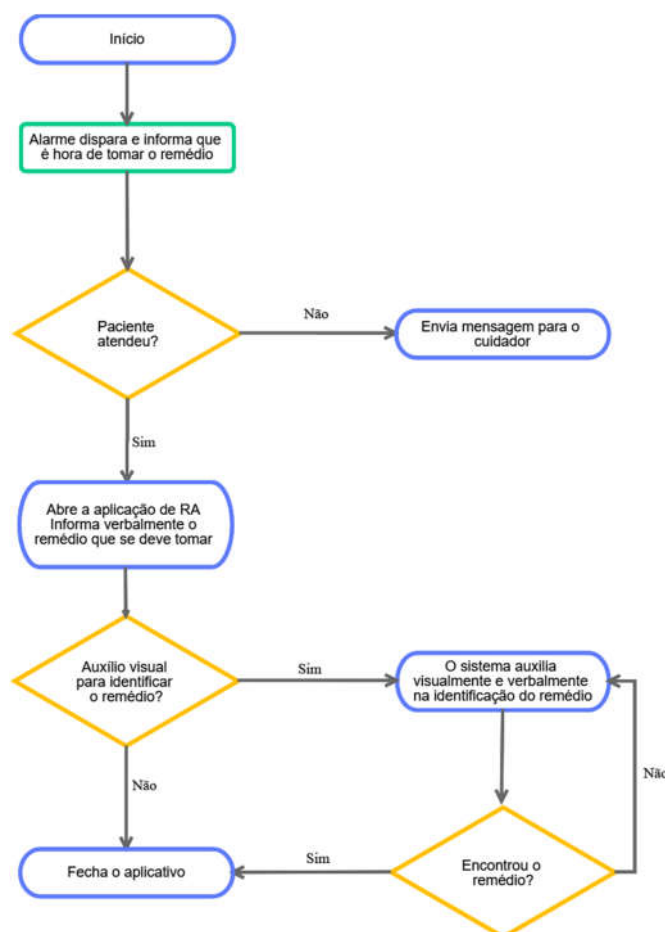


Figura 28. Fluxograma da aplicação para auxílio no tratamento farmacológico

5.4.8. Detalhes da Interface do usuário

A Figura 29 mostra a funcionalidade de alertar o paciente, verbalmente, sobre o horário de tomar o remédio e auxilia na identificação do medicamento que ele deve tomar naquele instante. Isto é feito através de uma seta indicando o remédio cadastrado. Para a implementação desta funcionalidade, utilizou-se a classe *BroadcastReceiver* que possibilita ativar a aplicação no momento em que é disparado o alarme. Também utilizou-se a classe *TextToSpeech* que permite ler um texto e alertar, verbalmente, o paciente que é hora de tomar o medicamento. Ao abrir a aplicação de Realidade Aumentada, textos dinâmicos são plotados em cima das caixas de remédio e os dados são importados via XML. Acima da caixa de remédio, vinculada ao horário disparado pelo alarme, é plotada uma seta vermelha e junto ao marcador é associado um alerta verbal informando que o paciente deve tomar aquele medicamento (Figura 29).



Figura 29. Reconhecimento do medicamento a ser ingerido após usuário atender o alarme

Com relação a funcionalidade de atividades para estimulação cognitiva, a Figura 30 apresenta as duas interfaces criadas, onde se utiliza ícones ou botões textuais. A Figura 31 mostra um exemplo em que fotos são cadastradas como marcadores e dados sobre estas fotos são cadastradas no banco de dados. Desta forma, cada marcador é associado as seguintes perguntas: o que? onde? quem? por que? Quando? Assim, o paciente pode interagir com cada foto, realizando perguntas. Utilizando a classe *SpeechToText*, a aplicação analisa se

a fala capturada contém uma das palavras relacionadas à pergunta. Em seguida, o sistema recupera a resposta de acordo com os dados cadastrados no banco de dados. Botões físicos também estão disponíveis para o paciente realizar as perguntas ao invés de interagir somente com comandos de voz.

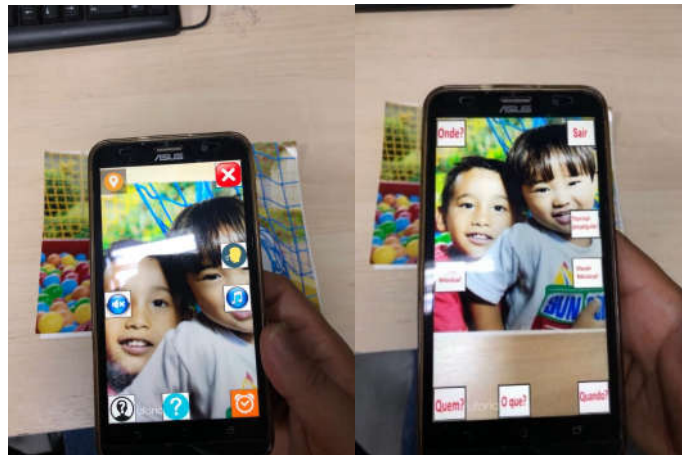


Figura 30: Interface utilizando ícones ou botões textuais



Figura 31. Exemplo de interação com fotos utilizando comandos de voz

5.5. Aplicação do cuidador

A aplicação do cuidador foi desenvolvida utilizando Android nativo e o sistema gerenciador de conteúdos, Drupal. Inicialmente, o plano era utilizar somente uma interface responsiva desenvolvido a partir do Drupal. No entanto, devido à necessidade de interação através de SMS para localizar o paciente, foi utilizado uma aplicação nativa do smartphone. Basicamente, a interface consiste em uma ação para acionar o rastreamento da posição do paciente e receber informações de sua posição atual e apresentá-la no mapa. Esta interface possui um botão que abre a interface responsiva para gerenciar os dados do paciente dentro do Drupal.

Esta interface corresponde ao website, que contém todas as informações do paciente, tais como atividades a serem realizadas durante o dia, horário e quantidade de remédios a serem ingeridos e gerenciamento de dados de marcadores de Realidade Aumentada.

5.5.1. Detalhes da interface Android

A Figura 32, apresenta a tela principal, onde o cuidador pode solicitar a posição do paciente naquele exato instante. Também é possível consultar estatísticas de utilização do sistema por parte do paciente e histórico de localização do usuário. Além disso, o botão “manage data” permite que o cuidador vá a interface de gerenciamento de dados do paciente, possibilitando editar dados de cada marcador, horários de alarme e quantidade de remédios a ser ingerido, etc.

A implementação da funcionalidade para recuperar a posição do paciente exigiu a implementação de uma classe Broadcast Receiver. Todas as vezes que chega uma mensagem SMS com a string contendo o termo **lat**, **lon**, a aplicação é iniciada e a string é tratada para capturar a latitude, longitude e o horário que foi recuperada a posição. No entanto, por diversas vezes, as strings recebidas do rastreador não são padronizadas, sendo necessário testar as diversas formas que chegam as strings para recuperação adequada das coordenadas.

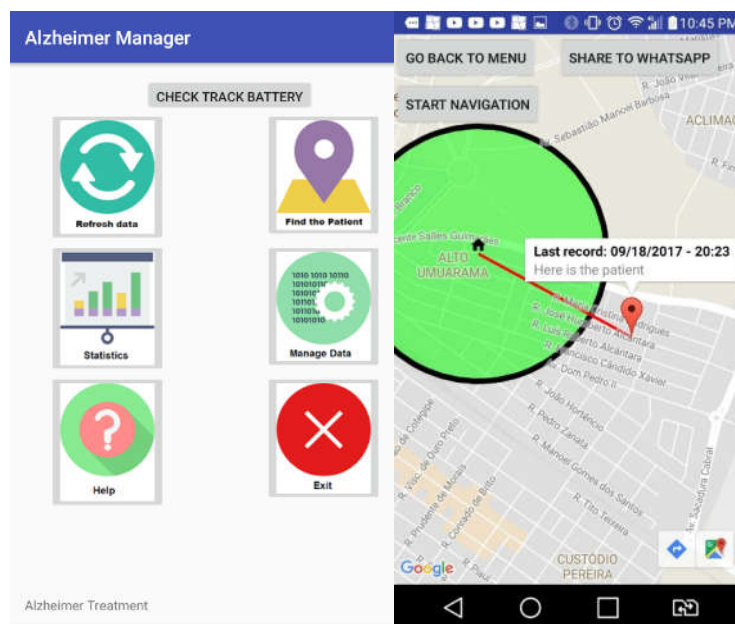


Figura 32. Tela principal do cuidador. Botões para rastrear o paciente, gerenciar dados e visualizar estatísticas

5.5.2. Detalhes da interface do Drupal

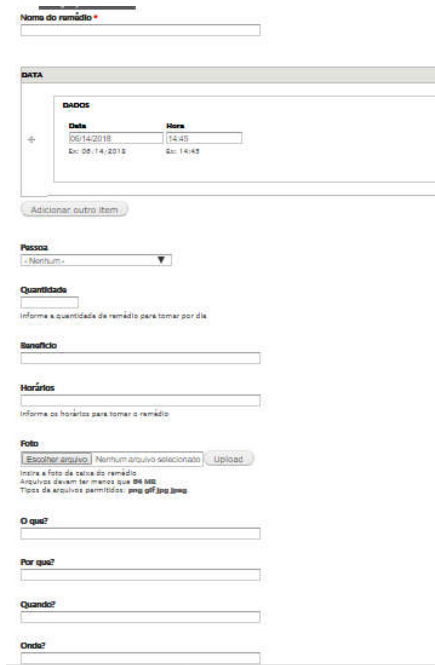
A interface do Drupal (Figura 33) permite que o usuário cadastre os dados do paciente, marcadores e medicamentos. Os dados do paciente referem-se a nome, idade, telefone, nome do responsável, e-mail e telefone do responsável.

Os dados dos marcadores referem-se a imagem do marcador, informação geral sobre o objeto e dados que representam as principais perguntas que o paciente pode realizar para o objeto: quem, que, onde, quando, por que, como. Já os dados do medicamento possuem informações gerais do medicamento, horários e quantidade que devem ser ingeridos e as principais perguntas que o paciente pode realizar para o objeto, da interface.


Além disso, os dados de acesso e interação do paciente são salvos no Drupal, a partir do módulo REST. Este módulo recebe os dados em XML que são exportadas das aplicações móveis e salva no banco de dados do servidor.

As informações do Drupal são exportadas através do módulo views com extensão para XML. A partir desta estrutura, permite-se que as aplicações

móveis recuperem as informações de cada perfil de usuário cadastro no Drupal. Informações referentes a horário do remédio e perguntas cadastradas para cada álbum são disponibilizadas através de estruturas em XML.



Formulário de cadastro do remédio com campos para: Nome do remédio, Data (Data e Hora), Quantidade, Benefício, Horários, Foto, O que?, Por que?, Quando?, Onde?.



Visualização dos dados do remédio cadastrado no servidor web, incluindo a imagem do Tylenol e os seguintes dados:

- Quantidade: 1
- Benefício: Abaixar a febre e os sintomas de dor
- Horários: De 4 em 4 horas
- Pessoa: Pedro Silva Souza (Dado de teste)
- Data: sexta-feira, 22 Dezembro, 2017 - 12:00
sexta-feira, 22 Dezembro, 2017 - 16:00
sexta-feira, 22 Dezembro, 2017 - 20:00
- O que?: Este remédio serve para abaixar a febre e tirar dores no corpo
- Por que?: Você está tomando este remédio pois está com febre
- Quando?: O remédio deve ser tomado de 4 em 4 horas

(a)
(b)

Figura 33: (a) Formulário de cadastro do remédio (b) Dados do remédio cadastrado no servidor web

5.6. Desafios de implementação

Após a definição da arquitetura do sistema e das tecnologias utilizadas, um dos desafios encontrados foi estudar e dominar as três tecnologias de desenvolvimento – Drupal, Android nativo e Unity – as quais utilizam linguagens de programação distintas: PHP, Java e C#, respectivamente.

No servidor web, utilizando Drupal, um dos desafios foi solucionar o requisito salvar dados das aplicações móveis no servidor de forma segura e independente para cada perfil de usuário. Neste caso foi usado um conjunto de módulos já existentes no Drupal que foi adaptado para permitir atualizações de aplicações móveis.

Já na aplicação do cuidador, onde o desenvolvimento foi feito no Android nativo, um problema importante foi resolvido para recuperar a latitude e longitude das mensagens vindas do rastreador. Dependendo do caso, a mensagem vinha sem padronização. Assim, foi necessário tratar as mensagens para recuperar a latitude e longitude. Além disso, foi realizado um tratamento para filtrar as mensagens para coletar corretamente a posição do idoso com DA.

No ambiente de RA para o paciente, utilizando o Unity, o desafio principal foi aprender como desenvolver a interface, visto que o ambiente de desenvolvimento conhecido do autor era Android. Após estudar a documentação do Unity, bem como a documentação do Vuforia, o problema de recuperação de dados XML e inserção de textos dinâmicos em cada marcador foi solucionado. Também adaptamos os assets para realizar a interação por comandos de voz e localização por GPS. Importante relatar a necessidade de utilização de threads para rodar a câmera, o comando de voz, as chamadas no dialogflow e as requisições de posição do paciente. Por vezes, a interação estava muito lenta ou travava.

Outro desafio importante no ambiente do paciente foi vincular os marcadores com os dados XML, provindos do servidor web, para que as respostas pudessem ser corretamente respondidas.

5.7. Considerações Finais

Este capítulo apresentou os detalhes da implementação do projeto envolvendo as aplicações do indivíduo com DA (paciente) e do familiar responsável (cuidador). No próximo capítulo apresentaremos os resultados obtidos, desta implementação.

Capítulo 6

RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Introdução

O capítulo anterior apresentou os detalhes da implementação do sistema proposto. Este capítulo apresenta os resultados da avaliação e discussões. O objetivo desta avaliação é verificar se as aplicações desenvolvidas baseadas na arquitetura proposta, se comportam como uma interface mais natural e intuitiva para uso de portadores da Doença de Alzheimer e seus cuidadores. Foi avaliado se os participantes conseguem atender o alarme e localizar o remédio correto. Além disso, foi avaliado se os participantes conseguem utilizar a aplicação de atividade cognitiva, utilizando botões virtuais e comandos de voz e se o cuidador consegue utilizar a aplicação para localizar o paciente. Um questionário foi utilizado para coletar informações dos participantes e suas opiniões acerca dos aplicativos. O tempo gasto na utilização das tarefas, a quantidade de intervenções solicitadas pelos participantes, bem como as dificuldades que os participantes tiveram, foram métricas adotadas para avaliar o sistema.

Desta forma, este capítulo apresenta a metodologia aplicada na avaliação, os resultados e as discussões de cada funcionalidade avaliada. Estão disponibilizadas as informações sobre as etapas da avaliação, as amostras coletadas e os instrumentos de coleta de dados.

6.2. Metodologia da avaliação

Um dos principais objetivos desta avaliação é testar o potencial da tecnologia de Realidade Aumentada Móvel como tecnologia assistiva para indivíduos com a Doença de Alzheimer em fase leve. Também, por sugestão de profissionais da área de Neurologia, tivemos a oportunidade de testar em indivíduos com a Doença de Parkinson com sintomas de perdas cognitivas e idosos voluntários, diagnosticados com comprometimento cognitivo leve. As avaliações foram

realizadas em sua maioria no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia. Alguns experimentos foram realizados em no lar de idosos e na residência do participante da pesquisa. Os indivíduos na fase leve foram escolhidos por sugestão dos profissionais de saúde e, em alguns casos, por aceitação dos cuidadores. É interessante notar que, em caso de indivíduos em fase mais avançada, aumenta-se a resistência dos cuidadores para participação dos experimentos.

6.3. Amostragem

Uma consulta foi realizada no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, juntamente com o ambulatório de demência, onde foram constatados 282 pacientes ativos com a Doença de Alzheimer. Para definir a quantidade necessária de participantes na pesquisa, utilizou-se a Equação 1, que possibilita identificar o tamanho da amostra em pesquisas experimentais na área de saúde (WEYNE, 2004). Assim, identificou-se que são necessárias pelo menos 4 pessoas que possuem esta doença na fase inicial, masculino e feminino, considerando 50% de cada tipo, juntamente com os seus responsáveis participem da pesquisa, através de entrevista, avaliação do sistema e resposta aos questionários.

As categorias do tipo de resposta são dos tipos quantitativa (idade), dicotômicas (questionário de avaliação) e categóricas (sexo, fase da doença). O cálculo amostral foi realizado considerando um erro amostral (e) de 5%, nível de confiança (Z) de 95%, uma população (N) de 282 pessoas e percentual (p) de 1%, utilizando a fórmula:

Equação 1: Cálculo do tamanho da amostra

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Onde:

n - amostra calculada

N – população

Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p - verdadeira probabilidade do evento

e - erro amostral

Devido à dificuldade em encontrar indivíduos diagnosticados com a Doença de Alzheimer em fase leve, foi necessário realizar contato em diferentes lares de idosos. Também, durante dois meses foi necessário estar no ambulatório de demência da UFU nas segunda e quarta-feira, dias que ocorrem os atendimentos. Desta forma, em cada caso, o médico avaliava a condição do paciente e somente autorizava abordar o familiar do idoso com Alzheimer caso ele apresentasse características da doença na fase leve. Na maioria das vezes, o paciente estava em fase moderada ou avançada. Em todas as abordagens foram explicados os possíveis riscos da avaliação antes de convidar os indivíduos para participar. Todos os cuidadores que aceitaram colaborar com a pesquisa, preencheram o termo de consentimento (Anexo C) aprovado pelo Comitê de Ética nº 71365417.6.0000.5152 (Anexo D) em 20/12/2017.

6.4. Resultados

6.4.1. Testes com a aplicação de lembrete e localização de remédios

Cinco pacientes foram convidados para validar a pesquisa. Inicialmente, foi aplicado o questionário do Anexo A. Foram coletadas as informações pessoais dos participantes como listado a seguir:

- Cinco participantes com Doença de Alzheimer em fase leve, três são do sexo feminino e dois são do sexo masculino;
- 3 possuem escolaridade máxima de Ensino Fundamental e 2 possuem escolaridade máxima de Ensino Médio;
- A idade varia de 73 a 81 anos;
- 100% dos participantes assinalaram que possuem pouca experiência com o uso de smartphones, sendo quatro assinalado como péssimo e um como ruim;
- Quatro participantes não conheciam a tecnologia de Realidade Aumentada.

Inicialmente, uma conversa foi realizada com os cuidadores a respeito dos problemas envolvendo o uso de medicamentos: erros de medicação, confusão na ingestão do remédio e esquecimento. Também foi discutido sobre a eficácia dos medicamentos ao serem ingeridos no horário correto, bem como a sua dosagem.

Em seguida, foi apresentado o funcionamento da aplicação com cada um dos participantes. Posteriormente, foi configurado o alarme vinculado ao remédio e foram definidas três tarefas para que o participante atenda o alarme e localize o remédio. Foi anotado o tempo que o participante levou para atender o alarme e foi contabilizado a quantidade de intervenções necessárias para que o participante pudesse realizar as tarefas. A Tabela 3 apresenta os perfis dos participantes da pesquisa.

Tabela 3: Informações sobre participantes que realizaram a avaliação da aplicação de localização do remédio

Participante	Idade	Sexo	Diagnóstico	Tempo
1	73	Masculino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em janeiro de 2018.	Três meses
2	73	Masculino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em março de 2017.	Doze meses
3	77	Feminino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em outubro de 2018.	Seis meses
4	81	Feminino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em fevereiro de 2018.	Um mês
5	78	Feminino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em março de 2017.	Um ano

As Figura 34 a Figura 41, apresentam o resultado obtido a partir do questionário de múltipla escolha (Anexo B) que o cuidador preencheu após a avaliação realizada pelo indivíduo com DA. As respostas possíveis são: 1 –

péssimo, 2 – ruim, 3 – bom, 4 – excelente, 5 – ótimo, conforme proposta pela escala de Likert (LIKERT, 1932).

Na Figura 34 verifica-se que todos os cuidadores assinalaram que o paciente conseguiu realizar a atividade relacionada ao alarme. Um participante assinalou como ótimo e os demais assinalaram como excelente. De toda a forma, não se pode afirmar que este paciente, cujo cuidador avaliou como ótimo tenha tido um desempenho melhor que os demais. Apenas pode-se concluir que todos os participantes conseguiram realizar a tarefa do alarme.

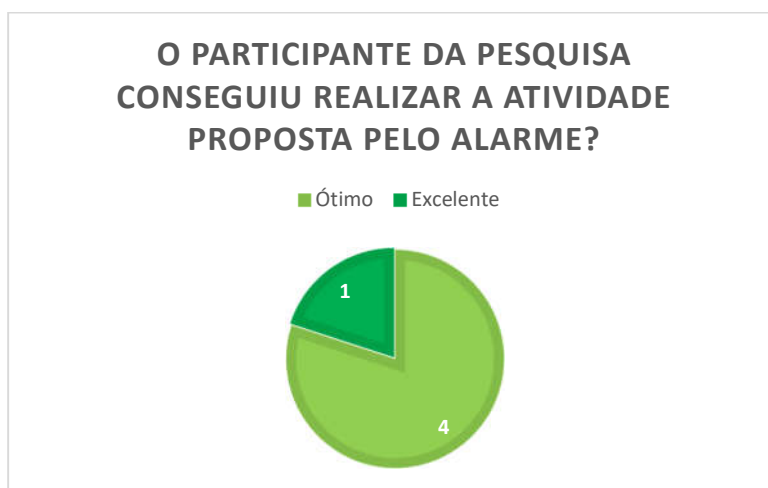


Figura 34: Resultado da pergunta relacionada a atividade do alarme

A Figura 35 mostra que todos os participantes ouviram e entenderam o alerta sonoro. No entanto, um cuidador marcou a opção “bom”, que representa uma nota intermediária, indicando que o paciente teve alguma dificuldade e assim exigiu a intervenção do cuidador.

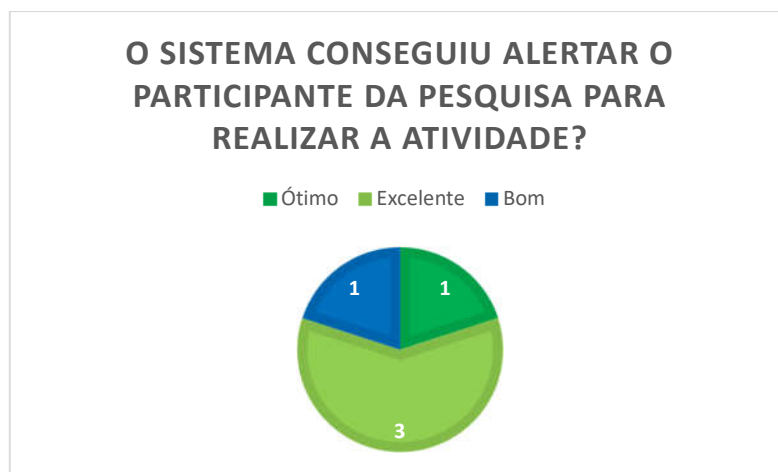


Figura 35: Resultado da avaliação da atividade para alertar o paciente para realizar a atividade

A Figura 36 mostra que o alarme cujo alerta é verbal, foi testado com sucesso. Verifica-se que todos os participantes conseguiram realizar a atividade de atender o alarme sem dificuldades. Um dos participantes não gostou do alarme verbal. O participante alegou que o alarme é muito repetitivo, sugerindo alterar para um som musical. No entanto, outro participante gostou do alarme pois informou o nome do participante e o nome do remédio que ele deve tomar.

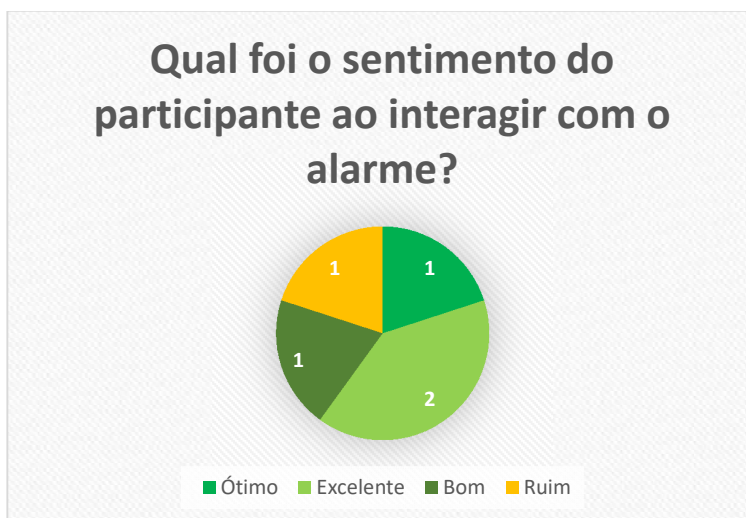


Figura 36: Resultado da avaliação referente ao sentimento que o participante teve ao interagir com o alarme

A Figura 37 mostra que todos os participantes conseguiram tomar o remédio no horário correto, de acordo com os cuidadores.

Com relação a localização do remédio, nota-se que todos os participantes conseguiram identificar o remédio correto a partir do sistema de Realidade Aumentada. A Figura 38 mostra que dois cuidadores assinalaram com nota quatro (ótimo) e dois cuidadores marcaram nota cinco (excelente). Não se pode concluir que um paciente teve melhor desempenho que o outro pela avaliação dada pelo cuidador. Mas pode-se concluir que todos conseguiram identificar o remédio sinalizado pelo sistema.



Figura 37: Resultado da avaliação referente se o sistema alertou corretamente no horário de ingestão de medicamentos

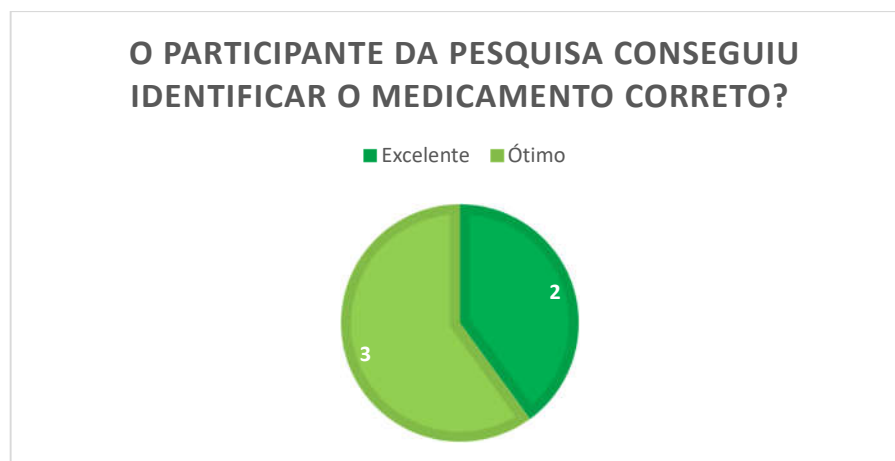


Figura 38: Resultado da avaliação referente a identificação do medicamento correto

Já a Figura 39 mostra que teve um paciente que não gostou de utilizar o sistema de localização do remédio. Este participante levou mais tempo para localizar o remédio devido a dificuldades em segurar o smartphone devido a sintomas de tremor nas mãos. No entanto, outros participantes tiveram um bom sentimento utilizando o sistema. Uma participante elogiou a funcionalidade de interação com o remédio, pois o sistema informa para que serve o remédio e quando deve-se tomá-lo.

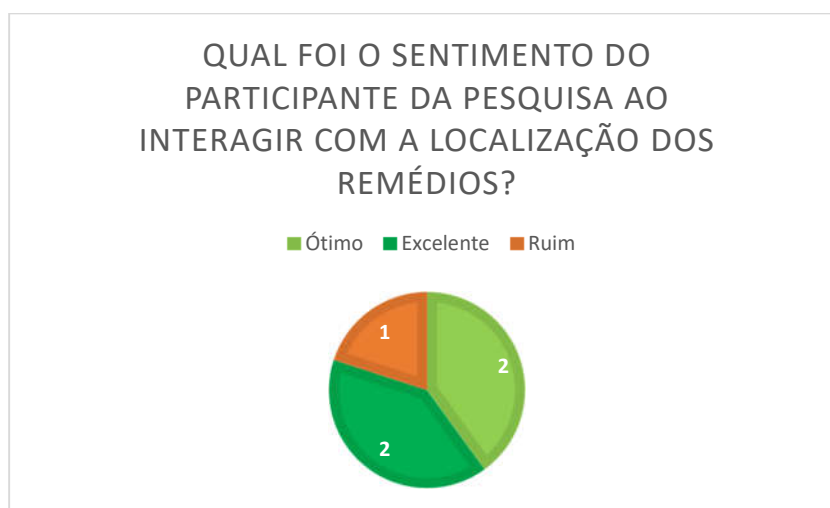


Figura 39: Resultado da avaliação referente a atividade de localizar o remédio

Além do questionário de avaliação, foi coletado o tempo gasto para localizar o remédio e a quantidade de intervenções realizadas em cada sessão. A Figura 40 apresenta o tempo em segundos que os cinco participantes com DA em fase leve gastaram para encontrar o remédio. Neste gráfico, três sessões foram realizadas e foram cronometrados o tempo gasto em cada sessão.

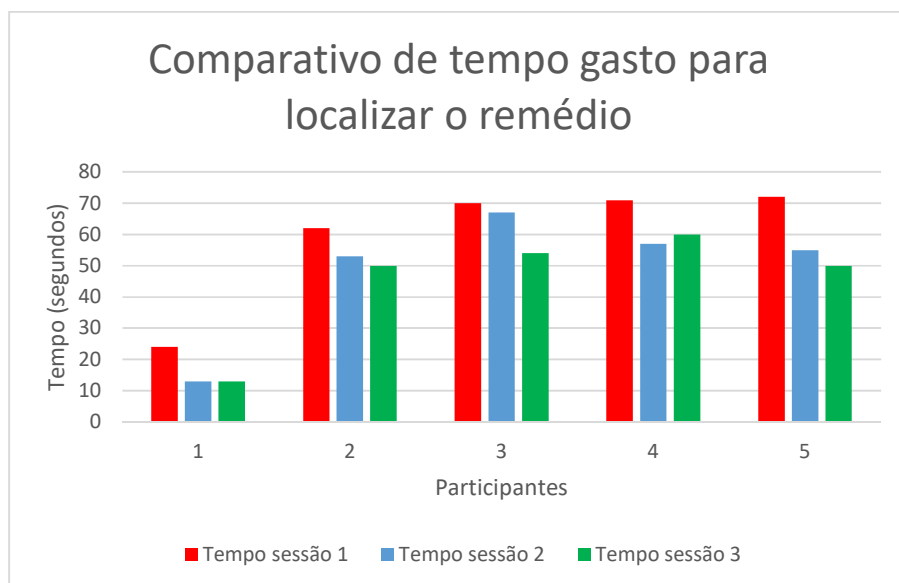


Figura 40: Tempo gasto pelos participantes com DA. Três sessões foram realizadas e foram cronometrados o tempo gasto para localizar o remédio.

A Figura 41 apresenta a quantidade de intervenções necessárias para localizar o remédio. De forma geral, as dificuldades iniciais anotadas relacionam-se com o pressionar o botão para abrir a aplicação a fim de localizar o remédio, segurar corretamente o celular para que a câmera possa filmar e alertar o participante para filmar os remédios mais afastados. Na segunda e terceira avaliação, eventualmente, foi necessário, alertar para filmar a caixa de remédio mais afastada.

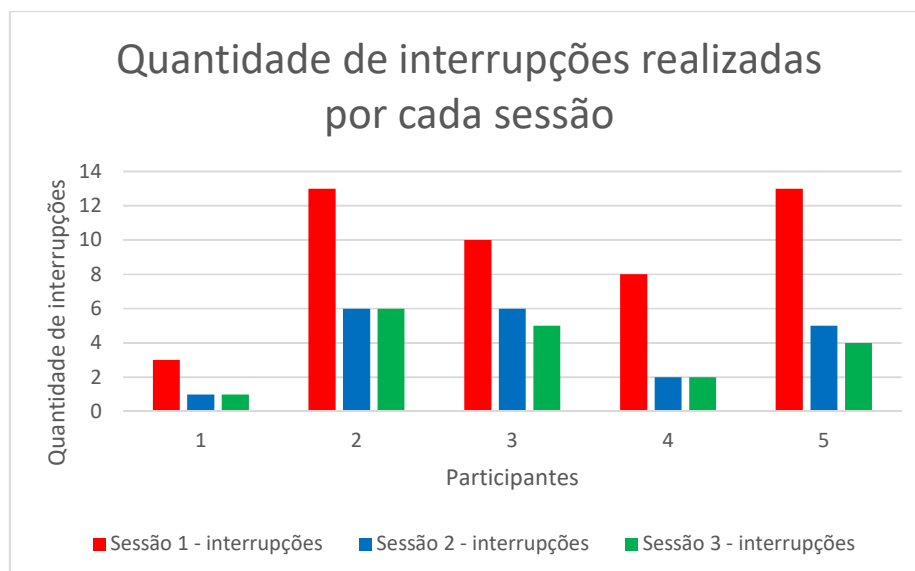


Figura 41: Quantidade de interrupções realizadas em cada sessão

Percebe-se que de forma geral, os participantes reduziram o tempo para localizar o remédio, podendo concluir que eles melhoraram com a prática. Nota-se que os participantes 2 e 3 necessitaram mais auxílio que os demais pois eles apresentaram dificuldades em segurar o smartphone devido a sintomas de tremor nas mãos. Apesar disso, verifica-se que diminuíram a quantidade de intervenções no decorrer das sessões 2 e 3.

O participante 1 teve o melhor desempenho apesar de não ter experiência com o uso de smartphones. Isto sugere uma boa usabilidade da aplicação. Apesar da aplicação móvel ter sido bem avaliada pelos cuidadores, não se pode afirmar que todos os participantes desta pesquisa possam realizar a atividade, independentemente, pois apresentaram dúvidas na hora de utilizar a aplicação. Sendo assim, foi necessário a presença do cuidador para prestar o apoio necessário.

A Figura 42 apresenta algumas imagens tiradas na avaliação no momento em que os participantes estavam usando a aplicação para localizar as medicações.



Figura 42: Participantes interagindo com a aplicação de localização do remédio

6.4.2. Testes com a aplicação de atividades para estimular e promover a saúde mental e cognitiva

Diferentemente das outras avaliações, nesta aplicação seis indivíduos com DA concordaram em participar do experimento (ver Tabela 4). Os primeiros cinco indivíduos realizaram a avaliação de alarme e localização do remédio. A participante 6, com Doença de Alzheimer em fase moderada concordou em participar somente da avaliação de atividades de estimulação cognitiva. Inicialmente, foi aplicado o questionário do Anexo A. Foram coletadas as informações pessoais dos participantes como listado a seguir:

- Seis participantes com Doença de Alzheimer, quatro são do sexo feminino e dois são do sexo masculino;
- três possuem escolaridade máxima de Ensino Fundamental, dois possuem escolaridade máxima de Ensino Médio, um possui escolaridade máxima de Ensino Técnico;
- A idade varia de 73 a 86 anos;
- 100% dos participantes assinalaram que não possuem experiência com o uso de smartphones, sendo quatro assinalado como péssimo e dois como ruim;
- Cinco dos participantes não conheciam a tecnologia de Realidade Aumentada.

Tabela 4: Participantes da avaliação da aplicação para estimular e promover a saúde mental e cognitiva

Participante	Idade	Sexo	Diagnóstico / Tempo	Tempo
1	73	Masculino	Indivíduo diagnosticado com DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em janeiro de 2018	Três meses
2	73	Masculino	Indivíduo diagnosticado com DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em março de 2017	Doze meses
3	77	Feminino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi feito em outubro de 2018	Seis meses
4	81	Feminino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi realizado em fevereiro de 2018	um mês
5	78	Feminino	Possui DA em fase leve. O diagnóstico foi realizado em março de 2017	um ano
6	86	Feminino	Possui DA em fase moderada. O diagnóstico foi realizado a 3 anos (março/2015).	três anos

Primeiramente, foram apresentados aos cuidadores os possíveis benefícios (bem-estar, estimular a comunicação do indivíduo ao contar histórias do passado) de se realizar a atividade cognitiva envolvendo o uso de fotos antigas, que remetem a bons momentos do passado, associando com as músicas

preferidas do paciente, juntamente com interação por comandos de voz e botões virtuais. Em seguida, foi realizado um breve treinamento com o cuidador e com o indivíduo com DA de como interagir com as fotos utilizando botões virtuais e comandos de voz. Após, foram cadastradas três fotos e a aplicação foi disponibilizada para o usuário interagir. Por fim, um questionário foi entregue para o cuidador avaliar, juntamente com o participante com DA.

A Figura 43 mostra a avaliação dada pelo cuidador em relação a interação via botão virtual. A Figura 44 apresenta o gráfico relacionado à interação por comando de voz.

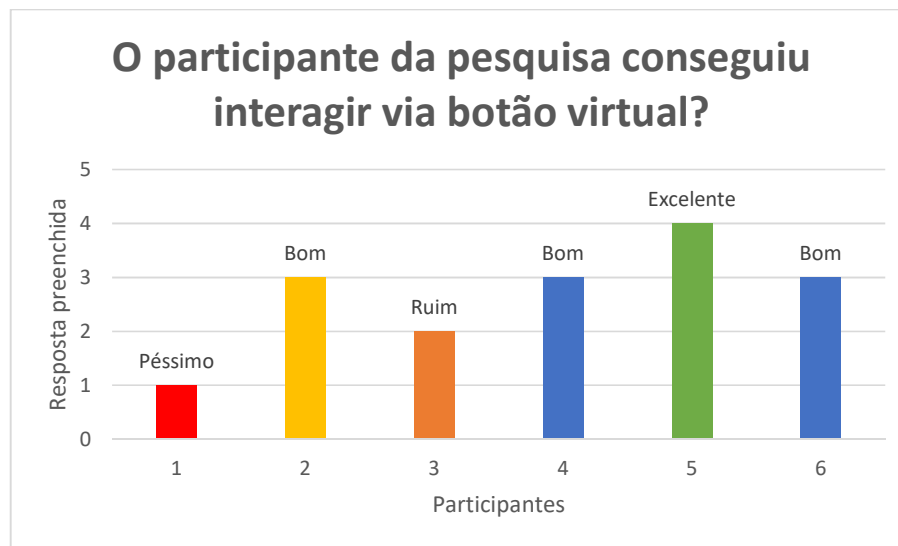


Figura 43: Avaliação da aplicação de atividade cognitiva em relação a interação com botões virtuais.

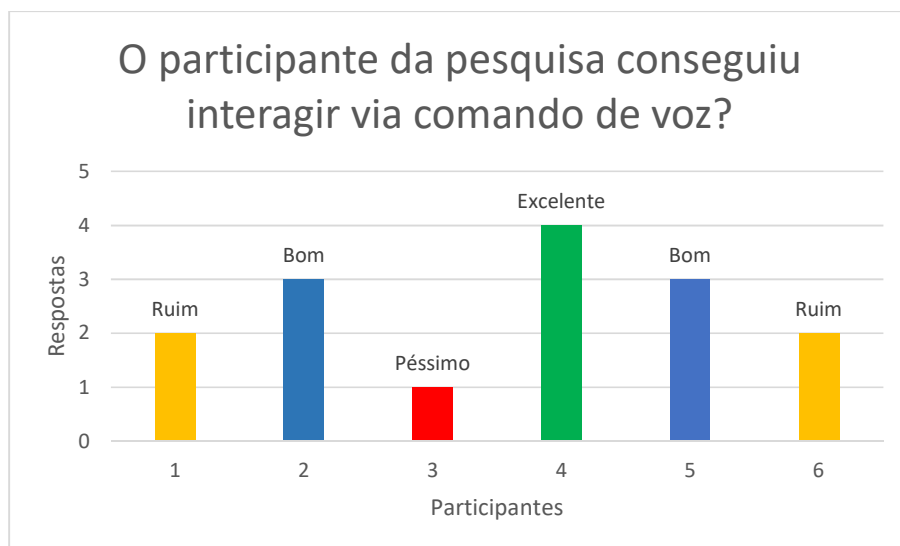


Figura 44: Resultado da avaliação da atividade utilizando comandos de voz

Nota-se que o participante 1 que teve um desempenho muito bom na aplicação do remédio, teve um desempenho ruim na atividade cognitiva. Acredita-se que a razão se deve a problemas de tremor que dificultou a interação com o uso do botão virtual para interagir com o sistema. A participante 4, teve um desempenho muito bom interagindo com comandos de voz e no decorrer da avaliação afirmou preferir a interação com comandos de voz ao invés dos botões virtuais.

Já a participante 5 teve um desempenho muito bom com botões mas teve dificuldades com a interação com voz. O ambiente tumultuado no momento da avaliação talvez possa ter interferido no resultado. A participante 3 não teve um bom desempenho nas avaliações apesar de ter se interessado pela aplicação.

A Figura 45 mostra o gráfico do sentimento do participante ao ouvir músicas relacionadas as fotos. Já a Figura 46 apresenta o resultado relacionado a qual tipo de botão o participante preferiu utilizar.

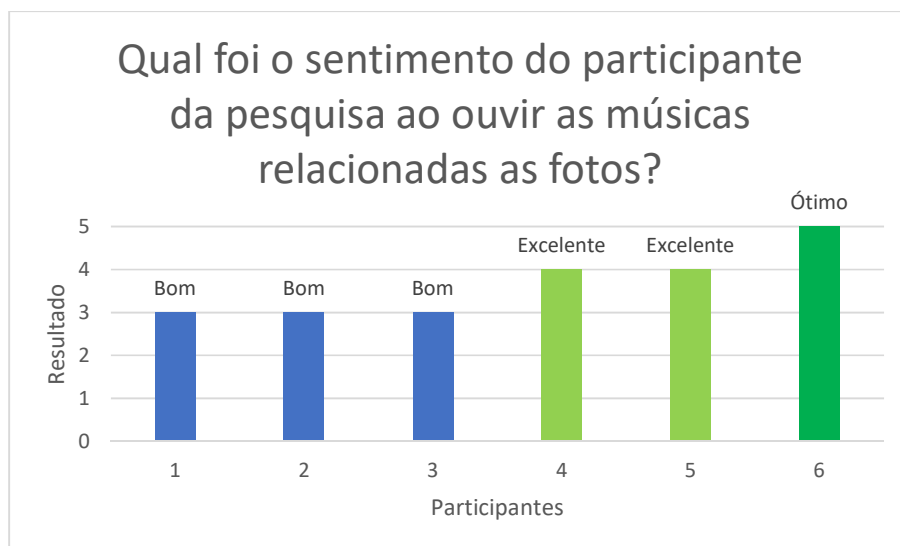


Figura 45: Resultado da avaliação relacionada com o sentimento de ouvir música relacionada a fotos



Figura 46: Resultado da avaliação correspondente a qual botão virtual o participante preferiu interagir

De forma geral, os participantes gostaram de ouvir suas músicas favoritas. De fato, os participantes 4,5 e 6 cantaram junto a música. Ao interagir com os botões e comandos de voz, os participantes foram encorajados a contar história sobre o passado.

Com relação a interface de botões virtuais, no início da avaliação, foi perguntado aos participantes (paciente e cuidador) qual a interface que mais lhe agradavam. A maioria dos participantes tiveram dificuldades em entender do que se tratava os ícones mesmo utilizando ícones com tamanho amplificado. Assim, cinco participantes preferiram botões com texto e apenas uma participante, especificamente a participante que teve melhor desempenho com comandos de voz, preferiu a interface com ícones. Acredita-se que esta participante tenha mais familiaridade no uso de computadores e smartphones, cujas interfaces usam ícones.

As Figura 47 e Figura 48 mostram duas participantes interagindo com as fotos através de botões virtuais e comandos de voz.

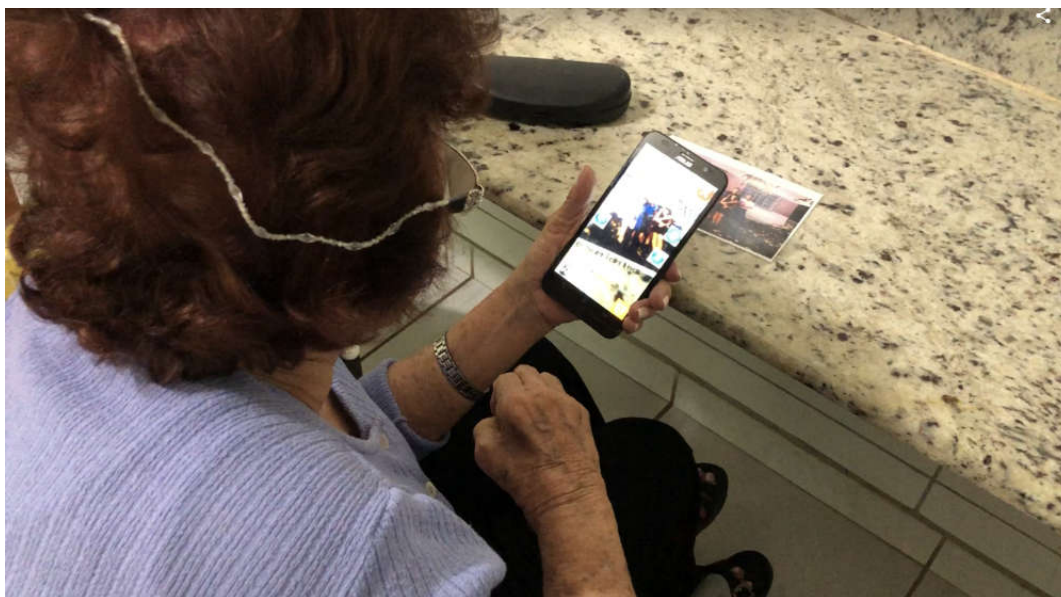


Figura 47: Voluntária com DA em fase leve interagindo com comando de voz



Figura 48: Voluntária com DA, em fase leve a moderada, interagindo com a foto e ouvindo músicas relacionadas

A participante 6, cujo diagnóstico de DA é moderado, foi a única voluntária que apresentou dificuldades em reconhecer os filhos na infância. Porém, ao interagir com o aplicativo e com o cuidador, a participante teve uma reação positiva ao contar histórias da época e lembrou-se do nome da maioria dos filhos. Importante relatar também que a participante 6 teve mais facilidade em reconhecer fotos de 10 anos atrás, comparado com as fotos tiradas há 50 anos. Os demais participantes não tiveram problemas em reconhecer os integrantes das fotos.

Ao analisar os dados do questionário e dados observacionais, pode-se notar que todos os participantes tiveram uma boa aceitação em utilizar a aplicação de RAM para uso terapêutico.

6.4.1. Testes com a aplicação de segurança

A avaliação referente à segurança do paciente foi testada com cinco cuidadores. Foi explicado o funcionamento da aplicação, como localizar o indivíduo, verificar, carregar e trocar a bateria. Durante a avaliação (Figura 51), foi disponibilizado um questionário com duas perguntas relacionadas à usabilidade da aplicação e grau de importância da funcionalidade.

As Figura 49 apresenta o resultado da avaliação relacionada a usabilidade para localizar o paciente. Percebe-se que todos os cuidadores acharam fácil o uso desta funcionalidade de localização, porém dois cuidadores marcaram “fácil” ao invés de “muito fácil”. Acredita-se que a falta de costume ou experiência no uso de rastreadores possa ter influenciado na resposta.

Já a Figura 50 apresentam o resultado da avaliação relacionado ao grau de importância desta aplicação. Todos os cuidadores familiares afirmaram ser importante a funcionalidade de localização. Os cuidados para evitar que o indivíduo saia da residência sozinho é muito grande. Assim, familiares ficam preocupados com riscos de o indivíduo doente não conseguir retornar para a casa. No entanto, no lar de idosos os cuidadores responderam que não necessitam de um rastreador de localização. O motivo que eles relataram deve-se ao fato de que os pacientes não podem de forma alguma sair do lar de idosos sem um familiar responsável. De toda a forma, foi realizado a avaliação com os cuidadores e, através do questionário foi possível concluir que nenhum cuidador teve dificuldades em localizar o paciente, compartilhar a localização ou iniciar a navegação para iniciar o resgate.

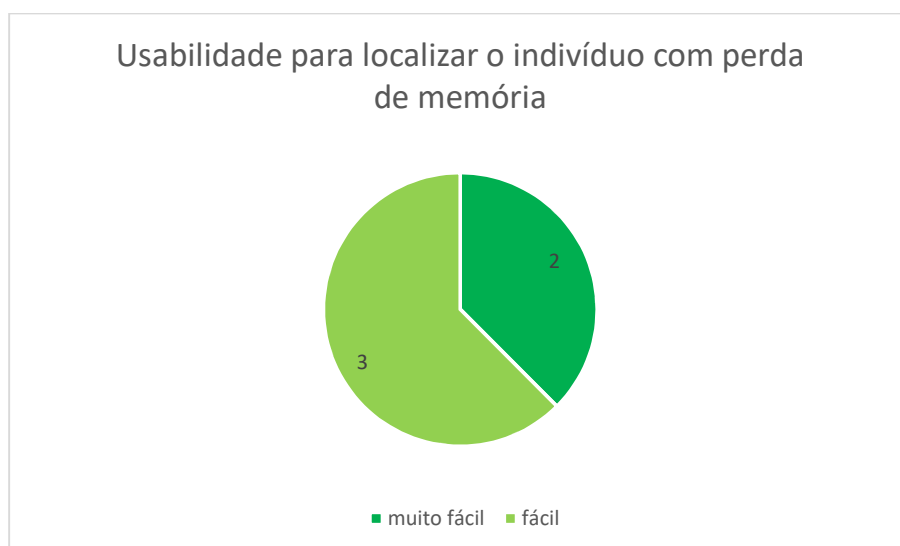


Figura 49: Resultado da avaliação da aplicação de segurança

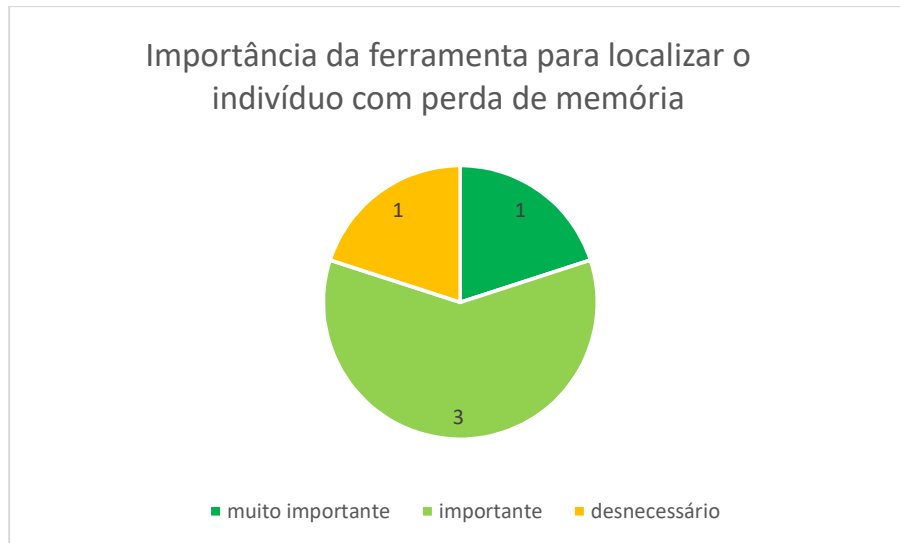


Figura 50: Resultado da avaliação da aplicação de segurança: Grau de importância



Figura 51: Duas cuidadoras visualizando a localização do paciente através da aplicação de segurança

6.5. Comparativo com trabalhos anteriores

Com relação ao aplicativo para auxiliar no tratamento farmacológico, alguns trabalhos anteriores focaram em desenvolver soluções para idosos com múltiplas doenças, pacientes que se automedicam em suas residências (SILVA, BRUNO M. *et al.*, 2013) e indivíduos de forma geral que precisam tomar remédios (MONDOL; EMI; STANKOVIC, 2016). No entanto, nenhum dos trabalhos focaram em desenvolver e avaliar o uso de aplicações para pessoas com demência, especialmente indivíduos com a doença de Alzheimer na fase inicial.

Além disso, foram encontrados importantes trabalhos que promovem soluções para identificar os remédios utilizando RFID (OHSAGA; KONDOH, 2013) e código de barras (KOUTKIAS *et al.*, 2015). Este trabalho, no entanto, propõe promover uma solução para localizar os remédios, utilizando técnicas de Realidade Aumentada Móvel (RAM). A grande vantagem da RAM, se comparado a RFID e código de barras, está na possibilidade de reconhecer múltiplos medicamentos ao mesmo tempo, sem a necessidade de aproximar muito das caixas de remédio.

Já para a aplicação de atividade cognitiva, é importante enfatizar que nenhum dos trabalhos anteriores (HERVÁS; BRAVO; FONTECHA, 2014; MOREL; BORMANS; ROMBOUTS, 2015; ROHRBACH *et al.*, 2019) utilizaram interação através de botões virtuais e comandos de voz em interfaces de RA. Além disso, somente dois trabalhos avaliaram com indivíduos com Alzheimer. Assim sendo, neste trabalho foi avaliado a aceitação das aplicações com usuários reais disponibilizando a interação através de botões virtuais e comandos de voz. Nota-se a boa aceitação dos indivíduos com DA. Também pode-se constatar a boa aceitação da música, associada ao álbum de fotos.

Ao analisar trabalhos relacionados à segurança do paciente, com exceção de Aruanno *et al* (ARUANNO; GARZOTTO, 2019) que utilizou um mecanismo para verificar se o usuário retirou o rastreador (óculos), percebe-se que nenhum dos trabalhos encontrados até o presente momento (CORCHADO *et al.*, 2008;

VERGARA *et al.*, 2015; YUCE; GULKESEN, 2013) se preocuparam em desenvolver uma solução para evitar que o paciente retire o rastreador. A necessidade de carregar smartphones e rastreadores fisicamente grandes podem dificultar no uso e, conseqüentemente, no rastreamento do indivíduo. Desta forma, este trabalho foi desenvolvido buscando utilizar um rastreador já existente, compacto, de baixo custo e com durabilidade de bateria capaz de localizar o indivíduo sem causar desconforto. Com o apoio de uma costureira, adaptou-se o rastreador para ser um dispositivo vestível no cinto do paciente de forma que não o incomode. Além disso, uma aplicação móvel foi desenvolvida para auxiliar na localização do paciente, indicando a sua posição no mapa, possibilitando iniciar o resgate e/ou compartilhar a posição do indivíduo com familiares e amigos.

Por fim, com relação a utilização de Inteligência Artificial, verifica-se que apenas o trabalho de Gacem *et al.* & Toyama *et al.* (GACEM *et al.*, 2019; TOYAMA; SONNTAG, 2015) fez uso de algoritmo de IA para auxiliar na identificação de pessoas e objetos. No entanto, nenhum dos trabalhos citados informaram o uso de técnicas de IA, tais como Aprendizado de Máquina para apoiar na interação com o usuário.

De forma geral, pode-se afirmar nesta pesquisa uma boa aceitação dos voluntários (paciente e cuidador) tanto no aspecto da segurança quanto no tratamento da doença envolvendo atividades cognitivas e auxílio no tratamento farmacológico. Nenhum dos trabalhos anteriores propuseram uma solução envolvendo estes três desafios comuns da vida diária de familiares que possuem indivíduos com DA.

6.6. Considerações Finais

O sistema foi testado com cinco participantes com Doença de Alzheimer em fase leve e um participante na fase moderada. A voluntária que está na fase moderada, participou somente da aplicação de atividade para estimulação cognitiva. A aplicação de rastreamento do indivíduo com DA foi avaliada pelos cuidadores. Os questionários foram respondidos pelos cuidadores que acompanharam em todo o momento as avaliações.

Dentre os participantes que avaliaram a aplicação de alerta e localização do remédio, não foi possível afirmar que os indivíduos puderam utilizar a ferramenta de forma independente pois apesar dos bons resultados, foi necessário realizar algumas intervenções ou responder a dúvidas para concluir a tarefa. Eventualmente, pode ser necessário auxílio do cuidador para realizar a tarefa. No entanto, verifica-se que esta aplicação pode servir de apoio na estimulação cognitiva e também ser muito útil para os cuidadores que também relatam esquecimento ou confusão no gerenciamento das múltiplas medicações.

Verifica-se também potencialidades da aplicação de alerta e localização da medicação com indivíduos com a Doença de Parkinson (com perdas cognitivas) e indivíduos com comprometimento cognitivo leve. Durante os experimentos, foi verificado que indivíduos com Parkinson, a partir da terceira sessão, praticamente não precisaram de intervenções para a realização da atividade.

Com relação à aplicação de atividade para estimulação cognitiva, realizada com seis participantes, nota-se uma boa aceitação por parte dos voluntários. A interação através de comandos de voz e botões virtuais pode ser utilizada pelos indivíduos com DA, desde que eles não tenham sintomas de tremor ou dificuldades na fala. A interação de álbum de fotos, juntamente com a música em ambiente de RA, foi muito bem aceita pelos participantes.

Por fim, a aplicação de segurança do paciente foi bem aceita pelos cuidadores que demonstraram interesse pela aplicação e conseguiram utilizar a aplicação de localizar, compartilhar e iniciar o resgate sem dificuldades.

É importante ressaltar que este sistema foi avaliado, inicialmente, com pacientes reais sem o módulo de Aprendizado de Máquina. Após a integração deste módulo associado ao Dialogflow, verifica-se pontos positivos e negativos. Os pontos positivos identificados são: Redução de tempo de processamento e diminuição nas linhas de código na aplicação do smartphone. Comparando com o algoritmo anterior, verifica-se uma redução significativa de formatações condicionais e instruções de repetição tais como *while* e *for*. A segunda vantagem é a flexibilização na combinação de perguntas e respostas, a partir de contextos. Com o módulo do Dialogflow, foi possível ampliar as opções de

perguntas, mesmo baseando-se nos 5W's pode-se detalhar perguntas específicas, a nível de detalhes, que possibilitam respostas mais precisas.

Com relação as desvantagens, um ponto negativo foi identificado: pequena, mas significativa lentidão na interação com o usuário, se comparado com o sistema anterior. Comparado com o sistema anterior, que já buscava todas as respostas através de um arquivo XML, neste caso, para cada pergunta realizada, uma análise é feita pelo Dialogflow para então a resposta ser recuperada do banco de dados.

Ainda, em relação à parte do reconhecimento do remédio, o algoritmo se comportou bem, considerando em estado ideal das caixas de remédio. Caixas com dobras e amassadas, que geram outro tipo de imagem após o cadastro não foram testadas.

O próximo capítulo apresenta as conclusões e trabalhos futuros desta pesquisa.

Capítulo 7

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

7.1. Conclusões

Neste trabalho, foi proposto uma arquitetura de software para auxiliar indivíduos com a Doença de Alzheimer e seus cuidadores. Uma solução utilizando uma interface de Realidade Aumentada Móvel e interação por comandos de voz e botões virtuais foi proposta para a realização de atividades cognitivas e auxílio no tratamento farmacológico. Também foi definida uma solução para a localização do indivíduo utilizando um rastreador de baixo custo e de pequeno porte.

Um aplicativo utilizando técnicas de Realidade Aumentada e interação por comandos de voz foi projetado para auxiliar no tratamento farmacológico e na realização de atividades cognitivas. Um segundo aplicativo foi feito para que o cuidador possa gerenciar e localizar o paciente. O sistema web foi implementado para integrar os dados das aplicações em um só lugar, possibilitando gerenciar melhor as informações. Importante ressaltar que essas funcionalidades estão presentes em uma só solução e até o momento não foram identificados trabalhos utilizando técnicas de RA e interação por comandos de voz para auxiliar no tratamento da Doença de Alzheimer.

Durante a avaliação do sistema, constata-se a dificuldade em encontrar indivíduos com DA na fase leve. Muitas vezes, o diagnóstico é realizado tardiamente quando o indivíduo está na fase moderada. Assim, a maioria dos pacientes do Hospital de Clínicas da UFU com Alzheimer encontram-se na fase moderada a avançada. Além disso, uma considerável porcentagem de convidados, cujo diagnóstico está na fase leve, não aceitaram realizar a avaliação. Apesar do paciente demonstrar interesse em conhecer a aplicação, o cuidador, por vezes acreditava que o paciente não teria condições de utilizar o

sistema. Também foram alegados a falta de tempo disponível para realizar a avaliação.

A aplicação para apoiar pacientes e cuidadores no gerenciamento de remédios teve uma boa aceitação dos voluntários. Dentre os cinco voluntários com a DA em fase leve, nota-se que nenhum deles tiveram dificuldades em atender o alarme verbal. Com relação a identificação do remédio correto utilizando a aplicação de RA móvel, apesar de alguns indivíduos necessitarem de mais intervenções do que outros, todos eles conseguiram localizar o remédio. Verifica-se uma melhora no desempenho de todos os participantes no decorrer das sessões. O participante com melhor desempenho para realizar esta tarefa não tinha experiência com smartphones, indicando que o sistema tem uma boa usabilidade.

Já a aplicação de auxílio na realização de atividades para o estímulo cognitivo, onde seis voluntários participaram, pode-se observar através dos formulários de avaliação uma maior aceitação dos pacientes ao interagir com a aplicação. Nota-se que os participantes ficaram mais comunicativos ao interagir com as fotos do passado através da interface de RA. A inserção da opção de ouvir músicas associadas a cada foto também foi muito bem aceita pelos participantes. A opção de utilizar botões virtuais e comandos de voz possibilitou ampliar as formas de interação, sendo mais conveniente o uso de comandos de voz para aqueles que apresentam sintomas de tremor das mãos ou que possuem mais facilidade com comunicação verbal.

A solução para rastreamento do paciente foi também muito bem aceita pela maioria dos cuidadores. A interface móvel que permite localizar no mapa onde se encontra o paciente, o compartilhamento da posição ou iniciar o resgate rapidamente, também foi bem aceita pelos cuidadores.

Com relação da arquitetura de software utilizada para comportar essas funcionalidades, pode-se constatar que, a despeito das limitações encontradas e no escopo de experimentos realizados, a mesma se manteve robusta. A arquitetura permitiu que o cuidador realizasse as ações de cadastro e edição de

dados, bem como a visualização da posição do paciente sem atraso. Pode-se constatar também o bom funcionamento das aplicações que usam interface de RAM, incluindo a integração do módulo de aprendizado de máquina a partir do Dialogflow. De fato, utilizando-se o dialogflow, foi possível ampliar a estrutura de perguntas e respostas, possibilitando-se associar as perguntas ao contexto de cada marcador de RA com as possíveis respostas.

Desta forma, pôde-se constatar uma boa aceitação deste sistema de Realidade Aumentada Móvel pelos pacientes da DA e de seus cuidadores. É possível de se concluir também que a arquitetura de software proposta se mostrou adequada para o desenvolvimento de aplicativos de RAM com as soluções propostas. Isto possibilita que trabalhos futuros continuem a pesquisa para aprimorar o uso destas tecnologias com a finalidade de apoiar a vida diária dos pacientes e seus cuidadores.

7.2. Trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, acredita-se que uma avaliação qualitativa, com um número maior de participantes pode ser realizada para obter-se novos resultados.

Acredita-se também que esta solução possa ser utilizada em usuários com outros tipos de demência em fase leve, tais como a Doença de Parkinson e em usuários com comprometimento cognitivo leve. A aplicação de lembrete e localização de medicamentos também pode ser utilizada por indivíduos que necessitam tomar múltiplos medicamentos. Desta forma, é interessante validar o uso com outros perfis de usuários que possam se beneficiar desta solução.

A aplicação de RAM pode ser expandida também para outras funcionalidades além de interagir com álbum de fotos e auxiliar na localização do remédio. Pode-se investigar o uso de RAM e outras técnicas de Visão Computacional para auxiliar indivíduos com demência no reconhecimento de objetos, locais e até pessoas.

REFERÊNCIAS

ABRAZ. Associação Brasileira de Alzheimer. Disponível em: <<http://www.abraz.org.br>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

AISEN, Paul S; PETERSEN, Ronald C; DONOHUE, Michael C; GAMST, Anthony; RAMAN, Rema; THOMAS, Ronald G; WALTER, Sarah; TROJANOWSKI, John Q; SHAW, Leslie M; BECKETT, Laurel A; JACK, Clifford R Jr; JAGUST, William; TOGA, Arthur W; SAYKIN, Andrew J; MORRIS, John C; GREEN, Robert C; WEINER, Michael W. Clinical Core of the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative: progress and plans. *Alzheimer's & dementia : the journal of the Alzheimer's Association*, v. 6, n. 3, p. 239-246, maio 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jalz.2010.03.006>>

AL-KHAF AJI, Nassir Jabir; AL-SHAHER, Mohammed Adel; AL-KHAF AJI, Mohammed Jaber; ASMAIL, Mohammed A Ahmed. Use BuildAR to Help the Alzheimer ' s disease Patients. 2013, [S.l.]: SDIWC digital library, 2013. p. 280-284.

ALZHEIMER'S ASSOCIATION. Alzheimer's Association. Disponível em: <<http://www.alz.org/dementia/types-of-dementia.asp>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

ANDRADE, VALÉRIA SOUZA; PEREIRA, Leani Souza Máximo. Influência da tecnologia assistiva no desempenho funcional e na qualidade de vida de idosos comunitários frágeis : uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 8, n. 1, p. 113-122, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1809-9823.2009120110>>

ARAÚJO, Tiago; SANTOS, Carlos; CARNEIRO, Nikolas; MEIGUINS, Bianchi; MIRANDA, Brunelli. Aplicações Android de Realidade Aumentada em Arquitetura Extensível, Flexível e Adaptável Alternative Title: Android Augmented Reality Applications in Extensible, Flexible, and Adaptable Architecture Palavras-Chave. XI Brazilian Symposium on Information System, p. 63-70, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/sbsi.2015.5802>>

ARTOOLWORKS. Artoolkit. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

ARUANNO, Beatrice; GARZOTTO, Franca. MemHolo : mixed reality experiences for subjects with Alzheimer ' s disease. p. 13517-13537, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11042-018-7089-8>>

BHATT, Jem; COMAS-HERRERA, Asst Adelina; AMICO, Francesco D; FARINA, Nicolas; GABER, Sophie; KNAPP, Prof Martin; SALCHER-KONRAD, Maximilian; STEVENS, Madeleine; WILSON, Emma; BAKER, Sue; CHAN, Su-yuan; CONSTANT, Olivier; FARRÉS, Rosa Ma; WONG, Jackie; MADDOCKS, Christine; MADRIGAL-BORLOZ, Victor; PEREL-LEVIN, Silvia. World Alzheimer Report 2019 Attitudes to dementia. Disponível em: <<https://www.alz.co.uk/research/world-report-2019>>.

BORGHI, Ana Carla; SASSÁ, Anelize Helena; MATOS, Paula Cristina Barros De; DECESARO, Maria das Neves; MARCON, Sonia Silva. Qualidade de vida de idosos com doença de alzheimer e de seus cuidadores. *Rev Gaúcha Enferm*, v. 32, n. 4, p. 751-758, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1983-14472011000400016>>

BOTTINO, Cássio M C; CARVALHO, Isabel A M; ALVAREZ, Ana Maria M A; AVILA, Renata; ZUKAUSKAS, Patrícia R; BUSTAMANTE, Sonia E Z; ANDRADE, Flávia C; HOTOTIAN, Sérgio R; SAFFI, Fabiana; CAMARGO, Cândida H P. DOENÇA DE ALZHEIMER Relato de trabalho em equipe multidisciplinar. v. 60, n. 99, p. 70-79, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0004-282X2002000100013>>

CARMO, E G; ZAZZETTA, M S; FUZARO, JUNIOR, G; MICALI, P N; MORAES, P F; COSTA, J L R. A utilização de tecnologias assistivas por idosos com Doença de Alzheimer. *Revista Kairós Gerontologia*, v. 18, n. 4, p. 311-336, 2015.

CEDRO, Carlos Costa; BETINI, Roberto Cesar. Avaliação da usabilidade e da acessibilidade na realidade aumentada sob o contexto da tecnologia assistiva. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica - CBEB 2014, p. 1309-1312, 2014.

CHANG, Yao Jen; KANG, Ya Shu; HUANG, Po Chiao. An augmented reality (AR)-based vocational task prompting system for people with cognitive impairments. *Research in Developmental Disabilities*, v. 34, n. 10, p. 3049-3056, out. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.06.026>>

COELHO, Gilson Gomes; TEIXEIRA, Patrícia Santos; NOVAK, Juliani Cristina. Os Impactos na Saúde do Cuidador Familiar de Pessoas com Doença de Alzheimer : Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina*, p. 57-71, 2015.

COLUCCI, Luisa; BOSCO, Massimiliano; FASANARO, Angiola Maria; GAETA, Giuseppe Lucio; RICCI, Giovanna; AMENTA, Francesco. Alzheimer's disease costs: what we know and what we should take into account. *Journal of Alzheimer's disease: JAD*, v. 42, n. 4, p. 1311-1324, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3233/JAD-131556>>

COPPOLA, Jf; KOWTKO, Ma; YAMAGATA, C; JOYCE, Shannon. Applying Mobile Application Development to Help Dementia and Alzheimer Patients. *Csis.Pace.Edu*, p. 1-7, 2013. Disponível em: <<http://csis.pace.edu/~ctappert/srd2013/a6.pdf>>.

CORCHADO, Juan M.; BAJO, Javier; DE PAZ, Yanira; TAPIA, Dante I. Intelligent environment for monitoring Alzheimer patients, agent technology for health care. *Decision Support Systems, Proposta Metodologica: Melhorar a assistência médica nas residências de idosos para otimizar os horários de visita, atualizar informações de pacientes e emergências e histórico. Resultados: Conclusões: Observações:*, v. 44, n. 2, p. 382-396, 2008.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.dss.2007.04.008>>

CRUZ, Thiara Joanna Peçanha Da; SÁ, Selma Petra Chaves; LINDOLPHO, Mirian da Costa; CALDAS, Célia Pereira. Estimulação cognitiva para idoso com Doença de Alzheimer realizada pelo cuidador. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 68, n. 3, p. 510-516, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0034-7167.2015680319i>>

CRUZ, Marília da Nova; HAMDAN, Amer Cavalheiro. O impacto da doença de Alzheimer no cuidador. *Psicologia em Estudo*, p. 223-229, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-73722008000200004>>

DAQRI. DAQRI. Disponível em: <<https://daqri.com/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

DE SÁ, Marco; CHURCHILL, Elizabeth F. Mobile Augmented Reality: A Design Perspective BT - Human Factors in Augmented Reality Environments. In: HUANG, WEIDONG; ALEM, LEILA; LIVINGSTON, MARK A (Org.). . New York, NY: Springer New York, 2013. p. 139-164. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4205-9_6>

DUBOIS, Bruno et al. Revising the definition of Alzheimer's disease: A new lexicon. *The Lancet Neurology*. England: [s.n.], nov. 2010

DÜNSER, Andreas; GRASSET, Raphael; SEICHTER, Hartmut; BILLINGHURST, Mark. Applying HCI Principles in AR Systems Design. 2nd International Workshop on Mixed Reality User Interfaces: Specification, Authoring, Adaptation (MRUI 2007), 2007.

FELEKE, Senafikish Amsalu; MULATU, Muluadam Abebe; YESMAW, Yeshaneh Seyoum. Medication administration error: magnitude and associated factors among nurses in Ethiopia. *BMC nursing*, v. 14, p. 53, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12912-015-0099-1>>

Fisher Center for Alzheimer. Disponível em: <<https://www.alzinfo.org/articles/therapeutic-activities/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

FORLENZA, Orestes V. Tratamento farmacológico da doença de Alzheimer. *Revista de Psiquiatria Clínica*, v. 32, n. 3, p. 137-148, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-60832005000300006>>

GACEM, Mohamed Ait; ALGHLAYINI, Saifeddin; SHEHIEB, Wessam; SAEED, Muaid; GHAZAL, Ahmed; MIR, Mustahsan. Smart Assistive Glasses for Alzheimer's Patients. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ISSPIT47144.2019.9001827>>

GARCÍA-BETANCES, Rebeca I.; ARREDONDO WALDMEYER, María Teresa; FICO, Giuseppe; CABRERA-UMPIÉRREZ, María Fernanda. A succinct overview of virtual reality technology use in Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, v. 7, n. APR, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00080>>

GAUTHIER, Serge; CUMMINGS, Jeffrey; BALLARD, Clive; BRODATY, Henry; GROSSBERG, George; ROBERT, Philippe; LYKETSOS, Constantine. Management of behavioral problems in Alzheimer's disease. *International psychogeriatrics*, v. 22, n. 3, p. 346-372, maio 2010. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1017/S1041610209991505>>

GIGADRILL. Android Ultimate Plugin. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/android-ultimate-plugin-38872>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

GMBH, Wikitude. Wikitude SDK. Disponível em: <<https://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

GOEL, Isha; KUMAR, Dilip. Design and Implementation of Android Based Wearable Smart Locator Band for People with Autism , Dementia , and Alzheimer. *Advances in electronics*, v. 2015, p. 8, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2015/140762>>

GOOGLE. Android developers. Disponível em: <<https://developer.android.com>>.

GOOGLE. Dialogflow. Disponível em: <<https://dialogflow.com/>>. Acesso em: 7 abr. 2020b.

HAMIDIA, Mahfoud; ZENATI, Nadia; BELGHIT, Hayet; GUETITENI, Kamila; ACHOUR, Nouara. Voice Interaction Using Gaussian Mixture Models for Augmented Reality Applications. 4th International Conference on Electrical Engineering (ICEE), n. Icee, p. 1-6, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/INTEE.2015.7416773>>

HART, Geoff. The five W's: an old tool for the new task of audience analysis. *Technical Communication* 43, p. 139-145, 1996.

HERVÁS, Ramón; BRAVO, José; FONTECHA, Jesús. An assistive navigation system based on augmented reality and context awareness for people with mild cognitive impairments. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 18, n. 1, p. 368-374, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/JBHI.2013.2266480>>

HSIAO, Kuei Fang; RASHVAND, Habib F. Data modeling mobile augmented reality: integrated mind and body rehabilitation. *Multimedia Tools and Applications*, v. 74, n. 10, p. 3543-3560, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11042-013-1649-8>>

HUANG, Shih Chang; CHANG, Hong Yi; JHU, Yu Chen; CHEN, Guan You. The intelligent pill box - Design and implementation. *Digest of Technical Papers - IEEE International Conference on Consumer Electronics*, p. 235-236, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICCE-TW.2014.6904076>>

INC., Autodesk. Maya. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/maya/overview>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

INGLOBE TECHNOLOGIES. ARmedia - Augmented Reality Media. Disponível em: <<http://www.armedia.it/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

INOUE, Keika; PEDRAZZANI, Elisete Silva; CRISTINA, Sofia; PAVARINI, Iost. Influência da doença de Alzheimer na percepção de qualidade de vida do idoso *. *Rev Esc Enferm USP*, v. 44, n. 4, p. 1093-1099, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0080-62342010000400034>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

JODDRELL, Phil; ASTELL, J Arlene. Studies Involving People With Dementia and Touchscreen Technology: A Literature Review. *JMIR Rehabil Assist Technol*, v. 3, n. 2, p. e10, nov. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.2196/rehab.5788>>

KALAI CHELVAM, Yasothaa; ZAMIN, Norshuhani. M3DITRACK3R: A design of an automated patient tracking and medicine dispensing mobile robot for senior citizens. *I4CT 2014 - 1st International Conference on Computer, Communications, and Control Technology, Proceedings*, n. I4ct, p. 36-41, 2014.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/I4CT.2014.6914141>>

KANNO, KEYNES MASAYOSHI; LAMOUNIER JR, EDGARD AFONSO; LOPES, Ederaldo José. Sistema de Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis para Auxiliar no Tratamento da Doença de Alzheimer. 2011a. 2011. Disponível em: <<http://www.bdtu.ufu.br/>>.

KANNO, KEYNES MASAYOSHI; LAMOUNIER JR, EDGARD AFONSO; LOPES, Ederaldo José. Sistema de Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis para Auxiliar no Tratamento da Doença de Alzheimer. 2011b. 2011.

KANNO, K M; LAMOUNIER, E A; CARDOSO, A; LOPES, E J; LIMA, G F Mendes De. Augmented Reality System for Aiding Mild Alzheimer Patients and Caregivers. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, p. 593-594, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446143>>

KARAGEORGOS, G; ANDREADIS, I; PSYCHAS, K; MOURKOUSIS, G; KIOURTI, A; LAZZI, G; NIKITA, K S. The Promise of Mobile Technologies for the Health Care System in the Developing World : A Systematic Review. v. 3, 2018.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/RBME.2018.2868896>>

KENZO; KANG, Ya-shu; HUANG, Po-chiao. Research in Developmental Disabilities An augmented reality (AR) -based vocational task prompting system for people with cognitive impairments. *Research in Developmental Disabilities*, v. 34, n. 10, p. 3049-3056, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.06.026>>

KIBAYASHI, Kazuhiko; SHOJO, Hideki. Accidental Fatal Hypothermia in Elderly People with Alzheimer's Disease. *Medicine, Science and the Law*, v. 43, n. 2, p. 127-131, 1 abr. 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1258/rsmmsl.43.2.127>>.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. *Realidade Virtual e Aumentada Aplicações e Tendências*, p. 151, 2011.

KOUTKIAS, Vassilis; KILINTZIS, Vassilis; BEREDIMAS, Nikolaos; MAGLAVERAS, Nicos. Leveraging medication safety through mobile computing: Decision support and guidance services for adverse drug event prevention. *Proceedings of the 2014 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare - "Transforming Healthcare Through Innovations*

- in Mobile and Wireless Technologies", MOBIHEALTH 2014, p. 19-22, 2015.
Disponível em: <<https://doi.org/10.4108/icst.mobihealth.2014.257531>>
- KOWTKO, Marc. Using assistive technologies to improve lives of older adults and people with disabilities BT - 2012 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference, LISAT 2012, May 4, 2012 - May 4, 2012. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/LISAT.2012.6223205>>
- LECHETA, Ricardo R. Google Android. 5. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- LEE, Juhwan; HWANG, Sangwon; LEE, Jisun. applied sciences Comparative Performance Characterization of Mobile AR Frameworks in the Context of AR-Based Grocery Shopping Applications. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/app10041547>>
- LENARDT, Maria Helena; WILLIG, Mariluci Hautsch; SEIMA, Márcia Daniele; PEREIRA, Letice de Freitas. A condição de saúde e satisfação com a vida do cuidador familiar de idoso com alzheimer. Colombia Medica, v. 42, n. 2 SUPPL.1, p. 17-25, 2011.
- LIKERT, Rensis. A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology, v. 1, p. 1-55, 1932.
- LIMITED, Z Y International. Coban tk-102b. Disponível em: <http://gpsrf.ru/download/usermanual_tk102b_eng.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2020.
- LOEWENSTEIN, D. A; CZAJA, Sara J; D, Ph; DUARA, Ranjan. Cognitive Rehabilitation of Mildly Impaired on Cholinesterase Inhibitors. Psychiatry: Interpersonal and Biological Processes, n. August, p. 395-402, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1097/00019442-200407000-00007>>
- MAXON COMPUTER. Cinema 4D. Disponível em: <<https://www.maxon.net/en/products/cinema-4d/overview/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.
- MFG WISTA PROGRAM. AndAR - Android Augmented Reality. Disponível em: <<https://github.com/openube/andar>>. Acesso em: 7 abr. 2020.
- MICROSOFT. Universal Windows Platform. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/uwp/get-started/universal-application-platform-guide>>. Acesso em: 7 abr. 2020.
- MIYAMOTO, Yuki; ITO, Hiroto; OTSUKA, Toshio; KURITA, Hiroshi. Caregiver burden in mobile and non-mobile demented patients: A comparative study. International journal of geriatric psychiatry, v. 17, p. 765-773, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/gps.694>>
- MOHRI, Mehryar; ROSTAMIZADEH, Afshin; TALWALKAR, Ameet. Foundations of Machine Learning. Second Edi ed. [S.l.]: MIT Press, 2018.
- MONDOL, Abu Sayeed; EMI, Ifat Afrin; STANKOVIC, John A. MedRem : An Interactive Medication Reminder and Tracking System on Wrist Devices. 2016 IEEE Wireless Health (WH), p. 1-8, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/WH.2016.7764555>>

- MOREL, Annemie; BORMANS, Kasper; ROMBOUTS, Kristien. Memory palaces to improve quality of life in dementia. 2015 Conference on Raising Awareness for the Societal and Environmental Role of Engineering and (Re)Training Engineers for Participatory Design (Engineering4Society), n. 6, p. 80-84, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/Engineering4Society.2015.7177904>>
- NEMETSCHEK GROUP. Scia Engineer. Disponível em: <<https://www.scia.net/pt/software/scia-engineer>>. Acesso em: 7 abr. 2019.
- NOGUEIRA, Cero; SANTOS, D O S. Aprendizado de máquina na identificação de sintagmas nominais : o caso do português Rio de Janeiro. 2005.
- OGAWA, Hidekuni; MAKI, Hiromichi; YONEZAWA, Yoshiharu; CALDWELL, W. Morton. A new safety support system for wandering elderly persons. Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS, p. 5232-5235, 2011.
- OHSAGA, Atsushi; KONDOH, Katsuyuki. Bedside medication safety management system using a PDA and RFID tags. 2013 7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT), p. 85-89, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ISMICT.2013.6521705>>
- OLIVEIRA, Luciene Chagas De. Navegação Indoor em Realidade Aumentada Móvel para Cadeirantes. 2015. 101 f. Universidade Federal de Uberlândia, 2015.
- OLIVEIRA, Luciene Chagas De. Realidade Aumentada Móvel Aplicada na Navegação Indoor para Cadeirantes. 2017. 154 f. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.17648/seb-2016-53273>>
- OLIVEIRA, Renato; BARRETO, Ana; CARDOSO, Artur; DUARTE, Cândido; SOUSA, Filipe. Environment-Aware System for Alzheimer's Patients. Proceedings of the 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare - "Transforming healthcare through innovations in mobile and wireless technologies", p. 8-11, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.4108/icst.mobihealth.2014.257523>>
- ONG, S K; SHEN, Y; ZHANG, J; NEE, A Y C. Augmented Reality in Assistive Technology and Rehabilitation Engineering BT - Handbook of Augmented Reality. In: FURHT, BORKO (Org.). . New York, NY: Springer New York, 2011. p. 603-630. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_28>
- PARASURAMAN, Subramani; SAM, Aaseer Thamby; YEE, Stephanie Wong Kah; CHUON, Bobby Lau Chik; REN, Lee Yu. Smartphone usage and increased risk of mobile phone addiction: A concurrent study. International Journal of Pharmaceutical Investigation, v. 7, n. 3, p. 125-131, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/jphi.JPHI_56_17>
- PAVARINI, IOST, SOFIA C.; MELO, LARISSA C. DE; SILVA, VIVIANE M.; ORLANDI, FABIANA DE S.; MENDIONDO, MARISA S. Z.; FILIZOLA, CARMEN L. A.; BARHAM, Elizabeth J. Cuidando de idosos com Alzheimer: a vivência de cuidadores familiares Caring for elders with Alzheimer's disease: experiences of family caregivers Cuidando de ancianos con Alzheimer: la vivencia de los cuidadores familiares Sofia Cristina Iost Pavarini. Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 10, n. 3, p. 580-590, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.5216/ree.v10.46488>>

PIKKART SRL. Pikkart - Technologies that reinvent your reality. Disponível em: <<http://www.pikkart.com>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PINTO, Meiry Fernanda; BARBOSA, Dulce Aparecida; DE LUCENA FERRETI, Ceres Eloah; DE SOUZA, Lúcia Ferreira; FRAM, Dayana Souza; BELASCO, Angelica Gonçalves Silva. Qualidade de vida de cuidadores de idosos com doença de Alzheimer. *ACTA Paulista de Enfermagem*, v. 22, n. 5, p. 652-657, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-21002009000500009>>

PLASSMAN, B. L.; LANGA, K. M.; FISHER, G. G.; HEERINGA, S. G.; WEIR, D. R.; OFSTEDAL, M. B.; BURKE, J. R.; HURD, M. D.; POTTER, G. G.; RODGERS, W. L.; STEFFENS, D. C.; WILLIS, R. J.; WALLACE, R. B. Prevalence of dementia in the United States: The aging, demographics, and memory study. *Neuroepidemiology*, v. 29, n. 1-2, p. 125-132, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1159/000109998>>

PRINCE, Martin; COMAS-HERRERA, Adelina; KNAPP, Martin; GUERCHET, Maëlen; KARAGIANNIDOU, Maria. World Alzheimer Report 2016 Improving healthcare for people living with dementia. Coverage, Quality and costs now and in the future. p. 1-140, 2016. Disponível em: <<https://www.alz.co.uk/research/world-report-2016>>.

PTC INC. Vuforia Developer Portal. Disponível em: <<https://developer.vuforia.com/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

QUINTANA, Eduardo; FAVELA, Jesus. Augmented reality annotations to assist persons with Alzheimers and their caregivers. *Personal and Ubiquitous Computing*, v. 17, n. 6, p. 1105-1116, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00779-012-0558-6>>

RICHARDS, Mark. O'Reilly - Software Architecture Patterns. Disponível em: <<https://www.oreilly.com/library/view/software-architecture-patterns/9781491971437/ch01.html>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

ROHRBACH, Nina; GULDE, Philipp; ARMSTRONG, Alan Robert; HARTIG, Linda; ABDELRAZEQ, Anas; SCHRÖDER, Stefan; NEUSE, Johanne; GRIMMER, Timo; DIEHL-SCHMID, Janine; HERMSDÖRFER, Joachim. An augmented reality approach for ADL support in Alzheimer ' s disease : a crossover trial. p. 1-11, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12984-019-0530-z>>

SAMSON, Séverine. Efficacy of non-pharmacological interventions in dementia: methodological requirements. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, From Duplicate 2 (EFFICACY OF NON-PHARMACOLOGICAL INTERVENTIONS IN DEMENTIA: METHODOLOGICAL REQUIREMENTS - Samson, Séverine), v. 13, n. 7, p. P1209, 1 jul. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.07.372>>

SANTANA, ROSIMERE & DOS SANTOS ALMEIDA, KATIA & AURORA MELLO SAVOLDI, Nina. Indicators of the applicability of nursing instructions in the daily lives of Alzheimer patient caregivers. *Revista da Escola de Enfermagem da U S P*, v. 43, p. 459-464, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0080-62342009000200028>>

SCHOENMAKERS, Birgitte; BUNTINX, Frank; DELEPELEIRE, Jan. Factors determining the impact of care-giving on caregivers of elderly patients with dementia. A systematic literature review. *Maturitas*, v. 66, n. 2, p. 191-200, jun. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2010.02.009>>

SCRUM.ORG. What is Scrum. Disponível em: <<https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>>. Acesso em: 18 maio 2020.

SENDRA, Sandra; GRANELL, Emilio; LLORET, Jaime; RODRIGUES, Joel J P C. Smart collaborative system using the sensors of mobile devices for monitoring disabled and elderly people. *IEEE International Conference on Communications, Proposta Metodologica: Resultados: Conclusões: Observações:*, p. 6479-6483, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICC.2012.6364935>>

SHIGUEMOTO, Gilve Orlandi Bannitz. Doença de Alzheimer e Cuidador Familiar Principal: estudo da clientela do Programa do Medicamento de Dispensação Excepcional do Município de São Carlos. p. 68, 2010.

SILVA, Bruno M.; LOPES, Ivo M.; MARQUES, Mickael B.; RODRIGUES, Joel J P C; PROENÇA, Mario L. A mobile health application for outpatients medication management. *IEEE International Conference on Communications*, p. 4389-4393, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICC.2013.6655256>>

SILVA, Leonildo C. Aprendizado de Máquina com Treinamento Continuado Aplicado à Previsão de Demanda de Curto Prazo: O Caso do Restaurante Universitário da Universidade Federal de Uberlândia. p. 109, 2019.

SIMON, Phil. Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data. 1 edição ed. New Jersey: Wiley, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9781119204039>>

SMITH, Amanda L.; CHAPARRO, Barbara S. Smartphone Text Input Method Performance, Usability, and Preference With Younger and Older Adults. *Human Factors*, v. 57, n. 6, p. 1015-1028, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0018720815575644>>

SVANSODOTTIR, H B; SNAEDAL, J. Music therapy in moderate and severe dementia of Alzheimer's type: a case-control study. *International Psychogeriatrics*, v. 18, n. 4, p. 613-621, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1041610206003206>>

SWAMYNATHAN, Manohar. Mastering Machine Learning with Python in six Steps. [S.l.]: Apress, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2866-1>>

THACH, Kong Saoane. A qualitative analysis of user reviews on mental health apps: who used it? for what? and why? 2019 IEEE-RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF), p. 1-4, 2017.

TOYAMA, Takumi; SONNTAG, Daniel. Towards Episodic Memory Support for Dementia Patients by Recognizing Objects, Faces and Text in Eye Gaze. *KI 2015: Advances in Artificial Intelligence: 38th Annual German Conference on AI*, Dresden, Germany, September 21-25, 2015, Proceedings, p. 316-323, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24489-1_29>

TRIMBLE INC. SketchUp. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/pt-BR>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

TROJANOWSKI, John Q.; ARNOLD, Steven E.; KARLAWISH, Jason H.; NAYLOR, Mary; BRUNDEN, Kurt R.; LEE, Virginia M Y. A model for improving the treatment and care of Alzheimer's disease patients through interdisciplinary research. *Alzheimer's and Dementia*1. John Q. Trojanowski, Steven E. Arnold, Jason H. Karlawish, Mary Naylor, Kurt R. Brunden, and Virginia M Y Lee. 2012. A model for improving the treatment and care of Alzheimer's disease patients through interdisciplinary research, v. 8, n. 6, p. 564-573, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.08.005>>

TSAI, P. H.; CHUANG, Y. T.; CHOU, T. S.; LIU, J. W S; SHIH, C. S. iNuC: An intelligent mobile nursing cart. *Proceedings of the 2009 2nd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics, BMEI 2009*, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/BMEI.2009.5305225>>

UNITY TECHNOLOGIES. Unity Documentation. Disponível em: <<https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

VAN BRUMMELEN, Glen Robert. *Heavenly Mathematics: The Forgotten Art of Spherical Trigonometry*. Princeton University Press: [s.n.], 2015.

Vectorworks. Disponível em: <<https://www.vectorworks.net/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

VERGARA, Jeisson A; RAM, Yesika M; CAMARGO, Jorge E; NARI, Antonio. A pervasive and ubiquitous mobile health application for tracking people with disabilities *Aplicaci ' on m ' ovil pervasiva y ubicua para el monitoreo de personas con discapacidades*. p. 206-213, 2015.

VU NGUYEN, Khue. Special Issue: Alzheimer's disease. *AIMS Neuroscience*, v. 5, n. 1, p. 74-80, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2018.1.74>>

WAI SOON, Saik; WEI, Lee Tsu; MAHINDERJIT SINGH, Manmeet; HUSIN, Mohd Heikal. INdoor-OUtdoor Elderly CARing SystEm (NOTECASE). *2nd International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies, ISTMET 2015 - Proceeding*, p. 136-141, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ISTMET.2015.7359017>>

WEYNE, Gastão Rúbio de Sá. Determinação do tamanho da amostra em pesquisas experimentais na área de saúde. *Arq. méd. ABC*, p. 87-90, 2004.

WOOD, S; MCCRINDLE, R J. Augmented reality discovery and information system for people with memory loss. *International Conference of Disability, Virtual Reality & Associated Technologies Laval 2012 ICDVRAT*, p. 10-12, 2012.

WOODILL, Gary. *The mobile learning edge: tools and technologies for developing your teams*. [S.l.]: McGraw-Hill Professional, 2011.

Xamarin. Disponível em: <<https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/xamarin>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

Xcode. Disponível em: <<https://developer.apple.com/xcode/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

YANG, Cheng-Yi; TSAI, Ming-Chieh; CHEN, Ray-Jade; LO, Yu-Sheng; KANG, Lan-Ying; LIU, Chien-Tsai. Developing an Intelligent Cross-Facility-Based Therapeutic Decision Reminder Engine. 2016 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI), p. 308-308, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICHI.2016.50>>

YU, Junwei; FANG, Lu; LU, Chuazheng; AZUMA, Ronald; BILLINGHURST, Mark; KLINKER, Gudrun; ARCHITECTURE, Adaptable; CARNEIRO, Nikolas. Computers & Graphics Special Section on Mobile Augmented Reality. Computers and Graphics, v. 35, n. 4, p. vii-viii, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cag.2011.05.002>>

YUCE, Yilmaz Kemal; GULKESEN, Kemal Hakan. CaregiverNet: A novel social support intervention for locating and securing wandering Alzheimer's patients as soon as possible. 2013 9th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, IWCMC 2013, p. 1405-1411, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/IWCMC.2013.6583762>>

ANEXO A

Questionário para Avaliação do Perfil do Participante da Pesquisa

1 – Dados do participante da pesquisa

1.1. Sexo: () masculino () feminino

1.2. Idade:

1.3. Escolaridade máxima:

() Ensino Fundamental (1ª até 8ª série)

() Ensino Médio (1º até 3º ano)

() Ensino Técnico

() Curso Superior

() Pós-Graduação

1.4. O participante da pesquisa foi diagnosticado com a Doença de Alzheimer ou outro tipo de demência por um médico?

☐ sim ☐ não

1.4. O participante da pesquisa foi diagnosticado com a déficit cognitivo leve por um médico?

☐ não ☐ sim. Se sim, qual a causa?

1.5. Em que fase da Doença de Alzheimer o participante da pesquisa se encontra:

☐ leve ☐ moderada ☐ avançada ☐ não possui

1.6. Possui outra(s) doença(s). Se sim, qual(is):

2 – Dados do Responsável pelo participante da pesquisa

2.1. Sexo: () masculino () feminino

2.2. Idade:

2.3. Escolaridade máxima:

() Ensino Fundamental (1ª até 8ª série)

() Ensino Médio (1º até 3º ano)

() Ensino Técnico

() Curso Superior

() Pós-Graduação

2.4. Perfil do responsável pelo participante da pesquisa:

☐ cônjuge ☐ filho(a) ☐ pai/mãe ☐ irmã(o) ☐ tio(a) ☐ primo(a) ☐
neto(a) ☐ genro/nora ☐ cunhado(a) ☐ amigo ☐ profissional

3. Perfil do participante da pesquisa

3.1. Qual o grau de experiência do participante da pesquisa com o uso de tecnologia e computadores?

☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo

3.2. Qual o grau de experiência do participante da pesquisa com uso de softwares para celulares ?

☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo

3.3. O participante da pesquisa conhece a tecnologia de Realidade Aumentada ?

☐ Sim ☐ Não

3.4 O participante da pesquisa possui quais limitações ou dificuldades físicas?

ANEXO B

Questionário para Avaliação do Sistema

Com relação a funcionalidade de alarme:

1. O sistema conseguiu alertar o participante da pesquisa para realizar a atividade?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
2. O participante da pesquisa atendeu o alarme corretamente?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
3. O participante da pesquisa conseguiu realizar a atividade proposta pelo alarme?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
4. Qual foi o sentimento do participante da pesquisa ao interagir com o alarme?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo

Com relação a funcionalidade de auxílio na ingestão de medicamentos:

5. O sistema alertou corretamente no horário de ingestão de medicamentos?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
6. O participante da pesquisa conseguiu identificar o medicamento correto?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
7. Qual foi o sentimento do participante da pesquisa ao interagir com os remédios?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo

Com relação a funcionalidade de segurança do participante da pesquisa:

1. Você conseguiu localizar o participante da pesquisa?
☐ Muito Fácil ☐ Fácil ☐ Mais ou menos ☐ Difícil ☐ Muito difícil
2. Qual o grau de importância da funcionalidade de localização para você?
☐ Muito importante ☐ importante ☐ indiferente ☐ desnecessário

Com relação a funcionalidade de interação com fotos e imagens:

3. O participante da pesquisa conseguiu interagir via comando de voz?
☐ Muito Fácil ☐ Fácil ☐ Mais ou menos ☐ Difícil ☐ Muito difícil
4. O participante da pesquisa conseguiu interagir via botão virtual?
☐ Muito Fácil ☐ Fácil ☐ Mais ou menos ☐ Difícil ☐ Muito difícil
5. O participante da pesquisa preferiu qual tipo de botão virtual?
☐ Botão com Ícones ☐ Botão com Texto ☐ Indiferente ☐ Nenhum
6. O participante da pesquisa conseguiu entender a resposta do sistema?
☐ Muito Fácil ☐ Fácil ☐ Mais ou menos ☐ Difícil ☐ Muito difícil
7. Qual foi o sentimento do participante da pesquisa ao interagir com as fotos?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
8. Qual foi o sentimento do participante da pesquisa ao ouvir as músicas relacionadas com as fotos?
☐ Excelente ☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Ruim ☐ Péssimo
9. Você ficou satisfeito com as funcionalidades do sistema?
☐ Muito Satisfeito ☐ Satisfeito ☐ Indiferente ☐ Insatisfeito ☐ Muito insatisfeito

10. Vantagens do sistema:

11. Desvantagens o sistema e dificuldades ao usar o sistema:

12. Observações / Sugestões:

ANEXO C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “(Sistema de Realidade Aumentada Móvel sob contexto de Tecnologia Assistiva para auxiliar pacientes com a Doença de Alzheimer e outras demências em fase leve)”, sob a responsabilidade dos pesquisadores (Keynes Masayoshi Kanno, Edgard Afonso Lamounier Junior, Alexandre Cardoso e Ederaldo José Lopes).

Nesta pesquisa nós estamos buscando analisar, desenvolver e avaliar um software que auxilie você nas atividades da vida diária (alimentação, exercícios físicos, ouvir música, ingerir remédios e vitaminas), reconhecimento de objetos importantes e além disso, oferecer a possibilidade do responsável pelo participante da pesquisa de localizá-lo, caso ocorra riscos de você se perder fora da residência.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador Keynes Masayoshi Kanno antes de iniciar a reunião com vocês. Este termo será entregue em sua residência sob os cuidados do familiar responsável. A utilização do sistema será realizada em sua residência ou em um ambiente onde você está mais familiarizado. Precisamos do apoio de vocês para preencher um questionário para avaliar o sistema. Nós iremos tirar algumas fotos e filmar por alguns segundos da avaliação somente para comprovar a realização da pesquisa perante a banca examinadora e a revista, mas que em nenhum momento vocês serão identificados nas pesquisas, preservando-se sua identidade. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar na pesquisa.

Caso ocorra problemas na avaliação deste sistema, acredita-se que podem ocorrer dificuldades em utilizar o software podendo causar desconforto e

desconfiança. No entanto, para evitar que estes riscos ocorram, iremos realizar um treinamento específico com vocês. Neste treinamento, iremos ensinar e exemplificar a utilização de forma didática e apresentaremos os possíveis benefícios da utilização. Além disso, existe o risco de vocês serem identificados. Entretanto, tomaremos todas as medidas para que isto não ocorra. Ajustaremos os vídeos e imagens (se houver) para não permitir a identificação do participante.

Com relação aos benefícios esperados temos os seguintes: melhorar a sua segurança, possibilitando encontra-lo rapidamente caso se perca; identificar possível risco de queda, caso venha a acontecer; auxílio na ingestão de medicamento no horário prescrito pelo médico além de auxiliar na identificação do remédio correto que você deve tomar diariamente; promover atividades cognitivas através da interação com figuras, fotos e objetos reais promovendo assim uma melhora cognitiva e bem-estar.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados, devendo o pesquisador responsável devolver-lhe o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por você.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Keynes Masayoshi Kanno, Edgard Afonso Lamounier Junior, Ederaldo José Lopes no telefone 34-3239-4707, localizado no endereço Bloco 3N, Sala 114, Avenida João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia, Minas Gerais. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir

para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, de de 20.....

Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do participante da pesquisa

ANEXO D

Documento de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa

O projeto foi submetido em 27/11/2017 e aprovado pelo comitê de ética em 20/12/2017

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Sistema de Realidade Aumentada Móvel sob contexto de Tecnologia Assistiva para auxiliar pacientes com a Doença de Alzheimer
 Pesquisador Responsável: Keynes Masayoshi Kanno
 Área Temática:
 Versão: 2
 CAAE: 71365417.8.0000.5152
 Submetido em: 27/11/2017
 Instituição Proponente: Faculdade de Engenharia Elétrica
 Situação da Versão do Projeto: Aprovado
 Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
 Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Receção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_952443

+ DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação *	Pesquisador Responsável *	Versão *	Submissão *	Modificação *	Situação *	Exclusiva do Centro Coord. *	Ações
PO	Keynes Masayoshi Kanno	2	27/11/2017	20/12/2017	Aprovado	Não	   