

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

**VASCO JUNQUEIRA MORGADO FILHO**

**ALZHECALC: UM APLICATIVO DIGITAL PARA AVALIAR  
ESTADIAMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER**

**GUARAPUAVA, PR**

**2022**

**VASCO JUNQUEIRA MORGADO FILHO**

**ALZHECALC: UM APLICATIVO DIGITAL PARA AVALIAR  
ESTADIAMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT, para a obtenção do título de Mestre.

Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Sartori Bonini  
Orientadora

GUARAPUAVA,PR  
2022

Catálogo na Publicação  
Rede de Bibliotecas da Unicentro

M848a Morgado Filho, Vasco Junqueira  
Alzhecalc: um aplicativo digital para avaliar estadiamento da doença de Alzheimer / Vasco Junqueira Morgado Filho. – – Guarapuava, 2022.  
xiii, 77 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação-PROFNIT. Área de Concentração: Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia, 2022.

Orientadora: Juliana Sartori Bonini  
Banca examinadora: Ary Henrique Moraes de Oliveira, Daiane Priscilla Simão

Bibliografia

1. mHealth. 2. eHealth. 3. Aplicativo. 4. Demência. 5. Clinical Dementia Rating. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT.

CDD 616.831

**VASCO JUNQUEIRA MORGADO FILHO**

**ALZHECALC: UM APLICATIVO DIGITAL PARA AVALIAR  
ESTADIAMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - PROFNIT-Ponto Focal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 22 de junho de 2022.

Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Sartori Bonini  
Orientadora

Prof. Dr. Ary Henrique Moraes de Oliveira  
Universidade Federal do Tocantins

Prof.<sup>a</sup> Dra. Daiane Priscilla Simão  
Instituto para Pesquisa do Câncer

GUARAPUAVA,PR

2022

## AGRADECIMENTOS

À Deus, agradeço pela vida.

À minha família, minha esposa Claudia e minhas filhas Julia e Luma, pela paciência, força, incentivo e compreensão nos momentos difíceis, e que foram muitos, pois elas não me deixaram esmorecer.

Aos meus pais, Mercedes e Vasco (*in memoriam*), pelos ensinamentos, valores e incentivo ao crescimento.

Aos meus irmãos Bela, Luiz Carlos (*in memoriam*) e Cândida pelos ensinamentos da vida e transmissão de conhecimentos.

À minha orientadora, professora Dra. Juliana Sartori Bonini pela dedicação e paciência no processo de orientação e realização desse trabalho.

Agradeço a professora Dra. Daiane e ao professor Dr. Ary, membros da banca examinadora, pelo tempo e pela disponibilidade em participar desse trabalho.

Agradeço aos profissionais médicos, que voluntariamente deram sua contribuição na validação do aplicativo.

A todos os docentes, coordenação e secretaria do PROFNIT, Ponto Focal UNICENTRO, pelo suporte ao longo do mestrado.

À UNICENTRO, por oferecer um ensino, pesquisa e extensão de qualidade para a comunidade.

E a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

MORGADO FILHO, Vasco Junqueira. **Alzhecalc: Um Aplicativo Digital para avaliar o estadiamento da doença de Alzheimer**. 2022. 77 f. (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava. 2022.

Demência é uma síndrome crônica, caracterizada por alterações psicossociais, da memória, intelecto e personalidade, sendo a doença de Alzheimer a forma mais comum da doença. Essa doença até o presente momento não tem cura, mas pode ter seu avanço retardado quanto mais precoce for o diagnóstico e o tratamento. Dessa forma, o paciente pode ter uma maior qualidade de vida se a sua condição e restrições cognitivas forem melhor compreendidas pelo seu cuidador e equipe de saúde. Para a avaliação do estágio de demência o Clinical Dementia Rating (CDR) é frequentemente utilizado, pois apresenta um grande grau de confiabilidade. No entanto, essa ferramenta apresenta algumas limitações em sua aplicação, tais como: o tempo de administração, dependência de informações de origem colateral e julgamento clínico. Essas limitações acabam afetando a avaliação e estimativa dos itens subjetivos no teste do CDR. Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento e validação de um aplicativo para dispositivos móveis, chamado Alzhecalc, com função de avaliar o estadiamento pelo Clinical Dementia Rating de pacientes com doença de Alzheimer. O trabalho trata-se de uma pesquisa metodológica do tipo aplicada. Como metodologia para o desenvolvimento do aplicativo Alzhecalc, foi utilizado o software de ambiente Android Studio e plataforma Flutter. O aplicativo digital foi desenvolvido para utilização nos ambientes Android e iOS. O software em questão gera a partir do padrão de respostas a questões do questionário CDR, computando o estadiamento do paciente em questão na escala CDR, que se estende de 0 (sem demência) a 3 (demência severa). Nesse sentido, como principais resultados do uso do aplicativo foi possível verificar: a. o uso da internet na avaliação do estadiamento da doença Alzheimer proporciona facilidade na utilização de dados e históricos clínicos previamente armazenados; b. otimiza a avaliação do estadiamento da doença e por estar adaptado para o idioma português; c. reduz o tempo de aplicação do questionário; e, d. auxilia no julgamento clínico e na experiência do profissional. Dessa forma, é sugestivo que o aplicativo Alzhecalc possa promover uma maior facilidade para os profissionais da saúde e

pesquisadores para avaliar o estadiamento da doença de Alzheimer. Portanto, implica também em uma abordagem clínica e intervenções precoces, podendo proporcionar uma qualidade de vida melhor para esses pacientes.

**Palavras-Chave:** mHealth; eHealth; Aplicativo; Demência; Clinical Dementia Rating.

## ABSTRACT

MORGADO FILHO, Vasco Junqueira. **Alzhecalc: Um Aplicativo Digital para avaliar o estadiamento da doença de Alzheimer**. 2022. 77 f. (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava. 2022.

Dementia is a chronic syndrome characterized by psychosocial, memory, intellect and personality changes, with Alzheimer's disease being the most common form of the disease. There is no cure for this disease, but its progress may be delayed the earlier the diagnosis and treatment are made. In this way, the patient can have a better quality of life if their condition and cognitive restrictions are better understood by their caregiver and health team. The Clinical Dementia Rating (CDR) is frequently used to assess the stage of dementia, as it has a high degree of reliability. However, this tool has some limitations in its application, such as: administration time, dependence on collateral information and clinical judgment. These limitations end up affecting the evaluation and estimation of the subjective items of the CDR test. In this sense, the present research aimed at the development and validation of an application for mobile devices, called Alzhecalc, with the function of evaluating the staging by the Clinical Dementia Rating of patients with Alzheimer's disease. The work is a methodological research of the applied type. As a methodology for the development of the Alzhecalc application, the Android Studio environment software and Flutter platform were used. The digital application was developed for use in Android and iOS environments. The software in question generates from the pattern of responses to questions from the CDR questionnaire, computing the staging of the patient in question on the CDR scale, which ranges from 0 (no dementia) to 3 (severe dementia). In this sense, as the main results of using the application, it was possible to verify: a. the use of the internet in the assessment of the staging of Alzheimer's disease provides ease of use of previously stored data and clinical histories; B. optimizes the assessment of the staging of the disease and because it is adapted to the Portuguese language; ç. reduces the time of application of the questionnaire; and d. assists in clinical judgment and professional experience. In this way, it is suggestive that the Alzhecalc application can promote greater ease for health professionals and researchers to assess the staging of Alzheimer's disease.



Therefore, it also implies a clinical approach and early interventions, which can provide a better quality of life for these patients.

**Key words:** mHealth; eHealth; Dementia; Clinical Dementia Rating.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas do desenvolvimento do aplicativo .....	23
Figura 2 - Escala de respostas de Likert .....	35
Figura 3. Classificação de percentil (normalização) .....	36
Figura 4 - Diagrama de fluxo .....	39
Figura 5 - Diagrama de busca em patentes e registros.....	40
Figura 6 – Medianas categorias das Heurísticas de Nielsen.....	45
Figura 7 - Classificação Clinical Dementia Rating – CDR*convencional.....	48
Figura 8 - Páginas iniciais Cadastramento .....	49
Figura 9 – Acesso aos Contatos .....	49
Figura 10 – Cadastro dos pacientes.....	49
Figura 11 – Avaliação.....	50
Figura 12 – Avaliação Memória.....	50
Figura 13 - Avaliação Orientação .....	50
Figura 14 -Avaliação de Solução de problemas.....	50
Figura 15 -Avaliação Relações Comunitárias.....	51
Figura 16 - Avaliação Lar e passatempos .....	51
Figura 17 - Avaliação Cuidados pessoais .....	51
Figura 18 – CDR 0,5 (Demência questionável) .....	54
Figura 19 – CDR 0,5: Resultado Final.....	54
Figura 20 - Fluxograma de planejamento do Aplicativo .....	55

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Identificação dos especialistas da área da saúde .....	37
Tabela 2 - Base de Dados e Artigos encontrados .....	38
Tabela 3. Ano x Artigos .....	39
Tabela 4 - Escritório x Patentes/Registros .....	41
Tabela 5 - Ano x Patentes/Registros .....	41
Tabela 6 - Escores do SUS para cada participante entrevistado .....	44

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Requerimentos básicos de sistema para Android Studio .....	26
Quadro 2 - Exemplo do Método de cálculo para o escore da escala SUS .....	36
Quadro 3 – Resultados da busca por aplicativos .....	42

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APIs	Interfaces de Programação de Aplicativos
BLoC Pattern	<i>Business Logic of Component</i>
CDR	Clinical Dementia Rating
COMEP	Comitê de Ética e Pesquisa
COSAPI	Coordenação de Saúde da Pessoa Idosa
DA	doença de Alzheimer
DD	Demência vascular
DLB	Demência com corpos de Lewy
GDO	Global Dementia Observatory
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
ISU	Índice de satisfação do usuário
MVVM	Model-View-View Model
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
OMS	Organização Mundial de Saúde
PPA	Amilóide
RDB	Banco de dados relacional
SDKs	Desenvolvimento de Software
SUS	<i>System Usability Scale</i>
UI	Interface do usuário
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná
UMA-SUS	Universidade Aberta do SUS
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRL/MRL	Nível de Maturidade Tecnológica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
3.1 DOENÇA DE ALZHEIMER, FISIOPATOLOGIA E CARACTERÍSTICAS .....	19
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E PATENTOMÉTRICO .....	24
4.2 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO.....	25
<b>4.2.1 Método .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.2 Tecnologias para o desenvolvimento do aplicativo.....</b>	<b>25</b>
4.2.2.1 <i>Android Studio</i> .....	25
4.2.2.2 <i>Flutter</i> .....	27
4.2.2.3 <i>Linguagem Dart</i> .....	28
4.2.2.4 <i>Banco de Dados Orientado a Documentos</i> .....	29
4.2.2.5 <i>Firebase, Cloud Firestore e Cloud Functions</i> .....	30
4.2.2.6 <i>BLoC Pattern e padrão de projeto MVVM</i> .....	31
4.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO ALZHECALC.....	32
4.4 VALIDAÇÃO DO APLICATIVO PELOS PARES.....	33
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
5.1 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA E PATENTOMÉTRICA .....	38
5.2 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO SUS .....	43
5.3 APRESENTAÇÃO DO APLICATIVO ALZHECALC .....	45
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>56</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>Anexo A- Questionário SUS (<i>System Usability Scale</i>).....</b>	<b>66</b>
<b>Anexo B – Carta Convite Validação.....</b>	<b>67</b>
<b>Anexo C- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....</b>	<b>68</b>
<b>Anexo D – Certificado de Registro de Programa.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo E- Comprovante submissão artigo .....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo F- Matriz SWOT e Canvas .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A demência pode ser compreendida como uma síndrome causada por uma doença no cérebro (ABREU; BARROS; FORLENZA, 2005; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012). Essa doença era definida pelo declínio da memória juntamente com a redução de outra função cognitiva (linguagem, orientação, funções executivas e outros) (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 1994; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012). Entretanto, diversas outras doenças apresentam também o declínio cognitivo e perda funcional (demência frontotemporal, vascular e demência com corpos de Lewy) (MCKEITH *et al.*, 2005).

Dessa forma, principalmente a partir do ano de 2005, houve a necessidade de reformulação dos critérios acerca do diagnóstico de demência. Atualmente passa a não ser mais obrigatório o comprometimento da memória, sendo importante essa modificação, pois ela permite classificar os diversos tipos de demências. Para o diagnóstico de demência é necessário que exista o comprometimento funcional e cognitivo. Em relação ao comprometimento cognitivo, esse deve apresentar pelo menos dois dos cinco domínios (memória, função executiva, linguagem, habilidade visual-espacial e alteração de personalidade). Ainda, é preciso apenas à confirmação da avaliação neuropsicológica, essa quando a anamnese e a avaliação cognitiva realizada pelo profissional for insuficiente para o diagnóstico (FROTA *et al.*, 2011).

Em face desse contexto, a Organização Pan-Americana da Saúde Brasil (2017, on-line) aponta que a população mundial tem envelhecido, o que pode acarretar também no aumento do número de pessoas com demência. Nesse cenário, teríamos como expectativa para o ano de 2050, 152 milhões de pessoas com essa doença. Outro dado relevante, é que por ano quase 10 milhões de pessoas sofrem de demência, sendo a maioria pertencente aos países de média e baixa renda. Aliás, esse tipo de doença gera um custo anual estimado em US\$ 818 bilhões, englobando os custos médicos diretos, assistência social e cuidados informais (perda de renda dos cuidadores). Até o ano de 2030 é esperado que esse valor duplique, montante que pode prejudicar no desenvolvimento social e econômico, além de sobrecarregar os serviços sociais e de saúde.

A doença de Alzheimer (DA) é a principal causa de demência na população e atinge aproximadamente 40 a 50 milhões de pessoas no mundo (NICHOLS *et al.*,

2019), seguido pela demência vascular (DD) e demência com corpos de Lewy (DLB), o tipo de declínio cognitivo varia dependendo do tipo de demência. (MANNING; DUCHARME, 2010). Os portadores de Alzheimer são os casos mais comuns, representando 60-70% dos casos (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE BRASIL, 2017, on-line). A DA não apresenta cura, mas o seu avanço pode ser retardado com diagnóstico e tratamento precoce, assegurando uma melhor qualidade de vida ao paciente e seu cuidadores.

Para a Organização Panamericana de Saúde (2013), a demência encontra-se dividida em três fases, sendo: 1. Fase inicial, confundida muitas vezes como um processo normal advindo da velhice; 2. Fase intermediária, momento onde a doença progride e os problemas são mais limitantes; e a 3. Fase avançada, correspondendo a quase total dependência e inatividade do paciente, bem como os distúrbios da memória se apresentam de forma grave.

Para a avaliação do estágio de demência, para uso como medida de desfecho clínico e ensaios clínicos de medicamentos o Clinical Dementia Rating (CDR) é frequentemente utilizado. O CDR apresenta escalas de confiabilidade inter-rater de aproximadamente 83%, bem como sua validade de critério correlacionasse com outras medidas neuropsicológicas (MORRIS, 1993). Entretanto, esse instrumento apresenta limitações, tais como duração de administração, dependência de informações de origem colateral e julgamento clínico. Estas últimas questões têm implicações multiculturais em cenários onde a língua primária e a cultura do médico e informante são diferentes. A influência de fatores culturais deve ser considerada ao avaliar a estimativa do informante em certos itens subjetivos de teste de CDR (por exemplo, casa e hobbies, julgamento e resolução de problemas) (MANNING; DUCHARME, 2010).

Nesse contexto, uma das ferramentas a serem consideradas para auxiliar no diagnóstico precoce seria a utilização de aplicativos móveis, mHealth, aplicados para a área da saúde. Esse tipo de aplicativo vem sendo eficaz para agilizar o processo do diagnóstico, pois permite aos profissionais da saúde uma maior precisão e rapidez em seus procedimentos, tanto no monitoramento remoto e apoio ao diagnóstico, quanto na tomada de decisões. Igualmente, potencializam e agilizam a comunicação entre os profissionais, pacientes e usuários dos serviços de saúde, encurtando distâncias e favorecendo significativamente a qualidade do autocuidado e do acompanhamento mais seguro dos processos de saúde-doença.



Indo ao encontro do uso de aplicativos móveis na área de saúde, no ano de 2017 a Organização Mundial de Saúde (OMS) lançou uma plataforma virtual denominada de Global Dementia Observatory (GDO), com o objetivo de acompanhar a prestação de serviços para pessoas acometidas com demência e seus cuidadores, isso a nível mundial. Segundo a OMS, “a ferramenta também vai monitorar a presença de políticas e planos nacionais, medidas de redução de riscos e infraestrutura para atendimento e tratamento. Também estão incluídas informações sobre sistemas de vigilância e dados sobre a carga da doença”. Assim, existe uma maior facilidade ao acesso dos dados sobre demência, o que acaba englobando os três domínios (políticas, prestação de serviços e informações e pesquisas) (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE BRASIL, 2017, on-line).

Desse modo, é de suma importância a construção de novos aplicativos e funções voltados ao diagnóstico e tratamento de demências. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo denominado Alzhecalc, para a avaliação do estadiamento dos pacientes com diagnóstico de doença de Alzheimer. Como justificativa da importância do desenvolvimento desse tipo de software pode-se citar: 1. a ausência de um aplicativo específico para avaliar o estadiamento da doença de Alzheimer e as limitações do CDR convencional; 2. um aplicativo desse tipo otimiza sua utilização em ambientes clínicos e de pesquisa, em ensaios clínicos para medicamentos; 3. auxilia na barreira linguística, uma vez que ele foi desenvolvido para o português (CDR em português validado por Montaña e Ramos no ano de 2005); e, 4. auxilia no julgamento clínico e na experiência do profissional.

O tema escolhido para a pesquisa encaixa-se no campo da interdisciplinaridade, abrangendo as áreas de tecnologia, inovação e saúde. E em relação ao Nível de Maturidade Tecnológica (TRL/MRL) e Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), o aplicativo Alzhecalc encontra-se no nível TRL 6 de tecnologia. Conforme Mankins (1995), o nível TRL 6 corresponde o momento que a tecnologia possui um protótipo funcional ou modelo representacional, sendo demonstrado em um ambiente operacional.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver e validar um aplicativo digital para dispositivo móvel para avaliação do estadiamento de pacientes com doença de Alzheimer.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Desenvolver aplicativo digital móvel para avaliar o estadiamento da Doença de Alzheimer;
2. Testar aplicativo digital móvel para avaliar o estadiamento da Doença de Alzheimer;
3. Realizar Teste de Verificação e Validação do aplicativo pelos pares, médicos geriatras, psiquiatras e neurologistas, através da usabilidade e questionário;
4. Registrar aplicativo digital móvel no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 DOENÇA DE ALZHEIMER, FISIOPATOLOGIA E CARACTERÍSTICAS

De acordo com a Organização Panamericana de Saúde (2013), os problemas relacionados aos vários tipos de demência podem ser compreendidos em três fases: a fase inicial (CDR1), a fase intermediária (CDR2) e a fase avançada (CDR3), conforme descrito abaixo. Esses períodos são apenas diretrizes aproximadas, pois as pessoas podem se deteriorar mais rapidamente ou mais devagar, bem como nem todas as pessoas com demência manifestam todos os sintomas. Assim:

**FASE INICIAL:** A fase inicial tende a ser ignorada pela família e amigos (e às vezes também profissionais) veem isso apenas como "velhice", apenas um componente normal do processo do envelhecimento. O início da doença é gradual, é difícil saber exatamente quando começa. Torna-se esquecido, especialmente com coisas recentes. Tem dificuldade na comunicação, encontrar as palavras certas. Perde-se em lugares que conhece. Perda temporal, incluindo dia, mês, ano, estações do ano. Tem dificuldade na tomada de decisão e gerenciar suas finanças. Pode ter dificuldade em executar tarefas em casa. Pode tornar-se menos ativo e/ou perder o interesse em hobbies. Pode mostrar alterações no status, incluindo depressão e ansiedade. Pode reagir de uma maneira incomumente irritada ou agressiva.

**FASE INTERMEDIÁRIA:** À medida que a doença progride, os problemas se tornam mais óbvios e limitantes. Torna-se muito esquecido, especialmente eventos recentes e nomes de pessoas. Pode ter dificuldade em entender as datas, locais e eventos; Pode perder-se tanto em casa quanto na comunidade. Pode aumentar as dificuldades de comunicação (fala e compreensão). Pode precisar de ajuda com cuidados pessoais. Não pode preparar, limpar ou fazer compras com sucesso. É incapaz de viver sozinho com segurança, sem apoio. As mudanças comportamentais podem incluir: perambular, gritar, distúrbios do sono, alucinações (ouvir ou ver coisas que não existem).

**FASE AVANÇADA:** A fase final é de quase total dependência e inatividade. Os distúrbios da memória são mais graves e o lado físico da doença é mais óbvio. Geralmente não está ciente da data ou do local onde está. Tem dificuldade para entender o que está acontecendo ao seu redor. Não reconhece familiares, amigos ou objetos familiares. Tem problemas para comer sem ajuda e problemas de deglutição. Tem necessidade crescente de assistência para higiene pessoal e banho. Pode sofrer de incontinência renal urinária e intestinal. Alterações na mobilidade: dificuldade para andar, podendo ficar confinado a cadeira de rodas ou cama. As mudanças comportamentais podem ser intensificadas e incluem agressão ao cuidador, agitação não verbal (chutar, bater, gritar ou gemer) (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2013, p. 7, tradução nossa).

Embora a patogênese não seja totalmente clara, todos os casos de doença de Alzheimer compartilham como achado neuropatológico o acúmulo cerebral de proteína beta-amilóide e tau-hiperfosforilada. Os vários fatores genéticos e ambientais contribuem para o excesso de produção e diminuição da depuração dessas proteínas, o que acabaria com perda neuronal e demência. A  $\alpha$ -amilóide é produzida pela clivagem proteolítica da proteína secretases, sendo parte dessas últimas as presenilinas 1 e 2 (CASTELLANO *et al.*, 2011; FALCO *et al.*, 2016). As mutações nos genes dos quais essas proteínas são traduzidas favorecem a proteína precursora de amilóide (PPA), essa clivagem é realizada pela produção de beta--amilóide ou de suas formas neurotóxicas (HARDY; HIGGINS, 1992; FALCO *et al.*, 2016). Ainda, foi observado que pacientes portadores de isoformas APOE  $\epsilon$ 4 teriam uma depuração cerebral de beta--amilóide diminuída (CASTELLANO *et al.*, 2011; FALCO *et al.*, 2016).

O beta-amilóide se acumula no cérebro dos pacientes com DA na forma de placas senis, um achado histológico fundamental na doença. Estes são depósitos extracelulares morfologicamente complexos, que às vezes podem aparecer em aglomerados de neurônios distróficos, chamados placas neuríticas, que também podem ter imunorreatividade fosfo-tau. Tanto as placas senis, quanto as neuríticas, fazem parte do diagnóstico histológico da doença, embora estas sejam as mais associadas ao dano neuronal (MONTINE *et al.*, 2012).

Assim, o estudo neuropatológico macroscópico do paciente com DA mostra atrofia cerebral. E essa atrofia afeta os hipocampus e a amígdala de forma precoce e dominante, seguida pelos lobos parietal e frontal e, nas fases de acúmulo de proteínas, teria um efeito tóxico nos neurônios, além da capacidade de se espalhar para os neurônios vizinhos e, assim, progredir para outras regiões conectadas do cérebro, de acordo com teorias emergentes de transmissibilidade do tipo príon (MEDINA; AVILA, 2014). Nos estágios iniciais da doença, podem ser encontrados emaranhados neurofibrilares no córtex entorrinal, de onde progride para o hipocampo, neocórtex e, finalmente, córtex motor e sensitivo (MONTINE *et al.*, 2012).

De acordo com Montañó e Ramos (2005), a doença de Alzheimer têm sido um problema de saúde pública no que se refere aos idosos. Isso não somente pela alta taxa de ocorrências, mas também pela doença promover incapacidade e

mortalidade. Nesse sentido, considerando a falta de alternativas terapêuticas, quanto mais precoce for o diagnóstico maior será a efetividade dos tratamentos.

Com o desenvolvimento de tecnologias e a escalada dos custos em saúde têm fomentado uma nova área de fronteira: a saúde eletrônica (*eHealth*). E que visa a oferta e melhoria dos serviços de saúde para a população (EYSENBACH, 2001). Igualmente, pela importância da temática a Organização Mundial da Saúde (OMS) criou o Observatório Mundial de Saúde Eletrônica, tendo como objetivo a promoção e estratégias dessa ferramenta para a saúde (ROCHA et al., 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

O eHealth, ou traduzido para o português, o eSaúde, é uma unidade de prestação de serviços e segurança em sistemas de saúde, sendo coordenada pela Organização Mundial da Saúde, sediada em Genebra, Suíça. Acrescentando:

A Quinquagésima Oitava Assembleia Mundial da Saúde, em maio de 2005, adotou a Resolução WHA58.28, que estabelece uma estratégia de eSaúde para a Organização Mundial da Saúde. (OMS). A resolução instou os Estados Membros a planejar serviços adequados de eSaúde em seus países. Nesse mesmo ano, a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou o Observatório Global de eSaúde (GOe), uma iniciativa dedicada ao estudo da eSaúde - sua evolução e impacto na saúde nos países. O modelo do Observatório combina a coordenação da Organização Mundial da Saúde (OMS) regionalmente e na sede para monitorar o desenvolvimento da eSaúde em todo o mundo, com ênfase em países individuais. Reconhecendo que o campo da eSaúde está transformando rapidamente a prestação de serviços e sistemas de saúde em todo o mundo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) está desempenhando um papel central na definição e monitoramento de seu futuro, especialmente nos países de baixa e média renda (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020, on-line, tradução nossa).

Com o uso cada vez maior da internet e dos dispositivos móveis pela população, surge uma nova possibilidade de acesso à saúde, sendo denominado como Saúde Móvel (mHealth). A saúde móvel pode ser compreendida como aquela oferta de serviços médicos e de saúde pública que utilizam os aparatos tecnológicos para funcionar (World Health Organization, 2011; ROCHA et al., 2016).

Beratarrechea et al. (2014) avaliaram qual o impacto do mHealth para as doenças crônicas em países com baixa e média renda, através da revisão da literatura de estudos que utilizaram o telefone celular para tratamento e/consultas de doenças crônicas. Os autores concluíram que a utilização do mHealth impactou positivamente na evolução das doenças crônicas, melhorando

as taxas de comparecimento, os resultados clínicos e qualidade de vida. Além de ser uma importante ferramenta para auxiliar o acesso e a cobertura de saúde naqueles países com poucos recursos. Entretanto, eles afirmam serem necessários mais estudos sobre essa ferramenta.

Nesse sentido, o uso de aplicativos como ferramentas para a saúde podem apresentar vantagens, tais como: a redução do custo, a acessibilidade à maioria da população e a facilidade do uso e acesso à saúde (PEREIRA *et al.*, 2017). Assim, é possível verificar o rompimento da limitação da mobilidade, pois o uso do aplicativo no aparelho móvel permite uma maior facilidade e melhor acompanhamento dos usuários por parte dos profissionais (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003; DE OLIVEIRA; ALENCAR, 2017).

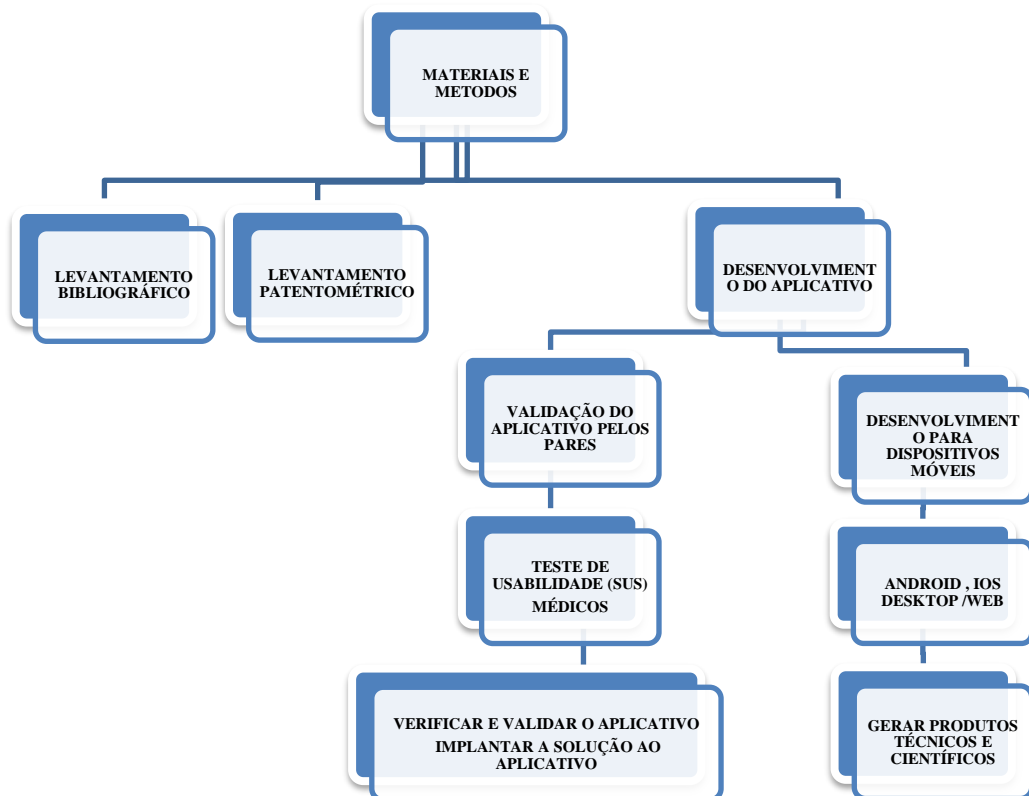
No Brasil, no ano de 2017, o Ministério da Saúde lançou a Estratégia Nacional para o Envelhecimento Saudável e o aplicativo da Saúde da Pessoa Idosa, esse desenvolvido em conjunto pela Universidade Aberta do SUS (UNA-SUS) e Coordenação de Saúde da Pessoa Idosa (COSAPI) do Ministério da Saúde. A estratégia pode ser compreendida como uma ação que objetiva a orientação dos gestores e dos profissionais da saúde, visando o aumento na melhoria e qualidade de vida das pessoas idosas. Ainda, foi apresentado o aplicativo Saúde da Pessoa Idosa, programa desenvolvido pela Universidade Aberta do SUS (UNA-SUS) em parceria com a Coordenação de Saúde da Pessoa Idosa (COSAPI) do Ministério da Saúde. A função do aplicativo é permitir uma maior agilidade nos atendimentos às pessoas idosas, bem como trazer subsídios para os profissionais da saúde, permitindo o acesso às informações através do seu celular (BITTENCOURT, 2017, on-line).

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho trata de uma pesquisa metodológica do tipo aplicada. A pesquisa metodológica é definida por Polit, Beck e Hungler (2004) como sendo aquela que visa à investigação dos métodos de obtenção, organização e análise de dados. Tratando assim, da elaboração, validação e avaliação de um instrumento confiável e preciso, garantindo que a ferramenta possa ser utilizada em outras pesquisas.

A pesquisa aplicada é definida por Santos e Parra Filho (1998) como aquela que se direciona ao desenvolvimento de novos produtos ou ampliação da eficiência dos já existentes. Assim, a presente pesquisa aplicada propõe o desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica (aplicativo), seguida de análise de natureza quantitativa após o uso dessa ferramenta, mediante coleta de informações por meio de prontuário eletrônico e tratamento estatístico dos dados, conforme Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do desenvolvimento do aplicativo



Fonte: Autoria Própria (2022).

Para uma melhor compreensão dos métodos utilizados para a construção do aplicativo para avaliação do estadiamento da doença de Alzheimer, esse capítulo estará dividido em: Levantamento bibliográfico e patentométrico; Desenvolvimento do aplicativo, com apresentação do método e tecnologias usadas para a construção do aplicativo; Desenvolvimento do aplicativo Alzhecalc, contendo informações sobre o Comitê de Ética, Matriz SWOT, Canvas e tecnologias utilizadas no aplicativo; e por fim a metodologia para Validação do aplicativo pelos pares.

#### 4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E PATENTOMÉTRICO

O primeiro passo da metodologia foi realizar um estudo de prospecção tecnológica nas bases de dados de patentes, registros e revisão da literatura de estudos científicos publicados no período compreendido de 2009 a 2019, verificando a existência ou não de registros, patentes e estudos relacionados com o tema proposto. Deste modo, durante o processo foram excluídos os artigos que não estavam relacionados ao tema e/ou que não se enquadraram no período pretendido.

A prospecção tecnológica foi realizada nas bases de dados de registros e patentes, sendo: 1. Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), patentes depositadas no Brasil (<http://www.inpi.gov.br/>); 2. LATIPAT, patentes a América Latina e Espanha (<https://lp.espacenet.com/>); 3. ESPACENET, busca internacional no escritório Europeu de patentes (<https://worldwide.espacenet.com/>); e 4. PATENTSCOPE, busca internacional na base da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) ou na língua inglesa World Intellectual Property Organization (WIPO) (<https://patentscope.wipo.int/search/pt/search.jsf>).

Já a busca bibliográfica foi realizada naquelas publicações indexadas nas seguintes bases de dados: 1. PUBMED (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>); 2. SCOPUS (<https://www-scopus.ez132.periodicos.capes.gov.br>); 3. Directory of Open Access Journals (DOAJ) (<https://www.doaj.org>); e 4. SCIENCEDIRECT (<https://www.sciencedirect.com> <https://www.alzheimersanddementia.com>).

Ainda, foi realizada uma pesquisa nos principais mercados de aplicativos móveis de sistemas Android (Google Play) e iOS (App Store). Os descritores utilizados em português foram: Alzheimer, aplicativo, demência, estadiamento, e os descritores utilizados em inglês foram: Alzheimer, dementia, Clinical Dementia Rating (CDR®) (<https://knightadrc.wustl.edu/CDR/cdr.htm>), mobile app e



staging. Para a obtenção de um número maior de estudos acerca do tema operadores booleanos AND e OR foram os recursos adotados para a pesquisa. Os estudos encontrados em mais de uma base de dados foram considerados somente uma vez na computação dos resultados.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

### 4.2.1 Método

A presente pesquisa é compreendida como aplicada, prevendo o desenvolvimento de um aplicativo digital para coleta de dados sobre demência. A coleta de dados será realizada através de um questionário de avaliação e classificação da demência Clinical Dementia Rating (CDR) (ROCHA *et al.*, 2016) com pacientes com a doença de Alzheimer, bem como a análise de natureza quantitativa após o uso dessa ferramenta e tratamento estatístico dos dados. Nesse sentido, foi necessário realizar uma pesquisa de mercado nas plataformas iOS e Android. Assim sendo, não foram encontrados aplicativos digitais com a mesma finalidade a que se propõe o aplicativo dessa pesquisa.

O CDR avalia a cognição, comportamento e a capacidade de realizar satisfatoriamente as atividades de vida diária. Ele encontra-se dividido em seis categorias: memória, orientação, julgamento ou solução de problemas, relações comunitárias, atividades no lar ou de lazer e cuidados pessoais, e essas seis categorias se classificam em: 0 (nenhuma alteração); 0,5 (questionável); 1 (demência leve); 2 (demência moderada); e 3 (demência grave). O escore CDR global será obtido pela análise dessas classificações por categorias (MONTAÑO; RAMOS, 2005).

### 4.2.2 Tecnologias para o desenvolvimento do aplicativo

#### 4.2.2.1 Android Studio

O Android Studio é o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, na sigla em inglês) oficial para o desenvolvimento de aplicativos no sistema operacional Android, e é baseado no software IntelliJ IDEA (DUCROHET; NORBYE; CHOU, 2013). Essa IDE é disponibilizada via download para os sistemas operacionais Windows, macOS e Linux, ou como um serviço por assinatura em (ANDROID

DEVELOPERS, 2013; HASLAM, 2013). Trata-se de uma substituição do Eclipse Android Development Tools (E-ADT) como um IDE nativo para o desenvolvimento de aplicativos Android.

As seguintes características são fornecidas na versão estável mais atual: 1. Refatoramento Android-específico e correções rápidas; 2. Ferramentas linter (ferramenta de análise de código estática usada para sinalizar erros de programação, bugs, erros estilísticos e construções suspeitas) para trazer ganhos de desempenho, usabilidade e compatibilidade de versões; 3. Assistentes baseados em modelos (template-based wizards) para criar designs e componentes Android em comum; 4. Suporte para construção de aplicativos Android Wear (HONIG, 2013; DOBIE, 2013); 5. Suporte integrado para a plataforma Google Cloud, possibilitando integração com a Firebase Cloud Messaging (antigo Google Cloud Messaging) e com a Google App Engine (GOOGLE, 2013); 6. O emulador Android Virtual Device, para rodar e debugar aplicativos no Android Studio.

O Android Studio suporta as mesmas linguagens que a IDE IntelliJ, tais como Java (WHARTON, 2018) e C++, e com a adição de pluggins, outras linguagens, como por exemplo, Dart associado a Flutter. Uma vez que um aplicativo tenha sido compilado com a IDE Android Studio, ele pode ser publicado na Google Play Store, desde que tal aplicativo esteja de acordo com as políticas de conteúdo do desenvolvedor dessa plataforma. No Quadro 1 é possível verificar os requerimentos básicos de sistema para o funcionamento do Android Studio.

Quadro 1 - Requerimentos básicos de sistema para Android Studio

	Microsoft Windows	Mac	Linux
Versão do Sistema Operacional	Microsoft® Windows® 7/8/10 (32- or 64-bit) O Emulador Android suporta apenas 64-bit Windows.	Mac® OS X® 10.10 (Yosemite) ou mais recente, até o 10.14 (macOS Mojave).	GNOME ou KDE desktop. Testado no gLinux baseado no Debian (4.19.67-2rodete2).
Memória de Acesso Randômico (RAM)	Mínimo de 4 GB RAM; 8 GB RAM recomendado.		
Armazenamento digital livre	Mínimo de 2 GB disponível; 4 GB recomendado (500 MB para a IDE + 1,5 GB para Android SDK e imagem do sistema emulador).		
Mínima versão requerida do JDK	Java Development Kit 8		
Resolução mínima de tela	1280 x 800		

Fonte: ANDROID DEVELOPERS (2013).

#### 4.2.2.2 Flutter

Flutter é um kit de desenvolvimento de interface de usuário (UI toolkit), de código aberto, criado pelo Google e que possibilita a criação de aplicativos compilados nativamente. Atualmente pode compilar para Android, iOS, Windows, Mac, Linux e Web. Os aplicativos Flutter são escritos na linguagem de programação Dart e fazem uso de muitos dos recursos mais avançados dessa linguagem.

No Windows, macOS e Linux, por meio do projeto semioficial Flutter Desktop Embedding, o Flutter é executado na máquina virtual Dart, que possui um mecanismo de compilação que ocorre em tempo de execução. As versões de lançamento dos aplicativos Flutter são compiladas com a compilação antecipada no Android e no iOS, possibilitando o alto desempenho do Flutter em dispositivos móveis.

As aplicações Flutter são empacotadas da mesma forma que outras aplicações nativas em um dado sistema operacional (FLUTTER-DEV, 2020b). Um embedder (adaptador “embarcante”), plataforma específica que fornece um ponto de entrada e coordena com o sistema operacional subjacente o acesso a serviços como superfícies de renderização, acessibilidade e input, e gerencia loops de eventos de mensagens. O embedder é escrito em uma linguagem apropriada para a plataforma alvo: atualmente Java e C++ para Android, Objective-C/Objective-C++ para iOS e macOS, e C++ para Windows e Linux. Usando o embedder, o código Flutter pode ser integrado para dentro de uma aplicação como um módulo, ou ainda tal código pode compreender todo o conteúdo da aplicação. O Flutter inclui um conjunto de embedders para as plataformas alvo mais comuns, mas outros embedders podem existir.

No núcleo da arquitetura do Flutter encontra-se sua engine, a Flutter Engine, escrita principalmente em C++. A Flutter Engine fornece suporte de renderização de baixo nível usando a biblioteca de gráficos Skia do Google. Além disso, ela faz interface com kits de desenvolvimento de softwares específicos da plataforma, como os fornecidos pelo Android e iOS (FLUTTER-DEV, 2020b). O Flutter Engine é um runtime portátil que possui a função de hospedar aplicativos em Flutter, implementando as bibliotecas principais do Flutter. A maioria dos desenvolvedores irá interagir com o Flutter, isso por meio do Flutter Framework e que fornece uma estrutura moderna e reativa e um rico conjunto de plataforma, layout e demais ferramentas originais (foundation widgets).

A biblioteca Foundation, escrita em Dart, fornece classes e funções básicas que são usadas para construir aplicativos usando o Flutter, como Interfaces de Programação de Aplicativos (APIs) para se comunicar com a engine (FLUTTER-DEV, 2020b, 2020c). A plataforma Flutter é relativamente leve e possui muitas propriedades (features) que os desenvolvedores podem usar já que elas estão implementadas em pacotes. Alguns desses pacotes provêm de um amplo ecossistema, cobrindo serviços como, por exemplo, pagamentos in-app, autenticação Apple e animações.

#### *4.2.2.3 Linguagem Dart*

Dart é uma linguagem de programação de propósito geral, multiplataforma, otimizada para o cliente/usuário, desenvolvida pelo Google para o desenvolvimento de aplicativos, sendo usada para a construção de aplicativos web, desktop, em servidores e embarcados em celulares (mobile apps) (DART-DEV, 2020). É uma linguagem que segue a tradição da linguagem C, desenhada para ser familiar para a maioria dos programadores (BRACHA, 2015).

É uma linguagem puramente orientada a objeto. Isso significa que todos os valores manipulados por um programa Dart em tempo de execução são objetos, inclusive dados elementares tais como números e booleanos, não existindo exceções. Essa ênfase no tratamento uniforme de todos os dados simplifica todo o processo desde o desenvolvimento até o uso para todos os envolvidos no projeto: designers, implementadores e usuários (BRACHA, 2015). Ainda, Dart é uma linguagem baseada em classes, opcionalmente tipada e com coletor de lixo. Suporta interfaces, mixins, classes abstratas, tipos genéricos e inferência de tipos, dentre outras características (DART-DEV, 2020).

A ideia que importa é referente ao objeto e como ele se comporta, em vez de como ele é implementado. Esse é o princípio central da orientação dos objetos. Diferentemente de Java, não existe um método final em Dart, já que ele permite sobrescrita (overriding) de quase todos os métodos (cabe salientar que existem exceções, tal como um pequeno número de operadores nativos) (BRACHA, 2015).

#### 4.2.2.4 Banco de Dados Orientado a Documentos

Um banco de dados orientado para documentos é um projetado para armazenar, recuperar e gerenciar informações orientadas a documentos, também conhecidas como dados semiestruturados. Os bancos de dados orientados a documentos são uma das principais categorias de bancos de dados NoSQL (Not only SQL, Structured Query Language) e a popularidade do termo “banco de dados orientado a documentos” tem crescido com o uso do termo NoSQL propriamente dito (DB-ENGINES, 2021).

Os bancos de dados orientados a documentos são inerentemente uma subclasse do armazenamento chave-valor, outro conceito de banco de dados NoSQL. A diferença está na maneira que os dados são processados, pois em um armazenamento chave-valor, os dados são considerados como sendo inerentemente transparentes ao banco de dados, enquanto que um sistema orientado a documentos depende da estrutura interna no documento afim de extrair metadados que o mecanismo do banco de dados utiliza para otimização adicional. Apesar da diferença ser geralmente discutível, devido às ferramentas nos sistemas, conceitualmente o armazenamento por documentos é projetado para oferecer uma experiência mais rica com técnicas de programação modernas (DRAKE, 2019).

Dessa forma, esses bancos de dados de documentos diferem bastante do modelo de banco de dados relacional (RDB). Os bancos de dados relacionais geralmente armazenam dados em tabelas separadas que são definidas pelo programador e objeto em uma única instância no banco de dados e cada objeto armazenado pode ser diferente de todos os outros. Isto torna o mapeamento de objetos no banco de dados uma tarefa simples, normalmente eliminando qualquer procedimento similar a um mapeamento objeto-relacional. Isto faz com que os armazenamentos por documentos sejam atrativos para programação de aplicações web, que estão sujeitas a mudanças contínuas no local, e onde velocidade de desenvolvimento é uma questão importante (DRAKE, 2019).

O conceito central de um banco de dados orientado a documentos é a noção de um documento. Apesar de cada implementação de banco de dados orientado a documentos diferir-se nos detalhes dessa definição, em geral, todas elas admitem que os documentos encapsulam e codificam dados ou informação em alguns formatos ou codificações padrões. Algumas codificações utilizam uma variante de SQL, pesquisa texto-pleno (full-text search), ou ainda sua própria linguagem nativa

de busca (native query language) para recuperação de dados. Outras codificações compartilham mais que uma linguagem/método de busca (DRAKE, 2019).

#### *4.2.2.5 Firebase, Cloud Firestore e Cloud Functions*

Firebase é uma plataforma desenvolvida pela Google para a criação de aplicativos web e para dispositivos móveis como celulares e tablets (mobile). O Firebase pode ser classificado como um BaaS (backend as a service), por ser um serviço de computação em nuvem que pode ser utilizado como middleware, que permite a conexão de aplicativos web e mobile a serviços na nuvem a partir de APIs e Kits de Desenvolvimento de Software (SDKs) (CONTENT, 2019). O Firebase também é um banco de dados, mas com vários produtos disponibilizados que fornecem outros serviços além do armazenamento de dados (GOOGLE-DEV, 2020a).

Com o Firebase, o desenvolvedor pode abstrair a infraestrutura do lado do servidor, e então montar os blocos de construção e escrever os códigos que implementam a conexão dos aplicativos ao servidor abstraído. Dentre vários produtos oferecidos pelo Firebase, existe o Cloud Firestore. O Cloud Firestore, nada mais é que um banco de dados NoSQL orientado a documentos e hospedado na nuvem, além de permitir o armazenamento, consulta e sincronização de dados. Ele também permite a sincronização de dados que estão off-line, contidos só no dispositivo para o Firebase, permitindo que os usuários façam mudanças enquanto estão off-line, com as informações sendo sincronizadas no momento da conexão. Os apps do iOS, do Android e da Web podem acessar o Cloud Firestore diretamente por meio de SDKs nativos (GOOGLE-DEV, 2020b).

Seguindo o modelo de dados NoSQL do Cloud Firestore, o usuário armazena dados em documentos que contêm mapeamentos de campos para valores. Esses documentos são armazenados em coleções, que são contêineres de documentos que podem ser usados para organizar dados e criar consultas. Os documentos são compatíveis com muitos tipos de dados diferentes, desde strings e números simples a objetos complexos e aninhados. Também é possível criar subcoleções dentro dos documentos e criar estruturas de dados hierárquicas que podem ser escalonadas a medida que o banco de dados cresce. O modelo de dados do Cloud Firestore é compatível com qualquer estrutura de dados (GOOGLE-DEV, 2020).

Além disso, é possível fazer consultas superficiais para recuperar dados no nível do documento sem precisar recuperar a coleção inteira ou qualquer subcoleção aninhada, bem como adicionar classificação, filtragem e limites às consultas ou cursores para paginar os resultados. Para manter os dados atualizados nos aplicativos sem recuperar todo o banco de dados sempre que ocorrer uma atualização, adiciona-se listeners em tempo real. Com eles, o usuário é notificado com um instantâneo de dados em seu app sempre que houver mudanças nos dados que seus apps cliente estão detectando, recuperando somente as novas alterações (GOOGLE-DEV, 2020b).

O Cloud Functions para Firebase é um framework sem servidor que permite executar automaticamente o código de backend em resposta a eventos acionados por recursos do Firebase e solicitações HTTPS. O seu código JavaScript ou TypeScript é armazenado na nuvem do Google e executado em um ambiente gerenciado e dispensa o desenvolvedor de gerenciar e dimensionar servidores próprios. Depois que o usuário escreve e implementa uma função, os servidores do Google começam a gerenciá-la imediatamente. (GOOGLE-DEV, 2020c).

#### 4.2.2.6 BLoC Pattern e padrão de projeto MVVM

O padrão de projetos *Business Logic of Component* (BLoC Pattern) é um sistema de gerenciamento de estado para Flutter recomendado por desenvolvedores da Google. Esse padrão ajuda no gerenciamento de estado e faz o acesso a dados de um local central do projeto.

Usando o Flutter para a versão mobile e AngularDart para a versão web, o estado do aplicativo pode ser gerenciado utilizando-se *Streams*. Uma *Stream* é uma sequência de eventos assíncronos, sendo um recurso nativo da linguagem Dart, ou seja, podem ser utilizadas independentemente da plataforma. Sendo assim, a solução de gerenciamento de estado é puramente código Dart, podendo ser utilizada com Flutter e AngularDart (DE MELO, 2020).

Do ponto de vista de arquitetura, o BLoC corresponde ao View Model no padrão de projeto Model-View-ViewModel (MVVM) (SURI, 2018). Esse padrão de projeto foi originalmente criado para aplicativos Windows Presentation Foundation (WPF) usando XAML para separar a interface do usuário (UI) da lógica de negócios e aproveitando ao máximo o *data binding* (vinculação de dados). Aplicações arquitetadas dessa forma têm uma camada ViewModel distinta que não possui

dependências de sua interface de usuário. Esta arquitetura em si é otimizada para testes de unidade, bem como para o desenvolvimento multiplataforma. Como as classes ViewModel de um aplicativo não têm dependências sobre a camada de interface do usuário, o desenvolvedor pode facilmente trocar uma interface de usuário iOS por uma interface Android e escrever testes direcionados para a camada ViewModel (MACORATTI, 2020).

#### 4.3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO ALZHECALC

O aplicativo Alzhecalc encontra-se com o parecer consubstanciado no Comitê de Ética e Pesquisa (COMEP) correspondendo ao número 5.011.767, também foram realizados a Matriz SWOT (FOFA) e o Canvas para o aplicativo, conforme Anexo E. A Matriz Swot, ou em português FOFA, é uma metodologia de planejamento estratégico que analisa elementos no que se refere as Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças para a tomada de decisões ou para a compreensão da situação vivida (caso das Ciências Sociais). Já a metodologia Canvas é uma ferramenta destinada para a inovação de modelos de negócios e permite compreender todos os pilares do negócio.

Para o desenvolvimento do aplicativo Alzhecalc optou-se por utilizar o Cloud Firestore como banco de dados NoSQL orientado a documentos, como base de dados para o aplicativo. A plataforma utilizada para o desenvolvimento do projeto foi:

- Processador: Intel® Core™ i3-1005G1 CPU @ 1.20GHz;
- Memória RAM: 8,00 GB;
- Sistema operacional: Windows 10;
- IDE: Android Studio.

O aplicativo para dispositivos móveis foi desenvolvido para Android e iOS e com a participação de uma equipe multiprofissional. A equipe foi constituída por dois farmacêuticos, um fisioterapeuta e dois alunos de ciência da computação. Essa composição multiprofissional da equipe teve como objetivo abranger todas as áreas em que um processo de desenvolvimento de um aplicativo como o Alzhecalc requer.



#### 4.4 VALIDAÇÃO DO APLICATIVO PELOS PARES

A validação do aplicativo se trata de um momento de suma importância, pois possibilita ao avaliador observar o conjunto dos principais critérios de qualidade (experiência visual, funcionalidade, desempenho, estabilidade, privacidade e segurança) obtendo um panorama geral da funcionalidade sobre o aplicativo. Nesse sentido, após o levantamento bibliográfico e desenvolvimento do aplicativo foi realizada a sua validação.

A validação do aplicativo digital foi efetivada por médicos geriatras, neurologistas e psiquiatras, especialidades competentes para diagnosticar a doença de Alzheimer. Para essa validação foi utilizado como base o questionário *System Usability Scale* (escala SUS) e que foi validado pelos pesquisadores Peres, Pham e Phillips no ano de 2013. O recrutamento dos profissionais foi realizado pelo contato telefônico, via e-mail ou pelo aplicativo WhatsApp, tendo como justificativa o pesquisador já ter conhecimento pessoal prévio dos médicos geriatras, neurologistas e psiquiatras da cidade de Guarapuava, Paraná, bem como todos os participantes preencheram os pré-requisitos para participar de forma voluntária da pesquisa.

Em relação à carta de anuência, ela não foi necessária, pois todos os profissionais envolvidos são autônomos e não possuem vínculo com nenhuma Instituição. Assim, após o contato e aceite do profissionais foi encaminhado maiores informações sobre o projeto, o pedido de permissão para envio da carta convite para a participação na etapa de validação do aplicativo, bem como o envio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apresentando os objetivos e procedimentos de coleta de dados) de acordo com o modelo do Comitê de Ética e Pesquisa (COMEP) da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO), conforme Anexo B e anexo C. Os participantes foram orientados no momento do envio que deverão assinar o termo em duas vias de igual teor e que deverão fazer a devolutiva do termo pelas mesmas vias que receberam. Cabe salientar, que em nenhum momento o TCLE envolveu ou teve contato com os pacientes

Caso o participante em algum momento queira retirar seu consentimento na participação da pesquisa, ele deverá comunicar via e-mail e/ou pelo aplicativo WhatsApp ao pesquisador a sua vontade. Dessa forma, o pesquisador ficará incumbido de enviar ao participante a ciência de que sua vontade não implicará

em nenhum prejuízo ou ônus. Os resultados dessa pesquisa ficarão armazenados de forma segura em um dispositivo eletrônico local, apagado de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem" por um período de 5 anos.

Em relação ao Teste de Usabilidade, ele foi executado de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas/ABNT ISO/IEC 25062:2011, que recomenda amostragem mínima de oito participantes na etapa dos testes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011). Deste modo, para essa pesquisa será utilizado um grupo composto por oito avaliadores especialistas.

Após o aceite na participação na pesquisa, os participantes especialistas tiveram acesso de forma gratuita ao aplicativo Alzhecalc, isso durante o período de duas semanas. Após a utilização do aplicativo os especialistas responderam ao questionário de avaliação da ferramenta (ANEXO A). Cabe destacar, que o questionário de usabilidade é denominado de System Usability Scale (escala SUS) e foi validado por Peres, Pham e Phillips no ano de 2013.

A escala SUS compreende uma avaliação subjetiva simples compreendida por dez itens que demonstram uma visão global do usuário em relação ao aplicativo (BROOKE, 1996). De acordo com Sauro (2011), o sistema é composto por dez itens e são respondidos para identificação de concordância ou discordância da ideia, utilizando a escala Likert de cinco pontos. Os itens são representados:

1. Eu usaria esse aplicativo com frequência.
2. Eu achei o aplicativo desnecessariamente complexo.
3. Eu achei o aplicativo fácil para usar.
4. Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para ser possível usar este aplicativo.
5. Eu achei que as diversas funções do aplicativo foram bem integradas.
6. Eu achei que houve muita inconsistência neste aplicativo.
7. Eu imaginaria que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse aplicativo rapidamente.
8. Eu achei o aplicativo muito pesado para uso.
9. Eu me senti muito confiante usando o aplicativo.
10. Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse continuar a utilizar o aplicativo.

Para esse momento utilizou-se a versão da escala SUS para a língua portuguesa, a qual foi realizada por Tenório *et al.* (2011), através do método tradução reversa. Esse método consiste na tradução do documento do inglês para o português e do português para o inglês (dois tradutores), obtendo assim excelência na tradução do texto original.

O SUS é um questionário composto por dez perguntas, para cada uma delas o usuário pode responder de acordo com a escala Likert. As perguntas segundo a escala Likert corresponde a uma escala de 5 pontos, às vezes chamada de escala de satisfação, variando de uma atitude extrema a outra. Normalmente, a pergunta de pesquisa da escala Likert de satisfação inclui uma opção moderada ou neutra.

A escala foi desenvolvida por Rensis Likert nos Estados Unidos em 1932, nela não se escolhe entre o sim e o não, é um questionário que usa uma escala que varia de 1 a 5 pontos, em uma atitude de extremos, sendo que 1 significa “Discordo Totalmente” e 5 significa “Concordo Totalmente”, conforme Figura 2.

Figura 2 - Escala de respostas de Likert

Medição de 5 pontos					
	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Aceita	Concordo plenamente
Acredito que a inovação é o elemento mais importante ao iniciar uma startup	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minha contribuição para a empresa é sempre valiosa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Brooke (1996).

A mensuração do questionário não é realizada a partir da soma dos pontos e nem a escala representa um percentual de aceitação pelo usuário, mas ele identifica os fatores de usabilidade do sistema. A pontuação é calculada a partir da contribuição individual de cada item, assim: 1. Para as questões de números ímpares deverá ser subtraído o valor 1 à resposta do usuário; 2. Para as questões de números pares deverá ser atribuído o valor 5, menos a resposta do usuário; 3. Somar as pontuações resultantes de cada questão; 4. Somar todas as pontuações

resultantes; e 5. Multiplicar a soma por 2,5. Dessa forma, se obtêm o escore SUS, cuja amplitude total varia de 0 a 100% (BROOKE, 1996), conforme exemplificação visualizada no Quadro 2.

Quadro 2 - Exemplo do Método de cálculo para o escore da escala SUS

Questões	Resposta do usuário	Cálculo do escore	Escore calculado
n.º 5	4	Resposta do usuário - 1	3
n.º 10	1	Resposta do usuário - 5	4

Fonte: Autoria Própria (2022).

No exemplo a pontuação é calculada a partir da contribuição individual de cada item, assim: 1. Para as questões de números ímpares deverá ser subtraído o valor 1 a resposta do usuário (exemplo: questão n.º 5:  $4 - 1 = 3$ ); 2. Para as questões de números pares deverá ser atribuído o valor 5 menos a resposta do usuário (exemplo: questão n.º 10:  $1 - 5 = 4$ ).

As classificações de percentil associadas às pontuações e notas do SUS ponderadas por Sauro (2011) podem ser visualizadas conforme a Figura 3. Nela ele converte as classificações de percentil em notas de letras. Uma nota "C" é igual ao percentil 50 (significando média) e uma nota "A" é qualquer pontuação do SUS acima de 80,3. Teria que ter um maior complemento.

Figura 3. Classificação de percentil (normalização)



Fonte: Sauro (2011).

Embora uma pontuação no SUS possa variar de 0 a 100, ela não é uma porcentagem. Não obstante seja tecnicamente correto que uma pontuação do SUS de 70 em 100 represente 70% da pontuação máxima possível, isso sugere que a pontuação está no percentil 70. Uma pontuação nesse nível significa que o aplicativo testado está acima da média. De fato, uma pontuação de 70 está mais próxima da média do SUS de 68. Na verdade, é mais apropriado chamá-lo de 50%.

Ao comunicar as pontuações do SUS às partes interessadas e, especialmente, às pessoas que não estão familiarizadas com ele, é melhor converter a pontuação original do SUS em um percentil, para que 70% realmente signifique acima da média (SAURO, 2011). A Tabela 1 identifica os profissionais médicos especialistas que realizaram a validação do aplicativo.

Tabela 1 - Identificação dos especialistas da área da saúde

<b>Profissão</b>	<b>Titulação</b>	<b>Sexo</b>	<b>Tempo de Formação (Anos)</b>
Médico	Neurologista	M	44
Médico	Neurologista	M	38
Médico	Neurologista	M	13
Médico	Geriatra	F	18
Médico	Neurologista	M	44
Médico	Neurologista	M	10
Médico	Neurologista	M	9
Médico	Neurologista	F	23
			Média = 24,875

Fonte: Autoria Própria (2022).

Pode ser analisado que existe a identificação dos especialistas médicos que realizaram a validação do aplicativo, onde vemos total de oito médicos, sendo 1 geriatra e 7 neurologistas (titulação); em relação ao sexo teremos 6 homens respondentes e 2 mulheres. Já em relação ao tempo de formação (anos de atuação profissional), a média de tempo foi de 24,875 anos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA E PATENTOMÉTRICA

Em relação às buscas bibliográficas nas bases de dados no período de 2009-2019, os resultados obtidos foram de um total de 65 (sessenta e cinco) artigos, conforme apresentado na Tabela 2.

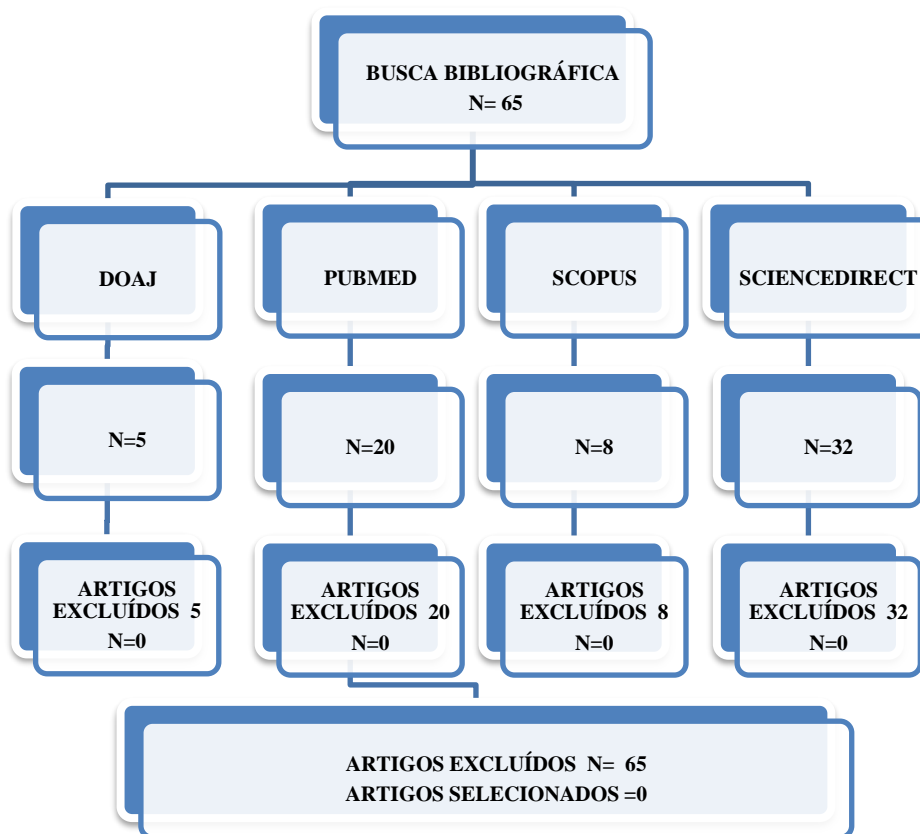
Tabela 2 - Base de Dados e Artigos encontrados

<b>BASE DADOS</b>	<b>DOAJ</b>	<b>PubMed</b>	<b>Scopus</b>	<b>ScienceDirect</b>
<b>n.º artigos</b>	5	20	8	32

Fonte: Autoria Própria (2022).

Na base de dados **Directory of Open Access Journals (DOAJ)**, foram obtidos 5 artigos, que poderiam ter relação com o tema. Entretanto, não foi possível identificá-los; B. Na base de dados **PubMed**, foram obtidos 20 artigos que poderiam ter relação com o tema. Entretanto, não foi possível identificá-los; C. Na base de dados **Scopus**, foram obtidos 8 artigos que poderiam ter relação com o tema. Entretanto, não foi possível identificá-los; D. Na base de dados **ScienceDirect**, foram obtidos 32 artigos que poderiam ter relação com o tema. Entretanto, não foi possível identificá-los (Figura 4).

Figura 4 - Diagrama de fluxo



Fonte: Autoria Própria (2022).

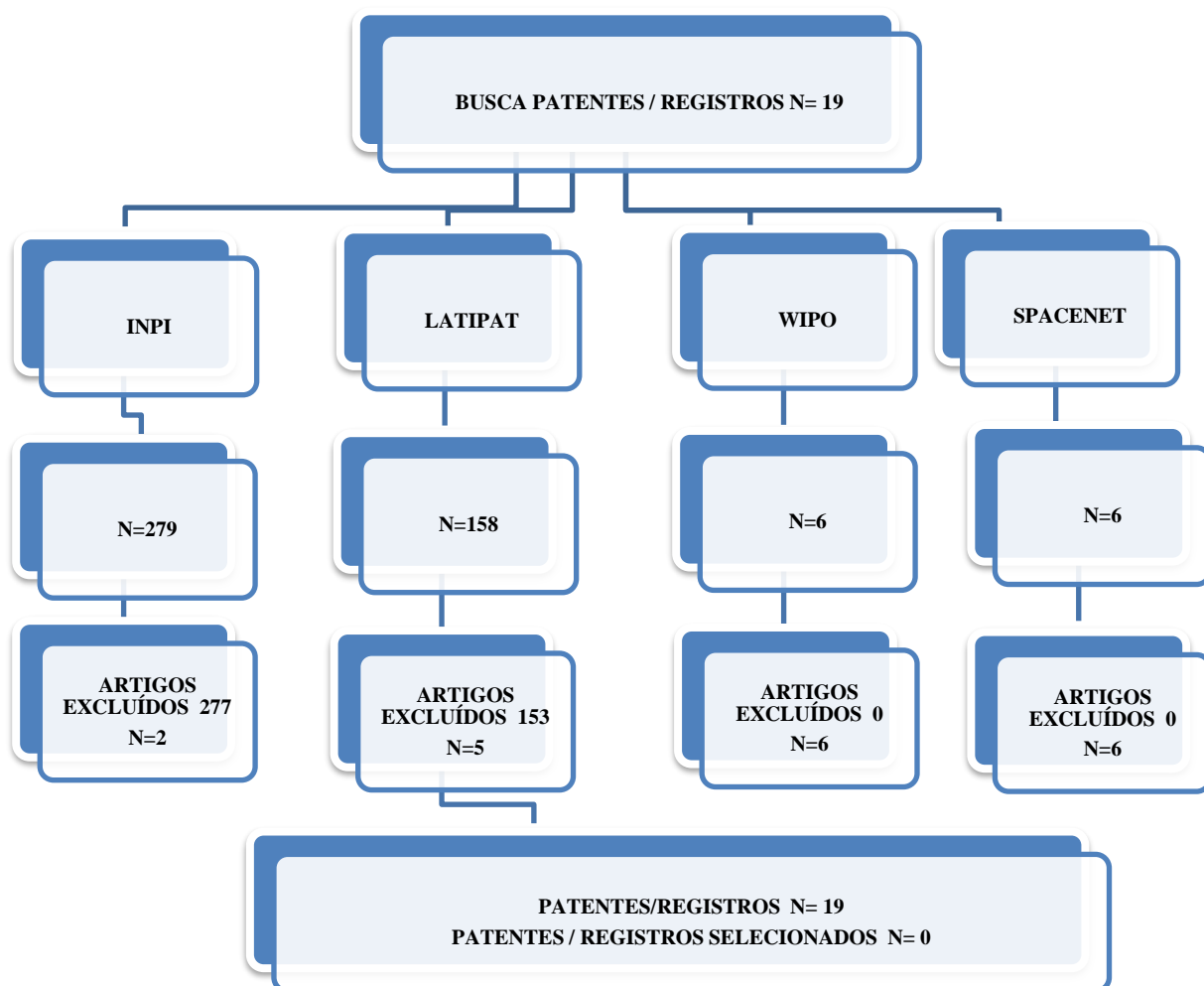
Já ao fazer a análise da relação da produção de artigos por ano no período de 2009-2019, pode ser verificado um crescimento de trabalhos a partir do ano de 2015, tendo como destaque o ano de 2016, com 11 produções; e o ano de 2019 com 19 artigos. Conforme pode ser visualizado na Tabela 3 e Figura 5.

Tabela 3. Ano x Artigos

ANO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
n.º artigos	1	2	1	2	4	2	4	11	5	7	26

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 5 - Diagrama de busca em patentes e registros



Fonte: Autoria Própria (2022).

Quanto à análise da prospecção tecnológica, ela foi realizada nas seguintes bases de dados de patentes e registros bem como seu ano respectivo (Tabela 4 e Tabela 5): A. Busca por registro de programa de computador no escritório do **INPI** com os descritores propostos, obtiveram-se os seguintes resultados: Aplicativo com 279 resultados, dos quais 277 foram excluídos por não ter qualquer relação com o tema proposto; e dois (2), que poderiam ter relação, a saber: Alzheimer 1 resultado e o Estadiamento 1 resultado. Entretanto, não foi possível identificar relação; B. Na busca por registro de programa de computador e patente no escritório do **LATIPAT** com os descritores propostos, foram obtidos os seguintes resultados: Alzheimer 158 patentes. Dessas 158 patentes, 153 foram excluídas por não ter relação alguma com o tema, restando então 05 patentes que poderiam ter relação, entretanto não foi possível identificá-las; C. Com a busca no escritório



**WIPO**, foram obtidas 06 patentes, porém não foi possível identificar relação com a temática proposta; D. Com a busca no escritório **SPACENET**, obtiveram-se 06 patentes, porém não foi possível identificar relação com a temática proposta.

Tabela 4 - Escritório x Patentes/Registros

ESCRITÓRIO	INPI	LATIPAT	WIPO	SPACENET
<b>PATENTES /REGISTROS</b>	2	5	6	6

Fonte: Autoria Própria (2022).

Tabela 5 - Ano x Patentes/Registros

ANO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Patentes/ Registros</b>	0	2	2	2	0	1	2	5	1	2	2

Fonte: Autoria Própria (2022).

Dessa forma, não foram encontrados aplicativos móveis digitais para avaliar estadiamento da doença de Alzheimer com os descritores sugeridos nos sistemas Android (Google Play) e iOS (App Store). Cabe salientar, que apesar de não ser encontrado nenhum artigo, registro ou patente referente ao tema específico, a de se destacar uma revisão sistemática em espanhol realizada por Sánchez-Gutiérrez, Ortega-Bastidas e Cano-de-la-Cuerda (2019). Os autores relataram ter encontrado 294 aplicativos, dos quais 178 foram classificados com potencial uso na Doença de Alzheimer, 116 aplicativos com uso específico da Doença de Alzheimer. Destes 73 para informações, 8 para avaliações, 31 para tratamento, 3 para informações e avaliação e um (1) aplicativo para avaliação e tratamento, mas nenhum para o estadiamento da Doença de Alzheimer, usando a escala Clinical Dementia Rating (CDR®).

No intuito de assegurar a não existência de um aplicativo específico para a avaliação da demência na doença de Alzheimer, usando a escala CDR®, procuramos encontrar especificamente cada um dos 8 aplicativos descrito por Sánchez-Gutiérrez, Ortega-Bastidas e Cano-de-la-Cuerda (2019) em sua revisão sistemática como sendo para avaliação da doença de Alzheimer, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados da busca por aplicativos

NOME APP	PLATAFORMA	DESCRIÇÃO
<i>Alzheimer's probing program</i> Aplicativo não encontrado	Android	Questionário para ajudar a diagnosticar a doença de Alzheimer.
<i>BrainTest</i> Aplicativo não encontrado	iOS Android	Detectar alterações associadas à doença de Alzheimer, demência e
<i>Alzhup Tools</i>  Local: <a href="https://m.apkpure.com/br/alzhup-tools/com.alzhup.alzhup">https://m.apkpure.com/br/alzhup-tools/com.alzhup.alzhup</a>	Android iOS	Teste pré-diagnóstico para verificação da existência da doença de Alzheimer.
<i>Alzheimer's Risk Calculator</i> Aplicativo não encontrado	Android	Calcula o risco de uma pessoa desenvolver doença de Alzheimer.
<i>Memory Orientation Screening Test (MOST)</i>  Local: <a href="https://appadvice.com/app/memory-orientation-test-">https://appadvice.com/app/memory-orientation-test-</a>	iOS	Ferramenta para avaliar aspectos cognitivos.
<i>App Índice CAIDE</i>  Local: <a href="https://es.formidapps.com/ios/app/app-ndice-caide-zpnxqtit.aspx">https://es.formidapps.com/ios/app/app-ndice-caide-zpnxqtit.aspx</a>	iOS	Prevê o risco de demência na velhice, com base em fatores de risco presentes na maturidade (40-65 anos).
<i>AlzDxRx</i>  Local: <a href="https://apps.apple.com/us/app/alzdxrx/id1264997317/">https://apps.apple.com/us/app/alzdxrx/id1264997317/</a>  Local: <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.championsforhealth&amp;hl=pt_BR&amp;gl">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.championsforhealth&amp;hl=pt_BR&amp;gl</a>	Android iOS	Deteção, avaliação e tratamento de sintomas.
<i>Alzheimer E</i>  Aplicativo não encontrado	Android	Teste cognitivo para saber a capacidade de reagir a problemas.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Os dados acima descrevem a busca realizada, bem como os resultados nos sistemas Android (Google Play) e iOS (App Store), para cada um dos oito aplicativos descrito por Sánchez-Gutiérrez, Ortega-Bastidas e Cano-de-la-Cuerda (2019) em sua revisão sistemática como sendo para avaliação da doença de

Alzheimer, a saber: *Alzhup Tools*, encontrado em <https://m.apkpure.com/br/alzhup-tools/com.alzhup.alzhup>; *Memory Orientation Screening Test (MOST)*, encontrado em <https://appadvice.com/app/memory-orientation-test-most/489970004>; *App Índice CAIDE*, encontrado em <https://es.formidapps.com/ios/app.app-ndice-caide-zpnxqtit.aspx>; *AlzDxRx*, encontrado em <https://apps.apple.com/us/app/alzdxrx/id1264997317>/[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.championsforhealth&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.championsforhealth&hl=pt_BR&gl=US); *Alzheimer's probing program*, aplicativo não encontrado com nome específico na plataforma Android; *BrainTest*, aplicativo não encontrado com as descrições propostas, ou seja, detectar alterações associadas à doença de Alzheimer, demência e prejuízo cognitivo leve, apenas para games; *Alzheimer's Risk Calculator*, aplicativo não encontrado com nome específico na plataforma Android; e *Alzheimer E*, aplicativo não encontrado com nome específico na plataforma Android. Sendo assim, essas informações vêm corroborar a expectativa da não existência de um aplicativo móvel para estadiamento da Doença de Alzheimer, o objetivo deste trabalho.

## 5.2 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO SUS

Os escores brutos do questionário SUS foram convertidos em uma escala de de 0-100 para melhor interpretação, seguindo os seguintes procedimentos: subtrai-se 1 das respostas dos usuários das questões ímpares (1, 3, 5, 7 e 9);

- a) Para as questões pares (2, 4, 6, 8 e 10) fazer a seguinte operação matemática (5 – resposta do usuário);
- b) Soma-se todos os escores de cada item (escores das questões 1 a 10) e multiplica-se o resultado por 2,5 para a obtenção do índice de satisfação do usuário (ISU) (BROOKE, 1986).

O escore 68 é considerado como escore médio do questionário SUS, sendo assim utilizado como referência para a classificação dos resultados (SAURO, 2011). Adicionalmente, escores percentis, graduação e classificação do nível de usabilidade do aplicativo foram realizadas de acordo com o proposto por (SAURO, 2011). Assim, foi possível analisar componentes de qualidade do aplicativo utilizando as Heurísticas de Nielsen (NIELSEN; MOLICH, 1990), como visto a seguir:

- a) Facilidade de aprendizagem (média dos escores das questões 3, 4, 7 e 10);
- b) Eficiência (média dos escores das questões 5, 6 e 8);
- c) Facilidade de memorização (escores da questão 2);
- d) Minimização dos erros (escores da questão 6);
- e) Satisfação (média dos escores das questões 1, 4, 9).

A obtenção de escores individuais de 0 a 100 para cada questão foi realizada multiplicando o escore de cada questão por 25. A estatística descritiva foi aplicada para descrição dos resultados apresentando mediana, mínimo e máximo para o ISU, Heurísticas de Nielsen, distribuição de frequência para a graduação e adjetivos obtidos do ISU.

Nesse sentido, foram entrevistados 8 profissionais de saúde (conforme diretrizes ABNT ISO/IEC 25062:2011, citada na metodologia) formados em medicina com especialidade em Neurologia e Geriatria com média de formação de 24,875 anos. O ISU apresentou mediana de 88,7 (mínimo=72,5; máximo=100). Dessa forma, todos (100%) os avaliados apresentaram ISU maior que 68.

Com relação ao percentil, graduação e adjetivo, 7 (87,5%) dos usuários apresentaram ISU no percentil maior ou igual a 96, graduação A satisfação “melhor imaginável”. A Tabela 6 apresenta os escores obtidos (0-100) para cada questão bem como, o índice de satisfação do usuário para cada participante entrevistado.

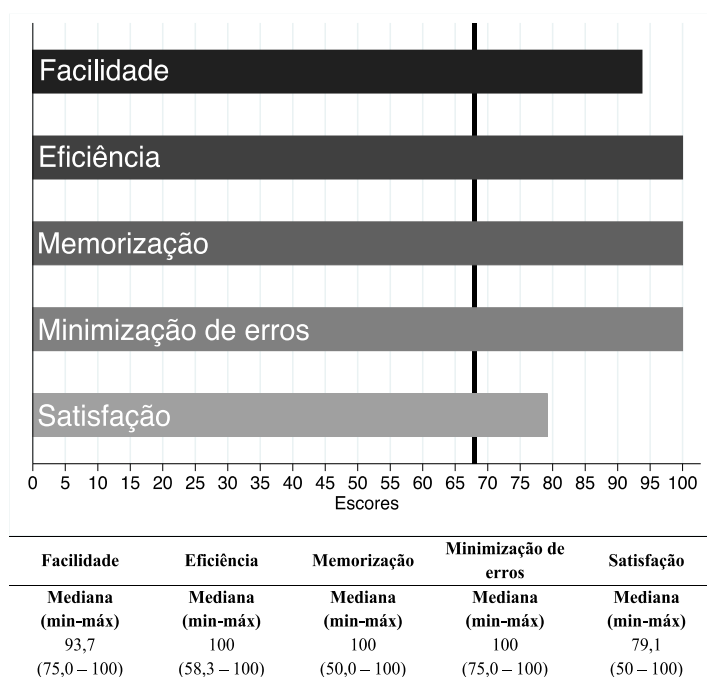
Tabela 6 - Escores do SUS para cada participante entrevistado

Usuário	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	ISU	Percentil	Graduação	Adjetivo
01	50	100	100	100	25	100	50	100	0	100	72,5	65	C	Bom
02	100	50	100	75	100	100	25	100	100	100	85	96	A	Melhor imaginável
03	75	100	100	25	100	100	100	100	100	100	90	100	A	Melhor imaginável
04	75	100	100	100	100	100	100	100	0	100	87,5	99	A	Melhor imaginável
05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	A	Melhor imaginável
06	75	100	100	100	75	75	100	25	100	100	85	96	A	Melhor imaginável
07	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	90	100	A	Melhor imaginável
08	100	75	100	100	75	100	100	75	100	100	92,5	100	A	Melhor imaginável

Fonte: Autoria Própria (2022).

A Figura 6 apresenta a mediana de cada uma das categorias das Heurísticas de Nielsen. Os valores medianos das categorias variaram de 79,1 (Satisfação) a 100 (Eficiência, Memorização e Minimização de erros), a Linha de referência vertical representa o valor 68 (mínimo para o ISU).

Figura 6 – Medianas categorias das Heurísticas de Nielsen



Fonte: Autoria Própria (2022).

Os dados apresentam a mediana de cada uma das categorias das Heurísticas de Nielsen, onde a linha de referência vertical representa o valor 68 (mínimo para o ISU) e as horizontais os valores medianos para o ISU em relação a: Facilidade 93,7; Eficiência 100; Memorização 100; Minimização de erros 100 e para Satisfação 79,1. Ainda, no ano de 2020 o Instituto Nacional de propriedade Industrial registrou o presente Programa Computacional sob o Processo n.º BR 512020001238-8, com o título Alzhecalc, publicado em 29 de junho de 2020 (ANEXO D).

### 5.3 APRESENTAÇÃO DO APLICATIVO ALZHECALC

Ao acessar o Alzhecalc o profissional deve-se assinalar apenas uma pontuação por categoria. No que se refere a existência de dúvidas entre duas pontuações, por exemplo, leve (1) e moderada (2), a escolha deve ser corresponde à maior incapacidade. Diferentemente do CDR convencional onde as respostas são

preenchidas manualmente e ao final o resultado deve obrigatoriamente seguir as regras gerais para a classificação da Clinical Dementia Rating estabelecida por Morris (1993, on-line, tradução nossa), onde:

Para determinar a pontuação CDR global, a categoria memória é considerada a categoria primária (CP); todas as outras são para determinar a pontuação CDR global, a categoria memória é considerada a categoria primária (CP); todas as outras são secundárias (CS);

No caso de pelo menos 3 categorias secundárias receberem a mesma pontuação numérico de memória, então a pontuação global da CDR é igual a pontuação M;

Se 3 ou mais categorias secundárias recebem pontuações maiores ou menores (diferentes) daquele da memória, a pontuação global CDR = pontuação da maioria das categorias secundárias. Quando 3 categorias secundárias têm pontuações para um lado de M e outras 2 para o outro lado (isto é, 3 são maiores e 2 são menores – ou vice-versa), então a pontuação total da CDR = M;

Se houver empate na quantidade de categorias secundárias para um dos lados do valor de M, escolha o CDR mais perto de M (p. exemplo, 2 categorias secundárias com pontuação=1, outras 2 categorias secundárias com pontuação= 2, memória e mais uma secundária com pontuação = 3; então a pontuação global da CDR = 2);

Se 1 ou 2 categorias secundárias recebem a mesma pontuação de M, a pontuação global de CDR é igual à M, desde que não mais de 2 categorias secundárias estejam em um lado do valor de M.

As regras para definição do pontuação global (CDR), conforme Morris (1993):

1. Pelo menos 3 **CS** são = **M** então **CDR = M**;
2. 3 ou + **CS** são > (ou <) a **M** então **CDR = maioria das CS > (ou <) M**;
3. Sempre que 3 **CS** têm pontuação de um lado de M e as outras duas têm pontuações do outro lado, **CDR = M**;
4. **M = 0,5** e 3 ou mais **CS** são pontuadas  $\geq 1$  então **CDR = 1**;
5. **M = 0,5**, **CDR** não pode ser 0 (zero), só pode ser 0,5 ou 1;
6. **M = 0** então **CDR = 0** exceto se 2 ou mais **CS** forem  $\geq 0,5$  então **CDR = 0,5**.

Então neste contexto podemos observar que a utilização e a interpretação dessas regras demandam de tempo e muita prática do profissional entrevistador para que se possa chegar ao escore CDR global final. Portanto, o grande diferencial do aplicativo é que à medida que o profissional de saúde realiza o questionário de avaliação e classificação da demência Clinical Dementia Rating o aplicativo automaticamente estará processando e estabelecendo as regras necessárias para a obtenção do escore CDR global final. E com isso tornando a avaliação e a classificação da demência segura, rápida e eficaz, permitindo

assim aos profissionais promover uma maior facilidade no rastreio diagnóstico de pacientes com a doença de Alzheimer, implicando em uma abordagem clínica e intervenções mais precoces.

Ademais, salientando, diferentemente do CDR convencional, o qual é apresentado na Figura 7, o aplicativo Alzhecalc apresenta um plano por tela. A tela principal do aplicativo inicia com o cadastro do usuário (Figura 8); após essa tela, tem-se acesso ao cadastro do paciente e contatos (cuidador, responsável, neurologista e outros) (Figuras 9); continuando o cadastro do paciente, apresenta-se o diagnóstico, patologias associadas e medicamentos em uso (Figuras 10).

Dando seguimento, a próxima tela inicia-se com a avaliação (Figura 11) propriamente dita do paciente. Essa avaliação compreende seis domínios: Memória (Figura 12), Orientação (Figura 13), Solução de problemas (Figura 14), Relações comunitárias (Figura 15), Lar/Passatempo (Figura 16) e Cuidados pessoais (Figura 17).

Figura 7 - Classificação Clínica Dementia Rating – CDR\*convencional

## AVALIAÇÃO CLÍNICA DA DEMÊNCIA - CLINICAL DEMENTIA RATING (CDR)

Nome: \_\_\_\_\_

Data de avaliação: \_\_\_\_\_

	SAUDÁVEL CDR 0	DEMÊNCIA QUESTIONÁVEL CDR 0.5	DEMÊNCIA LEVE CDR 1	DEMÊNCIA MODERADA CDR 2	DEMÊNCIA GRAVE CDR 3
<b>MEMÓRIA</b>	Sem perda da memória, ou apenas esquecimento discreto e inconsistente [ ]	Esquecimento leve e consistente: lembrança parcial de eventos: esquecimento "benigno" [ ]	Perda de memória moderada, mais acentuada para fatos recentes, o déficit interfere com atividades do dia-a-dia [ ]	Perda de memória grave: apenas material muito aprendido é retido materiais novos são rapidamente perdidos [ ]	Perda de memória grave: apenas fragmentos permanecem [ ]
<b>ORIENTAÇÃO</b>	Plenamente Orientado [ ]	Plenamente Orientado [ ]	Dificuldade moderada com as relações do tempo: orientado no espaço, no exame. mas pode ter desorientação geográfica em outros locais [ ]	Geralmente Desorientado [ ]	Orientação Pessoal Apenas [ ]
<b>JULGAMENTO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b>	Resolve bem problemas do dia-a-dia; juízo crítico é bom em relação ao desempenho passado [ ]	Leve comprometimento na solução de problemas. semelhanças e diferenças [ ]	Dificuldade moderada na solução de problemas, semelhanças e diferenças: julgamento social geralmente mantido [ ]	Gravemente comprometido para solução de problemas, semelhanças e diferenças; juízo social geralmente comprometido [ ]	Incapaz de resolver problemas ou de ter qualquer juízo crítico [ ]
<b>ASSUNTOS DA COMUNIDADE</b>	Função independente nas trabalho, compras. Negócios, finanças e grupos sociais [ ]	Leve dificuldade nessas atividades [ ]	Incapaz de funcionar independentemente nas atividades. embora ainda possa desempenhar algumas: pode parecer normal na avaliação inicial [ ]	Sem possibilidade de desempenho fora de casa; parece suficientemente bem para ser levado a atividades fora de casa [ ]	Sem possibilidade de desempenho fora de casa; parece muito doente para ser levado a atividades fora de casa [ ]
<b>LAR E PASSATEMPOS</b>	Vida em casa, passatempos e interesses intelectuais mantidos [ ]	Vida em casa, passatempos e interesses intelectuais afetados [ ]	Comprometimento leve mas evidente em casa; abandono de tarefas mais difíceis: passatempos e interesses mais complicados são abandonados [ ]	Só realiza tarefas simples, interesses muito limitados e pouco mantidos [ ]	Sem qualquer atividade significativa em casa [ ]
<b>CUIDADOS PESSOAIS</b>	Plenamente Capaz [ ]	Plenamente Capaz [ ]	Necessita de Assistência Ocasional [ ]	Requer assistência no vestir e na higiene [ ]	Requer auxílio nos cuidados pessoais Geralmente incontinente [ ]

Escore Final: \_\_\_\_\_

Assinatura e carimbo do médico

Fonte: Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde [20--].



Figura 8 - Páginas iniciais Cadastramento

CDR

E-mail

Senha

CADASTRE-SE

ENTRAR

← Novo paciente

Nome do Paciente

CPF

RG

Contatos

+  
Adicionar contato

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 9 – Acesso aos Contatos

← Novo paciente

Nome

Telefone

Cuidador

Responsável

Neurologista

Outros

Patologias Associadas

Remédios em uso

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 10 - Cadastro do paciente

← Novo paciente

Diagnóstico

Patologias Associadas

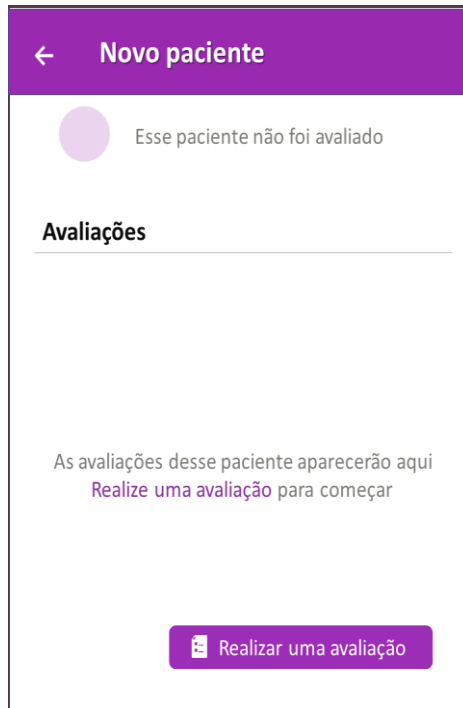
Remédios em uso

Descrição

✓ SALVAR

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 11 – Avaliação



← Novo paciente

Esse paciente não foi avaliado

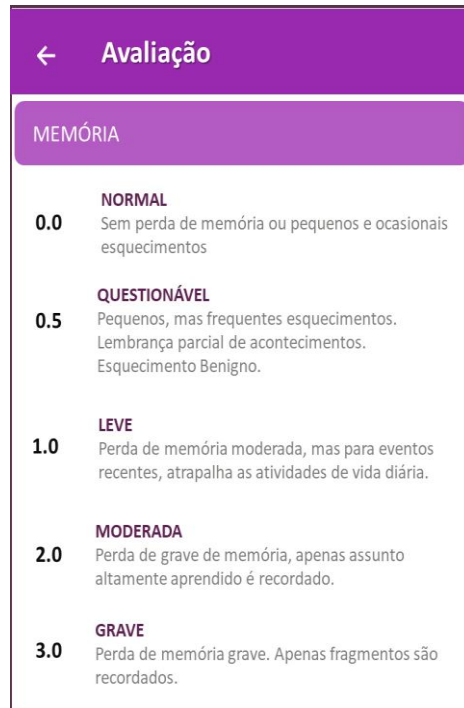
**Avaliações**

As avaliações desse paciente aparecerão aqui  
Realize uma avaliação para começar

Realizar uma avaliação

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 12 - Avaliação Memória



← Avaliação

**MEMÓRIA**

**0.0 NORMAL**  
Sem perda de memória ou pequenos e ocasionais esquecimentos

**0.5 QUESTIONÁVEL**  
Pequenos, mas frequentes esquecimentos. Lembrança parcial de acontecimentos. Esquecimento Benigno.

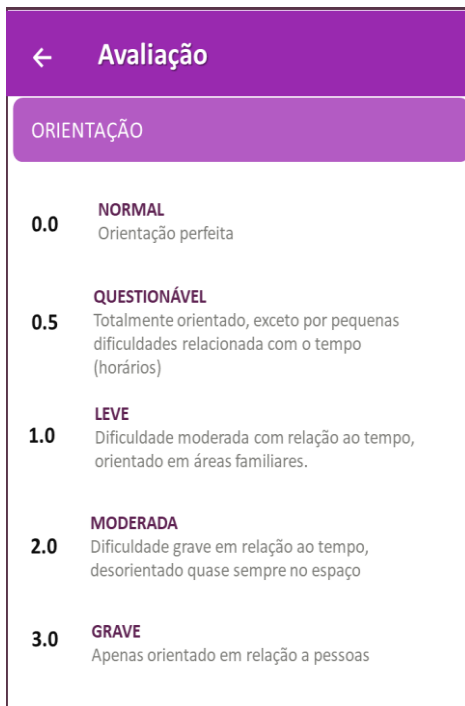
**1.0 LEVE**  
Perda de memória moderada, mas para eventos recentes, atrapalha as atividades de vida diária.

**2.0 MODERADA**  
Perda de grave de memória, apenas assunto altamente aprendido é recordado.

**3.0 GRAVE**  
Perda de memória grave. Apenas fragmentos são recordados.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 13 - Avaliação Orientação



← Avaliação

**ORIENTAÇÃO**

**0.0 NORMAL**  
Orientação perfeita

**0.5 QUESTIONÁVEL**  
Totalmente orientado, exceto por pequenas dificuldades relacionada com o tempo (horários)

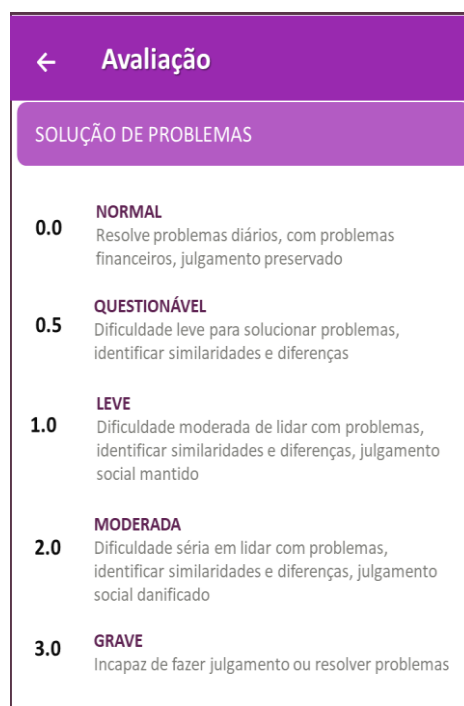
**1.0 LEVE**  
Dificuldade moderada com relação ao tempo, orientado em áreas familiares.

**2.0 MODERADA**  
Dificuldade grave em relação ao tempo, desorientado quase sempre no espaço

**3.0 GRAVE**  
Apenas orientado em relação a pessoas

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 14 - Avaliação Solução de problemas



← Avaliação

**SOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

**0.0 NORMAL**  
Resolve problemas diários, com problemas financeiros, julgamento preservado

**0.5 QUESTIONÁVEL**  
Dificuldade leve para solucionar problemas, identificar similaridades e diferenças

**1.0 LEVE**  
Dificuldade moderada de lidar com problemas, identificar similaridades e diferenças, julgamento social mantido

**2.0 MODERADA**  
Dificuldade séria em lidar com problemas, identificar similaridades e diferenças, julgamento social danificado

**3.0 GRAVE**  
Incapaz de fazer julgamento ou resolver problemas

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 15 -Avaliação Relações Comunitárias

← Avaliação	
RELAÇÕES COMUNITÁRIAS	
0.0	<b>NORMAL</b> Função independente no trabalho, compras grupos sociais
0.5	<b>QUESTIONÁVEL</b> Leve dificuldade nestas tarefas
1.0	<b>LEVE</b> Não é independente nestas atividades, parece normal em uma inserção causal
2.0	<b>MODERADA</b> Não á independência fora de casa, parece bem o bastante para ser levado para fora de casa
3.0	<b>GRAVE</b> Não á independência fora de casa, parece doente o bastante para ser levado para fora de casa

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 16 - Avaliação Lar e Passatempos

← Avaliação	
LAR E PASSATEMPOS	
0.0	<b>NORMAL</b> Vida em casa, passatempos e interesses intelectuais bem mantidos
0.5	<b>QUESTIONÁVEL</b> Vida em casa, passatempos e interesses intelectuais levemente prejudicados
1.0	<b>LEVE</b> Prejuízo suave em tarefas em casa, tarefas mais difíceis, passatempo e interesse abandonados
2.0	<b>MODERADA</b> Apenas tarefas simples são preservadas, interesses muito restritos e pouco mantidos
3.0	<b>GRAVE</b> Sem função significativa em casa

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 17 - Avaliação Cuidados pessoais

← Avaliação	
CUIDADOS PESSOAIS	
0.0	<b>NORMAL</b> Completamente capaz de cuidar-se
0.5	<b>QUESTIONÁVEL</b> Completamente capaz de cuidar-se
1.0	<b>LEVE</b> Necessita de ajuda
2.0	<b>MODERADA</b> Requer assistência ao vestir-se, para higiene
3.0	<b>GRAVE</b> Muita ajuda para cuidados pessoais, incontinências frequentes

Fonte: Autoria Própria (2022).

No domínio denominado Memória, foi criado no app para estar dividido nas opções de marcação e avaliação conforme o CDR convencional, assim: 1. Normal (pontuação 0,0), onde não existe perda de memória ou pequenos esquecimentos; 2. Demência questionável (pontuação 0,5), marcada por pequenos, mas frequentes esquecimentos, lembrança parcial ou esquecimento benigno; 3. Demência leve (pontuação 1,0), denominada pela perda de memória moderada, mais para eventos recentes e atrapalhando a realização das atividades diárias; 4. Demência moderada (pontuação 2,0), classificada pela perda grave de memória, apenas assuntos altamente apreendidos são recordados; e 5. Demência grave (pontuação 3,0), correspondendo pela perda de memória grave, onde apenas fragmentos são memorizados (ferramenta para a DA).

Na classificação sobre Orientação, a aba do aplicativo está dividida em: 1. Normal, orientação perfeita; 2. Demência questionável, quando o paciente está totalmente orientado, exceto por pequenas dificuldades em relação ao tempo; 3. Demência Leve, orientado pela dificuldade em relação ao tempo e orientado em áreas familiares; 4. Demência Moderada corresponde à dificuldade grave em relação ao tempo e desorientação quase sempre no espaço; e 5. Demência Grave, o paciente apenas tem orientação em relação às pessoas.

Em relação à divisão Solução de Problemas, o aplicativo apresenta: 1. Normal, quando o paciente resolve os problemas diários e julgamento preservado; 2. Demência questionável apresenta dificuldade leve para solucionar problemas, similaridades e diferenças; 3. Demência leve, o paciente apresenta uma dificuldade moderada em lidar com problemas, similaridades e diferenças, o julgamento social fica danificado; 4. Demência Moderada, dificuldade séria em lidar com problemas, similaridades e diferenças, o julgamento social fica danificado. 5. Demência grave, o paciente é incapaz de realizar julgamentos ou resolver problemas.

Na classificação das Relações Comunitárias temos para preenchimento: 1. Normal, a função independente no trabalho, compras e grupos sociais; 2. Demência questionável apresenta uma leve dificuldade nas tarefas; 3. Demência leve, o paciente não é independente nas atividades, aparentando normalidade em uma inspeção casual; 4. Demência Moderada, o paciente não tem nenhuma independência fora de casa, aparenta estar bem para ser levado para fora de casa;

5. Demência grave, não tem nenhuma independência fora de casa, aparenta estar doente para ser levado para fora de casa.

No que diz respeito à categoria Lar e Passatempos, o aplicativo permite a marcação nos itens: 1. Normal, correspondendo à vida em casa, passatempos e interesses intelectuais mantidos; 2. Demência questionável, a vida em casa, passatempos e interesses intelectuais se apresentam levemente prejudicados; 3. Demência leve, prejuízo suave em tarefas mais difíceis, passatempo e interesses abandonados; 4. Demência Moderada apenas tarefas simples são preservados, interesses muito restritos e pouco mantidos; 5. Demência grave, o paciente apresenta sem função significativa em casa.

Por fim, o aplicativo apresenta para avaliação os Cuidados Pessoais, correspondendo: 1. Normal, o paciente é completamente capaz de se cuidar; 2. Demência questionável, igualmente ele é completamente capaz de se cuidar; 3. Demência leve, o paciente necessita de ajuda; 4. Demência Moderada requer assistência tanto para vestir-se quanto para a higiene; 5. Demência grave, ele necessita de muita ajuda para cuidados pessoais e sofre de incontinência frequentemente.

Logo após a marcação da última alternativa têm-se o escore global (Figura 18) e o resultado final automaticamente (Figura 19). Dessa forma, todos os dados podem ser salvos e alterados conforme a necessidade do usuário. A Figura 20 detalha o fluxograma de planejamento inicial do aplicativo, para que os desenvolvedores pudessem observar as principais necessidades para a programação de um protótipo.

Figura 18- CDR 0,5(Demência questionável)

**Avaliação**

Resultados

	0	0.5	1	2	3
M					
O					
SDP					
RC					
LEP					
CP					

**CDR: 0.5**  
Demência Questionável

Regra: Se o escore de MEMÓRIA é igual a 2 ou mais categorias secundárias, então o CDR é igual ao escore da MEMÓRIA

Observações

**SALVAR**

Fonte: Autoria Própria (2022).

Figura 19 – CDR 0,5: Resultado final

**Paciente**

**V** Vasco  
Esse paciente não foi avaliado

**Avaliações**

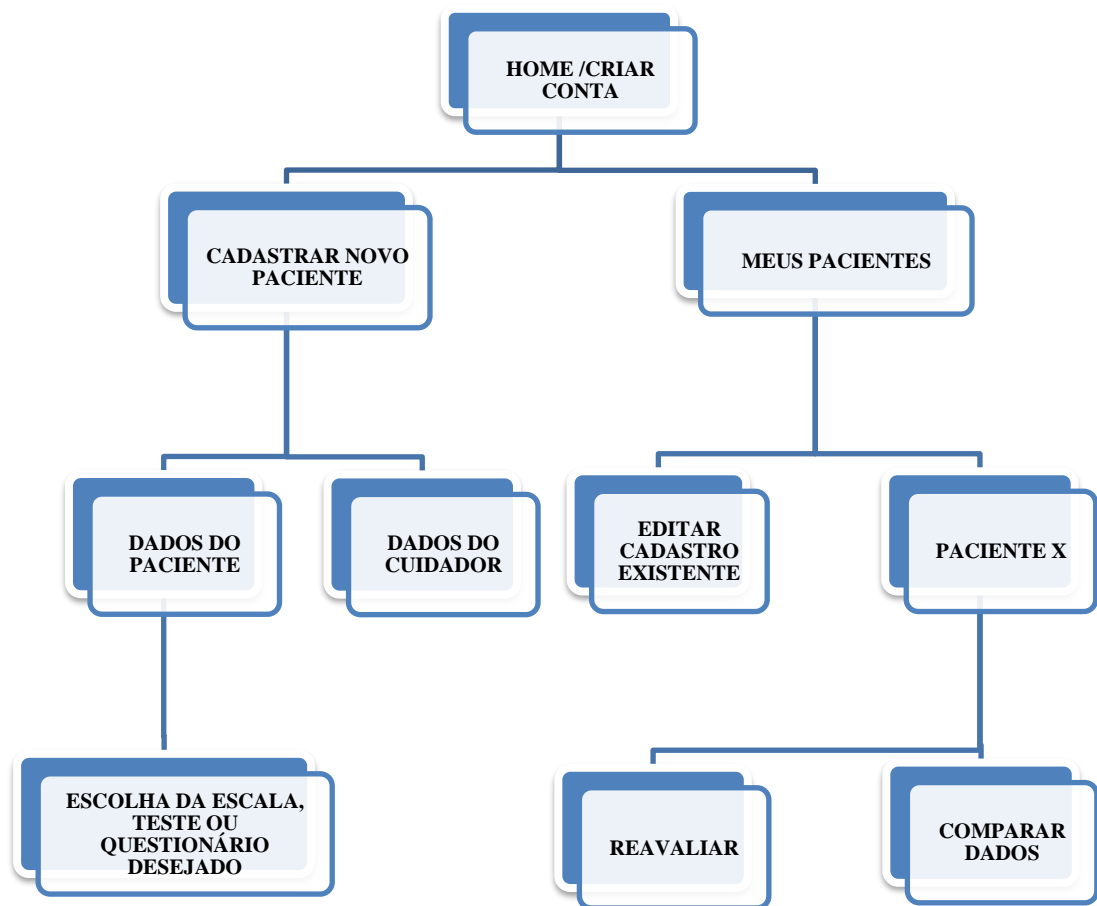
**CDR 0.5**  
Agora mesmo  
memória questionável (0.5), orientação: leve (1.0);  
solução de problemas: questionável (0.5),  
relações comunitárias: moderada (2.0), lar e p

**Realizar avaliação**

Fonte: Autoria Própria (2022).

Na Figura 20 é possível verificar o escore dos elementos formadores, o resultado final e o valor atribuído, isso de forma descritiva e respeitando as regras determinadas por Morris (1993). Já na Figura 21 se tem o resultado CDR e seu coeficiente, no exemplo utilizado o escore CDR foi de 0,5 correspondendo a avaliação Demência Questionável.

Figura 20 - Fluxograma de planejamento do Aplicativo



Fonte: Autoria Própria (2022).

A partir do fluxograma pode ser observado a ordem das páginas, isso quando elas são abertas. Assim, existe a opção de “criar uma conta do usuário”, aparecendo em seguida na tela do Menu as opções de “cadastrar um novo usuário” ou “acessar um usuário já cadastrado (Meus Pacientes)”. No caso da opção escolhida “cadastrar um novo usuário” abre a opção de preenchimento dos dados do novo paciente, bem como do seu cuidador. E por fim, a realização do questionário CDR (Clinical Dementia Rating) conforme já apresentado, se a opção for “Meus Pacientes” teremos a abertura das opções de “Editar cadastro já existente”, escolher o “Paciente X” e reavaliar ou comparar dados já existentes.

## 6 CONCLUSÕES

Considerando as poucas alternativas terapêuticas para a doença de Alzheimer, se torna importante que o diagnóstico ocorra de forma precoce, identificando os casos que tenham alto risco de evoluírem para demência. Nesse sentido, um dos instrumentos existentes para a avaliação da demência na DA é o CDR, porém esse instrumento apresenta suas limitações que incluem duração/tempo de aplicação do questionário, dependência de informações prévias, julgamento clínico e experiência do profissional ao utilizar o CDR.

Assim, a construção de um aplicativo para auxiliar nessa avaliação se torna importante. O aplicativo Alzhecalc, produto desse estudo, pode interferir benéficamente nas limitações do CDR convencional, otimizando a avaliação do estadiamento da doença e por estar adaptado para o português. Entre as possibilidades do aplicativo Alzhecalc reduzir as limitações do CDR estão: a redução do tempo de aplicação do questionário, o armazenando dados e as avaliações anteriores do paciente, o que acaba auxiliando no julgamento clínico e na experiência do profissional. Dessa forma, otimiza sua utilização em ambientes clínicos, de pesquisa e nos ensaios clínicos para medicamentos.

Em conformidade com os objetivos desse trabalho, o desenvolvimento do aplicativo Alzhecalc para avaliar o estadiamento da doença de Alzheimer destinado às plataformas Android, iOS e desktop foi bem-sucedido, bem como a sua testagem através de simulações com o questionário apresentado no aplicativo foram cumpridas. No Teste de Usabilidade (validação), o aplicativo apresentou no ISU (índice de satisfação do usuário) uma mediana de 88,7 (mínimo de 68, para um ISU satisfatório).

Assim, com os resultados satisfatórios, sugere-se que o aplicativo Alzhecalc possa promover uma maior facilidade para os profissionais da saúde e pesquisadores para avaliar o estadiamento da doença de Alzheimer. Portanto, implicando em uma abordagem clínica e intervenções precoces, podendo proporcionar uma qualidade de vida melhor para esses pacientes.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I. D.; BARROS, H. L.; FORLENZA, O. V. Demência de Alzheimer: correlação entre memória e autonomia. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 32, n. 3, p. 131-136, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-60832005000300005>.

ALMEIDA, A. *et al.* A critical analysis of an IoT—aware AAL system for elderly monitoring. **Future Generation Computer Systems**, v. 97, p. 598-619, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.03.019>.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV)**. Fourth ed. Washington (DC): American Psychiatric Association; 1994. p. 143-147.

ANDROID DEVELOPERS. **Getting Started with Android Studio**. 2013. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>. Acesso em: 22 out. 2020.

ANDROID STUDIO. **Android Studio**. 2020. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>. Acesso em: 25 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALZHEIMER. **Sobre Alzheimer**. 2020. Disponível em: <https://abraz.org.br/2020/sobre-alzheimer/demencia-2/>. Acesso em: 20 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 25062:2011**. Engenharia de Software - Requisitos e avaliação de qualidade de produto de software (SQuaRe) – Formato comum da Indústria (FCI) para relatórios de teste de usabilidade. 2011. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 1 nov. 2020.

BALSIS, S.; MILLER, T.M.; BENGE, J.F.; DOODY, R.S. Dementia Staging across Three Different Methods. **Dementia and geriatric cognitive disorders**, v. 31, n. 5, p. 328-333, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1159/000328116>.

BANOS, O. *et al.* Design, implementation and validation of a novel open framework for agile development of mobile health applications. **Biomedical engineering online**, v. 14, n. S2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-14-S2-S6>.

BARROS, W. C. T dos S. *et al.* Aplicativo para avaliação do nível de consciência em adultos: produção tecnológica em Enfermagem. **Cogitare Enfermagem**, v. 24, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v24i0.60338>.

BATEMAN, D. R. *et al.* Categorizing Health Outcomes and Efficacy of mHealth Apps for Persons With Cognitive Impairment: A Systematic Review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 19, n. 8, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2196/jmir.7814>.

BERATARRECHEA, A. *et al.* The impact of mobile health interventions on chronic disease outcomes in developing countries: a systematic review. **Telemedicine and e-Health**, v. 20, n. 1, p. 75-82, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1089/tmj.2012.0328>.

BITTENCOURT, C. UNA-SUS e Ministério da Saúde lançam aplicativo Saúde da Pessoa Idosa. **Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde, UNA-SUS**. 8 nov. 2017. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/una-sus-e-minist%C3%A9rio-da-sa%C3%BAde-lan%C3%A7am-aplicativo-sa%C3%BAde-da-pessoa-idosa>. Acesso em: 22 out. 2020.

BRACHA, G. **The Dart Programming Language**. Pearson Education: Kindle Edition, 2015.

BROOKE, J. SUS: A Retrospective. **Journal of Usability Studies**, v. 8, n. 2, p. 26-40, 2013. Disponível em: [https://uxpajournal.org/wp-content/uploads/pdf/JUS\\_Brooke\\_February\\_2013.pdf](https://uxpajournal.org/wp-content/uploads/pdf/JUS_Brooke_February_2013.pdf). Acesso em: 30 set. 2020.

BROOKE, J. SUS: a quick and dirty usability scale. *In*: Jordan, P.W; Thomas, B.; Weerdmeester, B.A; McClelland I.L. (Eds.) **Usability Evaluation in Industry**. London: Taylor and Francis, 1996. p. 189-194.

BOTT, N. T. *et al.* Face-to-Face and Digital Multidomain Lifestyle Interventions to Enhance Cognitive Reserve and Reduce Risk of Alzheimer's Disease and Related Dementias: A Review of Completed and Prospective Studies. **Nutrients**, v. 11, n. 9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11092258>.

CASTELLANO, J. M. *et al.* Human apoE isoforms differentially regulate brain amyloid- $\beta$  peptide clearance. **Sci Transl Med.**, v. 3, n. 89, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3002156>.

CARON, J.; BIDUSKI, D.; DE MARCHI, A. C. B. Alz Memory – um aplicativo móvel para treino de memória em pacientes com Alzheimer. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 9, n. 2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v9i2.964>.

CHÁVEZ, A.; BORREGO, G.; GUTIERREZ-GARCIA, J. O.; RODRÍGUEZ, L. F. Design and evaluation of a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease: A day center case study. **International Journal of Medical Informatics**, v. 131, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103972>.

CONTENT, R. R. **Conheça Firebase: a ferramenta de desenvolvimento e análise de aplicativos mobile**. 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/firebase/>. Acesso em: 22 out. 2020.

CONVERSO, M. E. R.; LARTELLI, I.; Caracterização e análise do estado mental e funcional de idosos institucionalizados em instituições públicas de longa permanência. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 56, n. 4, p. 267-272, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0047-20852007000400005>.

DART-DEV. **Dart overview**. 2020. Disponível em: <https://dart.dev/overview>. Acesso em: 22 out. 2020.

DB-ENGINES. **DBMS popularity broken down by database model - Number of systems per category, March 2021**. 2021. Disponível em: [https://db-engines.com/en/ranking\\_categories](https://db-engines.com/en/ranking_categories). Acesso em: 22 mar. 2021.

DRAKE, M. **A Comparison of NoSQL Database Management Systems and Models.** 2019. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20190813163612/https://www.digitalocean.com/community/tutorials/a-comparison-of-nosql-database-management-systems-and-models>. Acesso em: 22 out. 2020.

DE MELO, R. **Flutter para iniciantes.** 2020. Disponível em: <https://www.flutterparainiciantes.com.br/>. Acesso em: 22 out. 2020.

DE OLIVEIRA, A. R. F.; ALENCAR, M. S. M. O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 15, n. 1, p. 234-245, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/rdbci.v15i1.8648137>.

DOBIE, A. **Android Studio unveiled at Google I/O keynote.** 2013. Disponível em: <https://www.androidcentral.com/android-studio-unveiled-google-io-keynote>. Acesso em: 22 out. 2020.

DUCROHET, X.; NORBYE, T.; CHOU, K. **Android Studio: An IDE built for Android.** Android Developers Blog. Google. 2013. Disponível em: <https://android-developers.googleblog.com/2013/05/android-studio-ide-built-for-android.html>. Acesso em: 22 out. 2020.

ESMAEEL, H. R. Apply Android Studio (SDK) Tools. **International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, v. 5, n. 5, p. 88–93, 2015.

EYSENBACH, G. What is e-health?. **Journal of Medical Internet Research**, v. 3, n. 2, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e20>.

FALCO, A. de; CUKIERMAN, D. S.; HAUSER-DAVIS, R. A.; REY, N. A. Doença de Alzheimer: hipóteses etiológicas e perspectivas de tratamento. **Química Nova**, v. 39, n. 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150152>.

FIGUEIREDO, C. M. S.; NAKAMURA, E. Computação móvel: novas oportunidades e novos desafios. **T&C Amazônia**, Ano 1, n. 2, 2003.

FLUTTER-DEV. **Windows install.** 2018. Disponível em: <https://flutter.dev/docs/get-started/install/windows>. Acesso em: 22 out. 2020.

FLUTTER-DEV. **Android Studio and IntelliJ.** 2020a. Disponível em: <https://flutter.dev/docs/development/tools/android-studio>. Acesso em: 22 out. 2020.

FLUTTER-DEV. **Technical Overview - Flutter.** 2020b. Disponível em: <https://flutter.dev/docs/resources/architectural-overview>. Acesso em: 22 out. 2020.

FLUTTER-DEV. **Foundation library - Dart API.** 2020c. Disponível em: <https://api.flutter.dev/flutter/foundation/foundation-library.html>. Acesso em: 22 out. 2020.

GOOGLE. **Android Studio BETA.** 2013. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>. Acesso em: 22 out. 2020.

GOOGLE-DEV. **Entender os projetos do Firebase**. 2020a. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/projects/learn-more>. Acesso em: 22 out. 2020.

GOOGLE-DEV. **Cloud Firestore**. 2020b. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/firestore>. Acesso em: 22 out. 2020.

GOOGLE-DEV. **Cloud Functions para Firebase**. 2020c. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/functions>. Acesso em: 22 out. 2020.

HASLAM, O. **Download Android Studio IDE For Windows, OS X And Linux**. 2013. Disponível em: <https://www.redmondpie.com/download-android-studio-ide-for-windows-os-x-and-linux/>. Acesso em: 22 out. 2020.

HARDY, J. A.; HIGGINS, G. A. **Science**, v. 256, p. 184-185, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1566067>.

HONIG, Z. Google intros Android Studio, an IDE for building apps. **Retrieved May**, v. 2, p. 2015, 2013.

FROTA, N. A. F. *et al.* Critérios para o diagnóstico de doença de Alzheimer. **Dementia & Neuropsychologia**, v. 5, n. 1, p. 5-10, 2011.

HERMES, S.; LURZ, M.; BÖHM, M.; KRCMAR, H. Evaluating the Usability and Usefulness of a Mobile Application for Training Visual Mnemonic Techniques in Participants with Subjective Cognitive Decline: An Exploratory Pilot Study. **Procedia Computer Science**, v. 160, p. 439-444, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.067>.

HUGHES, C. P. *et al.* A new clinical scale for the staging of dementia. **Br J Psychiatry**, jun. 1982. DOI: <https://doi.org/10.1192/bjp.140.6.566>.

KHAN, T. K. Chapter 2 - Clinical Diagnosis of Alzheimer's Disease. **Biomarkers in Alzheimer's Disease**, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804832-0.00002-X>.

LEE, H. K. *et al.* Three Dimensional Human Neuro-Spheroid Model of Alzheimer's Disease Based on Differentiated Induced Pluripotent Stem Cells. **PLoS One**, v. 11, n. 9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163072>.

LEE, Y. L.; LIN, K. C.; CHIEN, T. W. Application of a multidimensional computerized adaptive test for a Clinical Dementia Rating Scale through computer-aided techniques. **Ann Gen Psychiatry**, v. 18, n. 5, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs12991-019-0228-4>.

LINDEBOOM, J.; WEINSTEIN, H. Neuropsychology of cognitive ageing, minimal cognitive impairment, Alzheimer's disease, and vascular cognitive impairment. **European journal of pharmacology**, v. 490, n. 1-3, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2004.02.046>.

LÖFFLER, T. *et al.* Neuroinflammation and related neuropathologies in APPSL mice: further value of this in vivomodel of Alzheimer's disease. **Journal of Neuroinflammation**, v. 11, n. 1, 2014. Disponível em:

<https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA539668395&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=17422094&p=HRCA&sw=w>. Acesso em: 26 out. 2020

MAIA, A. L. G. *et al.* Aplicação da versão brasileira da escala de avaliação clínica da demência (Clinical Dementia Rating - CDR) em amostras de pacientes com demência. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 64, n. 2B, p. 485–489, 2006.

MACORATTI, J. C. **Compreendendo o padrão MVVM : Model-View-ViewModel (revisão)**. 2020. Disponível em: [http://www.macoratti.net/16/09/net\\_mvvm1.htm#:~:text=O%20padr%C3%A3o%20de%20projeto%20Model,\(a%20vincula%C3%A7%C3%A3o%20de%20dados\)](http://www.macoratti.net/16/09/net_mvvm1.htm#:~:text=O%20padr%C3%A3o%20de%20projeto%20Model,(a%20vincula%C3%A7%C3%A3o%20de%20dados)). Acesso em: 22 out. 2020.

MANKINS, J. C. **Technology Readiness Levels**. A White Paper. 1995. Disponível em: [http://www.artemisinnovation.com/images/TRL\\_White\\_Paper\\_2004-Edited.pdf](http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf). Acesso em: 25 maio 2022.

MANNING, C.A; DUCHARME, J.K . **Manual de Avaliação em Gerontologia Clínica**. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374961-1.10006-5>

MATTHEWS, F. E. *et al.* A two decade dementia incidence comparison from the Cognitive Function and Ageing Studies i and II. **Nature Communications**, v. 7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms11398>.

MCKEITH, I.G. *et al.* Diagnosis and management of dementia with Lewy bodies: third report of the DLB Consortium. **Neurology**, v. 65, n. 12, p. 1863-1872, 2005.

MEDINA, M.; AVILA, J. The role of extracellular tau in the spreading of neurofibrillary pathology. **Front. Cell. Neurosci.**, v. 8, n. 13, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3389/fncel.2014.00113>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Alzheimer: o que é, causas, sintomas, tratamento, diagnóstico e prevenção**. 2017. Disponível em: <http://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/alzheimer>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MIOSHI, E.; FLANAGAN, E.; KNOPMAN, D. Detecting clinical change with the CDR- FTLD: differences between FTLD and AD dementia. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, v. 32, n. 9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/gps.4556>.

MONJE, M. H. G.; FOFFANI, G.; OBESO, J.; SÁNCHEZ-FERRO, A. New Sensor and Wearable Technologies to Aid in the Diagnosis and Treatment Monitoring of Parkinson's Disease. **Annual Review of Biomedical Engineering**, v. 21, p. 111-143, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-062117-12103>.

MONTAÑO, M. B. M. M.; RAMOS, L. R. Validade da versão em português da *Clinical Dementia Rating*. **Revista Saúde Pública**, v. 39, n. 6, p. 912–917, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102005000600007>.

MONTINE, T. J. *et al.* National Institute on Aging–Alzheimer's Association guidelines for the neuropathologic assessment of Alzheimer's disease: a practical approach.

**Acta Neuropathol**, v. 123, p. 1–11, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00401-011-0910-3>.

MORRIS J. The Clinical Dementia Rating (CDR): current version and scoring rules. **Neurology**, v. 43, n. 11, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.43.11.2412-a>

NICHOLS, E. *et al.* Global, regional, and national burden of Alzheimer's disease and other dementias, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **The Lancet Neurology**, v. 18, n. 1, p. 88-106, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30403-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30403-4).

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. **Proc. ACM CHI'90 Conf.**, Seattle, EUA, 1-5 abril, p. 249-256, 1990.

NYUNT M.S.Z. *et al.* Reliability and Validity of the Clinical Dementia Rating for Community- Living Elderly Subjects without an Informant. **Dementia and geriatric cognitive disorders extra**, v. 3, n. 1, p. 407-416, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1159/000355122>.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Demencia: una prioridad de salud pública**. Washington, DC: OPS, 2013. 112 p. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/98377/9789275318256\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/98377/9789275318256_spa.pdf?sequence=1). Acesso em: 21 out. 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE BRASIL – Brasil OPAS/OMS. **Demência: número de pessoas afetadas triplicará nos próximos 30 anos**. 2017. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5560:demencia-numero-de-pessoas-afetadas-triplicara-nos-proximos-30-anos&Itemid=839#:~:text=%22Quase%2010%20milh%C3%B5es%20de%20pessoas em%20 consequ%C3%Aancia%20disso%20%C3%A9%20enorme](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5560:demencia-numero-de-pessoas-afetadas-triplicara-nos-proximos-30-anos&Itemid=839#:~:text=%22Quase%2010%20milh%C3%B5es%20de%20pessoas em%20 consequ%C3%Aancia%20disso%20%C3%A9%20enorme). Acesso em: 1 out. 2020.

PEREIRA, I. M. *et al.* Tecnologia móvel para coleta de dados de pesquisas em saúde. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, n. 5, p. 479-488, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0194201700069>.

PERES, S. C.; PHAM, T.; PHILLIPS, R. Validation of the System Usability Scale (SUS): SUS in the Wild. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 57, n. 1, p. 192-196, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1177/1541931213571043>.

PIRANI, E. Z. *et al.* Android based assistive toolkit for Alzheimer. **Procedia Computer Science**, v. 79, p. 143-151, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.03.019>.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. 4 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004.

POLZER, N.; GEWALD, H. A Structured Analysis of Smartphone Applications to Early Diagnose Alzheimer's Disease or Dementia. **Procedia Computer Science**, v. 113, p. 448- 453, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.293>.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Prospecção tecnológica. Salvador: FORTEC/PROFNIT, 2019. Disponível em: <https://www.profnit.org.br/wp-content/uploads/2019/02/PROFNIT-Serie-Prospeccao-Tecnologica-Volume-2.pdf>  
Acesso em: 16 maio 2022.

RATHNAYAKE, S.; MOYLE, W.; JONES, C.; CALLEJA, P. Development of an mHealth application for family carers of people with dementia: A study protocol. **Collegian**, v. 26, n. 2, p. 295-301, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2018.07.006>.

RATHNAYAKE, S.; MOYLE, W.; JONES, C.; CALLEJA, P. Family carers' needs related to management of functional disability in dementia care and use of mHealth applications in health information seeking: An online survey. **Collegian Available**, v. 27, n. 3, p. 288-297, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2019.09.001>.

REIS, Z. S. N. *et al.* Intervenção Educativa no Cuidado Obstétrico através de um Aplicativo para Dispositivos Móveis: APP Meu Pré-natal. **Revista Internacional em Língua Portuguesa**, v. 33, p. 47–59, 2017.

ROCHA, T. A. H. *et al.* Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 1, p. 159-170, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742016000100016>.

ROYALL, D. R.; PALMER, R. F. Selection for depression-specific dementia cases with replication in two cohorts. **PLoS ONE**, v. 14, n. 5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216413>.

RUSSO, G. *et al.* Utility of the Spanish version of the FTLD-modified CDR in the diagnosis and staging in frontotemporal lobar degeneration. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 344, n. 1-2, p. 63-68, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.06.024>.

SAMPAIO, L. V. P.; CASTILHO, L. B.; CARVALHO, G. de A. Desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis de avaliação do equilíbrio e risco de quedas em idosos. **Revista Brasileira de Gerontologia**, v. 20, n. 6, p. 811–819, 2017.

SÁNCHEZ-GUTIÉRREZ, C.; ORTEGA-BASTIDAS, P.; CANO-DE-LA-CUERDA, R. Aplicaciones móviles en la enfermedad de Alzheimer. Una revisión sistemática de la literatura. **Rehabilitación**, v. 53, n. 4, p. 247-275, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rh.2019.07.002>.

SANDBERG, G.; STEWART, W.; SMIALEK, J.; TRONCOSO, J.C. The prevalence of the neuropathological lesions of Alzheimer's disease is independent of race and gender. **Journal Neurobiology of Aging**, v. 22, n. 2, p. 169-175, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(00\)00236-0](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(00)00236-0).

SANTOS, J. A.; PARRA, F. D. **Metodologia científica**. São Paulo: Futura, 1998.

SANTOS, P. A. dos; HEIDEMANN, I. T. S. B.; MARÇAL, C. C. B.; ARAKAWA-BELAUNDE, A. M. A percepção do idoso sobre a comunicação no processo de envelhecimento. **Audiology-Communication Research**, v. 24, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2018-2058>.

SAURO, J. **Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS)**. 2011. Disponível em: <https://measuringu.com/sus/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SERENIKI, A.; VITAL, M. A. B. F. A doença de Alzheimer: aspectos fisiopatológicos e farmacológicos. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 30, n. 1, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81082008000200002>.

SIDDIQ, K. *et al.* CareD: Non-Pharmacological Assistance for Dementia Patients. **European Union Digital Library**, 2018. Disponível em: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.13-7-2018.160073>. Acesso em: 1 set. 2020.

STUTZEL, M. C. *et al.* Multi-part quality evaluation of a customized mobile application for monitoring elderly patients with functional loss and helping caregivers. **BMC medical informatics and decision making**, v. 19, n. 1, p. 1-18, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/controlecancer/resource/pt/mdl-31331309>. Acesso em: 10 set. 2020.

SUDO, F. K. *et al.* Subcortical Vascular Cognitive Impairment staged through cdr's functional subsum (cdr-func): Preliminary results from an outpatient sample. **eNeurologicalSci**, v. 5, p. 7-10, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ensci.2016.06.001>

SURI, S. **Architect your Flutter project using BLOC pattern**. 2018. Disponível em: <https://medium.com/codechai/architecting-your-flutter-project-bd04e144a8f1>. Acesso em: 22 out. 2020.

TENÓRIO, J. M. *et al.* Desenvolvimento e avaliação de um protocolo eletrônico para atendimento e monitoramento do paciente com doença celíaca. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, v. 17, n. 2, p. 210-220, 2011. DOI: <https://doi.org/10.22456/2175-2745.12119>.

TRONCOSO, J. C. *et al.* Neuropathology of preclinical and clinical late-onset Alzheimer's disease. **Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society**, v. 43, n. 5, p. 673–676, 1998. DOI: <https://doi.org/110.1002/ana.410430519>.

UNIVERSIDADE ABERTA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Saúde do Idoso**. [20--]. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/html/ARES/18579/1/ebook%20Sa%C3%BAde%20do%20Idoso.pdf>. Acesso em: 25 out. 2020.

WHARTON, J. **Android's Java 9, 10, 11, and 12 Support**. 2018. Disponível em: <https://jakewharton.com/androids-java-9-10-11-and-12-support/>. Acesso em: 22 out. 2020.



WESSELS, A. M.; DOWSETT, S. A.; SIMS, J. R. Detecting treatment group differences in Alzheimer's disease clinical trials: a comparison of Alzheimer's disease assessment scale - cognitive subscale (ADAS-COG) and the clinical dementia rating - sum of boxes (CDR-SB). **The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease**, v. 5, n. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14283/jpad.2018.2>.

WINBLAD, B. *et al.* Defeating Alzheimer's disease and other dementias: a priority for European science and society. **The Lancet Neurology Commission**, v. 15, 2016. Disponível em: [https://www.alzheimer.dk/media/194511/lancet-neurology-comm-paper\\_april2016\\_p455\\_532.pdf](https://www.alzheimer.dk/media/194511/lancet-neurology-comm-paper_april2016_p455_532.pdf). Acesso em: 7 out. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Dementia: a public health priority**. United Kingdom: World Health Organization, 2012. 112 p. Disponível em: [https://www.who.int/mental\\_health/publications/dementia\\_report\\_2012/en/](https://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/). Acesso em: 5 out. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Observatory for eHealth**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/goe/en/>. Acesso em: 22 out. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **mHealth: new horizons for health through mobile technologies: based on the findings of the second global survey on ehealth**. Geneva: World Health Organization: 2011. (Global observatory for eHealth series, 3)

YOUSAF, K. *et al.* Mobile-Health Applications for the Efficient Delivery of Health Care Facility to People with Dementia (PwD) and Support to Their Carers: A Survey. **Biomed Res Int.**, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/7151475>.

YU, F. *et al.* Memory matters in dementia: Efficacy of a mobile reminiscing therapy app. **Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions**, v. 5, p. 644-651, 2019. DOI: <https://doi.org/110.1016/j.trci.2019.09.002>.

## Anexo A- Questionário SUS (*System Usability Scale*)



**Universidade Estadual do Centro-Oeste**

Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência  
de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT



### QUESTIONÁRIO SUS (*System Usability Scale*)

Caro dr.(a) após avaliação do "aplicativo digital para avaliar estadiamento da doença de alzheimer" favor responder o questionário abaixo, que é composto por 10 perguntas, que serão avaliadas numa escala de 1 a 5, sendo o 1 "Discordo totalmente" e o 5 "Concordo totalmente".

- Após cada pergunta favor preencher com o número correspondente à sua resposta conforme modelo abaixo!

Discordo totalmente					Concordo totalmente	
1	2	3	4	5		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Escala de 1 a 5 do SUS

As perguntas do questionário são:

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência ( )
2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo ( )
3. Eu achei o sistema fácil de usar ( )
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema ( )
5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integrada ( )
6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência ( )
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente ( )
8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar ( )
9. Eu me senti confiante ao usar o sistema ( )
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema ( )

## Anexo B – Carta Convite Validação



**Universidade Estadual do Centro-Oeste**

Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência  
de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT



At.  
Dr.(a)

### CONVITE

Pelo presente, a UNICENTRO tem a satisfação de convidá-lo(a) a fazer parte da comissão de validação, sob forma de aplicabilidade e questionário do aplicativo Alzhecalc® “APLICATIVO DIGITAL PARA AVALIAR ESTADIAMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER” para defesa de Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT do candidato Vasco Junqueira Morgado Filho sob a orientação da Prof.Dra. Juliana Sartori Bonini.

Certos de aceite e participação, reiteramos nossos votos de estimas e considerações.

Guarapuava,                      de                      2021.

**Prof. Dr. Carlos Ricardo Maneck Malfatti**

Coordenador do PROFNIT-UNICENTRO  
Portaria nº 1.096/2019-GR/UNICENTRO

## Anexo C- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



### UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPESP COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – COMEP

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) Página 1 de 3

Prezado (a) colaborador (a), você está sendo convidado (a) a participar do seguinte estudo:

- . **Título da pesquisa:** “Desenvolvimento de aplicativo digital para avaliar estadiamento da doença de Alzheimer”
- . **Pesquisador responsável:** Vasco Junqueira Morgado Filho
- . **Instituição a que pertence o pesquisador responsável:** Unicentro
- . **Local de realização do estudo/coleta de dados:** Consultórios médicos particulares.

**1. OBJETIVO DA PESQUISA:** Desenvolver e validar um aplicativo para dispositivo móvel (celular) para avaliação dos estágios da demência na doença de Alzheimer.

Pela ausência de um aplicativo específico para avaliar os estágios da demência na doença de Alzheimer, o desenvolvimento desse aplicativo tem o intuito de agilizar e trazer ao profissional de saúde mais precisão e rapidez na sua avaliação e com isso, implicando, portanto em uma abordagem clínica e intervenções mais precoces.

**2. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA:** Ao participar desta pesquisa você terá acesso de forma gratuita ao aplicativo afim de testá-lo, durante um período de uma a duas semanas. Após esse período você será convidado a responder ao questionário de avaliação do aplicativo. Esse questionário de usabilidade é denominado de System Usability Scale (escala SUS) que compreende uma avaliação simples contendo dez itens que demonstram uma visão global do usuário em relação ao aplicativo, identificando a concordância ou discordância em relação ao aplicativo. Lembramos que a sua participação é voluntária, você tem a liberdade de não querer participar, e pode desistir, em qualquer momento, mesmo após ter iniciado a avaliação do aplicativo e/ou iniciado as respostas do questionário sem nenhum ônus ou prejuízo para você.

**3. LOCAL DA PESQUISA:** O local da pesquisa (avaliação do aplicativo e respostas ao questionário) será de sua preferência, pois o local da realização da pesquisa não afetará o seu resultado.

**4. RISCOS E DESCONFORTOS:** A testagem do aplicativo, bem como as respostas do questionário, poderão trazer um risco mínimo de desconforto, por esse motivo fica assegurado ao participante da pesquisa o direito de recusar-se a responder as perguntas que ocasionem constrangimentos de qualquer natureza. Caso haja algum problema durante a avaliação do aplicativo ou das respostas do questionário, tais intercorrências serão resolvidas pelo pesquisador responsável deste estudo, oferecendo todo o suporte necessário. Se você sofrer algum dano decorrente da participação no estudo, tem direito a assistência integral, imediata e gratuita (responsabilidade dos pesquisadores) e também tem direito a buscar indenização, caso sinta que houve qualquer tipo de abuso por parte dos pesquisadores.



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)** Página 2 de 3

**5. BENEFÍCIOS:** Os benefícios esperados com o estudo são no sentido de que com o desenvolvimento e validação deste aplicativo, ele promoverá maior facilidade para os profissionais no rastreio diagnóstico de pacientes com a doença de Alzheimer, implicando, portanto, em uma abordagem clínica e intervenções mais precoces.

**6. CONFIDENCIALIDADE:** Todas as informações que o Sr. (a) nos fornecer ou que sejam conseguidas por meio da testagem do aplicativo e das respostas do questionário serão utilizadas somente para esta pesquisa. Sua testagem e suas respostas, ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar algum do aplicativo, bem como no questionário, nem quando os resultados forem apresentados.

**7. DESPESAS/RESSARCIMENTO:** Caso o (a) Sr. (a) aceite participar da pesquisa, não necessitará ter qualquer gasto sequer, bem como não receberá nenhuma compensação financeira pela sua participação.

**8. MATERIAIS:** As informações fornecidas pelo participante que sejam conseguidas por meio da testagem do aplicativo e das respostas do questionário serão utilizadas somente para esta pesquisa. A testagem e suas respostas, ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar algum do aplicativo, bem como no questionário, nem quando os resultados forem apresentados. Os resultados dessa pesquisa ficarão armazenados de forma segura em um dispositivo eletrônico local, apagado de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem" por um período de 5 anos.

O recrutamento dos participantes será realizado através de contato telefônico e/ou aplicativo WhatsApp, com o objetivo de esclarecimento sobre o projeto; pedido de permissão para envio da carta convite para a participação na etapa de validação do aplicativo, bem como do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)** Página 3 de 3

Eu, \_\_\_\_\_ declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pelo professor Vasco Junqueira Morgado Filho.

\_\_\_\_\_  
Assinatura ou impressão datiloscópica do colaborador\_

Data: \_\_\_\_\_

Eu, Vasco Junqueira Morgado Filho, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra nominado.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

Data: \_\_\_\_\_

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o **pesquisador**, conforme dados e endereço abaixo:

Nome: Vasco Junqueira Morgado Filho  
Endereço: Rua Tiradentes, 156- Trianon / Guarapuava-PR  
Telefone: (42)36237842 / (42) 999223344/ (WhatsApp) +55(42)999223344  
E-mail: [vmorgado@unicentro.br](mailto:vmorgado@unicentro.br) / [vascomorgado@uol.com.br](mailto:vascomorgado@uol.com.br)  
Horário de atendimento: 8:00h as 18:00h.

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da UNICENTRO, COMEP, no endereço abaixo:

**Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO – COMEP**  
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus CEDETEG  
Endereço: Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, nº 838, Campus CEDETEG  
(Ao lado dos laboratórios do curso de Farmácia) – Vila Carli - Guarapuava – PR  
Bloco de Departamentos da Área da Saúde.  
Telefone: (42) 3629-8177  
E-mail: [comep@unicentro.br](mailto:comep@unicentro.br)  
HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Segunda a Sexta, das 8h às 11h30m e das 13h às 17h30m

## Anexo D – Certificado de Registro de Programa




**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
 MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**  
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

### Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512020001238-8**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 29/06/2020, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

**Título:** Alzhcalc

**Data de publicação:** 29/06/2020

**Data de criação:** 01/05/2020

**Titular(es):** JULIANA SARTORI BONINI; WEBER CLAUDIO FRANCISCO NUNES DA SILVA

**Autor(es):** DAIANE PRISCILA SIMÃO-SILVA; TIMOTHY GUSTAVO CAVAZZOTTO; VASCO JUNQUEIRA MORGADO FILHO

**Linguagem:** FRAMEWORK

**Campo de aplicação:** CO-02; SD-08

**Tipo de programa:** AP-01; GI-01

**Algoritmo hash:** SHA-512

**Resumo digital hash:**

62e29369b5b8a7e1e30729edbb301e4016ae5065d63a5dc74a85dd7bb870c1b0d5091866e2900d71c144197fe26c07ae05ba090f0c0e04b06463546ee721f35b

**Derivação autorizada:** Sim. Eu autorizo direito da obra derivada.

**Expedido em:** 07/07/2020

**Aprovado por:**  
 Helmar Alvares

Chefe da DIPTO - Portaria/INPI/DIRPA Nº 09, de 01 de julho de 2019

## Anexo E- Comprovante submissão artigo

---

### [cmbio] Agradecimento pela submissão

---

De: **Roberto Paulo Correia de Araújo** <[revistacmb@gmail.com](mailto:revistacmb@gmail.com)>

Date: seg., 7 de mar. de 2022 20:52

Subject: [cmbio] Agradecimento pela submissão

To: Juliana Sartori Bonini <[jbonini@unicentro.br](mailto:jbonini@unicentro.br)>

Juliana Sartori Bonini:

Obrigado por submeter o manuscrito, "Desenvolvimento de aplicativo digital para avaliar estadiamento da doença de Alzheimer" ao periódico Revista de Ciências Médicas e Biológicas. Com o sistema de gerenciamento de periódicos on-line que estamos usando, você poderá acompanhar seu progresso através do processo editorial efetuando login no site do periódico:

URL da Submissão: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/authorDashboard/submission/48438>

Usuário: julinabonini

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Roberto Paulo Correia de Araújo

Revista de Ciências Médicas Biológicas The Journal of  
Medical and Biological Sciences <http://www.cienciasmedicasbiologicas.ufba.br/>

Ativar o Windows  
Acesse Configurações



**Anexo F- Matriz SWOT e Canvas**

### MATRIZ SWOT (FOFA)

	AJUDA	ATRAPALHA
<b>INTERNA</b> <b>(Organização)</b>	<b>FORÇAS:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maior facilidade e agilidade no acesso às informações do paciente (prontuário eletrônico)</li> <li>2. Aplicativo digital que possibilita uma melhor assertividade na avaliação do estadiamento DA</li> <li>3. Reduz o número de erros e perdas das informações em relação aos prontuários de papel</li> <li>4. Permite acesso e acompanhamento do paciente e/ou cuidador em relação a sua avaliação do estadiamento DA</li> <li>5. Melhor acompanhamento da saúde do paciente</li> </ol>	<b>FRAQUEZAS:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baixo conhecimento em relação ao uso de APPs e telefonia móvel</li> <li>2. Necessário à realização de backup para evitar a perda dos dados</li> <li>3. Necessário um bom sinal de internet</li> <li>4. Necessita de recursos internos mínimos da configuração do sistema do telefone para o funcionamento do app</li> </ol>
<b>EXTERNA</b> <b>(Ambiente)</b>	<b>OPORTUNIDADES:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crescente uso dos telefones móveis para acesso à informação</li> <li>2. Aumento no uso de aplicativos para o acompanhamento da saúde</li> </ol>	<b>AMEAÇAS:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lei de Proteção de Dados</li> <li>2. Infraestrutura em relação ao sinal de internet</li> </ol>

## CANVAS

<b>Parcerias Chave:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. AEPAPA</li> <li>2. PROFNIT</li> <li>3. Universidade</li> </ol>	<b>Atividades Chave:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenvolvimento de software</li> <li>2. Metodologia de desenvolvimento para produtos digitais</li> </ol>	<b>Propostas de Valor:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maior facilidade e agilidade no acesso às informações do paciente (prontuário eletrônico)</li> <li>2. Aplicativo digital que possibilita uma melhor assertividade na avaliação do estadiamento DA</li> <li>3. Reduz o número de erros e perdas das informações em relação aos prontuários de papel</li> <li>4. Permite acesso e acompanhamento do paciente e/ou cuidador em relação a sua avaliação do estadiamento DA</li> <li>5. Melhor acompanhamento da saúde do paciente</li> </ol>	<b>Relacionamento:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrega de aplicativo inovador que irá suprir a demanda na área da saúde para a avaliação do estadiamento DA, bem como registo de prontuário deste paciente.</li> </ol>	<b>Segmentos de Clientes:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pacientes</li> <li>2. Médicos especialistas em Geriatria</li> <li>3. Médicos especialistas em Neurologia</li> <li>4. Cuidadores</li> <li>5. Clínicas de Reabilitação</li> <li>6. Secretarias de Saúde (municipais e estaduais)</li> <li>7. Casas de repouso</li> </ol>
	<b>Recursos Chave:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maquinário (telefone)</li> <li>2. Recursos humanos</li> <li>3. Acesso à internet</li> <li>4. Configuração de sistema mínimo para funcionamento do app</li> </ol>		<b>Canais:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. App Store</li> <li>2. iOS</li> <li>3. Boca a boca</li> </ol>	

**Estrutura de Custos:**

1. Contratação de um programador, R\$ 20.000,00 (Vinte mil reais)
2. Hospedagem no Play Store, R\$ 200,00 (Duzentos reais)
3. Contratação de programador para manutenção do app, R\$ 150,00 (Cento e cinquenta reais)

**Fontes de Receita:**

1. Licença gratuita no App Store e iOS
2. Venda do app para alguma empresa, valor estimado R\$ 20.000,00 (Vinte mil reais)

## DESCRIÇÃO PARA APOIAR O PREENCHIMENTO

### MATRIZ SWOT (FOFA)

#### Análise Interna

– **Forças:** Refere-se aos elementos, fatores e características do ambiente interno da corporação que representam as vantagens que a empresa possui em relação aos concorrentes. Pode abranger a diferenciação, conjunto de talentos, histórico, técnica, qualidade, rapidez, entre outros fatores.

– **Fraquezas:** Abrange os elementos, fatores e características do ambiente interno da empresa que representam as desvantagens da empresa, estuda quais aptidões interferem e prejudicam o andamento da empresa e que precisam ser corrigidos.

#### Análise Externa

– **Ameaças:** Referem-se aos fatores externos que influenciam negativamente a empresa, prejudicando o funcionamento da organização, no planejamento estratégico, nos objetivos e resultados, criando um ambiente desfavorável;

– **Oportunidades:** São os fatores externos que influenciam positivamente a empresa, criando um cenário favorável. Por exemplo, quando há o crescimento da renda mensal média dos trabalhadores e aquecimento da economia de um determinado país ou bloco econômico. FONTE:

<https://www.laboneconsultoria.com.br/o-que-e-e-como-fazer-matriz-swot/>, acesso em 19 de setembro de 2021

### CANVAS

Observe quais são os nove blocos do **Business Model Canvas** e quais as informações com que você deve preencher cada um deles:

1. **Segmento de Clientes:** este deve ser o primeiro bloco a ser preenchido. Informe aqui qual é seu nicho de clientes. Lembre-se que “quem vende para todo mundo, não vende para ninguém”. Todo o seu canvas – o seu negócio – será construído sobre o segmento de clientes definido primeiramente.
2. **Oferta de Valor:** explicita neste bloco quais os benefícios que seu produto e/ou serviço oferece ao seu segmento de clientes. Isso também servirá para você entender o seu diferencial, o que fará com que seus clientes escolham você em detrimento dos concorrentes.
3. **Canais:** determine aqui todos os meios e caminhos através dos quais sua empresa alcança e entrega valor ao seu cliente. Podem ser canais de comunicação, vendas e/ou distribuição. Isto é, engloba tudo aquilo que proporcionar interação com o público.
4. **Relacionamento:** insira neste bloco todas as estratégias de atendimento e relacionamento que serão usadas para retenção de seu segmento de clientes, ou seja, tudo de que você fará uso para evitar perder seu consumidor para a concorrência.
5. **Fontes de Renda:** este é o bloco que apresenta a maneira como o cliente pagará pela proposta de valor entregue (por exemplo, venda, assinatura, aluguel, licença etc.). Você pode ter mais de uma fonte de renda, inclusive.
6. **Recursos-Chave:** especifique aqui todo e qualquer ativo fundamental para que seu negócio funcione. Mas restrinja-se apenas ao que for FUNDAMENTAL, o que realmente importa, sem os quais a sua empresa não entrega o produto/serviço. Por exemplo: maquinário, recursos humanos, propriedade intelectual, entre outros.
7. **Atividades-Chave:** este bloco está diretamente ligado ao anterior. Você deve preenchê-lo com as atividades primordiais, as quais não podem deixar de existir sem comprometer o funcionamento da empresa. Por exemplo, manutenção de maquinário, produção, resolução de problema, vendas, desenvolvimento de produto, entre outras.
8. **Parcerias-Chave:** determine todos os parceiros com os quais a sua empresa conta para entregar sua proposta de valor. Envolvem fornecedores, terceirizadas e prestadores de serviço, por exemplo.
9. **Estrutura de Custos:** descreva todos os custos inerentes a seu negócio, fixos ou variáveis. Observe todas as despesas envolvidas nos blocos de recursos, atividades e parcerias, para não esquecer nada.

FONTE: <https://analistamodelosdenegocios.com.br/downloads/canvas-em-ppt/>, acesso em 19 de setembro de 2021