

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**SAVANNA DENEGA MACHADO**

**DCARE: UM MODELO COMPUTACIONAL PARA ACOMPANHAMENTO DE  
PESSOAS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER BASEADO EM HISTÓRICOS DE  
CONTEXTOS E PREDIÇÕES DE CONTEXTOS**

São Leopoldo  
2020

SAVANNA DENEGA MACHADO

**DCARE: UM MODELO COMPUTACIONAL PARA ACOMPANHAMENTO DE  
PESSOAS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER BASEADO EM HISTÓRICOS DE  
CONTEXTOS E PREDIÇÕES DE CONTEXTOS**

Artigo apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em Ciência da  
Computação, pelo Curso de Ciência da Compu-  
tação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
(UNISINOS)

Orientador(a): Prof. Dr. Jorge Luis Victória  
Barbosa

São Leopoldo  
2020

## DCARE: UM MODELO COMPUTACIONAL PARA ACOMPANHAMENTO DE PESSOAS COM A DOENÇA DE ALZHEIMER BASEADO EM HISTÓRICOS DE CONTEXTOS E PREDIÇÕES DE CONTEXTOS

Savanna Denega Machado <sup>1</sup>

Jorge Luis Victória Barbosa <sup>2</sup>

**Resumo:** O envelhecimento da população gera a incidência de doenças características do avanço da idade, dentre elas, o Alzheimer. Os pacientes dessa doença, que afeta as funções cerebrais, necessitam de apoio para conseguir manter o máximo de independência e segurança durante essa etapa da vida, pois a cura e a reversão dos sintomas ainda não foram descobertos. As tecnologias de monitoramento diário são uma opção de ferramenta para minimizar os impactos causados no cotidiano dessas pessoas, garantindo uma maior segurança dos pacientes e para que os cuidadores possam monitorar suas atividades, implementando uma certa independência. Neste contexto, este trabalho tem o objetivo de propor um modelo para monitoramento a pacientes com Alzheimer, buscando sintetizar as necessidades e características que compõem uma melhor abordagem para sua validação. A principal contribuição científica deste trabalho é a especificação de um modelo que realiza predição de contextos do usuário para acompanhamento de pessoas com a doença de Alzheimer durante o dia a dia, com a promoção de acessibilidade a uma ferramenta para cuidados a saúde e segurança dos pacientes, além de contribuir com o desenvolvimento de um simulador de *datasets* com cenários atividades diárias de pacientes com a doença de Alzheimer. Com base no método de pesquisa experimental, buscou-se entender a doença e encontrar soluções para minimizar seu impacto no monitoramento diário dos pacientes. Para entender o problema, foram coletados através de pesquisa bibliográfica, dados sobre o Alzheimer e as principais dificuldades enfrentadas pelos pacientes. A partir destas informações, ocorreu a busca por tecnologias que atendessem as necessidades especificadas. As funcionalidades empregadas foram avaliadas e pontos de melhorias foram identificados. A estrutura do projeto realiza a identificação de dados fisiológicos do paciente recebidos de uma aplicação externa, associando-os a ontologia do modelo, assim realizando a geração dos Históricos de Contextos. Seguindo o fluxo de execução, são utilizadas técnicas de Predições de Contextos, que se baseiam nos dados de Históricos de Contextos para geração de predição de comportamentos futuros dos pacientes, e assim realizar alerta de sinal de perigo ao cuidador. O desenvolvimento dos cenários utilizados na construção do modelo foram realizados com base em entrevistas com especialistas em cuidados com pacientes com a doença de Alzheimer. A partir do testes realizados, com a quantidade de dados gerada pelo simulador desenvolvido, chamado *DCARE Dataset Simulator*, os resultados das predições mostraram que o modelo atingiu taxa geral de acurácia de 97,44%.

**Palavras-chave:** Doença de Alzheimer. Tecnologia de monitoramento. Monitoramento de pacientes.

**Abstract:** The aging of the population generates the incidence of diseases characteristic of advancing age, among them Alzheimer's disease. Patients with this disease, which affects brain

---

<sup>1</sup>Graduanda em de Ciência da Computação pela Unisinos. Email: savannadm@edu.unisinos.br

<sup>2</sup>Orientador, Doutor em Ciência da Computação, professor titular do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) na Unisinos. Email: jbarbosa@unisinos.br

functions, need support to maintain maximum independence and security during this stage of life, as the cure and reversal of symptoms have not yet been discovered. The daily monitoring technologies are an option tool to minimize the impacts caused in the daily lives of these people, ensuring greater patient safety and so that caregivers can monitor their activities, implementing a certain independence. In this context, this work aims to propose a model for monitoring patients with Alzheimer's, seeking to synthesize the needs and characteristics that make up a better approach for its validation. The main scientific contribution of this work is the specification of a model that predicts user contexts for monitoring people with dementia during their daily lives, promoting accessibility to a tool for patient health and safety, in addition to contributing to the development of a datasets simulator with scenarios of daily activities of patients with Alzheimer's disease. Based on the experimental research method, we sought to understand the disease and find solutions to minimize its impact on the daily monitoring of patients. To understand the problem, data on Alzheimer's and the main difficulties faced by patients were collected through bibliographic research. From this information, the search for technologies that met the specified needs occurred. The functionalities employed were evaluated and points of improvement were identified. The project structure identifies the patient's physiological data received from an external application, associating them with the model's ontology, generating the context histories. Following the execution flow, Context Prediction techniques are used, which are based on the Context History data to generate prediction of future behaviors of patients, and perform a danger signal alert to the caregiver. The development of the scenarios used in the construction of the model were developed based on interviews with specialists in care for patients with Alzheimer's disease. From the tests performed, with the mass of data generated by the developed simulator, called DCARE Dataset Simulator, the results of the predictions showed that the developed model reached the objective of the project, reaching 97.44% of general precision rate.

**Keywords:** Alzheimer's disease. Tracking technology. Patient monitoring.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo WHO (2019), cerca de 50 milhões de pessoas ao redor do mundo são portadoras da doença de Alzheimer ou de outro tipo de demência. De acordo com OPAS (2018), o Alzheimer está na lista entre uma das dez principais doenças causadoras de mortes no mundo.

O Alzheimer é uma das doenças vertentes da demência, em que se caracteriza por ser uma síndrome - geralmente de natureza crônica ou progressiva - que não há cura ou tratamento, na qual há deterioração da função cognitiva (ou seja, a capacidade de processar o pensamento) além do que se pode esperar do envelhecimento normal. Afeta a memória, o pensamento, a orientação, a compreensão, o cálculo, a capacidade de aprendizado, a linguagem e o julgamento, porém a consciência não é afetada. O comprometimento da função cognitiva geralmente é acompanhado e, às vezes, precedido de deterioração do controle emocional, comportamento social ou motivação. A doença de Alzheimer é a forma mais comum de demência e pode contribuir para 60-70% dos casos (AZ, 2019). Apenas no Brasil, onde hoje há mais de 30 milhões de pessoas acima dos 60 anos, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2013, acredita-se que quase 2 milhões de pessoas têm demências, sendo

que cerca de 40 a 60% delas são do tipo Alzheimer (IBGE, 2019).

Embora a demência afete principalmente pessoas idosas, a demonstração de sintomas pode começar a ocorrer mesmo antes da etapa do envelhecimento, o que influencia no fato de que há quase 10 milhões de novos casos a cada ano ao redor do mundo (ASSOCIATION, 2019). Prevê-se que o número total de pessoas com demência atinja 82 milhões em 2030 e 152 milhões em 2050, e, grande parte desse aumento é atribuível ao número crescente de pessoas com demência que vivem em países de baixa e média renda (AZ, 2015).

A demência tem um impacto físico, psicológico, social e econômico, não apenas nas pessoas com demência, mas também em seus cuidadores, famílias e sociedade em geral, sendo uma das principais causas de incapacidade e dependência entre os idosos em todo o mundo. Frequentemente, há falta de consciência e entendimento da demência, resultando em estigmatização e barreiras ao diagnóstico e atendimento. O impacto da demência nos prestadores de cuidados, na família e na sociedade em geral pode ser físico, psicológico, social e econômico (WHO, 2019). Cuidadores que prestam assistência a indivíduos com demência frequentemente se sentem estressados, frustrados com a quantidade de tempo necessária (nos cuidados aos pacientes) e emocionalmente desafiados. Além de que, a função cognitiva pode diminuir progressivamente ao longo do tempo nos pacientes, em variações que flutuam ao longo do dia ou a longo prazo, à medida que o sistema é usado (por exemplo, semanas a meses ou anos) (BURLESON et al., 2018). Esses comportamentos são difíceis de serem gerenciados pelos cuidadores e estão positivamente correlacionados com o sofrimento do cuidador (KHOO et al., 2013). Eles também contribuem para o aumento do custo dos cuidados para pessoas com demência e são a principal razão da institucionalização (BRODATY et al., 2014) (MURMAN et al., 2002a). Em 2015, o custo total da sociedade para os cuidados da demência foi estimado em 818 bilhões de dólares, equivalente a 1,1% do produto interno bruto (PIB) global. O custo total como proporção do PIB com variação de 0,2% nos países de baixa e média renda a 1,4% nos países de alta renda (WHO, 2019).

Pelo fato do Alzheimer ser uma doença que é apenas detectada depois que começam a aparecer os sintomas, surgem soluções de acompanhamento com uso de dispositivos para cuidado destes pacientes nas mais diversas fases da doença, portanto, a tecnologia apresenta-se como uma possibilidade no suporte de cuidados paliativos para os pacientes. Segundo Burleson et al. (2018), trabalhos de pesquisa recentes sobre Tecnologias da Informação e Comunicação<sup>1</sup> (TICs) para tratamento de demência, demonstraram como a incorporação bem-sucedida de tecnologia nas práticas cotidianas implica em um conjunto de julgamentos e atitudes de valor sobre a melhor forma de cuidar e tomar decisões por outra pessoa. Grande maioria dos cuidadores que usam tecnologia (como suporte de ajuda) obtiveram benefícios para seus pacientes de pelo menos uma Atividade da Vida Diária (AVD) no ano passado (86%). Em média, eles (cuidadores) prestam assistência em três das seis atividades listadas. As AVDs com as quais os cuidadores costumam ajudar são: levantar e deitar/sentar em camas e cadeiras (73%), se vestir (61%)

---

<sup>1</sup><https://en.unesco.org/themes/ict-education>

e alimentar-se (52%). Cerca de um em cada três (cuidadores) ajuda no banho (37%) ou no banheiro (34%), e 26% ajudam a lidar com a incontinência (CAREGIVING, 2011). A WHO desenvolveu um plano mundial de ação que propõe que até 2025 a produção global de pesquisa sobre demência tenha o dobro de publicações científicas, e que sobretudo, que 50% dos países colem rotineiramente dados sobre os principais indicadores de demência e que 75% dos países tenham suporte para prestadores de cuidados de demência (WHO, 2017). A prevalência alarmante da doença de Alzheimer e a ausência de qualquer tratamento efetivo fizeram desta doença uma questão importante, destacada como uma prioridade pelas nações do G8 (VUGT et al., 2005).

Este trabalho apresenta os resultados do desenvolvimento de um modelo computacional, onde a partir da literatura se possa compreender o estado da arte de aplicações voltadas para o acompanhamento de pacientes com a doença de Alzheimer, e assim desenvolver um modelo de análise e processamento dos dados através da utilização dos conceitos de Históricos de Contextos e Predições de Contextos.

## 1.1 Justificativa

O Alzheimer está na lista entre uma das dez principais doenças causadoras de mortes no mundo (OPAS, 2018). Prevê-se que o número total de pessoas com demência atinja 82 milhões em 2030 e 152 em 2050, e, grande parte desse aumento é atribuível ao número crescente de pessoas com demência que vivem em países de baixa e média renda (AZ, 2015).

Segundo a WHO (2019), a demência é uma das principais causas de incapacidade e dependência entre as pessoas idosas em todo o mundo. Pode ser avassalador, não apenas para pessoas com demência, mas também para seus cuidadores e famílias, que globalmente fornecem a maioria dos cuidados e apoio. Frequentemente, há uma falta de consciência e entendimento da demência, resultando em estigmatização e barreiras ao diagnóstico e atendimento. O impacto da demência nos prestadores de cuidados, na família e na sociedade em geral pode ser físico, psicológico, social e econômico (WHO, 2019).

O plano de ação global da WHO (2017) para a resposta da saúde pública à demência entre 2017-2025 visa melhorar a vida das pessoas com demência e seus cuidadores e famílias, enquanto diminui o impacto da demência nas comunidades e nos países. Ele fornece um conjunto de ações para realizar a visão de um mundo em que a demência é prevenida e as pessoas com demência e seus cuidadores recebem os cuidados e apoio necessários para viver uma vida com significado e dignidade. As áreas de ação incluem: aumento da priorização e conscientização da demência; redução o risco de demência; diagnóstico, tratamento e cuidados; suporte para cuidadores de pessoas com demência; fortalecimento de sistemas de informação para demência; e pesquisa e inovação.

Indivíduos com Alzheimer e outras formas de demência geralmente passam por um período de sintomas comportamentais e psicológicos significativos de demência (*behavioral and psy-*

*chological symptoms of dementia - BPSD*). Esses comportamentos são muito difíceis de serem gerenciados pelos cuidadores e estão positivamente correlacionados com o sofrimento do cuidador (TAN; WONG; ALLEN, 2005). Eles também contribuem para o aumento do custo dos cuidados para pessoas com demência e são a principal razão da institucionalização (NESBITT et al., 2018a) (VUGT et al., 2005) (MURMAN et al., 2002b). Problemas comportamentais são uma preocupação de segurança para familiares e cuidadores profissionais, bem como para outros idosos que vivem em ambientes comunitários. Uma questão crucial sobre o *BPSD* é o reconhecimento pelo cuidador de gatilhos ou eventos que geralmente precedem um comportamento indesejado (PILLEMER et al., 2011) (FERRAH et al., 2015). Mesmo que os gatilhos não possam ser identificados, o simples reconhecimento de que um paciente está agitado pode ser benéfico, pois um cuidador pode ser chamado conforme necessário. Deve-se notar que os cuidadores geralmente não estão presentes no início desses gatilhos (NESBITT et al., 2018b). Também para os cuidadores, esse comportamento errático pode causar estresse avassalador, pois os pacientes com demência geralmente precisam de companhia constante (VERLAG, 2005).

Ao longo dos anos, o uso de dispositivos inteligentes e sensores vestíveis aumentou drasticamente no campo da saúde. Esses sensores são usados para uma variedade de aplicações, desde a segurança até o monitoramento de medidas de saúde, como qualidade e quantidade do sono (FOWLER et al., 2016).

A criação e desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela necessidade de um modelo computacional que busca auxiliar na manutenção da qualidade da saúde de seus pacientes e cuidados diários, sintetizando dados comportamentais e gerando alertas no caso de perigo. A principal contribuição deste trabalho é a predição de contexto do usuário e o desenvolvimento de um simulador de *datasets* com cenários atividades diárias de pacientes com a doença de Alzheimer.

## 1.2 Objetivos

Os objetivos desse trabalho dividem-se em: objetivo geral e objetivos específicos. Nas subseções a seguir cada um deles é definido e apresentado.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral consiste na criação de um modelo computacional sensível ao contexto, sendo elaborado com base no conceito de Históricos de Contextos, cuja responsabilidade é acompanhar os indivíduos com a doença de Alzheimer na sua trajetória diária analisando índices da sua saúde mental e física, ajudando seus cuidadores a obter melhores cuidados individuais com os pacientes. Assim, podendo fornecer subsídios psicofisiológicos para acompanhamento médico das atividades diárias propiciando tratamentos mais específicos, bem como supervisionando e auxiliando nas atividades de rotina.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram elencados a partir da subdivisão do objetivo geral em atividades específicas e com finalidade única. Pode-se citar como objetivos específicos:

- Pesquisar na literatura conceitos e referências teóricas relacionados aos temas que envolvem o trabalho proposto;
- Explorar modelos computacionais aplicados a acompanhar pessoas com a doença de Alzheimer, com a finalidade de obter quais características físicas e mentais são necessárias a realização de análise para determinar a eficiência da aplicação;
- Identificar o estado da arte no âmbito do tema em questão e as deficiências de métodos tradicionais para acompanhamento de pessoas com a Doença de Alzheimer;
- Elaborar um modelo sensível ao contexto para monitoramento de pessoas com a Doença de Alzheimer, utilizando métodos e algoritmos reconhecidos pela literatura, preenchendo as deficiências de métodos tradicionais;
- Criar cenários que representem atividades rotineiras de pessoas com a Doença de Alzheimer e seus cuidadores;
- Implementar um protótipo e utilizá-lo para avaliação do modelo perante os cenários mapeados com o apoio de especialistas em cuidados a pacientes com a doença de Alzheimer.

### 1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado em 6 seções. A seção 2 apresenta os conceitos principais encontrados na literatura que estão envolvidos na evolução do presente trabalho. Pode-se citar como destaque os temas das áreas da computação voltadas a tecnologias de monitoramento e uso de dispositivos. A seção 3 apresenta-se os trabalhos relacionados, critérios para escolha dos mesmos e uma comparação com o DCARE. A seção 4 apresenta os detalhes do modelo a ser desenvolvido, elucidando características da modelagem computacional e a criação de componentes de software. A seção 5 apresenta aspectos de implementação e avaliação, e resultados. Por fim, a seção 6 apresenta as conclusões e trabalhos futuros originados deste estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção apresentam-se os conceitos fundamentais que envolvem o desenvolvimento do modelo computacional para monitoramento de pessoas com a doença de Alzheimer, DCARE, com a finalidade de elucidar as áreas de estudos. Foram elencados aspectos humanos e tecnológicos presentes na literatura que contribuem para o entendimento deste trabalho.



## 2.1 Doença de Alzheimer

O Alzheimer é uma das doenças vertentes da demência, em que se caracteriza por ser uma síndrome - geralmente de natureza crônica ou progressiva - que não há cura ou tratamento, na qual há deterioração da função cognitiva (ou seja, a capacidade de processar o pensamento) além do que se pode esperar do envelhecimento normal. Afeta a memória, o pensamento, a orientação, a compreensão, o cálculo, a capacidade de aprendizado, a linguagem e o julgamento, porém a consciência não é afetada. O comprometimento da função cognitiva geralmente é acompanhado e, às vezes, precedido de deterioração do controle emocional, comportamento social ou motivação. A doença de Alzheimer é a forma mais comum de demência e pode contribuir para 60-70% dos casos (AZ, 2019).

Indivíduos com Alzheimer e outras formas de demência geralmente passam por um período de sintomas comportamentais e psicológicos significativos de demência (*behavioral and psychological symptoms of dementia - BPSD*) (NESBITT et al., 2018b). De acordo com Cohen-Mansfield (2008), os *BPSDs* são geralmente divididos em várias categorias, agitação ou agressão física e não-física e agitação verbal. Comportamentos não físicos incluem despir, exprimir, esconder coisas e sair do comportamento de busca. Os comportamentos fisicamente agressivos incluem morder, bater, chutar, empurrar, coçar e avanços sexuais indesejados. Também pode haver agitação verbal, como xingamentos, gritos e repetidas ações de atenção.

Apenas no Brasil, onde hoje há mais de 30 milhões de pessoas acima dos 60 anos, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2013, acredita-se que quase 2 milhões de pessoas têm demências, sendo que cerca de 40 a 60% delas são do tipo Alzheimer (IBGE, 2019).

Embora a demência afete principalmente pessoas idosas, a demonstração de sintomas pode começar a ocorrer mesmo antes da etapa do envelhecimento, o que influencia no fato de que há quase 10 milhões de novos casos a cada ano ao redor do mundo (ASSOCIATION, 2019).

### 2.1.1 Impactos da doença

A demência tem um impacto físico, psicológico, social e econômico, não apenas nas pessoas com demência, mas também em seus cuidadores, famílias e sociedade em geral, sendo uma das principais causas de incapacidade e dependência entre os idosos em todo o mundo. Frequentemente, há falta de consciência e entendimento da demência, resultando em estigmatização e barreiras ao diagnóstico e atendimento. O impacto da demência nos prestadores de cuidados, na família e na sociedade em geral pode ser físico, psicológico, social e econômico (WHO, 2019). Cuidadores que prestam assistência a indivíduos com demência frequentemente se sentem estressados, frustrados com a quantidade de tempo necessária e emocionalmente desafiados. Além de que, a função cognitiva pode diminuir progressivamente ao longo do tempo nos pacientes, em variações que flutuam ao longo do dia ou a longo prazo, à medida que o

sistema é usado (por exemplo, semanas a meses ou anos) (BURLESON et al., 2018). Esses comportamentos são difíceis de serem gerenciados pelos cuidadores e estão positivamente correlacionados com o sofrimento do cuidador (KHOO et al., 2013). Eles também contribuem para o aumento do custo dos cuidados para pessoas com demência e são a principal razão da institucionalização (BRODATY et al., 2014) (MURMAN et al., 2002a). Em 2015, o custo total da sociedade para os cuidados da demência foi estimado em 818 bilhões de dólares, equivalente a 1,1% do produto interno bruto (PIB) global. O custo total como proporção do PIB com variação de 0,2% nos países de baixa e média renda a 1,4% nos países de alta renda (WHO, 2019).

Segundo WHO (2019), cerca de 50 milhões de pessoas ao redor do mundo são portadoras da doença de Alzheimer ou de outro tipo de demência. De acordo com OPAS (2018), o Alzheimer está na lista entre uma das dez principais doenças causadoras de mortes no mundo.

Prevê-se que o número total de pessoas com demência atinja 82 milhões em 2030 e 152 em 2050, e, grande parte desse aumento é atribuível ao número crescente de pessoas com demência que vivem em países de baixa e média renda (AZ, 2015).

## 2.2 A tecnologia de monitoramento e o uso de dispositivos

Comportamentos *BPSDs* são muito difíceis de serem gerenciados pelos cuidadores e estão positivamente correlacionados com o sofrimento do cuidador (TAN; WONG; ALLEN, 2005). Eles também contribuem para o aumento do custo dos cuidados para pessoas com demência e são a principal razão da institucionalização (NESBITT et al., 2018a) (VUGT et al., 2005) (MURMAN et al., 2002b). Problemas comportamentais são uma preocupação de segurança para familiares e cuidadores profissionais, bem como para outros idosos que vivem em ambientes comunitários. Existem métodos não farmacológicos bem validados usados para gerenciar o *BPSD*. Esses métodos incluem redirecionamento, musicoterapia, socialização individual, arteterapia e terapia assistida por animais (COHEN-MANSFIELD et al., 2012). Uma questão crucial sobre o *BPSD* é o reconhecimento pelo cuidador de gatilhos ou eventos que geralmente precedem um comportamento indesejado (PILLEMER et al., 2011) (FERRAH et al., 2015). Mesmo que os gatilhos não possam ser identificados, o simples reconhecimento de que um paciente está agitado pode ser benéfico, pois um cuidador pode ser chamado conforme necessário. Deve-se notar que os cuidadores geralmente não estão presentes no início desses gatilhos.

Pelo fato do Alzheimer ser uma doença que é apenas detectada depois que começam a aparecer os sintomas, surgem soluções de acompanhamento com uso de dispositivos para cuidado destes pacientes nas mais diversas fases da doença, portanto, a tecnologia apresenta-se como uma possibilidade no suporte de cuidados paliativos para os pacientes. Segundo Burleson et al. (2018), trabalhos de pesquisa recentes sobre Tecnologias da informação e Comunicação<sup>1</sup> (TICs) para tratamento de demência, demonstraram como a incorporação bem-sucedida de tecnologia nas práticas cotidianas implica em um conjunto de julgamentos e atitudes de valor sobre

---

<sup>1</sup><https://en.unesco.org/themes/ict-education>

a melhor forma de cuidar e tomar decisões por outra pessoa. Ao longo dos anos, o uso de dispositivos inteligentes e sensores vestíveis aumentou drasticamente no campo da saúde. Esses sensores são usados para uma variedade de aplicações, desde a segurança até o monitoramento de medidas de saúde, como qualidade e quantidade do sono (FOWLER et al., 2016). Grande maioria dos cuidadores que usam tecnologia (como suporte de ajuda) obtiveram benefícios para seus pacientes de pelo menos uma Atividade da Vida Diária (AVD) no ano passado (86%). Em média, eles (cuidadores) prestam assistência em três das seis atividades listadas. As AVDs com as quais os cuidadores costumam ajudar são: levantar e deitar/sentar em camas e cadeiras (73%), se vestir (61%) e alimentar-se (52%). Cerca de um em cada três (cuidadores) ajuda no banho (37%) ou no banheiro (34%), e 26% ajudam a lidar com a incontinência (CAREGIVING, 2011). A WHO desenvolveu um plano mundial de ação que propõe que até 2025 a produção global de pesquisa sobre demência tenha o dobro de publicações científicas, e que sobretudo, que 50% dos países coletem rotineiramente dados sobre os principais indicadores de demência e que 75% dos países tenham suporte para prestadores de cuidados de demência (WHO, 2017). A prevalência alarmante da doença de Alzheimer e a ausência de qualquer tratamento efetivo fizeram desta doença uma questão importante, destacada como uma prioridade pelas nações do G8 (VUGT et al., 2005).

### 2.3 Contextos e processamento de dados

Para realização do processamento de dados são abordados os conceitos de influência dos comportamentos dos pacientes, os lugares significantes e o deslocamento entre eles, ou seja, considerando padrões de mobilidade. Locais significantes são aqueles que tem um significado singular durante a rotina diária. No modelo computacional, estes locais são nomeados como locais semânticos. O tempo utilizado em locais semânticos e seu deslocamento, junto com as atividades reconhecidas do usuário (ficar parado, caminhar, correr, dormir, etc.), caracterizam o comportamento dos pacientes. Para identificar contextos relevantes, os conceitos abaixo são utilizados:

- **Reconhecimento de Contexto:** Segundo Victoria Barbosa (2015), Reconhecimento de Contexto é uma fonte de informação que permite que os aplicativos se tornem cientes das interações entre humanos e o ambiente. Em suma, segundo Dey, Abowd e Salber (2001), contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de entidades (por exemplo pessoa, lugar ou objeto) que são consideradas relevantes para a interação entre um usuário e um aplicativo, incluindo o usuário e o próprio aplicativo. Além disso, Dey, Abowd e Salber (2001) destacam que esta descrição inclui dados de localização que nos permitem considerar a mobilidade dos usuários para desenvolver serviços contextualizados e adaptáveis. O Reconhecimento de Contexto é organizado em diferentes níveis de abstração. Existem dados de contexto brutos, contexto de baixo nível e contexto de alto nível. Cada nível de abstração depende da quantidade de interpreta-

ção que foi aplicada (da Rosa; BARBOSA; RIBEIRO, 2016), ou seja, a representação de contexto superior tende a ser simbólica, enquanto as representações inferiores são frequentemente numéricas (SIGG, 2008). Em seu trabalho, Dey, Abowd e Salber (2001) descrevem que os aplicativos sensíveis ao contexto identificam dados com os termos: para quem é, onde está, quando e o que é dos usuários. Essas informações são utilizadas para determinar o porquê de uma situação estar ocorrendo. Assim, os autores propuseram quatro categorias básicas para modelar o contexto: (1) identidade; (2) localização; (3) tempo; e (4) atividade. Esses tipos de contexto não apenas respondem às questões de quem, onde, quando e o quê, mas também agem como índices para outras fontes de informação contextual.

- **Histórico de Contexto:** Histórico de Contexto é um acompanhamento de dados que salva as informações do Reconhecimento de Contexto para serem analisados posteriormente e podem ser utilizadas para tomada de decisões atuais ou futuras. Segundo Dey, Abowd e Salber (2001), o uso de Históricos de Contextos é uma técnica considerável, que pode ser utilizada no processo de tomada de decisão.
- **Predições de Contextos:** A abordagem de Predição de Contexto constitui um método de previsão flexível que é especialmente adequado para encontrar padrões de contexto típicos em uma série temporal de contextos. A extensão dos padrões de contexto típicos é arbitrária, mas limitada pela extensão dos Históricos de Contextos (SIGG, 2008).

### **3 TRABALHOS RELACIONADOS**

As análises das pesquisas, para identificar o estado da arte, seguem os critérios descritos na subseção 3.1, e foram conduzidas relacionando três principais perspectivas que fazem referência ao tema deste trabalho: monitoramento de sinais vitais, monitoramento de localização e análise dos dados coletados no monitoramento.

Sendo assim, esta seção organiza-se da seguinte forma, no item 3.2 foi realizado um estudo com a utilização de sensores em que analisa a medição da mobilidade de pessoas que possuem demência, no item 3.3 é apresentado um estudo sobre a utilização de dispositivos de localização GPS para monitoramento, que foi construído em conjunto com as especificações dos pacientes e cuidadores, no item 3.4, é analisado um estudo sobre um dispositivo de análise de dados vitais, para monitoramento de pacientes com a doença de Alzheimer, o item 3.5 descreve o trabalho realizado em que faz análise da captação de dados de sensores de Pressão do volume sanguíneo (PAV), intervalo de batimentos (IBI), frequência cardíaca (FC), atividade eletrodérmica (EDA) e aceleração em 3 eixos e temperatura da pele, e por fim, no item 3.6, é analisado um estudo sobre um dispositivo assistivo, que analisa dados vitais para identificar momentos significativos para pessoas com demência. Ao final, é apresentada a seção 3.7, que expõe o diferencial deste trabalho no âmbito das três áreas estudadas.

### 3.1 Critérios para escolha dos trabalhos

A pesquisa bibliográfica utilizada teve como base a revisão sistemática desenvolvida no artigo de Machado e Barbosa (2020. (to appear)). Os trabalhos foram selecionados através de pesquisas nas bases de dados *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore Digital Library*, *Journal of Medical Internet Research (JMIR)*, *PubMed Central*, *Science Direct* e *Springer Library*. Destes, *PubMed Central* e *JMIR* destacam-se como bases literárias na área da saúde e ciências da natureza, enquanto as demais bases são referência em computação.

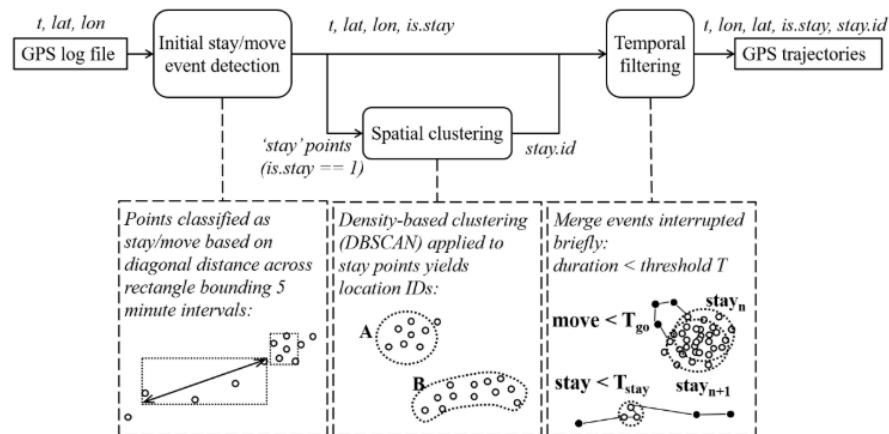
As pesquisas foram baseadas em termos sinônimos ao assunto do trabalho e suas derivações, definidos como (*alzheimer OR "Alzheimer's Disease" OR "Alzheimer Patients" OR "Alzheimer's Care"*) AND (*care OR detect OR track OR monitoring OR "Assistive Technology" OR "Patient Monitoring" OR device OR smartphone OR smartphones OR mobile application OR mobile OR mHealth OR app*). Dessa forma, ao menos um dos termos dentro dos parênteses deveria conter nos resultados das pesquisas. Esses grupos de termos foram intercalados uns com os outros para aumentar o alcance da pesquisa. A escolha dos trabalhos levou em consideração se utilizavam elementos: a doença de Alzheimer, recursos de monitoramento de sinais vitais e análise de dados, resultando em melhores cuidados aos pacientes.

### 3.2 *Development of a sensor-based behavioral monitoring solution to support dementia care*

O trabalho apresentado por Thorpe, Forchhammer e Maier (2019), tem como principal objetivo a medição da mobilidade de pessoas que possuem demência. A relevância do monitoramento comportamental para cuidados com a demência é relativa ao fato de que a mobilidade reduzida está associada ao aumento da idade e a diminuição do comprometimento cognitivo. Isso é motivo de grande preocupação em relação à qualidade de vida das pessoas com demência, pois a mobilidade está intrinsecamente ligada ao engajamento social, capacidade funcional, estado afetivo e sobrecarga do cuidador e é um fator decisivo para o envelhecimento ativo. A mobilidade reduzida pode apresentar um ciclo de *feedback* perigoso, inibindo o envolvimento e a estimulação social, agravando o declínio cognitivo e os sintomas depressivos que contribuem para uma maior redução da mobilidade. O monitoramento de atividades pode orientar estratégias para aumentar o envolvimento em atividades significativas e fornecer informações sobre a estrutura das rotinas diárias de um indivíduo. Os níveis de atividade também fornecem um indicador útil para perda de capacidade funcional com comprometimento cognitivo. Alguns estudos mostraram até uma possível associação entre a atividade física e risco reduzido de demência ou progressão demencial.

O modelo computacional desenvolvido por Thorpe, Forchhammer e Maier (2019), utiliza sensores disponíveis em tecnologias acessíveis aos usuários, como *smartphones* e *smartwatches*, para calcular um conjunto de métricas de mobilidade espacial, temporal e baseada em contagem

Figura 1 – Etapas da análise de dados a partir dos logs de localização via GPS.



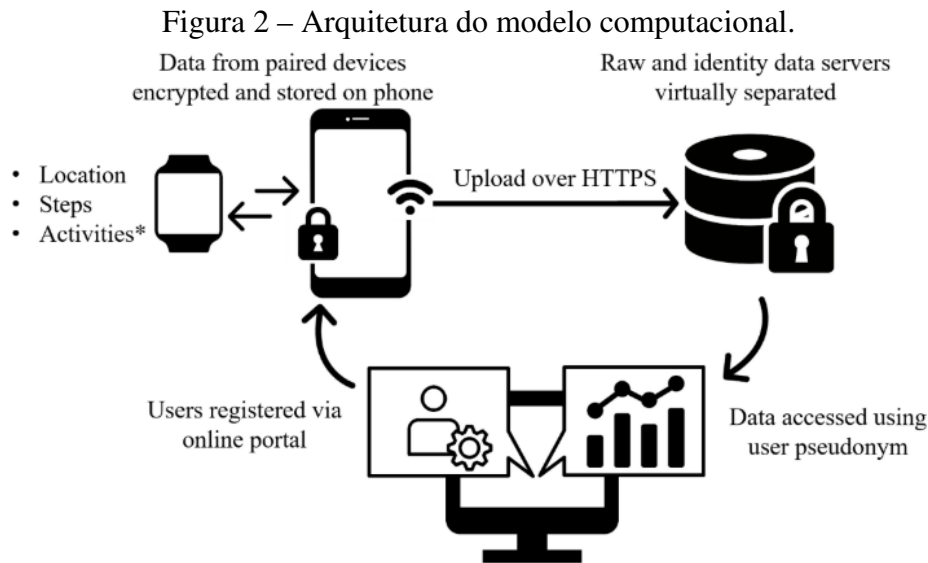
Fonte: Thorpe, Forchhammer e Maier (2019)

de passos. A medição de atividade compreende a extração a partir de dados de atividade reconhecidos e contagem diária de etapas. Após receber os dados, o servidor realiza uma análise, obtendo padrões de comportamento e relacionando com possíveis padrões de comportamento perigoso e que pode trazer algum dano para a saúde e segurança paciente (Figura 1). O modelo disponibiliza um perfil de visualização e acompanhamento de dados por seus cuidadores, auxiliando em melhores cuidados e monitoramento aos pacientes (Figura 2).

Para validar a eficácia do modelo do trabalho Thorpe, Forchhammer e Maier (2019), a aplicação foi testada através de um experimento com pacientes de centros de idosos na cidade de pesquisa, no país da Dinamarca. A avaliação mostrou que a solução de monitoramento comportamental mede com sucesso as trajetórias de viagem e métricas de mobilidade a partir de dados de localização e extrai dados de atividades durante a viagem entre os locais. O algoritmo de extração de trajetória alcançou 92% de sensibilidade para detectar um evento de movimentação.

### 3.3 Design of a GPS Monitoring System for Dementia Care and its Challenges in Academia-Industry Project

O trabalho desenvolvido por Wan et al. (2016), é um sistema a ser utilizado para monitoramento no processo de tratamento da demência, para apoiar os cuidadores no atendimento as necessidades específicas de cada pessoa com os sintomas de perda cognitiva e perda de memória. O objetivo é exibir múltiplas interdependências no desenvolvimento do dispositivo, tendo como principal tecnologia o uso de monitoramento com GPS. No desenvolvimento do trabalho foram realizadas análises sobre os resultados de estudos qualitativos com usuários no país da Alemanha. O desenvolvimento do design envolveu os usuários, cuidadores e familiares, que propuseram especificações para o modelo, ajudando a elaborar como as “melhores práticas” do uso do dispositivo poderiam ser alcançadas, levando em consideração diferentes cenários, como por exemplo pacientes que são cuidados em casa ou pacientes que moram em casas especiali-



Fonte: Thorpe, Forchhammer e Maier (2019)

zadas para o tratamento. A partir do conjuntos de sugestões dos usuários, foram desenvolvidas ideias, implicações e requisitos de design e reprojetado, abordando as leis aplicáveis na utilização deste tipo de tecnologia.

O protótipo final consistiu em: rastreadores GPS para os pacientes transportarem, um servidor para receber informações dos rastreadores e configurá-los remotamente, um portal da web para gerenciar os rastreadores e monitorar locais em tempo real e um aplicativo para iPhone para monitorar os locais de tempo em movimento (Figura 3).

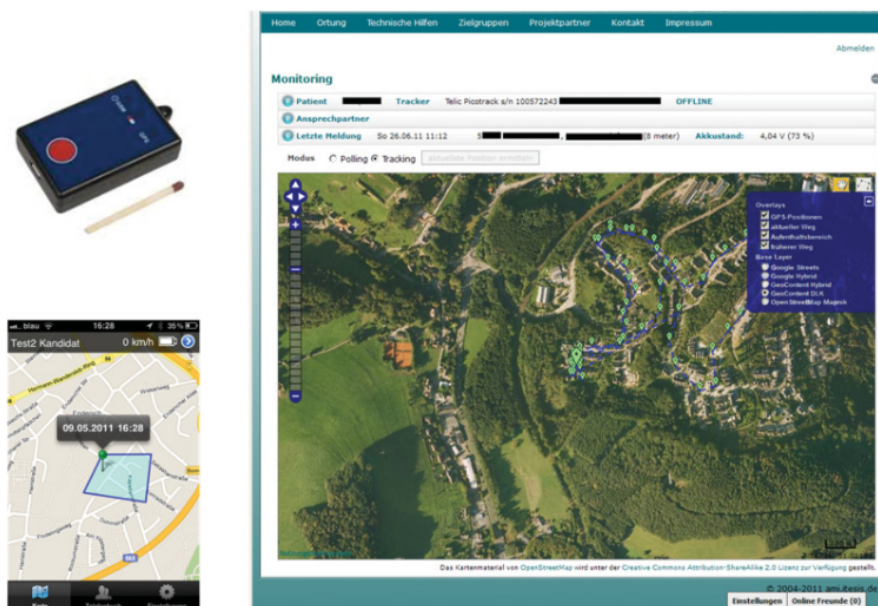
Para realizar o experimento de avaliação do dispositivo, foram realizadas anteriormente sessões de treinamento com os cuidadores para utilização do modelo nos lares de tratamento especializados e nas casas dos pacientes. Além das visitas de configuração dos equipamentos.

Os usuários finais no pré-estudo consideraram o processo e o produto benéficos e apreciaram particularmente a tecnologia que foi utilizada, sendo facilmente de ser instalada e monitorada. O artigo trouxe uma contribuição ao desenvolvimento de uma perspectiva orientada para a prática, na qual o estudo das práticas do usuário e o estudo das práticas organizacionais analisadas em conjunto podem proporcionar uma melhor maneira pela qual os resultados do projeto são alcançados e promover a discussão sobre como "melhores práticas" podem ser alcançadas para o resultado final.

### 3.4 *Reliability of Wearable Sensors to Detect Agitation in Patients with Dementia: A Pilot Study*

O trabalho Nesbitt et al. (2018b), descreve um projeto em que são utilizados dispositivos já disponíveis no mercado (*smartwatches*, *smartphones*, etc.) para captar via sensores informações de dados vitais dos pacientes. O objetivo é monitorar a localização de indivíduos e medir

Figura 3 – Componentes do protótipo do projeto.



Fonte: Wan et al. (2016)

alterações físicas e fisiológicas, como movimentos de membros, vocalizações e frequência cardíaca que ocorrem durante o estado de agitação.

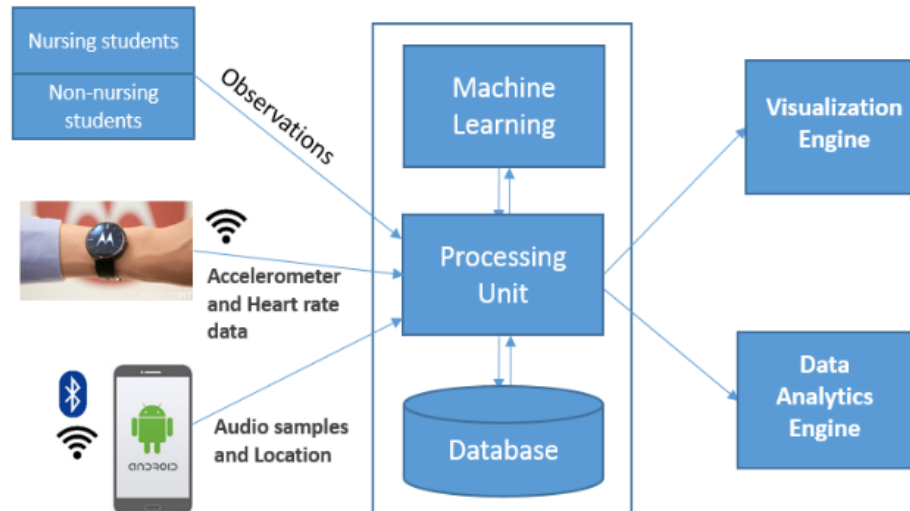
Indivíduos com Alzheimer e outras formas de demência geralmente passam por um período de sintomas comportamentais e psicológicos significativos de demência (*BPSD*). Os *BPSDs* são geralmente divididos em várias categorias, as mais comuns são agitação ou agressão física e não-física, e agitação verbal. Comportamentos não físicos incluem despir, exprimir, esconder coisas e comportamento de busca. Os comportamentos fisicamente agressivos incluem morder, bater, chutar, empurrar, coçar e avanços sexuais indesejados. Também pode haver agitação verbal, como xingamentos, gritos e repetidas ações de atenção. Esses comportamentos são difíceis de serem gerenciados pelos cuidadores e estão positivamente correlacionados com o sofrimento do cuidador. Eles também contribuem para o aumento do custo dos cuidados para pessoas com demência. Problemas comportamentais são uma preocupação de segurança para familiares e cuidadores profissionais, bem como para outros idosos que vivem em ambientes comunitários.

A estrutura do projeto (Figura 4) foi desenvolvida tendo como base um software que utiliza quatro sensores: um acelerômetro triaxial, um monitor de batimentos cardíacos, um microfone e Bluetooth. O acelerômetro é usado para medir o movimento dos membros, especificamente o movimento dos braços. O microfone captura o áudio, que é usado para medir o nível e o tom dos decibéis, além de analisar as palavras faladas. A análise do fluxo de áudio é feita com base na fala e tom, usando sistemas de software de terceiros. O Bluetooth nos ajuda a determinar a localização dentro da instalação.

Todos os dados coletados foram posteriormente analisados e relacionados de acordo com



Figura 4 – Componentes da arquitetura do projeto.



Fonte: Nesbitt et al. (2018b)

cada ação tomada pelo paciente. O estudo considerou que as emoções experimentadas por pessoas com BPSD são reais, e o desenvolvimento de ferramentas para identificar ou prever rapidamente explosões melhorará seu bem-estar geral. Assim, métodos para intervir mais cedo quando ocorrerem problemas de comportamento podem reduzir o estresse do cuidador, o custo geral dos cuidados e potencialmente atrasar a institucionalização e reduzir a quantidade de carga de medicamentos prescrita para indivíduos com BPSD.

### 3.5 *CLONE: A promising system for the remote monitoring of Alzheimer's patients an experimentation with a wearable device in a village for Alzheimer's care*

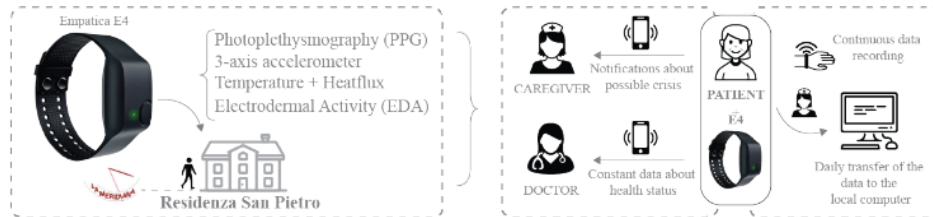
O projeto *CLONE* realizado por Amato et al. (2018), tem como objetivo explorar a aplicação de tecnologias de monitoramento remoto capazes de detectar o início de crises em pacientes afetados pela doença de Alzheimer, que podem aliviar a carga psicológica sofrida pelos cuidadores.

O modelo computacional desenvolvido, chamado *Eclipse*, é voltado ao monitoramento de saúde (batimentos, temperatura). Foi desenvolvido para compensar a falta de *wearables* específicos para cuidados de pacientes com a doença de Alzheimer no mercado.

O experimento foi realizado com um grupo de pacientes, que utilizaram uma pulseira comercial que monitora sinais vitais em tempo real. Os dados foram coletados por dez semanas e a usabilidade, utilidade e viabilidade da abordagem foram avaliadas.

A Figura 5 mostra a estrutura da arquitetura do modelo, em que é utilizada uma *smartwatch* já disponível no mercado, para detectar as informações necessárias. A *smartwatch* é uma pulseira inteligente equipada com os sensores necessários para monitorar os seguintes parâmetros: Pressão do volume sanguíneo (PAV), intervalo de batimentos (IBI), frequência cardíaca (FC),

Figura 5 – Componentes da arquitetura do modelo proposto.



Fonte: Amato et al. (2018)

atividade eletrodérmica (EDA), aceleração em 3 eixos e temperatura da pele. Este equipamento tem como padrão um pequeno botão em sua superfície que oferece a possibilidade de registrar eventos específicos, por exemplo, para notificar uma crise comportamental em andamento. Além dos componentes desenvolvidos na fabricação, a equipe adicionou ao *wearable* um modo de gravação ao vivo, que permite registrar dados de até 48 horas consecutivas.

Durante a experiência, os dispositivos foram utilizados nos pacientes pela manhã, após a sessão de higiene e removidos à noite, antes de ir para a cama. Assim, as gravações começavam entre as 6 e as 10 horas da manhã (logo após o horário de higiene) e terminaram por volta das 19 ou 20 horas. Esse cronograma trouxe uma vantagem dupla: os dispositivos podiam recarregar durante a noite e estar disponíveis para uso no dia seguinte e, além disso, o risco de os pacientes molharem os dispositivos era drasticamente reduzido, pois não se esqueciam de remover antes das sessões de higiene de manhã cedo e tarde da noite.

A partir deste experimento, foram coletados dados vitais e comportamentais de idosos afetados pela doença de Alzheimer durante a vida cotidiana, onde foi possível explorar oportunidades para encontrar relações entre as tendências fisiológicas e o aparecimento de crises. As descobertas em potencial nessa direção permitiriam desenvolver um sistema capaz de antecipar ou notificar a ocorrência de crises por meio de tecnologias de monitoramento remoto.

### 3.6 *Wearable technology for detecting significant moments in individuals with dementia*

O trabalho desenvolvido por Lai Kwan et al. (2019), tem como objetivo detectar momentos significativos de indivíduos com demência, tornando visível o que é mais significativo para eles e mantendo um senso de conexão interpessoal entre seus cuidadores e familiares. O projeto tem como base sensores vestíveis para detectar momentos significativos estabelecidos nos padrões de sinais psicológicos, atividades eletrodérmicas e temperatura da pele. O modelo consumido, chamado de Tecnologia Assistiva (*intelligent assistive technology - IAT*), foi utilizado para a detecção de momentos significativos com base em padrões de alterações fisiológicas do paciente.

Os parâmetros do IAT são adaptados aos padrões de resposta fisiológica de cada indivíduo, por meio de um processo iterativo de incorporação de *feedback* de vídeos extraídos de momen-

Figura 6 – Algoritmo de validação da qualidade do sinal de dados vitais.

ANS signal	Feature extracted	Threshold	SQI
Electrodermal activity	First derivative of signal over 15 s sliding window, incremented in 0.5 s intervals	Positive or negative change $>3 \mu\text{s}$	0.4
	Flatness over 25 s sliding window, incremented in 0.5 s intervals	Difference between two consecutive points $\leq 0.001 \mu\text{s}$	0.1
	Out of normal physiological range	$\leq 0.02 \mu\text{s}$ $> 20 \mu\text{s}$ $> 30 \mu\text{s}$	0 0.65 0
Skin temperature	Flatness over 25 s sliding window, incremented in 0.5 s intervals	Difference between two consecutive points $\leq 0.0001^\circ\text{C}$	0.5
	Out of normal physiological range	$< 15^\circ\text{C}$	0.5

Fonte: Lai Kwan et al. (2019)

tos significativos do paciente. Para um experimento completo, o IAT foi testado no indivíduo com demência e em seu principal cuidador durante um programa de oito semanas.

A estrutura do modelo é composto por um software que coleta os dados do sinal do sistema nervoso autônomo (ANS) através de um dispositivo vestível chamado Sensor de Ponto Triplo (TPS). Posteriormente os dados coletados são analisados pelo software *Events Finder*, desenvolvido pela equipe do projeto, que é um conjunto de ferramentas construídas com a tecnologia *MATLAB*, e possibilita realizar a análise e relacionar estes dados com os situações específicas vivenciadas. Esta análise é realizada de acordo com informações padrão sobre fisiologia e sinais vitais de um ser humano adulto (Figura 6).

Após a conclusão do experimento, o algoritmo do projeto identificou características pessoais distintas da capacidade de resposta fisiológica em cada participante. Foi possível detectar momentos de importância vivenciados de acordo com relatos subjetivos com 70% de exatidão. Esses momentos foram formados por significados físicos e emocionais (por exemplo, experiências de dor ou ansiedade) e significância interpessoal (por exemplo, momentos de conexão elevada).

### 3.7 Diferencial do trabalho proposto

Para realizar a comparação entre os trabalhos relacionados e o trabalho proposto, a lista de critérios abaixo será utilizada:

- **Acompanhamento de sinais vitais:** Realiza coleta de dados de sinais vitais por meio de um *wearable*, que é utilizado diariamente pelo paciente.
- **Acompanhamento por localização GPS:** Realiza coleta de dados de localização GPS por meio de um *wearable*, que é utilizado diariamente pelo paciente.
- **Análise de dados:** Realiza análise sobre os dados coletados.
- **Resultado da análise de dados momentânea:** Realiza a análise dos dados coletados de forma instantânea, de modo a não operara em modo de análise posterior.

- **Alerta de perigo:** Realiza acionamento de alerta em tempo caso o paciente esteja comprometido a algum perigo à sua saúde ou segurança.
- **Predições de ações futuras:** Predições de comportamentos futuros de acordo com base nos dados já processados.

As seções 3.2 e 3.3, descrevem os trabalhos de Thorpe, Forchhammer e Maier (2019) e Wan et al. (2016). As soluções apresentadas visam fazer referência ao monitoramento do paciente especificamente sobre a sua localização via GPS, identificando sua posição para controle dos seus cuidadores, determinando então que não garante a cobertura dos critérios indicados. Outro ponto a considerar, é que apenas a solução do item 3.2 apresenta uma abordagem para validar os aspectos vitais a fim de legitimar as ações necessárias para garantir a segurança e saúde do paciente, o que de fato, não complementa a abordagem total dos critérios indicados.

No que diz respeito aos itens 3.4 e 3.5, que descrevem os trabalhos realizados por Nesbitt et al. (2018b) e Amato et al. (2018), as definições demonstram que embora também seja utilizado um conjunto de sensores, realizada a análise de dados e posteriormente apresentação dos resultados, abrangendo alguns dos critérios, os modelos computacionais propostos nestes trabalhos não apresentam em sua arquitetura uma abordagem para processar as diversas desordens mentais e comportamentos que um paciente portador da doença de Alzheimer pode acionar, não abrangendo um dos principais critérios proposto no modelo DCARE, que é garantir que as informações, já processadas, sejam exibidas imediatamente em tempo real para o cuidador, e que em caso de perigo um alerta seja enviado.

O item 3.6 descreve o trabalho realizado por Lai Kwan et al. (2019). Neste modelo computacional é empregada a sensibilidade ao contexto para correlacionar os sinais vitais do usuário com a análise da saúde mental, com objetivo de identificar em quais situações o usuário possa ter atingido reações de comprometimento afetivo com seus cuidadores ou familiares. Nesse caso, nenhum tipo de avaliação é enviada ao cuidador, portanto, é um modelo em que a informação é analisada posteriormente e somente utilizada para fim de identificação de picos da saúde mental. Sendo assim, não é realizado o monitoramento de dados vitais, e o envio de informações não é realizado de forma imediata ao cuidador em caso de perigo à saúde do paciente, não abrangendo os requisitos indicados neste sentido.

A Tabela 1 apresenta a comparação entre os trabalhos relacionados analisados e o trabalho proposto, desta forma, é possível observar que os modelos apresentados não atingem os objetivos propostos para completar os aspectos gerais de monitoramento de dados vitais, monitoramento de localização GPS, análise e resultados de dados momentânea, apresentação de dados para o cuidador e alerta de perigo sobre saúde do paciente imediato ou no modelo de predição ao cuidador. Além disso, é importante destacar que nenhuma das obras estudadas considera a realização de predições sobre comportamentos futuros de acordo com os dados já processados.

Portanto, a seção 4 apresenta o DCARE, um modelo computacional que abrange todos os

objetivos propostos para um acompanhamento geral, processamento de dados e envio de alertas ao cuidador em caso de perigo ao paciente. DCARE utiliza uma estrutura de Históricos de Contextos, que coleta as informações de contexto em ambientes naturais para fornecer percepções significativas. Posteriormente, realiza o processamento destas informações, gerando Predições de Contextos do usuário, sendo possível detectar, automaticamente, ações futuras, permitindo ao cuidador ter maior controle e cuidado com o paciente.

A principal contribuição científica deste trabalho é a especificação de um modelo para acompanhamento de pessoas com demência durante o dia a dia, com a promoção de acessibilidade a uma ferramenta para cuidados de saúde e segurança dos pacientes, além de contribuir com o desenvolvimento de um simulador de *datasets* com cenários atividades diárias de pacientes com a doença de Alzheimer.

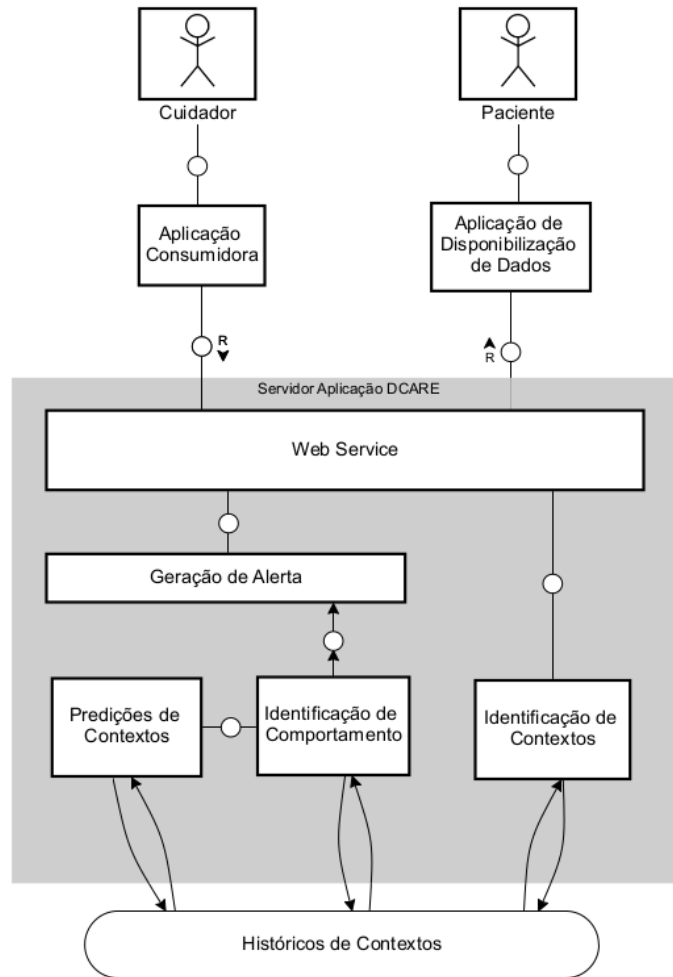
Tabela 1 – Comparativo entre os trabalhos relacionados.

<b>Critério</b>	<b>(THORPE; FORCHHAM- MER; MAIER, 2019)</b>	<b>(WAN et al., 2016)</b>	<b>(NESBITT et al., 2018b)</b>	<b>(AMATO et al., 2018)</b>	<b>(Lai Kwan et al., 2019)</b>	<b>DCARE</b>
Acompanhamento de sinais vitais	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Acompanhamento por localização GPS	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Análise de dados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Resultado da análise de dados momentânea	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Alerta de perigo	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
Predição de ações futuras	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

#### 4 MODELO DCARE

Esta seção descreve o modelo computacional proposto para acompanhamento e cuidados a pacientes com a doença de Alzheimer. A seção está dividida em três seções principais. Na seção 4.1 é descrita a visão geral do modelo, na seção 4.2 é detalhada a arquitetura do modelo e seus componentes, na seção 4.3 são apresentadas as entidades de contexto que compõem modelo, e por fim, na seção 4.4 é apresentado o detalhamento do modelo.

Figura 7 – Arquitetura do DCARE utilizando padrão TAM/SAP.



Fonte: Elaborado pela autora

#### 4.1 Arquitetura

O modelo DCARE foi projetado usando a modelagem técnica de arquitetura da *SAP* (*TAM*, do inglês, *Standard for Technical Architecture Modeling*) (AG, 2007). Os componentes foram definidos de acordo com os conceitos descritos na seção 2.3. A Figura 7 apresenta arquitetura do modelo DCARE composta por atores (Paciente e Cuidador), acessos, bloco (Servidor Aplicação DCARE) e componentes. Os componentes do modelo aparecem na parte interna do bloco Servidor Aplicação DCARE.

A arquitetura presente no servidor da aplicação DCARE apresenta cinco componentes e um banco de dados. Primeiramente, a arquitetura apresenta a comunicação entre o modelo e a aplicação de disponibilização de dados, que é uma aplicação de projeto externo que disponibiliza as informações de localização GPS e sinais de frequência cardíaca do paciente coletados a partir de um *wearable*. O DCARE realiza requisições à aplicação de disponibilização de dados por

meio de uma *API*, esta comunicação é realizada por meio do componente *Web Service*, que tem a responsabilidade de realizar a comunicação entre as aplicações externas. Após o recebimento dos dados, o componente de Identificação de Contextos realiza as operações de processamento de dados, identificando os contextos de modo padronizado e armazenando-os no componente de banco de dados.

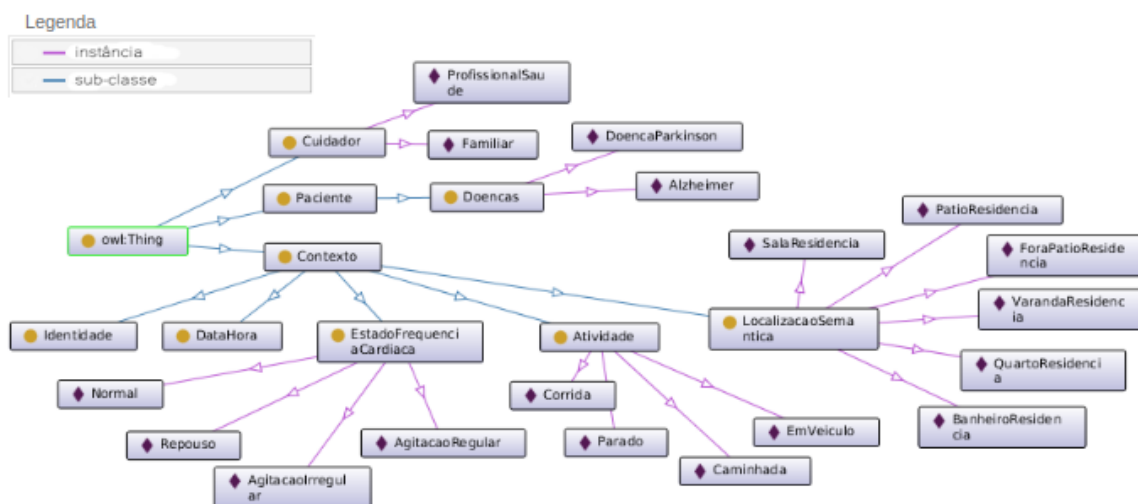
O componente de Identificação de Comportamento apresenta métodos de processamento com base na utilização dos Históricos de Contextos para identificar comportamentos de pacientes relativos ao conceito de *BPSD*. A análise de acordo com o comportamento, tem como base os critérios disponibilizados do trabalho de Nesbitt et al. (2018b), em que indica que indivíduos com Alzheimer e outras formas de demência geralmente passam por um período de sintomas comportamentais e psicológicos significativos de demência (*BPSD*). De acordo com Cohen-Mansfield (2008), os *BPSDs* são geralmente divididos em várias categorias, as mais comuns são agitação ou agressão física e não-física, e agitação verbal. Comportamentos não físicos incluem despir, exprimir, esconder coisas e comportamento de busca. Os comportamentos fisicamente agressivos incluem morder, bater, chutar, empurrar, coçar e avanços sexuais indesejados. Também pode haver agitação verbal, como xingamentos, gritos e repetidas ações de atenção. Esses comportamentos são muito difíceis de serem gerenciados pelos cuidadores e estão positivamente correlacionados com o sofrimento do cuidador. De acordo com o trabalho de Nesbitt et al. (2018b), a partir desses conceitos, é possível relacionar os dados extraídos através de um *wearable* com os sintomas mais comuns listados, elencando atividades de rotina ou possíveis comportamentos perigosos para a saúde e segurança do paciente. Assim, com a análise dos dados que são disponibilizados pela aplicação consumidora, é possível fazer uma comparação com os padrões já detectados pelo trabalho de Nesbitt et al. (2018b), identificando qual é o tipo de comportamento que o paciente está realizando.

O componente de Predições de Contextos é desenvolvido com base no conceito de *Machine Learning*, utilizado para realizar as predições de comportamentos futuros dos pacientes. O objetivo deste componente é auxiliar o cuidador, com a análise dos dados para que seja possível prever comportamentos perigosos à saúde e segurança do paciente.

Ao final do processamento dos dados, o DCARE envia os resultados para componente *gateway* Geração de Alerta. O componente de Geração de Alerta é construído com base na arquitetura de filas de mensagens. Fila de mensagens é um tipo componente de engenharia de software utilizado para a comunicação entre processos ou *threads* de um mesmo processo. Deste modo, quando os resultados das análises realizadas pelos componentes de Identificação de Comportamento e Predições de Contexto são finalizadas, estas informações são enviadas para a fila de mensagens que a aplicação do cuidador está conectada. A aplicação consumidora, construída externamente, que é utilizada pelo cuidador, realiza a requisição dos dados para o DCARE via *API* disponibilizada para acesso pelo componente *Web Service*. A aplicação consumidora recebe os dados processados pelo DCARE, e então, se encarrega de realizar a ação de alerta ao cuidador.

## 4.2 Entidades de Contexto

Figura 8 – Ontologia do DCARE.



Fonte: Elaborado pela autora

O sistema nervoso autônomo (SNA), que controla os processos fisiológicos do corpo humano (por exemplo, sistemas cardiovascular, digestivo e respiratório) e intervém as respostas involuntárias a estímulos externos (por exemplo, "voar ou lutar"), foi estudado como sendo estimulado por fatores psicológicos (HANDBOOK... , 2007) (KREIBIG, 2010). Recentemente, o alcance das emoções (CHOI et al., 2017) (SHU et al., 2018), em relação desse aspecto tem recebido atenção. Medidas fisiológicas têm sido utilizadas para avaliar a atividade autonômica. As medidas mais comuns encontradas na literatura da psicofisiologia são a atividade cardiovascular, a condutividade elétrica da pele, a respiração e a atividade muscular (KREIBIG, 2010), (Smets; De Raedt; Van Hoof, 2019). Extraído da análise cardiovascular (ou seja, ECG), a variabilidade da frequência cardíaca (HRV) é um indicador fisiológico não invasivo das funções do SNA que examina as flutuações na frequência cardíaca (HR). Essa flutuação é representada pela diferença de tempo entre dois batimentos consecutivos, também conhecidos como intervalos R-R. HRV é um marcador confiável da atividade do SNA (CASTALDO et al., 2015)(CHOI et al., 2017) e um marcador relevante de bem-estar psicológico (CHALMERS et al., 2014). Por essas razões, DCARE utiliza HRV como uma medida chave no modelo.

Arquiteturas sensíveis ao contexto que usam não apenas contextos presentes, mas também contextos sobre o passado, precisam armazenar contextos observados para uso posterior. Esses trabalhos geralmente possuem uma representação de domínio bem definida por meio de uma ontologia. Ontologia representa conhecimento sobre baixo e alto nível de contextos, apresentando as entidades envolvidas, bem como sua relação de forma semântica (SIGG, 2008).



A Figura 8 mostra a modelagem de dados de contexto utilizada pelo DCARE, tanto na aquisição quanto no processamento de dados. A ontologia do DCARE é utilizada para obtenção e classificação das informações de contexto do projeto. A entidade Cuidador representa a pessoa responsável por prestar auxílio e realizar o monitoramento do paciente. A entidade Paciente possui a identificação do paciente e o tipo de demência que o paciente possui. As entidades de referência e identificação do histórico de contexto são Identidade, que garante a identificação única pelo usuário, e DataHora, identifica o instante no decorrer do tempo. As entidades que compõem o modelo para que seja feito o processamento dos dados de comportamento dos pacientes são: Atividade, FrequenciaCardiaca e LocalizacaoSemantica. A entidade FrequenciaCardiaca é a representação da variação de sinais HVR, obtidos por meio do monitoramento das batidas do coração. A entidade LocalizacaoSemantica representa a localização representativa de onde o paciente está no momento relacionando-a com a sua geolocalização. A entidade Atividade representa o tipo de movimentação que o paciente está realizando, de acordo com a FrequenciaCardiaca e LocalizacaoSemantica, pode ilustrar quatro tipos possíveis de movimentos, que são: Parado, Caminhada, Corrida e EmVeiculo. Além disso, a Atividade também desempenha um papel essencial na forma como o usuário se relaciona com o meio ambiente.

### 4.3 Processamento e predição de contextos

O DCARE prevê o acompanhamento de pessoas com a doença de Alzheimer durante o cotidiano, acompanhando o usuário e coletando informações diárias sobre localização via GPS e sinais vitais do paciente, que podem ajudar em cuidados mais adequados e personalizados para os usuários, disponibilizando um maior suporte para os cuidadores nas tarefas de preservar a saúde e segurança do paciente. O modelo computacional DCARE tem como base de ferramenta para análise e processamento de contextos a utilização dos conceitos de Históricos de Contextos e Predições de Contextos, onde é possível realizar o registro de dados de acordo com seleção de informações relevantes de contexto.

O funcionamento do DCARE é regido por duas etapas, onde cada uma delas executa um conjunto específico de tarefas para o funcionamento dos módulos. As etapas são divididas em: (1) Aquisição de dados, processamento/identificação de contextos, e geração de Históricos de Contextos; e (2) Identificação de comportamento, predições de contexto e geração de alerta. A execução inicia assim que os dados são disponibilizados pela aplicação externa que coleta os dados. A primeira etapa realiza a obtenção dos dados dos pacientes e associa à ontologia do modelo, em seguida, armazena os dados na base de dados, ou seja, resultando na geração dos Históricos de Contextos. A segunda etapa, no primeiro estágio, executada no módulo de Identificação de Comportamento, realiza a identificação de comportamentos baseados no conceito BPSD, ou seja, realizando o processamento de identificação dos dados, de acordo com os cenários abordados e validados na seção 5.1. Ainda na segunda etapa, no segundo estágio, executada no módulo de Identificação de Comportamento, é realizada a geração de predições

de contextos de comportamentos futuros do paciente e encaminha os dados para a fila de mensagens. O módulo de Predições de Contextos é executado utilizando como base a biblioteca *scikit-learn*<sup>3</sup>, que disponibiliza funções que realizam a análise de dados com base no conceito de *Machine Learning*, e utiliza como base para realização do processamento os dados armazenados de Históricos de Contextos. Finalizando o fluxo de execução, a aplicação consumidora tem acesso aos dados finais gerados pelo modelo a partir da fila de mensagens.

## 5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

### 5.1 Aspectos de Implementação

A implementação de um protótipo seguindo as especificações do modelo foi realizada utilizando a linguagem de programação *Python*, a fim de permitir sua avaliação. Para constituição da arquitetura do projeto foi utilizado um banco de dados SQL, e como *gateway* de fila de mensagens a ferramenta *RabbitMQ*<sup>4</sup>.

O projeto utiliza como base de execução de validação dos dados e processamento de resultado o *design pattern Command*<sup>5</sup>. Para realização da análise sobre os dados, é utilizado como base o *design pattern Chain of Responsibility*<sup>6</sup>, de forma que aconteça a validação se o cenário atual do ambiente em que o paciente se encontra é perigoso e necessita de alerta ao cuidador.

A técnica de entrevista foi utilizada para realização da coleta de informações que foram utilizadas no desenvolvimento dos cenários do modelo para identificar os diferentes contextos que compõem o cotidiano dos pacientes com Alzheimer e seus cuidadores. Esta técnica foi escolhida levando em consideração a grande abrangência de possíveis situações em o paciente possa se encontrar e buscando enriquecer o trabalho com cenários que usualmente não são destacados na literatura acadêmica. De acordo com Ribeiro (2012), recorre-se à entrevista sempre que se tem necessidade de obter dados que não podem ser encontrados em registros e fontes documentais, podendo estes serem fornecidos por determinadas pessoas. Ainda segundo Ribeiro (2012), a entrevista é a técnica mais pertinente quando o pesquisador deseja obter informações a respeito do seu objeto, que permitam conhecer sobre atitudes, sentimentos e valores subjacentes ao comportamento, o que significa que se pode ir além das descrições das ações, incorporando novas fontes para a interpretação dos resultados pelos próprios entrevistadores. Com o intuito de detectar a visão de cuidadores e profissionais da saúde sobre sua rotina diária em ambientes diferenciados, foram desenvolvidos alguns cenários pertinentes baseados na literatura acadêmica, onde os entrevistados foram convidados a comentar e contribuir com informações sobre o cenário além de propor novos cenários baseados no objetivo do trabalho.

---

<sup>3</sup><https://scikit-learn.org>

<sup>4</sup><https://www.rabbitmq.com/>

<sup>5</sup>Padrão de projeto comportamental que converte solicitações ou operações simples em objetos.

<sup>6</sup>Padrão de projeto comportamental que permite passar a solicitação ao longo da cadeia de *handlers* em potencial até que um deles lide com a solicitação.

Os cenários desenvolvidos com base na literatura que compõem os itens de pesquisa das entrevistas são:

- O paciente está passando por um ataque de disfunção psicológica (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
  - Frequência Cardíaca: AgitacaoRegular / AgitacaoIrregular;
  - Atividade: Parado;
  - Localização Semântica: BanheiroResidencia / QuartoResidencia / SalaResidencia / CozinhaResidencia / VarandaResidencia / PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
  - Duração: 1 minuto;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
- O paciente está em fuga sem acompanhamento (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
  - Frequência Cardíaca: Normal / AgitacaoRegular;
  - Atividade: Caminhada / Corrida;
  - Localização Semântica: VarandaResidencia / PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
  - Duração: 1 minuto;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
- O paciente está passando por um ataque de disfunção psicológica relacionados a ambientes desconhecidos (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
  - Frequência Cardíaca: AgitacaoRegular / AgitacaoIrregular;
  - Atividade: Parado / Caminhada / EmVeiculo;
  - Localização Semântica: PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
  - Duração: 1 minuto;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
- O paciente está passando por um problema de saúde respiratório/cardíaco:
  - Frequência Cardíaca: AgitacaoIrregular;

Tabela 2 – Perfis dos entrevistados.

<b>Cenário</b>	<b>Perfil Profissional e Acadêmico</b>	<b>Anos de atuação</b>
1	Cuidadora Geriátrica; Curso de Cuidador de Idosos	17
1	Técnica de Enfermagem; Curso Técnico de Enfermagem	1
2 e 4	Cuidadora de Pacientes com Doença de Alzheimer, Curso Técnico de Enfermagem	28
3	Familiar	2
3	Familiar	12

- Atividade: Parado;
  - Localização Semântica: BanheiroResidencia / QuartoResidencia / SalaResidencia / CozinhaResidencia / VarandaResidencia / PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
  - Duração: 1 minuto;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
- O paciente está dormindo:
    - Frequência Cardíaca: Repouso;
    - Atividade: Parado;
    - Localização Semântica: QuartoResidencia / SalaResidencia;
    - Duração: 1 minuto;
    - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
    - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Não.
- O paciente está em um cenário normal:
    - Frequência Cardíaca: Normal;
    - Atividade: Parado / Caminhada / EmVeiculo;
    - Localização Semântica: BanheiroResidencia / QuartoResidencia / SalaResidencia / CozinhaResidencia / VarandaResidencia / PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
    - Duração: 1 minuto;
    - Horário início/finalização: entre 08:01 horas e 22:59 horas;
    - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Não.

A Tabela 2 mostra as entrevistas que foram realizadas com os voluntários que se encaixam nas posições de cuidador, sendo um familiar ou profissional da saúde. As entrevistas foram realizadas via vídeo chamada por um aplicativo para *smartphone*, e foram gravadas e salvas para posterior análise, de acordo com o consentimento dos entrevistados. O perfil dos entrevistados é diverso, e é composto por cuidadores que possuem experiência entre 1 e 28 anos atuando no cuidado de pessoas com a doença de Alzheimer. No que diz respeito a ocupação, 60% dos entrevistados tem como profissão a área da saúde, cuidador de idosos e/ou cuidador de pacientes com a doença de Alzheimer, sendo os outros 40% dos entrevistados familiares dos pacientes.

Por meio das entrevistas realizadas, foi possível construir a síntese dos dados e identificar comportamentos em comum realizados por pacientes com doença de Alzheimer que podem ser identificados como perigosos à saúde e segurança do paciente. Como resultado da entrevistas, os cenários identificados anteriormente com base na literatura foram aprovados, e quatro cenários a mais foram adicionados para validação, sendo estes:

1. O paciente está passando por uma convulsão (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
  - Frequência Cardíaca: AgitacaoIrregular;
  - Atividade: Parado / Caminhada / Corrida / EmVeiculo;
  - Localização Semântica: BanheiroResidencia / QuartoResidencia / SalaResidencia / CozinhaResidencia / VarandaResidencia / PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
  - Duração: 1 minuto e 30 segundos;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
  
2. O paciente está em um cenário de queda ao tentar realizar atividades de banho ou higiene sozinho (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
  - Frequência Cardíaca: AgitacaoRegular / AgitacaoIrregular;
  - Atividade: Parado;
  - Localização Semântica: BanheiroResidencia;
  - Duração: 1 minuto;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
  
3. O paciente está em um cenário em que acorda durante a madrugada e está desacompanhado, noção de tempo e horas inconsistentes (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
  - Frequência Cardíaca: Normal / AgitacaoRegular / AgitacaoIrregular;

- Atividade: Parado / Caminhada / Corrida;
  - Localização Semântica: BanheiroResidencia / QuartoResidencia / SalaResidencia / CozinhaResidencia / VarandaResidencia / PatioResidencia;
  - Duração: 1 minuto;
  - Horário início/finalização: horário de descanso noturno, entre 23:00 horas e 8:00 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.
4. O paciente está em um cenário em que está com algum tipo de infecção no corpo porém não demonstra febre (sintomas BPSD - behavioral and psychological symptoms of dementia):
- Frequência Cardíaca: AgitacaoRegular / AgitacaoIrregular;
  - Atividade: Parado / Caminhada / Corrida / EmVeiculo;
  - Localização Semântica: BanheiroResidencia / QuartoResidencia / SalaResidencia / CozinhaResidencia / VarandaResidencia / PatioResidencia / ForaPatioResidencia;
  - Duração: 2 horas;
  - Horário início/finalização: entre 00:00 horas e 23:59 horas;
  - Necessário realizar geração de alerta ao cuidador: Sim.

## 5.2 Avaliação do modelo

A avaliação do modelo DCARE foi realizada utilizando o teste de aceitabilidade baseado nos dados coletados através das entrevistas descritas na seção 5.2. Os cenários utilizados nos testes foram gerados com a ferramenta DCARE *Dataset Simulator*, que é um simulador de *datasets* desenvolvido para o projeto. A aplicação foi construída utilizando como base a linguagem de programação *Python*. O simulador leva em consideração cada um dos itens especificados na seção 4.2. Cada simulação é gerada de acordo com a escolha randômica dos itens da estrutura. Durante as simulações todos os itens são substituídos por um modelo de dicionário, onde cada elemento recebe um enumerador como identificador.

A construção do simulador foi realizada de acordo com os dados enumerados identificados com um modelo de dicionário, apresentados na tabela 3. Para geração do *dataset*, os cenários identificados na seção 4.2, foram construídos com a estrutura:

- (1) `id_cenario`: identificação enumerada do cenário;
- (2) `estado_frequencia_cardiaca`: estado da frequência cardíaca na duração especificada no contexto;
- (3) `atividade`: comportamento do paciente especificado na duração do contexto;

Tabela 3 – Dados da estrutura de dicionário do DCARE *Dataset Simulator*.

Descrição do item	Estados de cada item
Estado Frequência Cardíaca	repouso (1), normal (2), agitacaoRegular (3), agitacaoIrregular (4)
Atividade	parado (1), caminhada (2), corrida (3), emVeiculo (4)
Localização Semântica	banheiro (1), quarto (2), sala (3), cozinha (4), varanda (5), patio (6), foraPatio (7)
Necessário Alerta Cuidador	false (0), true (1)

Tabela 4 – Cenários utilizados para geração de *datasets* do DCARE *Dataset Simulator*.

Descrição do cenário	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ataque de Disfunção Psicológica	1	3, 4	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1		1
Fuga sem Acompanhamento	2	2, 3	2, 3	5, 6, 7	1		1
Disfunção Psicológica em ambiente desconhecido	3	3, 4	1, 2, 4	7, 8	1		1
Problema Saúde Respiratório	4	4	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1		1
Dormindo	5	1	1	2, 3	1		0
Cenário Normal	6	2	1, 2, 4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1	"08:01:00", "22:59:59"	0
Ataque Saúde Convulsão	7	4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2		1
Queda em atividades de banho/higiene	8	3, 4	1	1	1		1
Acordado durante madrugada desacompanhado	9	2, 3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3, 4, 5, 6	1	"23:00:00", "08:00:59"	1
Infecção porém sem febre	10	3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	120		1

- (4) *localizacao\_semantica*: localização do paciente significativa de acordo com o espaço de vivência diário;
- (5) *duracao*: tempo de duração do contexto (em minutos);
- (6) *horario\_inicio\_final*: data de início e final do contexto;
- (7) *necessario\_alerta\_cuidador*: se há necessidade de enviar um alerta de perigo ao cuidador.

Os cenários utilizados na construção dos *dataset* foram construídos de acordo com a tabela 4, e gerados no formato de arquivo *csv*.

### 5.3 Resultados

Com a utilização da biblioteca *scikit-learn*<sup>7</sup> de *machine learning* foi possível realizar o treinamento do modelo. A realização dos testes foi efetuada com um *dataset* com 1025 amostras geradas pelo DCARE *Dataset Simulator*.

A realização das avaliações foi efetuada também com a biblioteca *scikit-learn*, onde utilizando o modelo já treinado realizou-se a execução das chamadas para geração das predições de contextos com dez *splits*, ou seja, dez diferentes execuções com diferentes recortes do *dataset*.

Na tabela 5 é possível visualizar a média de acurácia do modelo em relação a predições de contexto de acordo com diferentes quantidades de amostras. Com a menor quantidade de amostras utilizada (100) foi possível identificar a menor média de acurácia com 97,3%, e com a maior quantidade de amostras (1025) é possível identificar que a média de acurácia é elevada, chegando a 97,5%. A partir dos diferentes testes realizados, alterando a quantidade de amostras utilizadas, foi possível identificar que a média geral de acurácia do modelo é 97,44%. Com base nas simulações realizadas sobre os dados, pode-se concluir que houve eficácia do modelo, no intuito de gerar alertas sobre perigos à saúde ou segurança do paciente de forma preditiva.

Tabela 5 – Testes de acurácia do modelo DCARE.

Quantidade de amostras	Média de acurácia
100	97,3%
200	97,4%
400	97,5%
600	97,5%
1025	97,5%

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esse trabalho apresentou de forma detalhada o modelo para acompanhamento de pessoas com a doença de Alzheimer, DCARE, em um cenário do dia a dia de atendimento pelos seus cuidadores. Baseado nos estudos dos trabalhos relacionados ao tema, notou-se a oportunidade de desenvolvimento de um modelo para oferecer o acompanhamento de pacientes com a doença de Alzheimer, possibilitando cuidados individuais a cada usuário, em que as análises realizadas resultam na predição e/ou alerta de possíveis perigos à saúde e segurança do paciente. Os dados coletados com base no conceito Históricos de Contextos, são analisados e processados, resultando na compreensão de comportamentos ou predição de comportamentos futuros do paciente, gerando um alerta ao cuidador caso demonstre algum tipo de perigo à saúde ou segurança do usuário, sendo estes os grandes diferenciais em relação ao estado da arte atual.

<sup>7</sup><https://scikit-learn.org>



A construção dos cenários que foram utilizados no desenvolvimento do modelo, foi realizada nas entrevistas realizadas com cinco voluntários, com perfis de profissional da saúde e familiares. A massa de dados para realização dos testes foi gerada pelo *DCARE Dataset Simulator*, uma aplicação desenvolvida para geração de *datasets* para o modelo. Os resultados dos testes baseados nas predições de contextos mostraram que o modelo desenvolvido atendeu o objetivo do projeto, atingindo 97,44% de taxa geral de acurácia. Com base nas simulações realizadas sobre os dados, pode-se concluir que houve eficácia do modelo, no intuito de gerar alertas sobre perigos à saúde ou segurança do paciente, de forma preditiva.

A principal contribuição científica deste trabalho é a especificação de um modelo para acompanhamento de pessoas com a doença de Alzheimer durante o dia a dia, acarretando na ajuda aos seus cuidadores, interagindo com recursos tecnológicos, promovendo a acessibilidade a uma ferramenta para cuidados para a saúde e segurança dos pacientes, além de contribuir com o desenvolvimento de um simulador de *datasets* com cenários atividades diárias de pacientes com a doença de Alzheimer.

Como contribuição social pode-se salientar o desenvolvimento de um novo recurso para utilização dentro da área de cuidados a saúde mental, colaborando com o desenvolvimento de uma aplicação que pode ser largamente utilizada pelos cuidadores.

Baseado nos estudos desse trabalho, surgem novas possibilidades para a continuidade de trabalhos futuros. A utilização do modelo para pessoas com outros tipos de doenças mentais é muito promissora, especialmente pelo recurso de acompanhamento diário, onde o paciente é acompanhado diariamente pela aplicação, gerando informações importantes para os cuidadores sobre a saúde individual de cada usuário. Desenvolver ou estender um trabalho voltado para pessoas com outras doenças mentais com esse recurso seria relevante.

## Referências

AG, S. **Standardized technical architecture e modeling - Conceptual and design level**. 2007. <<http://www.fmc-modeling.org/download/fmc-and-tam/SAP-TAM/Standard.pdf>>. Disponível em: <http://www.fmc-modeling.org/download/fmc-and-tam/SAP-TAM/Standard.pdf>. Acesso em: 09 oct. 2020.

AMATO, F. et al. Clone: A promising system for the remote monitoring of Alzheimer's patients an experimentation with a wearable device in a village for Alzheimer's care. **ACM International Conference Proceeding Series**, n. June, p. 255–260, 2018.

ASSOCIATION, A. **What Is Alzheimer's Disease?** 2019. <<https://www.alz.org/alzheimers-dementia/what-is-alzheimers>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

AZ, A. D. I. **World Alzheimer Report 2015: The Global Impact of Dementia**. 2015. <<https://www.alz.co.uk/research/world-report-2015>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

AZ, A. D. I. **About dementia**. 2019. <<https://www.alz.co.uk/about-dementia>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

BRODATY, H. et al. Predictors of institutionalization in dementia: a three year longitudinal study. **Journal of Alzheimer's disease : JAD**, IOS Press, v. 40, n. 1, p. 221–226, 2014. ISSN 1387-2877.

BURLESON, W. et al. An assistive technology system that provides personalized dressing support for people living with dementia: Capability study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 20, n. 5, p. 1–20, 2018. ISSN 14388871.

CAREGIVING, U. H. National Alliance for. **e-Connected Family Caregiver: Bringing Caregiving into the 21st Century**. 2011. <[http://www.caregiving.org/data/FINAL\\_eConnected\\_Family\\_Caregiver\\_Study\\_Jan\%202011.pdf](http://www.caregiving.org/data/FINAL_eConnected_Family_Caregiver_Study_Jan\%202011.pdf)>. Acesso em: 04 mar. 2020.

CASTALDO, R. et al. Acute mental stress assessment via short term hrv analysis in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 18, p. 370 – 377, 2015. ISSN 1746-8094. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809415000245>>.

CHALMERS, J. A. et al. Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: A meta-analysis. **Frontiers in Psychiatry**, v. 5, p. 80, 2014. ISSN 1664-0640. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyt.2014.00080>>.

CHOI, K.-H. et al. Is heart rate variability (hrv) an adequate tool for evaluating human emotions? – a focus on the use of the international affective picture system (iaps). **Psychiatry Research**, v. 251, p. 192 – 196, 2017. ISSN 0165-1781. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165178116312550>>.

COHEN-MANSFIELD, J. Agitated behavior in persons with dementia: the relationship between type of behavior, its frequency, and its disruptiveness. **Journal of psychiatric research**, v. 43, n. 1, p. 64–69, nov 2008. ISSN 0022-3956. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18394647https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2643974/>>.

COHEN-MANSFIELD, J. et al. Efficacy of nonpharmacologic interventions for agitation in advanced dementia: a randomized, placebo-controlled trial. **The Journal of clinical psychiatry**, v. 73, n. 9, p. 1255—1261, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.4088/JCP.12m07918>>.

da Rosa, J. H.; BARBOSA, J. L.; RIBEIRO, G. D. Oracon: An adaptive model for context prediction. **Expert Systems with Applications**, v. 45, p. 56 – 70, 2016. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417415006302>>.

DEY, A. K.; ABOWD, G. D.; SALBER, D. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. **Hum.-Comput. Interact.**, L. Erlbaum Associates Inc., USA, v. 16, n. 2, p. 97–166, dez. 2001. ISSN 0737-0024. Disponível em: <[https://doi.org/10.1207/S15327051HCI16234\\_02](https://doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_02)>.

FERRAH, N. et al. Resident-to-resident physical aggression leading to injury in nursing homes: a systematic review. **Age and Ageing**, v. 44, n. 3, p. 356–364, 01 2015. ISSN 0002-0729. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ageing/afv004>>.

FOWLER, C. N. et al. Self-efficacy and sleep among caregivers of older adults with dementia: Effect of an interprofessional virtual healthcare neighborhood. **Journal of Gerontological Nursing**, SLACK Incorporated, v. 42, n. 11, p. 39–47, 2016.

HANDBOOK of Psychophysiology. 3. ed. [S.l.]: Cambridge University Press, 2007.

IBGE, I. B. de Geografia e E. **Síntese de Indicadores Sociais Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira (2012)**. 2019. <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66777.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

KHOO, S. A. et al. The impact of neuropsychiatric symptoms on caregiver distress and quality of life in persons with dementia in an asian tertiary hospital memory clinic. **International Psychogeriatrics**, Cambridge University Press, v. 25, n. 12, p. 1991–1999, 2013.

KREIBIG, S. D. Autonomic nervous system activity in emotion: A review. **Biological Psychology**, v. 84, n. 3, p. 394 – 421, 2010. ISSN 0301-0511. The biopsychology of emotion: Current theoretical and empirical perspectives. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301051110000827>>.

Lai Kwan, C. et al. Wearable technology for detecting significant moments in individuals with dementia. **BioMed Research International**, Hindawi, v. 2019, 2019. ISSN 23146141.

MACHADO, S. D.; BARBOSA, J. L. V. Technologies applied in the care of patients with Alzheimer’s disease: a systematic review. **Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia’20)**, p. 29–32, 2020. (to appear).

MURMAN, D. et al. The incremental direct costs associated with behavioral symptoms in ad. **Neurology**, Wolters Kluwer Health, Inc. on behalf of the American Academy of Neurology, v. 59, n. 11, p. 1721–1729, 2002. ISSN 0028-3878. Disponível em: <<https://n.neurology.org/content/59/11/1721>>.

MURMAN, D. et al. The incremental direct costs associated with behavioral symptoms in ad. **Neurology**, Wolters Kluwer Health, Inc. on behalf of the American Academy of Neurology, v. 59, n. 11, p. 1721–1729, 2002. ISSN 0028-3878. Disponível em: <<https://n.neurology.org/content/59/11/1721>>.

NESBITT, C. et al. Reliability of wearable sensors to detect agitation in patients with dementia: A pilot study. In: **Proceedings of the 2018 10th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (ICBBT ’18), p. 73–77. ISBN 9781450363662. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3232059.3232067>>.

NESBITT, C. et al. Reliability of Wearable Sensors to Detect Agitation in Patients with Dementia: A Pilot Study. **ACM International Conference Proceeding Series**, p. 73–77, 2018.

OPAS, O. P. A. da S. **Folha informativa 2018: 10 principais causas de morte no mundo**. 2018. <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5638:10-principais-causas-de-morte-no-mundo&Itemid=0](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5638:10-principais-causas-de-morte-no-mundo&Itemid=0)>. Acesso em: 04 mar. 2020.

PILLEMER, K. et al. Resident-to-Resident Aggression in Nursing Homes: Results from a Qualitative Event Reconstruction Study. **The Gerontologist**, v. 52, n. 1, p. 24–33, 11 2011. ISSN 0016-9013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/geront/gnr107>>.

RIBEIRO, E. A. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. In: . [S.l.: s.n.], 2012.

SHU, L. et al. A review of emotion recognition using physiological signals. **Sensors**, MDPI AG, v. 18, n. 7, p. 2074, Jun 2018. ISSN 1424-8220. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/s18072074>>.

SIGG, S. **Development a novel context prediction algorithm and analysis of context prediction schemes**. Kassel, Alemanha: Kassel University Press, 2008.

Smets, E.; De Raedt, W.; Van Hoof, C. Into the wild: The challenges of physiological stress detection in laboratory and ambulatory settings. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 23, n. 2, p. 463–473, 2019.

TAN, L. L.; WONG, H. B.; ALLEN, H. **The impact of neuropsychiatric symptoms of dementia on distress in family and professional caregivers in Singapore**. Tan, Lay Ling: Department of Geriatric Psychiatry, Institute of Mental Health, Woodbridge Hospital, 10 Buangkok View, Singapore, Singapore, 539747, Lay\_ling\_Tan@imh.com.sg: Cambridge University Press, 2005. 253–263 p.

THORPE, J. R.; FORCHHAMMER, B. H.; MAIER, A. M. Development of a sensor-based behavioral monitoring solution to support dementia care. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 6, p. 1–14, 2019. ISSN 14388871.

VERLAG, T. **Alzheimer Europe - Handbook of care and care for Alzheimer's patients, 2nd updated and expanded edition, 75–139**. 2005. <<https://www.alzheimer-europe.org/Publications/Alzheimer-Europe-Reports>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

Victoria Barbosa, J. L. Ubiquitous computing: Applications and research opportunities. In: **2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–8.

VUGT, M. E. d. et al. A prospective study of the effects of behavioral symptoms on the institutionalization of patients with dementia. **International Psychogeriatrics**, Cambridge University Press, v. 17, n. 4, p. 577–589, 2005.

WAN, L. et al. Design of A GPS monitoring system for dementia care and its challenges in academia-industry project. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 23, n. 5, 2016. ISSN 15577325.

WHO, W. H. O. **WHO Global action plan on the public health response to dementia 2017–2025**. 2017. <<http://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/en/>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

WHO, W. H. O. **Dementia: 2019 Statistical Update**. 2019. <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>>. Acesso em: 04 mar. 2020.