

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Arcabouço de Desenvolvimento de Aplicações de
Monitoramento Remoto e Auxílio de Pessoas com
Doença de Alzheimer

Carolina Nogueira de Souza

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Computação Pervasiva

Angelo Perkusich (Orientador)

Hygo Oliveira de Almeida (Orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Carolina Nogueira de Souza, 13/07/2012

**DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S729a Souza, Carolina Nogueira de.
Arcabouço de desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer / Carolina Nogueira de Souza.
– Campina Grande, 2012.
70 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

Orientadores: Prof. Dr. Ângelo Perkusich, Prof. Dr. Hyggo Oliveira de Almeida.

Referências.

1. Computação Pervasiva. 2. Desenvolvimento de Aplicações. 3. Monitoramento Remoto. 4. Auxílio Cognitivo. I. Título.

CDU 004.4'2 (043)

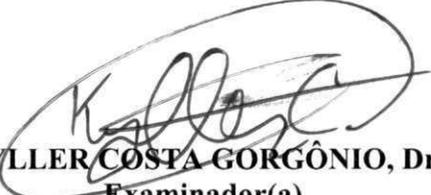
**"ARCABOUÇO DE DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES DE MONITORAMENTO
REMOTO E AUXÍLIO DE PESSOAS COM DOENÇA DE ALZHEIMER"**

CAROLINA NOGUEIRA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/07/2012


HYGGO OLIVEIRA DE ALMEIDA, D.Sc
Orientador(a)


ANGELO PERKUSICH, D.Sc
Orientador(a)


KYLLER COSTA GORGÔNIO, Dr.
Examinador(a)


MARCOS RICARDO ALCÂNTARA MORAIS, D.Sc
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB

Resumo

O envelhecimento populacional resulta no aumento da incidência de doenças associadas à velhice, tais como a demência. A Doença de Alzheimer é a mais comum entre os diferentes tipos de demência e, devido à deterioração causada, é imprescindível haver um constante monitoramento e auxílio aos doentes. Soluções que diminuam a necessidade de presença física de um cuidador, mas que continuem a prover um monitoramento constante é essencial no cuidado desta doença.

Diante da variedade de soluções que visam o monitoramento remoto e auxílio cognitivo percebe-se a ausência de uma solução que suporte a diminuição da dependência funcional, a desaceleração da deterioração cognitiva e a redução da sobrecarga na vida do cuidador. Para o desenvolvimento dessas aplicações, o programador precisa lidar com questões não triviais, tais como: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento; (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores; (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações; e (iv) o envio de alertas para o cuidador.

Neste trabalho apresenta-se um arcabouço para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer. São fornecidas ferramentas para o desenvolvimento de aplicações que auxiliam os cuidadores na preservação da integridade do idoso. A ideia do arcabouço é criar uma abstração para a comunicação entre os sensores de monitoramento e as aplicações, para que seja possível diminuir a complexidade envolvida no seu processo de desenvolvimento. A validação deste trabalho constitui-se no desenvolvimento de um estudo de caso que utiliza as ferramentas do arcabouço para o desenvolvimento de aplicações.

Abstract

The aging process results in increased incidence of age-related diseases such as dementia. Alzheimer's Disease is most common among the different types of dementia and, due to deterioration caused, it is essential to have a constant monitoring and assistance to patients. Solutions that reduce the need for physical presence of a caregiver, but continue to provide constant monitoring is essential in the care of this disease.

Given the variety of solutions designed to the remote monitoring and cognitive aid, perceives the lack of a solution that supports the reduction of functional dependence, the slowing of cognitive deterioration and reducing the burden on the caregiver's life. For the development of these applications, the programmer needs to deal with non-trivial issues, such as: (i) the integration of different forms and types of monitoring sensors; (ii) the transmission of information collected by the sensors; (iii) the availability of information so it can be used by other applications; and (iv) sending alerts to the caregiver.

This work presents a framework for developing applications for remote monitoring and cognitive aid to people with Alzheimer's disease. Tools are provided to develop applications that assist caregivers in maintaining the integrity of the elderly. The basic idea of the framework is to create an abstraction for communication between sensors and monitoring applications, so the complexity involved in its development process can be reduce. Validation of this work consists in the development of a study case using the tools of the framework for the development of applications.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Maria José e Antonio Marcus, e as minhas irmãs, Rachel e Gabriela, por me apoiarem em todos os momentos da minha vida. Ao meu namorado, Rafael, pela compreensão, companheirismo e carinho de todos os dias.

Aos meus amigos do Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva, em especial aos frequentadores da sala 108: Daniel Bruno, Elthon Oliveira, Fred Bublitz, Giovanni Calheiros, Marco Rosner e a todos que compartilharam esses dois anos comigo e que contribuíram direta e indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e funcionários da COPIN pelo apoio e paciência durante esse período.

Agradeço, também, aos meus orientadores, Hyggo Almeida e Angelo Perkusich, que foram fundamentais nas várias etapas para a concretização deste trabalho.

E por fim, agradeço à CAPES pelo apoio financeiro.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Problemática	3
1.2	Objetivos	6
1.3	Relevância	6
1.4	Estrutura da Dissertação	7
2	Fundamentação Teórica	9
2.1	Computação Pervasiva	9
2.2	Saúde Pessoal Pervasiva	10
2.3	Tecnologias Assistivas	12
2.4	Desenvolvimento Baseado em Componentes	13
2.5	Doença de Alzheimer	14
3	Trabalhos Relacionados	18
3.1	Aplicações para o Monitoramento Remoto	18
3.1.1	Escort System	18
3.1.2	CAPDC System	19
3.1.3	Millennium Home	20
3.1.4	Assisted Cognition Project	21
3.1.5	mPCA	21
3.2	Formas de Reconhecimento de Atividades Cotidianas	23
3.2.1	Modelagem Baseada em Hierarquia	23
3.2.2	Modelagem Baseada em Ontologias	23
3.2.3	Modelagem Baseada em Ciência de Contexto	24

3.3	Aplicações para o Auxílio Cognitivo	25
3.3.1	Aware-Puzzle	25
3.4	Considerações Sobre os Trabalhos Relacionados	26
4	Arcabouço de Desenvolvimento de Aplicações para o Monitoramento Remoto e Auxílio de Pessoas com Doença de Alzheimer	28
4.1	Visão Geral	28
4.2	Arquitetura	30
4.2.1	Servidor Central	32
4.2.2	Servidor Local	35
4.2.3	Dispositivo Móvel	36
4.3	Papéis de Desenvolvimento	36
4.4	Funcionamento do Arcabouço	38
4.5	Conclusão do Capítulo	39
5	Estudo de Caso	40
5.1	Visão Geral	40
5.2	Desenvolvimento de Componentes	41
5.2.1	Componente de Sensor	42
5.2.2	Componente de Processo	43
5.3	Configuração do Ambiente	44
5.4	Implantação da Aplicação	45
5.5	Conclusões do Capítulo	47
6	Considerações Finais	50
6.1	Contribuições	51
6.2	Trabalhos Futuros	51
A	Modelagem do Banco de Dados	59
A.1	Modelo de Entidade-Relacionamento	59
A.2	Modelo para criação do Banco de dados	61
B	Código fonte dos componentes	65

Lista de Acrônimos

ABRAz - Associação Brasileira de Alzheimer

AD - Alzheimer Disease

ADI - Alzheimer's Disease Internacional

ADL - Activities of Daily Life

API - Application Programming Interface

CMOS - Complementary Metal-Oxide Semiconductor

DBC - Desenvolvimento Baseado em Componentes

HOG - Histogram of Oriented Gradients

IA - Inteligência Artificial

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

J2ME - Java Plataforma, Micro Edition

MBHMM - Multiple Behavioural Hidden Markov Models

MIT - Massachusetts Institute of Technology

NFC - Near-Field Communication

OMS - Organização Mundial de Saúde

OWL - Ontology Web Language

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

SDK - Software Development Kit

SOAP - Simple Object Access Protocol

SOAPD - Scale for Observation of Agitation in Persons with Dementia of the Alzheimer Type

TA - Tecnologia Assistiva

UPnP - Universal Plug and Play

USB - Universal Serial Bus

VGA - *Video Graphics Array*

WHO - *World Health Organization*

Lista de Figuras

2.1	Os três elementos básicos da computação pervasiva e suas interseções. . . .	10
2.2	Principais elementos da arquitetura baseada em componente [18]	13
4.1	Visão geral da solução proposta	29
4.2	Arquitetura do o arcabouço e seus módulos principais.	31
4.3	Detalhes do arcabouço, seus módulos, componente e como eles se relacionam.	33
4.4	Os diferentes tipos de papéis de desenvolvimento suportados pelo arcabouço.	37
5.1	As entidades da aplicação Alzheimer Care.	41
5.2	A posição dos sensores dentro da sala escolhida.	45
5.3	As principais telas da aplicação Alzheimer's Care	46
5.4	As principais atividades da aplicativo móvel na visão do cuidador	47
5.5	As principais atividades da aplicação móvel na visão do paciente	48
A.1	Diagrama de Entidade-Relacionamento da camada de dados.	60

Lista de Tabelas

3.1	Análise dos Trabalhos Relacionados	27
4.1	Descrição da interface IProcesso	34
4.2	As principais funções da API web fornecida	35
4.3	Descrição da interface ISensor.	36
5.1	Especificação dos sensores, atividades e algoritmos utilizados	43
5.2	Especificação dos servidores da aplicação Alzheimer's Care	44

Lista de Códigos Fonte

A.1	Script de criação do banco de dados do Alzheimer's Care	61
B.1	Componente de sensor Webcam	65
B.2	Componente de sensor Kinect	66
B.3	Componente de processo Andando	67
B.4	Componente de processo Lendo	68
B.5	Componente de processo Dormindo	70

Capítulo 1

Introdução

A melhoria da qualidade de vida da população mundial tem proporcionado um crescimento no número de pessoas consideradas de terceira idade. Com isso, a expectativa de vida aumentou em mais de 20 anos, passando de 46,1 anos em 1960, para 67,2 anos em 2010, de acordo com dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) [50]. No Brasil, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), divulgada em 2010, revelou que em 2008 havia 21 milhões de idosos dentre os 190 milhões de brasileiros [10]. Assim, a terceira idade brasileira corresponde a 11,1% da população e possui, atualmente, uma expectativa de vida de 73,4 anos.

O crescimento desta faixa etária no Brasil é evidenciado no estudo que revela as projeções e estimativas da população do Brasil para o período 1980 e 2050 realizado pelo IBGE [8]. Nele é evidenciado que em 1980 os idosos correspondiam a quase 5% da população e que em 2050 esse número será cinco vezes maior, chegando a quase 25%. Neste mesmo estudo, o IBGE afirma que no ano 2025 o Brasil será o sexto país do mundo com o maior número de pessoas idosas, no mesmo ano que a OMS prevê que, pela primeira vez na história da humanidade, haverá mais idosos do que crianças no planeta [50].

O perfil de mortalidade não foi o único aspecto que mudou com o envelhecimento populacional. A incidência de doenças crônicas aumentou proporcionalmente com o aumento da expectativa de vida. Isto evidencia um novo desafio econômico-social na manutenção da saúde física e mental do idoso, no qual doenças associadas à velhice tais como câncer, hipertensão e doenças neurodegenerativas, como a demência, são foco da saúde pública [9]. Especificamente, a demência é uma doença que causa uma decadência progressiva da capa-

cidade mental e a mais comum entre seus diferentes tipos é a doença de Alzheimer [12].

A doença de Alzheimer afeta entre 5% e 10% dos indivíduos com idade acima de 65 anos, sendo que sua incidência aumenta para 40% entre os idosos de mais de 90 anos [36]. Por ser uma doença degenerativa do sistema nervoso, a doença de Alzheimer causa um declínio gradual do intelecto que prejudica a coordenação motora e as emoções, interferindo no comportamento e na personalidade do doente [42]. É uma doença crônica, incurável, com causas desconhecidas, que exige que o paciente se adapte as suas novas limitações e condições geradas [12]. Deste modo geral, o tratamento objetiva minimizar o sofrimento do doente, controlando os sintomas e protegendo-o dos efeitos produzidos pela enfermidade, com a utilização de drogas em conjunto de atividades físicas e mentais [42].

Como parte do tratamento, o paciente é acompanhado por cuidadores que são enfermeiros ou parentes que tenham conhecimento, tempo e disposição para monitorar e auxiliar os doentes nas atividades do cotidiano. Assim, o paciente não é o único afetado pela doença de Alzheimer. A complexidade da enfermidade também repercute no cuidador. A dependência gradual do paciente e a preocupação com a sua integridade tornam o trabalho do cuidador cansativo gerando uma sobrecarga física e emocional. Adicionalmente, o custo de um acompanhamento contínuo é elevado, chegando a 604 bilhões de dólares por ano, conforme relatório da Associação Internacional sobre a Doença de Alzheimer¹ (*Alzheimer's Disease International - ADI*) [50]. Este gasto aumentará proporcionalmente com o crescimento populacional que irá dobrar nos próximos 20 anos.

Para a melhoria desse cenário, é utilizado sistemas computacionais móveis que realizam o acompanhamento personalizado da saúde e que auxiliam os cuidadores na segurança das pessoas que sofrem de demência. Esses sistemas fazem uso do conceito da Computação Pervasiva [49], e provêm serviços e recursos de interesse do usuário de modo transparente e autônomo, possibilitando a computação a qualquer hora e em qualquer lugar removendo as restrições de tempo e local. Desta forma, aumenta-se a cobertura e a qualidade dos cuidados de saúde já que os sistemas de prevenção e manutenção da saúde são móveis e acompanham os usuários.

A utilização de dispositivos móveis tem o potencial de melhorar a qualidade de vida de pessoas com a doença de Alzheimer, já que o advento da era tecnológica permitiu um

¹<http://www.alz.co.uk/>

grande desenvolvimento na área de dispositivos inteligentes utilizados para a capacitação do usuário [3] e na área de tecnologias de comunicação sem fio. É neste contexto que se insere o presente trabalho e seu escopo consiste em desenvolver soluções que diminuam a necessidade de presença física do cuidador, mas que continuem a prover um monitoramento constante, elementos essenciais no cuidado de doenças que causem demência [15].

1.1 Problemática

A doença de Alzheimer é uma enfermidade neurodegenerativa progressiva que causa o desenvolvimento de múltiplos déficits cognitivos. À medida que a doença se agrava, o paciente apresenta dificuldades na fala e locomoção, precisando de ajuda nas suas atividades do cotidiano e necessidades de higiene, alimentação e lazer. O impacto causado por esses sintomas afetam desproporcionalmente a capacidade de ter uma vida independente e, para que se possa garantir sua segurança, os portadores da doença necessitam de cuidados e supervisão constante [15]. Assim, o avanço da enfermidade e o desgaste físico e mental fazem do cuidador uma entidade fundamental neste contexto [33]. Entretanto, o paciente não é o único afetado pela doença. A complexidade da doença de Alzheimer também repercute no cuidador, pois as responsabilidades de prover ou coordenar os recursos requeridos pelo paciente e a dependência gradual causada pelo avanço da doença conduz o cuidador a uma sobrecarga física e emocional [13].

Segundo a Associação Brasileira de Alzheimer² (ABRAz), a evolução da doença pode ser dividida em quatro fases, onde para cada fase utiliza-se uma estratégia diferente para retardo do avanço da doença. Dentre elas, a única que ainda possui maneiras de se ter uma vida independente de cuidador é a primeira. Nesta fase, os sintomas recorrentes são desorientação espacial e perda de memória a curto prazo, muitas vezes falsamente relacionados com o envelhecimento natural ou com o estresse do cotidiano. Adicionalmente, a evolução da doença varia entre pacientes de acordo com a educação e interação social que tiveram durante a vida [42]. Assim, o tratamento não segue um padrão típico, mas deve ser baseado nos seguintes pressupostos: Multidisciplinar, Preventivo e Sintomático. Essa abordagem é feita a nível psicossocial, terapia comportamental, reestruturação cognitiva em conjunto do

²<http://www.abraz.com.br/>

tratamento medicamentoso. Para isso, é definido três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer [16] e estes são: (i) diminuição da dependência funcional; (ii) desaceleração da deterioração cognitiva e (iii) redução da sobrecarga na vida do cuidador.

A utilização de sistemas computacionais aliados com os cuidados com a saúde tem o potencial de melhorar a vida de um doente. Para isso, é necessário o desenvolvimento de sistemas que abordem os três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer. Logo, dispositivos computacionais aliados com sensores implementam tecnologias de monitoramento remoto de pacientes e detecção de atividades que são bastante úteis para aumentar a segurança das pessoas que sofrem de demência. Portanto, equipamentos de monitoramento que auxiliem os doentes em episódios de desorientação espacial e sistemas que amenizem os sintomas, acompanhando a realização de atividades do cotidiano, proveriam independência funcional ao paciente e menos desgaste físico para os familiares e enfermeiros. Além disso, sistemas que avaliem o desempenho cognitivo do paciente e, de acordo com a avaliação, disponibilizem formas de estímulo cognitivo seriam fundamentais para um aumento na qualidade de vida de pessoas com doença de Alzheimer.

Do ponto de vista prático, os sensores de monitoramento podem ser instalados na residência do doente para fornecer informações sobre sua saúde em tempo real para uma central de informações que tem a capacidade de processar as informações inferindo qual atividade do cotidiano está sendo realizada. Neste processamento, se for detectada alguma situação adversa, o cuidador receberá um alerta em seu dispositivo móvel sobre tal adversidade e, como ação remediadora, poderá checar, pessoalmente, o bem-estar do paciente ou utilizar o dispositivo móvel para visualizar as informações remotas coletadas pelos sensores.

Assim, para abordar os problemas supracitados, faz-se necessário desenvolver soluções que monitorem remotamente e auxiliem os doentes de Alzheimer. Porém, isto requer que o desenvolvedor de aplicações lide com questões não triviais, tais como: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores, (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e (iv) o envio de alertas para aplicações móveis. Com todos esses requisitos, o desenvolvimento dessas aplicações torna-se mais complicado do que o desenvolvimento da própria lógica da aplicação. É neste contexto que se insere o presente trabalho

e seu escopo consiste em desenvolver soluções que ofereçam um pouco de independência ao doente ao mesmo tempo que diminuem a sobrecarga do cuidador.

As soluções existentes convergem na realização de um monitoramento remoto em conjunto com diversos tipos de sensores para o reconhecimento e auxílio nas atividades do cotidiano [20, 22, 31, 35, 38, 39, 45]. Estas soluções tratam apenas do aspecto comportamental do doente, emitindo um alerta caso seja detectado um comportamento considerado agitado ou uma situação julgada perigosa. Como resultado, um dos pilares básicos na melhoria da qualidade de vida do enfermo não é abordado, visto que a avaliação cognitiva e ações auxiliaadoras caso seja detectada alguma deterioração das habilidades funcionais do doente são deixadas à parte, bem como um conjunto de ferramentas que facilitem no desenvolvimento de aplicações similares.

As abordagens focalizadas na avaliação cognitiva provêm um sistema que, dado um conjunto de objetos digitais, exercitam e avaliam a capacidade cognitiva do paciente [11, 34]. Todavia, a independência funcional que um doente adquire e a redução da sobrecarga na vida do cuidador quando utilizado um sistema de monitoramento remoto não são fornecidos pelas soluções citadas anteriormente, tornando-se custosas.

Diante da variedade de soluções que visam o monitoramento remoto e auxílio cognitivo percebe-se a ausência de uma solução que possibilite suporte aos três pilares básicos. Assim, fornecer ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de aplicações que (i) diminua a dependência funcional, (ii) desacelere a deterioração cognitiva e (iii) reduza a sobrecarga na vida do cuidador, é essencial nesse contexto. As soluções que fornecem ferramentas para desenvolvimento de aplicações voltadas para a saúde utilizam diversos tipos de sensores na verificação do estado de saúde do paciente [17, 19]. Mais especificamente, são arcabouços de software que focam-se em doenças crônicas de uma maneira geral e para o seu correto funcionamento assumem que o paciente possui lucidez suficiente para que haja um auto-gerenciamiento dos sensores utilizados. Desta forma, apesar da doença de Alzheimer ser considerada uma doença crônica, os sintomas causados pela enfermidade, como a perda de memória a curto prazo, são um obstáculo no uso de tais soluções.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo prover um arcabouço para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer. Com esse propósito, o arcabouço fornece uma maneira modularizada e centralizada de desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio que lide com os diferentes tipos de sensores utilizados na saúde pessoal pervasiva, os diferentes tipos de atividades que podem ser realizada cotidianamente e os diferentes tipos de auxílio cognitivo. Esse tipo de solução abstrai o processo de comunicação dos sensores com o dispositivo central de processamento, bem como a aquisição de informações que os algoritmos de reconhecimento de atividades precisa para funcionar.

Desta forma, a solução auxilia no desenvolvimento de aplicações que contemplam os três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer e pode ser dividida em duas partes: monitoramento remoto e auxílio cognitivo. Na primeira parte, o sistema monitora remotamente o paciente através de sensores instalados pela casa e envia as informações coletadas para um servidor central. Este servidor pode realizar as seguintes decisões: (i) emitir alerta, caso seja detectado alguma anomalia (ii) auxiliar na tarefas em execução. Nas segunda parte, o sistema avalia o desempenho cognitivo do doente através de programas disponibilizados por um dispositivo móvel. Assim, de acordo com o desempenho do paciente, é possível selecionar maneiras de estimular as funções cognitivas afetadas pela enfermidade.

A validação deste trabalho será realizada através de um estudo de caso. A aplicação desenvolvida é um serviço de monitoramento remoto baseado em reconhecimento de atividades do cotidiano que emite, para o dispositivo móvel de um cuidador, alerta com base na análise das informações recebidas pelos sensores de monitoramento em conjunto com um sistema de auxílio cognitivo.

1.3 Relevância

O cuidado com a saúde do idoso tem sido colocado em segundo plano nas políticas de saúde pública global [50]. Entretanto, pelo crescimento progressivo da proporção de idosos em

nossa sociedade torna-se necessário investir no desenvolvimento de métodos eficientes de prevenção e tratamento de doenças associadas ao envelhecimento, especialmente a doença de Alzheimer. Esse tipo de demência tem um grande impacto sócio-econômico e causa uma dependência gradual e irreversível [12].

Devido à porcentagem de pessoas com a doença ser proporcional ao envelhecimento demográfico, há uma necessidade urgente de desenvolver pacotes custo-benefício de assistência médica e social para atender às necessidades de pessoas com demência que leve a aumentar a sua autonomia e auto-ajuda. Para isso, por explorar técnicas que permitem que os idosos vivam mais tempo em casa, a computação inteligente tem o potencial de melhorar a qualidade de vida de pessoas com a Doença de Alzheimer.

A relevância deste trabalho está diretamente relacionada com a melhoria da qualidade de vida em conjunto com o aumento da autonomia dos idosos com demência aliviando a carga dos familiares nos cuidados com o doente, por facilitar o desenvolvimento dessas aplicações. O arcabouço proposto torna transparente para o desenvolvedor a manipulação com os diversos tipos de sensores utilizados, explorando informações sobre o contexto, permitindo seu foco nas regras de negócio da aplicação. Assim, é possível disponibilizar remotamente informações, alertas e relatórios sobre o paciente, sem a necessidade de um acompanhamento físico e constante.

Por fim, este trabalho está inserido dentro do projeto PerComp, desenvolvido no Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva dentro da Universidade Federal de Campina Grande, contribuindo com a crescente vertente na área de cuidado pervasivo focado na saúde pessoal.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica sobre os temas necessários para o entendimento deste trabalho. São discutidos o paradigma da Computação Pervasiva voltada para o cuidado com a saúde, o desenvolvimento de sistemas orientados a componentes e por fim uma breve descrição dos malefícios causados pela doença de Alzheimer e como amenizá-los;

- No Capítulo 3 são descritos alguns trabalhos relacionados, apresentando análises e comparações com a abordagem proposta neste trabalho;
- No Capítulo 4 é descrito o arcabouço proposto, detalhando os componentes de sua arquitetura e implementação. Inicialmente é apresentada uma visão geral da suas principais características, seguida da descrição de seus módulos e componentes, concluindo com a explicação de seu funcionamento em execução;
- No Capítulo 5 é apresentado o estudo de caso desenvolvido a partir dos serviços disponibilizados pelo arcabouço;
- Por fim, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e discussões sobre trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste capítulo apresenta-se o embasamento teórico para a compreensão deste trabalho. Com a intenção de prover um melhor entendimento, é feita uma breve descrição sobre Computação Pervasiva destacando seus princípios e fatores necessários para sua viabilização. Serão abordados os aspectos relativos à Computação Pervasiva aplicada à área de cuidados pessoais com a saúde, destacando suas aplicações e conceitos importantes. Em sequência, é feita uma breve descrição do Desenvolvimento Baseado em Componentes detalhando os elementos de sua arquitetura. Ao final, é apresentada a doença de Alzheimer enfatizando a definição de termos e conceitos que serão utilizados nos próximos capítulos.

2.1 Computação Pervasiva

A base para o paradigma da Computação Pervasiva foi primeiro introduzida pela afirmação de que "*As mais profundas tecnologias são aquelas que desaparecem*", feita pelo pesquisador Mark Weiser em 1991, na publicação de seu artigo intitulado *The computer for the 21st century* [49]. Neste trabalho, é descrito um mundo no qual a computação está embutida nos objetos do cotidiano e integrada com o ambiente, alterando a percepção de interação com os sistemas computacional tornando-a mínima. Neste paradigma, os objetos comunicam-se transparentemente, disponibilizando informações e recursos relevantes para os usuários, no lugar e momento adequado de acordo com suas necessidades e preferências [32].

A computação pervasiva engloba a computação móvel que dá suporte à interoperabilidade, escalabilidade, invisibilidade. Baseia-se na capacidade do dispositivo móvel de obter

informações do ambiente no qual ele está embarcado e as utiliza dinamicamente para atender as necessidades e preferências do usuário. Desta interação com o ambiente, surge a capacidade de computadores processar e analisar as informações de forma inteligente [2].

Na visão de Weiser, conforme exemplificado com a Figura 2.1, a computação pervasiva poderia ser alcançada através de três elementos básicos: dispositivos baratos com baixo consumo de energia, infraestrutura de redes sem fio e aplicações portáteis, elementos que naquela em 1991 não estavam largamente disponíveis.



Figura 2.1: Os três elementos básicos da computação pervasiva e suas interseções.

Com o passar dos anos, o avanço contínuo do *hardware* transformou muitos elementos da computação pervasiva, antes não viáveis, em produtos populares e de fácil acesso como: dispositivos portáteis, redes sem fio e dispositivos de controle de aplicação. Assim, foram introduzidos no mercado dispositivos móveis com uma maior capacidade de memória, processamento e conectividade de rede capazes de suportar aplicações pervasivas cada vez mais poderosas. Esse barateamento em conjunto com a massificação do uso da Internet, viabilizou o paradigma da Computação Pervasiva, previsto por Weiser.

2.2 Saúde Pessoal Pervasiva

A introdução de tecnologias computacionais na medicina tornou as tarefas e os processos realizados por profissionais da saúde mais eficientes, fornecendo uma maior qualidade nos

serviços médicos [47]. A inserção de tecnologias pervasivas no cotidiano é extremamente relevantes para a prevenção e tratamento de doenças pela forma transparente e descentralizadas que agem. Assim, surge um novo ramo dentro da computação chamada Saúde Pessoal Pervasiva [3] que é a união entre a computação pervasiva e os cuidados com a saúde pessoal. O seu objetivo é possibilitar a aplicação do modelo pervasivo proposto por Weiser no auxílio contínuo dos cuidados com a saúde e o bem-estar dos pacientes.

Utilizar recursos computacionais pervasivos como parte da rotina diária altera a percepção do uso da tecnologia de maneira a torná-la invisível. Para que isso seja possível, os sistemas computacionais fazem uso das informações presentes no ambiente sendo capazes de prover serviços apropriados para um determinado usuário, em um determinado momento e em um dado local. Essa forma seletiva de disponibilização de recursos computacionais inserida na saúde fornece apoio para uma computação inteligente voltada para a capacitação de doentes em busca de um pouco de autonomia. A Saúde Pessoal Pervasiva integra perfeitamente o cuidado com a saúde com o cotidiano, sem restrições de espaço ou tempo, como também foca o uso de novas tecnologias, ferramentas e serviços que deem suporte à uma vida independente, ao bem-estar e à gestão de doenças [48].

Assim, a utilização de sistemas pervasivos voltados para a saúde oferecem vantagens como: (i) redução de custos, (ii) melhoria na qualidade do serviço e (iii) melhoria da eficiência dos profissionais da saúde. Primordialmente, a redução de custos é devida ao conceito de computação em qualquer lugar e a qualquer hora, descentralizando o cuidado ao paciente que não necessita mais estar em uma unidade médica para ser monitorado, podendo-o fazer no conforto de sua própria casa. Em seguida, a melhoria na qualidade do serviço é consequência da coleta contínua de informações sobre a saúde que permite tratamentos preventivos, detecção precoce e tratamentos mais personalizados. Enfim, a melhoria da eficiência dos profissionais da saúde é dada pela facilidade do acesso às informações sobre o paciente pelo profissional responsável e os sistemas de apoio à decisão incluídos no sistema, que o monitoram constantemente, podendo ter confiança no seu estado de saúde.

2.3 Tecnologias Assistivas

A Saúde Pessoal Pervasiva pode ser caracterizada através de tecnologias assistivas que visam ajudar os usuários a manterem-se bem fisicamente, mentalmente e socialmente como também a autogerenciar alguns tipos de doença e ajudar continuamente as pessoas em atividades relacionadas à saúde. O foco central dessa nova tecnologia é ajudar as pessoas a permanecerem independentes enquanto envelhecem. Assim, para alcançar esse objetivo é necessária a inclusão de sensores não intrusivos, confiáveis e portáteis que possam ser utilizados por qualquer pessoa. Neste contexto, o conceito de sensor é qualquer aparelho eletrônico que consiga extrair informações sobre o usuário e consiga enviar tais informações para um sistema computacional próximo. Especificamente, os sensores são susceptíveis a assumir formas e tamanhos variáveis, como unidades portáteis, semelhantes aos telefones celulares, ou como dispositivos quase invisíveis introduzidos em objetos do cotidiano, como móveis e roupas. Desta forma, cada sensor tem objetivos e maneiras diferentes de coletar informações que impactam proporcionalmente na quantidade de processamento necessário para a extração de um dado específico. De maneira ilustrativa, sensores são: câmera web, oxímetro, monitor de pressão, sensor de presença, entre outros.

Tecnologias assistivas (TA) é um termo genérico que pode ser definido como recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com necessidades especiais. Seu objetivo é proporcionar um aumento na capacidade funcional fornecendo auxílio nas atividades do cotidiano, provendo autonomia, independência e inclusão social de quem as utiliza [44]. Os recursos de tecnologia assistiva são classificados de acordo com objetivos funcionais a que se destinam [4], sendo esses: auxílios para a vida diária e vida prática, comunicação aumentativa e alternativa, recursos de acessibilidade ao computador, sistemas de controle de ambiente, projetos arquitetônicos para acessibilidade, órteses e próteses, adequação postural, auxílios de mobilidade, auxílios para cegos ou para pessoas com visão subnormal, auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo e adaptações em veículos.

Com o auxílio dessas tecnologias, é possível o desenvolvimento de uma plataforma de monitoramento contínuo de sinais vitais que funciona como detector precoce de diferentes doenças crônicas como hipertensão, insuficiência cardíaca congestiva, diabetes, demência e

epilepsia. Assim, surgem novas formas de desenvolvimento de tecnologias e métodos para o monitoramento e reconhecimento de traços comportamentais, como a detecção de atividades do cotidiano (*Activity Daily Living - ADL*) com base em redes de sensores e abordagens de aprendizagem de máquina. O objetivo é inferir sobre as atividades de um indivíduo e usar esta informação para avisos antecipados, segurança, prevenção e assistência.

2.4 Desenvolvimento Baseado em Componentes

O Desenvolvimento Baseado em Componentes [25] é um paradigma de desenvolvimento que foca-se na criação de sistemas de software com base na reutilização de módulos pré-existent. A principal ideia é que os componentes podem ser substituídos por versões otimizadas ou até mesmo por versões corrigidas sem acarretar prejuízo ao sistema. Assim, de acordo com as alterações dos requisitos da aplicação, novos módulos podem ser acrescentados, adicionando funcionalidades ao sistema. Os elementos básicos de uma arquitetura baseada em componentes são ilustrados na Figura 2.2 e detalhados a seguir.

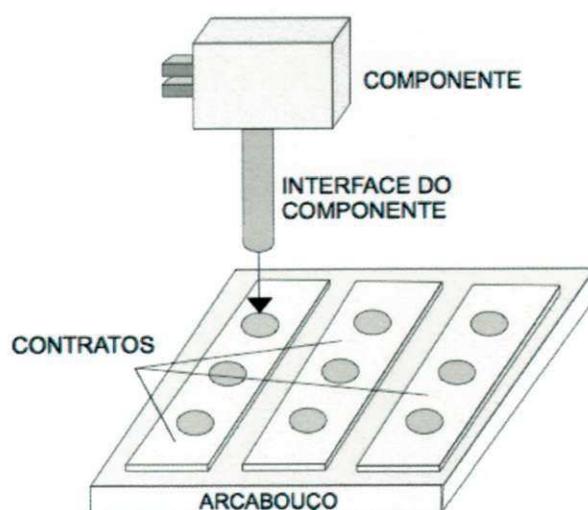


Figura 2.2: Principais elementos da arquitetura baseada em componente [18]

Um componente é um artefato de software que segue um modelo e pode ser desenvolvido independentemente, sem modificação, de acordo com um padrão de composição [27]. A interface do componente especifica quais são seus pontos de acesso, apresentando definições de métodos e valores que eles devem acordar, a fim de cooperar. Os contratos definem como

terceiros podem solicitar os serviços da maneira esperada pelo arcabouço. Um arcabouço de software é uma arquitetura reutilizável que provê a estrutura e o comportamento genérico para uma família de abstrações de software, dentro de um contexto que contratos especificam sua colaboração e uso em um dado domínio.

O arcabouço gerencia as interações entre o componentes, para que as alterações realizados em um módulo independente não interfira na execução do sistema como um todo.

Envolve a composição de componentes permitindo a adição, adaptação, remoção e substituição de partes do softwares sem a necessidade de uma substituição completa do sistema. Essa abordagem promove o aumento da produtividade e qualidade do software, diminuindo o tempo e o custo da produção.

Neste paradigma, é possível desenvolver serviços sem o total conhecimento do funcionamento interno do componente, graças aos contratos externos bem-definidos. A modularização dos componentes define um alto nível de abstração podendo ser disponibilizados e usados para compor grandes sistemas. Assim, o foco do desenvolvimento baseado em componentes está na reutilização de artefatos de software previamente construídos, promovendo produtividade e qualidade na concepção de um sistema. Desta forma, é garantido um aumento na qualidade da aplicação, visto que os componentes reutilizados já foram testados e validados em outras aplicações.

2.5 Doença de Alzheimer

O termo "Mal de Alzheimer" foi descrito pela primeira vez pelo alemão Alois Alzheimer [24] em 1907 que, ao fazer uma autópsia, descobriu no cérebro lesões desconhecidas pela comunidade científica até aquele momento. A Doença de Alzheimer é uma doença degenerativa do sistema nervoso que causa um declínio gradual e irreversível do intelecto que prejudica a coordenação motora e as emoções, interferindo no comportamento e na personalidade do doente [42]. Essa enfermidade afeta três áreas fundamentais do cérebro que correspondem à memória, ao raciocínio e à comunicação [21].

Inicialmente a doença atinge a parte do cérebro que controla as funções intelectuais, o raciocínio, a linguagem, a capacidade de trabalho e provoca a demência, um distúrbio mental irreversível que atinge principalmente a terceira idade [12]. Outros sintomas comuns são

dificuldade de planejamento, alteração do apetite, alteração do sono, distúrbios no humor e no comportamento, agressividade, delírio e alucinações [42].

A doença de Alzheimer é o tipo mais comum de demência, correspondendo a 60% dos casos, e a duração média de sobrevivência de pacientes com a enfermidade é de 5 a 8 anos após o diagnóstico clínico [21]. Não é infecciosa nem contagiosa, sendo considerada uma doença crônica que afeta entre 5% e 10% dos indivíduos com idade acima dos 65 anos, sendo que sua incidência aumenta para 40% entre os idosos de mais de 90 anos [36]. No passado, a enfermidade era associada à velhice, no qual a neurodegeneração seria uma progressão natural da idade, e apenas passou a ser considerada como uma doença grave a partir da década de 1970 [42].

Segundo a Associação Brasileira de Alzheimer¹ (ABRAZ), a evolução da doença pode ser dividida em quatro fases, onde cada uma possui estratégias diferentes para o retardo do avanço da doença. Na fase inicial, os sintomas mais relevantes são perda de memória recente, confusão, desorientação espacial e dificuldades com as atividades da vida diária. Na fase moderada, o paciente apresenta um declínio do raciocínio lógico, do planejamento, da organização, tem início de dificuldades motoras e dificuldades com a fala e a comunicação. Na fase intermediária, a memória já está gravemente afetada, sendo uma dificuldade o reconhecimento de seus familiares e também pode ocorrer alucinações, perda de peso e movimentos e fala repetitiva. Na última fase, o doente tem a perda total da memória, da capacidade de julgamento e do raciocínio, apresenta uma dependência física total, uma imobilidade crescente e necessita de ajuda em todos os aspectos de sua vida.

Adicionalmente, é uma doença incurável e suas causas ainda são desconhecidas, por isso o tratamento foca-se em minimizar o sofrimento da pessoa doente, controlando os sintomas e protegendo-o dos efeitos produzidos pela enfermidade. O tratamento não segue um padrão típico, mas apresenta uma abordagem que deve ser baseada nos seguintes pressupostos: Multidisciplinar, Preventivo e Sintomático [16]. Essa abordagem é feita a nível psicossocial, terapia comportamental, reestruturação cognitiva em conjunto do tratamento medicamentoso. Abrange dois aspectos: tratamento específico e um inespecífico. O tratamento específico é dirigido para tentar corrigir o desequilíbrio químico do cérebro com a utilização de drogas, porém o seu uso não impede a progressão da doença. O tratamento inespecífico

¹<http://www.abraz.com.br/>

se refere a situações onde apenas o uso do remédio não é suficiente para o controle da situação. Neste aspecto do tratamento, é introduzido o conceito de cuidadores que são pessoas que podem ser enfermeiros ou parentes que tenham conhecimento, tempo e disposição para auxiliar os doentes nas atividades do cotidiano [1]. O cuidadores são orientados sobre como lidar com o doente e sobre as etapas de evolução da doença.

Com o avanço da doença, o declínio na capacidade de ter uma vida independente causado pelo impacto dos sintomas no doente torna o cuidador uma entidade fundamental neste contexto [33]. E para garantir a integridade e segurança dos doentes, são necessários cuidados e supervisão constante [15]. Desta forma, o paciente não é o único afetado pela doença, a complexidade da doença de Alzheimer também repercute no cuidador. O trabalho do cuidador é muito cansativo, pois as responsabilidades de prover ou coordenar os recursos requeridos pelo paciente e a dependência gradual causada pelo avanço da doença conduz o cuidador a uma sobrecarga física e emocional [13].

A doença de Alzheimer é de difícil diagnóstico, pois a única forma para obter um diagnóstico definitivo sobre a doença é com um exame no tecido cerebral obtido por biópsia ou necropsia. Para contornar esse problema, os exames laboratoriais são realizados para descartar outras patologias que podem levar à perda de memória como acidentes vasculares cerebrais, tumores cerebrais, entre outros, em conjunto com uma bateria de exames de sangue que indiquem a presença de proteínas que mostram ter uma correlação com a ocorrência da doença de Alzheimer. Uma outra dificuldade é a aceitação popular de que a demência é consequência normal da terceira idade, o que torna frequente um diagnóstico na fase moderada.

Desta maneira, o difícil diagnóstico e seu lento desenvolvimento causam barreiras no avanço das pesquisas sobre tratamento e cura da doença de Alzheimer. A deterioração causada pela doença varia entre pacientes de acordo com a educação e interação social que tiveram ao longo da vida [42]. Apesar disso, estudos revelam que um treinamento cognitivo combinado com medicamentos auxilia na estabilização ou em leve melhora dos déficits cognitivos e funcionais de pacientes com doença de Alzheimer do tipo leve [6].

Assim, as pesquisas relacionadas objetivam uma melhor compreensão da doença e de suas causas, tendo em vista que a comunidade científica não vislumbra a descoberta de uma cura desta doença, sendo os esforços da investigação focados na detecção precoce e nas

formas de retardar a progressão da doença.

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são apresentados os trabalhos que destacaram-se na pesquisa bibliográfica e estão relacionados à melhoria de vida de pessoas com doença de Alzheimer.

Os trabalhos são descritos, discutidos e comparados nas próximas seções observando suas arquiteturas, contribuições e lacunas. Para um maior entendimento, estão separados em três categorias: (i) aplicações para o monitoramento remoto, (ii) formas de reconhecimento de atividades cotidianas e (iii) aplicações para o auxílio cognitivo.

3.1 Aplicações para o Monitoramento Remoto

3.1.1 Escort System

O Escort system [45] é um sistema que auxilia enfermeiros na segurança dos pacientes que sofrem de desorientação espacial causada pela doença de Alzheimer. Desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology - MIT¹, em conjunto com o Talking Lights LLC² e o Centro Hearthstone de Tratamento e Cuidado com o Alzheimer³, o sistema é composto por um crachá utilizado pelo idoso, um servidor central que emite alertas e um dispositivo móvel utilizado pelo enfermeiro. Especificamente, a localização do idoso é determinada utilizando a tecnologia Talking Lights que utiliza lâmpadas comuns como guias de localização que são identificados pelo crachá e transmitidas, a cada três segundos, para o servidor central através

¹<http://web.mit.edu/>

²<http://www.talking-lights.com/>

³<http://www.thehearth.org/>

da tecnologia de comunicação de rede sem fio desenvolvida pela Talking Lights.

Com as informações de localização do paciente adicionada ao conjunto de regras e permissões geradas pelos enfermeiros, o servidor verifica se o paciente encontra-se em uma situação anômala e emite um alerta para o dispositivo móvel do enfermeiro. Os possíveis dispositivos móveis utilizados pelo enfermeiro são o celular e o *pager* que utilizam, respectivamente, cerca de 5 a 10 segundos e de 90 a 120 segundos para receberem os alertas emitidos pelo servidor.

O Escort system foi testado em um centro de terapia intensiva que objetiva o conforto e segurança de pessoas com doença de Alzheimer chamando Centro Hearthstone de Tratamento e Cuidado. Para o correto funcionamento do sistema proposto, o conjunto de regras e permissões, utilizadas pelo servidor para emissões de alerta, foram definidas em consulta com a gestão Hearthstone e seus enfermeiros. Os resultados desse estudo apontaram que as desvantagens do sistema são o tempo de recebimento do alerta e a posição da lâmpada.

A primeira desvantagem é o tempo de recebimento da mensagem de alerta pelo *pager* que é em torno de 2 a 4 minutos. Desta forma, há um atraso do enfermeiro no auxílio do paciente em situações adversas, permitindo uma locomoção sem supervisionamento, tornando a mensagem ineficiente e inconsistente.

A segunda desvantagem é o posicionamento da lâmpada utilizada como guia de localização. A posição da luminária afeta diretamente a informação recebida pelo sensor, podendo fornecer uma localização equivocada.

3.1.2 CAPDC System

O CAPDC system [5] foi desenvolvido e proposto por Biswas et al e pode ser descrito como sistema de aquisição de dados que utiliza múltiplos sensores para o monitoramento constante e detalhado de pessoas que apresentam o comportamento agitado, característica comum da demência do tipo Alzheimer. Esta ferramenta visa objetivamente classificar o grau de agitação vivida por uma pessoa com demência, baseando-se na Escala de Avaliação da Observação de Agitação em pessoas com demência do tipo Alzheimer (*Scale for Observation of Agitation in Persons with Dementia of the Alzheimer Type - SOAPD*) [29] definida por sete níveis de agitação.

O sistema de aquisição de dados foi implantado na ala geriátrica do Hospital Alexandra

em Singapura e utiliza cerca de 26 sensores divididos em oito tipos diferentes e modalidades. Possui uma unidade central composta por nove computadores que se comunicam com os sensores utilizando o padrão UPnP⁴. Em cada modalidade de sensor existe um dispositivo UPnP e um extrator de características. Para mapear as características extraídas dos sensores em um dos níveis de agitação do SOAPD foi utilizada uma abordagem multi-modal em conjunto com algoritmos de fusão de dados baseados em redes Bayesianas.

Com dados reais recolhidos no hospital, os autores verificaram que a multi-modalidade na fusão de dados melhorou significativamente a taxa de reconhecimento para a maioria dos requisitos SOAPD, mas a extração de características de uma modalidade de sensor e o desempenho geral do CAPDC System não é satisfatório.

3.1.3 Millennium Home

O Millennium home [40] é baseado em sensores espalhados pela residência objetivando a segurança do idoso em caso de eventuais perigos ou necessidade de ajuda externa. Para que isso seja possível o sistema proposto por Perry et al inclui sensores de infravermelho utilizados para detectar o movimento do idoso, sensores de pressão em cadeiras e camas para verificar se estão sendo utilizadas e sensores de movimento em janelas e portas a fim de detectar se estão abertas ou fechadas. Desta forma, o Millennium Home fornece informações adequadas ao contexto do idoso, detectando as atividades realizadas sem a necessidade de atrelar um dispositivo ao idoso.

Neste sistema, a interface homem-máquina é feita através de telefone, alto-falante e monitor de tela ativados pelo computador e, através do telefone, tela sensível ao toque e sensores de ambiente, o idoso se comunica com o sistema. Consequentemente, utilizando tais mecanismos, o Millennium Home gera alertas para o idoso quando, através dos sensores instalados na residência, é detectado um eventual perigo ou uma necessidade de ajuda externa. Posto isto, o sistema é apenas adequado para uma pequena residência com a sua própria porta da frente e nenhuma entrada alternativa e não sendo projetado para ser usado em residências com animais de grande porte, porque estes podem ser incorretamente detectados pelo sistema gerando uma resposta inadequada.

⁴<http://www.upnp.org/>

3.1.4 Assisted Cognition Project

O Assisted cognition project [31, 39] fornece ajuda cognitiva para pessoas com memória e capacidade de resolver problemas reduzidos, causados pela doença de Alzheimer ou outras desordens. Devido à interdisciplinariedade, este pode ser dividido em dois módulos: Activity compass e Adaptive prompter.

O Activity compass objetiva ajudar pacientes a se locomoverem de forma independente e com segurança na comunidade. O sistema desenvolvido e proposto por Patterson et al é baseado em uma arquitetura cliente-servidor, onde o cliente lida com a interação com o usuário e o servidor armazena as leituras dos sensores, os modelos construídos e informações de contexto. O lado cliente está instalado em um dispositivo de mão utilizado pelo idoso que auxilia-o em sua locomoção, caso seja detectado que está perdido.

O Adaptive prompter é um sistema que ajuda a guiar uma pessoa doente através do reconhecimento das atividades realizadas. O sistema utiliza sensores de áudio, movimento, posição de objetos, movimento de portas e funcionamento de equipamentos espalhados na moradia do paciente. Com as informações coletadas por esses sensores, o sistema aprende a interpretar os padrões de comportamento do cotidiano e reconhecer sinais de desconforto, desorientação ou confusão, através de técnicas de estimação de estado, reconhecimento de plano e de aprendizado de máquina e oferece ajuda aos doentes, através de vários tipos de intervenções e alertas aos enfermeiros em caso de perigo.

Entretanto, uma das desvantagens do Assisted cognition project é que o dispositivo proposto na ferramenta Activity compass que visa auxiliar as pessoas que sofrem de desorientação espacial pode ser facilmente esquecido devido à natureza da doença de Alzheimer e da demência. A outra desvantagem é que, devido às várias técnicas utilizadas no reconhecimento das atividades no Adaptive Prompter, o tempo para a interpretação das informações coletadas pelos sensores é alto, tornando ineficientes os alertas gerados pelo sistema.

3.1.5 mPCA

O mPCA [22,28] é um assistente móvel que integra sistemas de posicionamento, *smartphone* baseado em J2ME, com sensores visuais sem fio. Este sistema foi projetado para permitir uma vida mais independente para idosos com doença de Alzheimer e seu objetivo é disponi-

bilizar uma ferramenta que reduza a responsabilidade e sobrecarga do cuidador, auxiliando o paciente em atividades diárias. O mPCA foi projetado para funcionar em um *smartphone* que interage com um conjunto de sensores em um espaço inteligente, no qual a maior parte do processamento, das decisões e dos eventos acontecem.

O mPCA auxilia os doentes da seguinte maneira: (i) lembrando das tarefas críticas como: tomar medicação, alimentar-se, (ii) ensinando a realizar uma tarefa, informando o seu passo-a-passo como por exemplo: preparar uma refeição ou instruções para utilizar um forno microondas, (iii) servindo de mecanismo de rastreamento do paciente dentro de sua residência e (iv) registrando as atividades realizadas pelo idoso. Para isso, a sua estratégia é adquirir a atenção do paciente com doença de Alzheimer antes de enviar algum tipo de assistência. Desta forma, o dispositivo móvel utiliza o seu alto-falante para chamar o idoso pelo nome e tocar músicas, e caso nenhuma das alternativas obtenha sucesso, é enviado um alerta para o cuidador intervir na situação.

A arquitetura do mPC é composta por três componentes que são: (i) um computador na residência do paciente (servidor local) que está conectado a sensores locais, tais como monitores, alto-falantes, (ii) um sistema de rastreamento ultrassom local e (iii) um *smartphone* com IP roteável conectado ao servidor local através de uma rede sem fio. Para funcionar, o *smartphone* em conjunto com servidor local detecta contextos, responde solicitações do paciente com doença de Alzheimer, e captura sua atenção para a entrega de uma mensagem. Além disso, uma sistema de monitoramento remoto pode ser conectado a mPCA para armazenar as informações de histórico sobre as atividades do paciente, assim como a interação com paciente-mPCA pode ser registrada.

Apesar da integração de *smartphones*, sensores e espaços inteligentes, o ponto fraco da solução é que o esforço do sistema mPCA para adquirir a atenção utiliza muita a bateria do *smartphone*. Além disso, a perda de memória a curto prazo pode fazer com que o paciente esqueça o *smartphones* em qualquer lugar, tornando grande parte do trabalho sem utilidade.

3.2 Formas de Reconhecimento de Atividades Cotidianas

3.2.1 Modelagem Baseada em Hierarquia

A modelagem e a detecção de atividades de vida diária (*Activities of Daily Life - ADL*) proposta por Naeem e Bigham [35] é uma abordagem baseada em uma hierarquia de planos que contém um conjunto de relações de precedência, representações de simultaneidade e de outras relações temporais. Esta modelagem permite que as ADLs possam ser decompostas em diferentes subcomponentes, permitindo que estas possam corresponder a tarefas simples ou tarefas mais complexas com dependência entre sub-ADLs.

Para isso, foi desenvolvido duas abordagens diferentes para o reconhecimento de tarefas. Uma é baseada no Comportamento Múltiplo do Modelo oculto de Markov (*Multiple Behavioural Hidden Markov Models - MBHMM*) e a outra foi baseada na técnica de segmentação de texto. Na primeira abordagem, os estados ocultos são os passos (estados) necessários para concluir uma tarefa. Os modelos múltiplos são usados para cada tarefa e aquele que se adapta melhor aos eventos do sensor é escolhido para sua identificação. A técnica de segmentação é uma abordagem simples que pode ser realizada através da segmentação dos eventos do sensor para o mapeamento de passos de uma tarefa.

Uma das vantagens do reconhecimento de ADL com hierarquia de planos é que mesmo se a abordagem de reconhecimento perder uma tarefa, ainda é possível distinguir que ADL está sendo conduzida. No entanto, o problema é que há sempre a possibilidade dos sensores de eventos detectarem uma atividade incorreta apenas por possuírem qualquer semelhança com a tarefa que está realmente sendo realizada.

3.2.2 Modelagem Baseada em Ontologias

A abordagem proposta por Fook et al [20] explora os padrões da web semântica fornecendo um *middleware* de suporte flexível e reutilizável para consulta de eventos, representação de raciocínio e esquemas padronizados de intervenção.

A solução foca em capturar todas as características do contexto relativos ao comportamento agitado de pessoas com demência e intervir através do processamento e transmissão de informações de uma maneira sensível ao contexto. Suporta um sistema de gestão do co-

nhecimento que interage com o doente, mas sempre preservando a privacidade durante a propagação das informações.

Para que isso seja possível, o sistema utiliza sensores que monitoram pessoas com demência que capturam o comportamento agitado. Um servidor central recebe essas informações, processa-as utilizando ontologias de linguagem web (*Ontology Web Language - OWL*) e classifica-as para um modelo de quantificação da agitação utilizando a Escala de Avaliação da Observação de Agitação em pessoas com demência do tipo Alzheimer (SOAPD). Desta forma é desenvolvido um sistema de compreensão do comportamento que pode gerenciar e reagir a várias situações *ad-hoc*.

A modelagem baseada em ontologias tem uma grande desvantagem relacionada à tradução das informações dos sensores para ontologias de linguagem web. Especificamente, o tempo que o servidor central do sistema leva para processar as informações recebidas pelos sensores para transformá-las em padrões de web semântica, conseqüentemente traduzindo-as para a escala SOAPD não é satisfatório, prejudicando o desempenho do sistema.

3.2.3 Modelagem Baseada em Ciência de Contexto

A ferramenta proposta por Osmani, Zhang e Balasubramaniam [38] segue a abordagem de entrega de lembretes, considerando restrições de tempo, levando em conta o contexto atual do idoso, mais especificamente as atividades que este está executando. Há a necessidade de monitorar as atividades desses idosos, para que os lembretes possam ser entregues de uma forma que não os perturbe.

O sistema monitora as atividades através do uso de dois componentes principais chamados de Rede de Objetos e Módulo de Decisão. O primeiro componente principal é uma rede de objetos do cotidiano que fornecem uma plataforma para monitoramento e processamento de informações geradas como resultado de ações do usuário. Ações do usuário são tipicamente descritas em objetos que o usuário está manipulando. O Módulo de Decisão infere atividades do usuário baseado nos eventos filtrados através da Rede de objetos. Estes eventos são enviados para o repositório de atividades padrão pré-definidas realizadas pelo usuário conhecidos como o Mapa de Atividades. O Mapa de Atividades é um repositório que armazena as atividades que um usuário pode executar. A estrutura interna de um Mapa de Atividade corresponde a um gráfico acíclico dirigido, onde para cada arco é atribuído um

valor de probabilidade.

A vantagem dessa solução é que a união de sistemas de reconhecimento de atividades e sistemas de lembretes sensíveis ao contexto que possibilita a entrega dos avisos no contexto de uma maneira adequada. A desvantagem é que o reconhecimento da atividade não é bem sucedida quando pelo menos um das causalidades não é encontrada, identificando, desta forma, uma outra atividade que possui um nível semelhança.

3.3 Aplicações para o Auxílio Cognitivo

3.3.1 Aware-Puzzle

A Estimulação cognitiva (*Cognitive stimulation - CS*) é uma intervenção não-farmacológica para o tratamento de indivíduos com demência leve a moderada. A CS visa melhorar e manter as funções cognitivas gerais por meio de atividades em sessões de estimulação ativa. Neste contexto foi desenvolvido o Aware-Puzzle [34], um sistema sensível ao contexto baseado em visão computacional para a avaliação do progresso e correção de atividades CS. A interface permite uma interação mais adequada para as habilidades e capacidades dos idosos, ao mesmo tempo, a sensibilidade ao contexto permite os cuidadores tomarem-se conscientes de pedidos explícitos de ajuda ou das necessidades implícitas dos pacientes e, portanto, de forma proativa fornecer-lhes encorajamento e apoio nas atividades cognitivas, conforme necessário.

O sistema utiliza uma arquitetura cliente-servidor como base para sua implementação e inclui seis agentes, quatro agentes implantados no lado cliente e dois no servidor. A comunicação entre o servidor e os clientes móveis faz uso do ponto de acesso *wireless*. Ademais, a interação entre o Aware-puzzle e o paciente é feita através de uma superfície na qual são executadas as atividades de estimulação cognitiva e entre o sistema e o cuidador é utilizado um *smartphone* que recebe notificações quando é detectado que o paciente necessita de ajuda. Para a avaliação do progresso da CS são utilizadas imagens capturadas de câmeras que registram o andamento da atividade e que são processadas com rotinas do software MATLAB para calcular o valor da correlação.

O Aware-puzzle visa apenas estimular e manter as capacidades cognitivas existentes,

deixando de lado as necessidades físicas e emocionais causadas pela doença de Alzheimer.

3.4 Considerações Sobre os Trabalhos Relacionados

As seções anteriores apresentaram os trabalhos relacionados à melhoria de vida das pessoas que sofrem de desorientação espacial e perda de memória a curto prazo provinda da demência causada por enfermidades como a doença de Alzheimer. Apesar de existirem diversas aplicações que visam auxiliar a vida da pessoa necessitada, pode-se perceber que a maioria dessas aplicações focam apenas nas funcionalidades, sem levar em consideração a extensibilidade e o desenvolvimento de novas aplicações.

Para uma comparação mais precisa entre os trabalhos descritos anteriormente, foram consideradas relevantes para o propósito deste trabalho e apresentados na Tabela 3.1 as seguintes características.

- **Extensibilidade.** Esta característica está relacionada à possibilidade de, utilizando componentes específicos, estender a aplicação para adicionar novas funcionalidades;
- **Objetivo.** De forma sucinta, descreve-se o principal objetivo do trabalho em questão;
- **Monitoramento.** Refere-se à necessidade da solução proposta em implementar um sistema de monitoramento remoto do paciente necessitado.
- **Auxílio.** Característica relacionada à habilidade do sistema em oferecer algum auxílio cognitivo para a pessoa doente.

Assim, observa-se que as implementações de sistemas relacionados à melhoria de vida de pessoas com doença de Alzheimer, em geral, apresentam formas de monitoramento remoto para reconhecimento de atividades visando fornecer algum tipo de auxílio. Os modelos de reconhecimento de atividades ou comportamento podem variar com a capacidade de resposta dos sistemas computacionais disponíveis, como demonstrados nas soluções [5, 20, 35]. As soluções [34, 38–40] utilizam o contexto como um adicional para a tomada de decisões. Assim, a sensibilidade ao contexto permite que sistemas computadorizados emitam uma informação ou uma alerta no melhor momento possível, evitando desgaste do usuário e do sistema.

Trabalho	Objetivo	Monitoramento	Auxílio	Extensibilidade
Escort system [45]	Auxiliar na desorientação espacial	Sim	Não	Não
CAPDC system [5]	Classificar o grau de agitação utilizando SOAPD	Sim	Não	Não
Millennium Home [40]	Segurança do idoso	Sim	Não	Não
Assisted cognition [39]	Locomoção independente de cuidador	Sim	Não	Não
mPCA [22]	Auxiliar atividades do dia-a-dia	Sim	Não	Não
Modelo hierárquico [35]	Reconhecer e modelar atividade do cotidiano	Sim	Não	Não
Modelo ontológico [20]	Através de ontologias de linguagem web classificar comportamentos	Sim	Não	Não
Modelo contextual [38]	Emitir lembretes sensíveis ao contexto	Sim	Não	Não
Aware-puzzle [34]	Estimular e manter capacidades cognitivas existentes	Sim	Sim	Não

Tabela 3.1: Análise dos Trabalhos Relacionados

Na Tabela 3.1 visualiza-se que de todos os trabalhos apresentados não há nenhum que apresente a união dos três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida de uma pessoa com doença de Alzheimer. Porém, isto requer que o desenvolvedor de aplicações lide com questões não triviais que serão descritos no Capítulo 4.

Capítulo 4

Arcabouço de Desenvolvimento de Aplicações para o Monitoramento Remoto e Auxílio de Pessoas com Doença de Alzheimer

Neste capítulo apresenta-se o arcabouço proposto, discutindo-se suas principais características e seu funcionamento. Inicialmente, é descrita uma visão geral da solução e sua arquitetura, mostrando quais são e como se relacionam os diferentes componentes do arcabouço. Por fim, são destacados os diferentes tipos de papéis suportados pela solução e seu funcionamento.

4.1 Visão Geral

O arcabouço de desenvolvimento de aplicações para o monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer baseia-se no paradigma da Computação Pervasiva aplicada à área de cuidados com a saúde focada na doença de Alzheimer. Ele fornece ferramentas para o desenvolvimento de aplicações que auxiliam os cuidadores na preservação da integridade do idoso, exercitando-o cognitivamente, conforme necessário. Esta preservação é feita através de sensores, aplicações e dispositivos móveis. Neste contexto, sensores são dispositivos que capturam dados continuamente sobre um determinado paciente, aplicações são

componentes se relacionam. O principal componente é o Gerente de Sensor que manipula os sensores instalados na residência do paciente através da interface ISensor. Essa interface permite sua extensão para adaptar um sensor físico a uma aplicação final e seus métodos estão descritos na Tabela 4.3.

Nome do método	Descrição
<i>initComponents</i>	Método que inicializa as entidades principais para o funcionamento do componente.
<i>configure</i>	Método que configura os componentes do sensor antes de iniciar a coleta dos dados.
<i>run</i>	Este método inicia a coleta dos dados.
<i>finalize</i>	Método utilizado para finalizar a transmissão de dados, liberando os recursos alocados.
<i>newDataAvailable</i>	Método que obtém os dados disponíveis do sensor naquele instante.

Tabela 4.3: Descrição da interface ISensor.

4.2.3 Dispositivo Móvel

É através do aplicativo do dispositivo móvel que os usuário interagem com a aplicação final. Para acessá-la, exige-se uma autenticação para os dois tipos de usuários do sistema: Paciente e Cuidador. Para os usuários cadastrados como cuidador, é possível acessar os alertas disponibilizados pelo servidor central, como também visualizar em tempo real as informações que estão sendo coletadas pelos sensores instalados na residência do monitorado. Para os usuários cadastrados como paciente, são disponibilizados exercícios que auxiliam cognitivamente, conforme é visualizado na Figura 5.5a. Os exercícios disponibilizados pelo arcabouço focam na (i) atenção, (ii) memória e (iii) rapidez, detalhadas no Capítulo 5.

4.3 Papéis de Desenvolvimento

O arcabouço é composto por uma coleção de classes concretas e abstratas que provêem uma estrutura comum possibilitando a extensibilidade da arquitetura. Assim, podemos identificar aqueles que fazem parte do ciclo de desenvolvimento de uma aplicação de monitoramento

remoto e auxílio evidenciando os envolvidos no processo e isolando as devidas responsabilidades. Desta forma, é apresentada na Figura 4.4 a interação entre o arcabouço e os diferentes papéis de desenvolvimento suportados, discutidos na sequência.

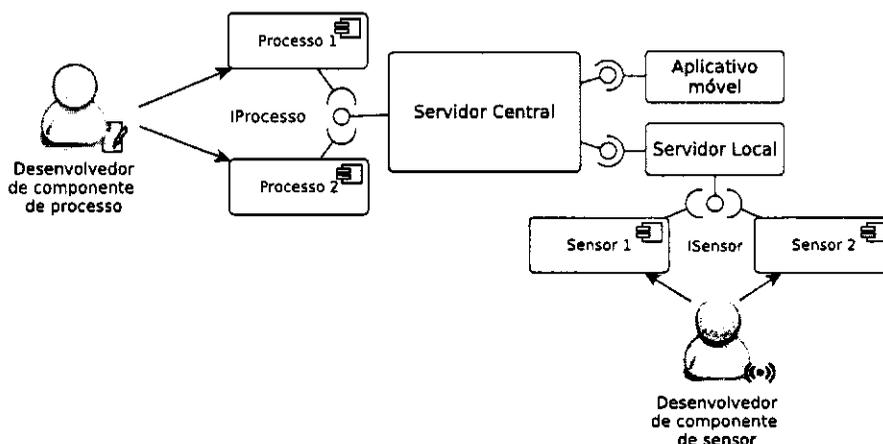


Figura 4.4: Os diferentes tipos de papéis de desenvolvimento suportados pelo arcabouço.

Desenvolvimento de Componente de Sensor. Para o desenvolvimento de componentes para sensores o arcabouço disponibiliza um esqueleto de componente pré-definido. Esta separação, entre interface do componente e sua implementação, flexibiliza a reutilização de componentes criados por terceiros, baseando-se apenas em características externas. Desta forma, os componentes foram descritos para diminuir a complexidade envolvida na extensibilidade de um componente, possibilitando uma separação de responsabilidades entre quem define os tipos de sensores e quem os utiliza.

Adicionalmente, há diversos tipos de sensores de monitoramento que podem ser usados para auxiliar um doente de Alzheimer. Atrelar a solução a apenas um tipo de sensor, causaria uma grande perda na quantidade disponível de informação útil.

Desenvolvimento de Componente de Processo. A partir dela são criadas técnicas de extração de dados que serão utilizadas no processo de monitoramento do paciente. Esta etapa está intrinsecamente relacionada ao processo de monitoramento a que dará suporte, visto que a detecção de dados relevantes define o auxílio que a aplicação final dará aos usuários. Um aspecto importante a ser mencionado é o fato de que nenhum método de extração de dados mostra-se ideal para todas as situações. Este fator é devido às próprias características das

informações coletadas dos diferentes sensores. Diante disto, faz-se necessário criar mecanismos que possibilitem uma fácil extensão de modo a permitir que novos algoritmos de extração possam ser adicionados rapidamente. Tal objetivo foi alcançado a partir da adoção de uma abordagem baseada no conceito de componente, onde se torna possível a adição flexível de novos algoritmos de reconhecimento ao arcabouço.

4.4 Funcionamento do Arcabouço

O arcabouço proposto fornece um conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações para monitoramento remoto e auxílio. Desta forma, todas as aplicações que forem desenvolvidas por esse conjunto de ferramentas terão um comportamento comum, conforme é ilustrado Figura 4.1. O funcionamento de uma aplicação final requer os sensores instalados na residência do paciente, as informações cadastradas no sistema e as aplicações móveis disponíveis nos dispositivos utilizados. Considerando todos os requisitos citados anteriormente, o seu funcionamento pode ser dividido em quatro fases que são: i) monitoramento, ii) processamento, iii) análise e iv) auxílio cognitivo.

A fase de monitoramento é iniciada a partir do momento que sensores instalados no ambiente alvo transmitem informações sobre o estado do paciente. Nesta fase, os sensores utilizam tecnologias de curto alcance e baixo custo para enviarem os dados coletados em tempo real ao Servidor Local, instalado na residência do paciente. Ao chegar no Servidor Local, as informações são repassadas através da Internet para o Servidor Central utilizando o módulo Serviço Web.

A fase de processamento é iniciada quando os dados coletados são recebidos pelo Servidor Central. Nesta fase, é processada a informação enviada pelos sensores para a extração de dados relevantes para auxiliar os usuários finais. Se durante a fase de processamento for encontrado algum indício de que o paciente encontra-se em uma situação em que necessite de auxílio do cuidador, é enviado ao Módulo de Notificação um alerta.

A fase de análise inicia quando um alerta é recebido pelo Módulo de Notificação que verifica a urgência daquele alerta. Caso seja verificada sua urgência, um alerta é enviado para o dispositivo móvel do cuidador. Com o dispositivo é possível verificar remotamente o estado do paciente, utilizando-o como ponte de acesso para as informações dos sensores.

E por fim, a última fase ocorre no momento que, de acordo com o nível cognitivo do paciente, são disponibilizados exercícios específicos para o paciente, tendo o potencial de estabilizar a deterioração da doença de Alzheimer, previamente discutida no Capítulo 2.

4.5 Conclusão do Capítulo

Neste capítulo foram descritos os aspectos relacionados ao projeto do Arcabouço de Desenvolvimento de Aplicações para o Monitoramento Remoto e Auxílio de Pessoas com Doença de Alzheimer. Foi detalhado uma solução que lida com: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores, (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e (iv) o envio de alertas para aplicações móveis.

Inicialmente foi descrita uma visão geral do arcabouço, destacando os diferentes papéis de usuários finais e de desenvolvedores de componentes da solução. Em seguida, com os conhecimentos apresentados no Capítulo 2, foi apresentada a arquitetura da solução proposta juntamente com a descrição das funcionalidades de cada módulo, seus componentes e pontos de extensão, destacando o diferencial da solução proposta comparada com os trabalhos discutidos no Capítulo 3. A validação deste trabalho foi feita através do desenvolvimento de um estudo de caso, que é abordado pelo Capítulo 5.

Capítulo 5

Estudo de Caso

Neste capítulo é apresentado um estudo de caso com o objetivo de validar o arcabouço descrito no capítulo anterior. A aplicação desenvolvida utiliza as informações coletadas pelos sensores, as informações sobre o contexto da coleta, algoritmos de reconhecimento de atividades do cotidiano e disponibiliza uma API de serviços. Inicialmente, é realizada uma breve descrição da aplicação, descrevendo suas entidades e como elas se relacionam. Em seguida, são detalhados os componentes que foram desenvolvidos utiliz. as ferramentas da solução proposta. Por fim, são apresentadas as etapas relacionadas à execução da aplicação assim como as telas de execução do estudo de caso.

5.1 Visão Geral

Alzheimer's Care é uma aplicação que fornece suporte ao cuidador no acompanhamento de pessoas com doença de Alzheimer utilizando monitoramento remoto e auxílio cognitivo. Seu foco está nos enfermos no primeiro estágio da doença que apenas a desorientação espacial e a perda de memória a curto prazo são sintomas recorrentes. Para atingir o seu objetivo, utilizam-se sensores espalhados na residência do doente em conjunto com algoritmos de reconhecimento de atividades do cotidiano para a realização do monitoramento remoto e exercícios mentais para a realização de auxílio cognitivo. Assim, Alzheimer's Care possui os três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer que são: (i) a diminuição da dependência funcional; (ii) a desaceleração da deterioração cognitiva e (iii) a redução da sobrecarga na vida do cuidador.

algoritmos que processam e fazem análise dos dados coletados e dispositivos móveis são equipamentos que possuem uma capacidade computacional e conectividade avançada comumente chamados de *smartphones*, que interagem com o usuário final.

A ideia básica do arcabouço é criar uma abstração de comunicação entre os sensores de monitoramento e aplicações, para que seja possível diminuir a complexidade envolvida no seu processo de desenvolvimento. Essa abstração lida com: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores, (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e (iv) o envio de alertas para aplicações móveis.

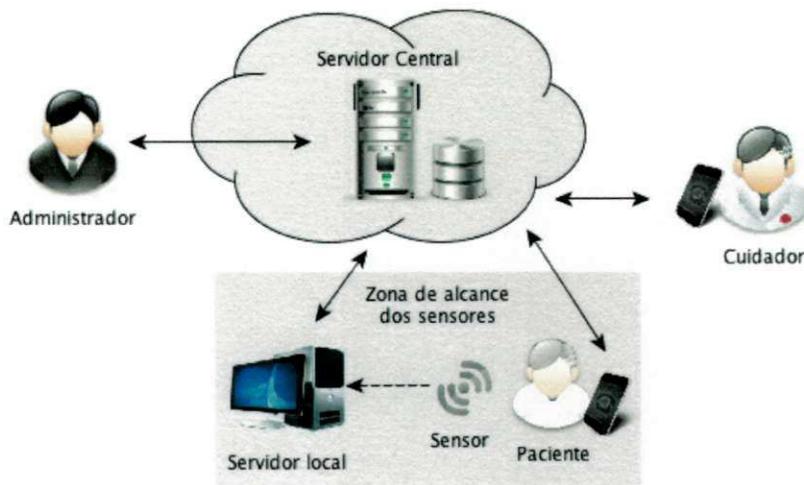


Figura 4.1: Visão geral da solução proposta

O comportamento comum para todas as aplicações construídas utilizando a solução é apresentado na Figura 4.1, fixando responsabilidades entre usuários finais que são: (i) o paciente, (ii) o cuidador e (iii) administrador do sistema.

Paciente. É a pessoa acometida com a doença de Alzheimer que está na fase inicial da enfermidade que os sintomas mais relevantes são perda de memória recente, confusão, desorientação espacial e dificuldades com as atividades da vida diária. Seu papel no arcabouço é ser agente passivo na coleta de dados feita pelos sensores instalados em sua residência e interage com o sistema utilizando um dispositivo móvel que é seu terminal de exercício de atividades cognitivas.

Cuidador. É o responsável pela saúde física e mental do paciente. Pode ser um profis-

sional especializado, como um enfermeiro, ou um parente que tenha conhecimento, tempo e disposição para auxiliar o paciente. No arcabouço, o cuidador recebe as informações sobre situações adversas no dispositivo móvel, bem como pode utilizá-lo para verificar os dados capturados pelos sensores. Assim, é oferecida uma flexibilidade ao cuidador, modificando o cuidado presencial para um modelo onde essa presença é necessária apenas em momentos de adversidade.

Administrador do sistema. É o responsável por implantar o sistema no ambiente escolhido, adicionando, removendo e configurando sensores. Algumas informações esperadas pelo sensor são inseridas no sistema pelo administrador, mas em trabalho conjunto com o cuidador que fornece as regras de cuidado. Para acesso remoto da estrutura, este responsável fornece um nome de usuário e uma senha para os usuários do sistema, atribuindo permissões que dependem do desempenho na aplicação final.

4.2 Arquitetura

O arcabouço foi construído a partir da Arquitetura baseada em Componentes de Software que permite a criação de sistemas de software com base na reutilização de módulos pré-existent. Envolve a composição de componentes permitindo a adição, adaptação, remoção e substituição de partes do softwares sem a necessidade de uma substituição completa do sistema.

A solução proposta utiliza uma linguagem de alto nível para definir interfaces externas bem-definidas, classificando seus componentes de software em dois tipos: *hot spot* e *frozen spots*. O primeiro é a parte flexível do arcabouço que permite adicionar novos componentes de software, isto é, um ponto de acesso que exige a complementação de funcionalidades. O último tipo são os componentes fixos do arcabouço que não necessitam de adaptação e nem complemento de funcionalidades. Esses dois tipos de componentes estão ilustrado na Figura 4.2. Os componentes que estão em cinza são os *frozen spots* e os *hot spot* são os componentes que estão ilustrados na extremidade do desenho denominados *IProcesso* e *ISensor*. A interface *IProcesso* permite adicionar componentes novos que processam as informações, enquanto a interface *ISensor* permite a integração de um sensor físico à aplicação final. Desta maneira, o arcabouço possui dois papéis relacionados ao processo de desenvol-

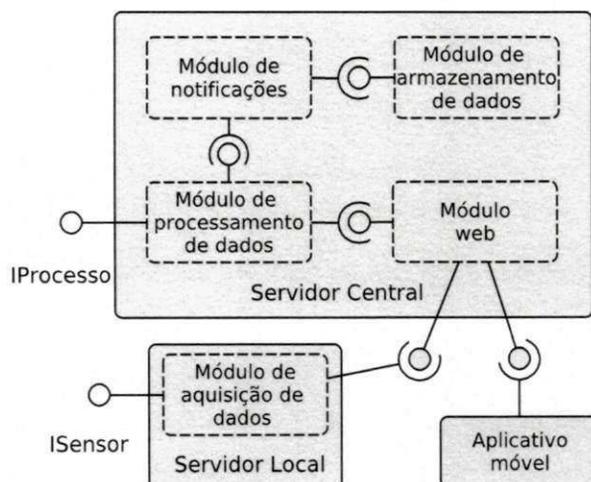


Figura 4.2: Arquitetura do o arcabouço e seus módulos principais.

vimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio, que são: (i) desenvolvedor de componente de sensor e (ii) desenvolvedor de componente de processo, que serão detalhados na Seção 4.3.

Os principais elementos dessa arquitetura são Servidor Central, Servidor Local e Dispositivo Móvel e estão ilustrados na Figura 4.2 e são descritas a seguir.

Servidor Central. Fornece os serviços de armazenamento, processamento, análise e web para a aplicação Alzheimer's Care. Encontra-se fisicamente distante das outras entidades e comunica-se com o Dispositivo Móvel e o Servidor Local através de uma API de serviços disponibilizadas por um dos seus módulos.

Dispositivo Móvel. Representa um aplicativo instalado no dispositivo que é meio de comunicação entre o usuário e o Servidor central. Possui dois tipos de usuário que podem acessar as informações disponibilizadas, detalhados na Subseção 4.2.3.

Servidor Local. É o servidor que é implantado na residência do paciente e gerencia os sensores instalados. Age como um terminal base, configurando as conexões com os sensores, processando ou não os dados recebidos, além de enviar essas informações através de métodos de comunicação a longa distância como a Internet para o Servidor Central. Sua comunicação com os sensores pode ser com fio, como as tecnologias USB 2.0, ou sem fio, como a tecnologia *Bluetooth* ou *Zigbee*.

Sensor. É um equipamento responsável pela coleta de dados contínua sobre um determi-

nado paciente e pelo envio destes dados ao sistema através de um mecanismo de comunicação de curta distância. Pode assumir diferentes formas e diferentes tamanhos, dependendo do objetivo da coleta. Não há processamento da informação capturada pelo sensor antes de enviá-la para o servidor local.

4.2.1 Servidor Central

O Servidor Central fornece os serviços web, de armazenamento, de processamento e de análise da aplicação final. Está implementado em um Servidor web e possui conexão permanente com a Internet. Sua comunicação com os outros componentes da arquitetura ocorre através de *Web Services*, disponibilizando uma API de serviços, e funcionando como ponto central de acesso às informações.

Na Figura 4.2 é apresentada uma visão geral da arquitetura que é composta por cinco módulos: um módulo de processamento de dados, um módulo de aquisição de dados, um módulo de armazenamento de dados, um módulo de notificações e um módulo de serviços web.

O fluxo de trabalho do Servidor Central inicia quando são recebidos as informações coletadas pelos sensores através do *Web Services*. Em seguida, essas informações recebidas são enviadas para o módulo de processamento de dados e o módulo de armazenamento de dados, conforme exemplificado na Figura 4.2. O módulo de processamento de dados processa as informações recebidas e emite um alerta para o módulo de notificações caso seja detectado alguma anomalia. O módulo de notificações recebe os alertas e analisa o seu nível de prioridade antes de repassá-las para o módulo de armazenamento de dados. Isto é feito para evitar o envio de mensagens desnecessárias.

Módulo de Processamento de Dados

A principal função deste módulo é processar em tempo real as informações coletadas remotamente. Na Figura 4.3 é detalhada a estrutura, os elementos e os relacionamentos do Módulo de processamento de dados, ilustrando que o seu principal componente é o Gerente de Processo. Para cada tipo de sensor instalado remotamente, há um Gerente de Processo que possui uma interface *IProcesso*, que faz a comunicação com os componentes que implemen-

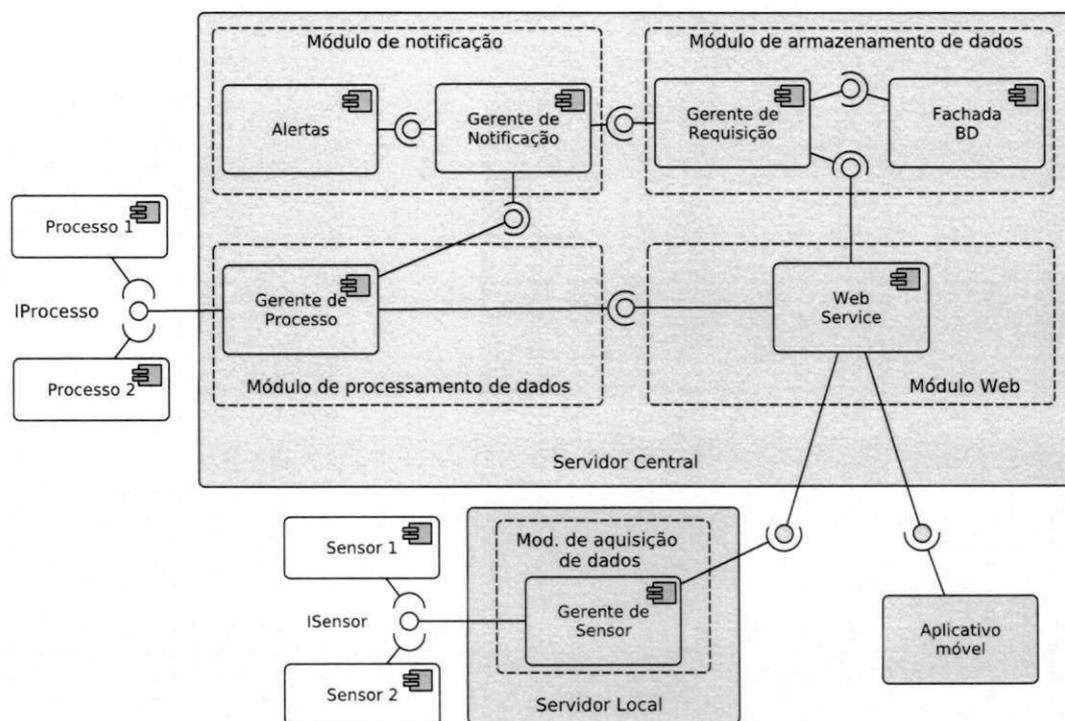


Figura 4.3: Detalhes do arcabouço, seus módulos, componente e como eles se relacionam.

tam essa interface. A interface *IProcesso* permite sua extensão e define funcionalidades para o desenvolvimento de um novo componente, descritos na Tabela 4.1. Os componentes desenvolvidos a partir desta interface utilizam as informações coletadas remotamente para extrair dados em tempo real que auxiliem usuários finais. Esse auxílio é feito através da emissão de alertas caso alguma anomalia seja detectada.

Módulo de Armazenamento de Dados

Seu principal objetivo é armazenar os dados relevantes à aplicação final. Conforme visualizamos na Figura 4.3, o principal componente deste módulo é o Gerente de Requisição que gerencia a comunicação entre os módulos e tem a função de armazenar as informações coletadas dos últimos 7 dias, assim como o cadastro do usuário, alertas e informações adicionais sobre os sensores em uso. O componente Fachada BD disponibiliza uma interface simplificada que tem a responsabilidade de acessar a instância de banco de dados, efetuar possíveis cálculos provindos do componente abaixo dela e responder as requisições. O banco de dados escolhido para o arcabouço foi o MySQL e sua modelagem está disponível no Anexo A.2.

Nome do método	Descrição
<i>initComponents</i>	Método que inicializa as entidades principais para o funcionamento do componente.
<i>configure</i>	Antes de iniciar o processamento da informação, este método é chamado pelo arcabouço para ajustar alguns valores necessários para a execução do método <i>runAlgorithm</i> .
<i>runAlgorithm</i>	Neste método são executados os algoritmos de extração de dados. A maneira de processamento da informação está atrelada ao tipo de dado do sensor instalado na residência do paciente.
<i>sendAlertMessage</i>	Este método envia um alerta para o módulo de notificações.

Tabela 4.1: Descrição da interface IProcesso

Módulo de Notificações

Recebe os alertas enviados pelo módulo de processamento de dados e analisa seu nível de prioridade. Caso seja detectado um alerta de alta prioridade, este é enviado ao módulo de armazenamento de dados, para que o alerta chegue ao dispositivo móvel do cuidador, caso contrário, o alerta é descartado.

Módulo Web

Disponibiliza as informações dos pacientes e dos cuidadores para outros componentes remotos do arcabouço. Ele provê uma API de serviços para a comunicação entre servidor central e servidor local e para o acesso remoto às informações dos pacientes e dos cuidadores a outros componentes do arcabouço. As requisições web são gerenciadas pelo principal componente deste módulo que é o Gerente Web e sua estrutura e interação são apresentadas na Figura 4.2. Para acessar as informações disponíveis na API de serviços, é necessário que o usuário seja cadastrado no arcabouço. Como foi mencionado no Capítulo 2, os sensores podem assumir diferentes formas e tamanhos, o que pode causar uma exposição da vida privada de uma forma não desejada. Por isso, apenas o paciente e seu cuidador podem acessar as informações disponibilizadas pela API de serviços expostos na Tabela 4.2. Para este nível de segurança, além da utilização de cadastro de usuário, é adicionada uma codificação nas informações coletadas e enviadas, dessa forma é possível controlar a exposição e a disponibilidade de informações acerca do paciente.

Serviço	Descrição
<i>doUserRegistration</i>	Adiciona um novo usuário ao arcabouço
<i>doLogin</i>	Realiza a entrada do usuário no arcabouço
<i>doLogout</i>	Realiza a saída do usuário no arcabouço
<i>getUserType</i>	Recupera o tipo de usuário: paciente ou cuidador
<i>getPatientSensorList</i>	Recupera a lista de sensores do paciente
<i>getPatientExercises</i>	Recupera os exercícios recomendados ao usuário
<i>getPatientRoutine</i>	Recupera a rotina do paciente estabelecida pelo cuidador
<i>getNotificationsByPatient</i>	Recupera as notificações do cuidador por paciente
<i>sendSensorData</i>	Envia as informações coletadas pelo sensor para o arcabouço

Tabela 4.2: As principais funções da API web fornecida

4.2.2 Servidor Local

A ideia do arcabouço é que haja um monitoramento constante das atividades do paciente. Para que isso seja possível, é necessário um sistema computacional que não tenha restrição de bateria com acesso constante à internet, podendo este enviar regularmente os dados para o servidor central. Assim, o Servidor Local está implantado em um pequeno servidor localizado na residência do paciente monitorado, conforme ilustrado na 4.2, garantindo um acompanhamento remoto contínuo. Desta forma, este servidor é considerado uma ponte entre o sensor físico e o Servidor Central, por receber as informações coletadas pelos sensores e repassá-las para que possa haver processamento e análise.

O monitoramento é feito por diferentes tipos de sensores espalhados pela residência do paciente que fazem uso de tecnologias de baixo consumo de energia e não processam a informação coletada. Caso seja necessário algum tipo de processamento antes do envio para o servidor central, o servidor local faz o tratamento da informação.

Módulo de Aquisição de Dados

Sua função principal é gerenciar os diversos tipos de sensores utilizados pela solução permitindo a transferência de dados do sensor físico para o sensor lógico. Essa comunicação pode ser com fio, como as tecnologias mais recentes USB 2.0, ou sem fio, como a tecnologia *Bluetooth* ou *Zigbee*. Na Figura 4.3 apresenta-se a estrutura do módulo e como seus

Para um melhor entendimento da atuação da aplicação são ilustradas na Figura 5.1 as entidades principais de Alzheimer's Care. Neste ambiente há quatro tipos de entidades: o Servidor Central, o Dispositivo Móvel, o Servidor Local e o Sensor.

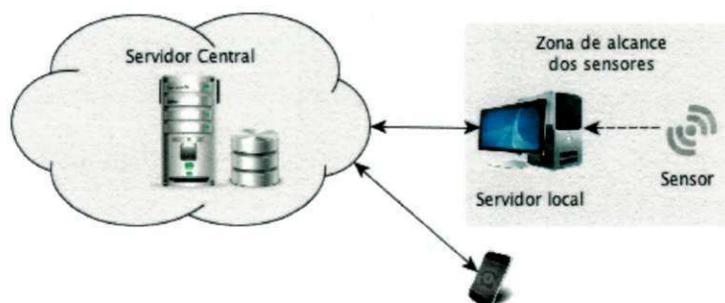


Figura 5.1: As entidades da aplicação Alzheimer Care.

O monitoramento remoto da aplicação Alzheimer's Care é realizado pelo reconhecimento das atividades do cotidiano realizadas pelo paciente através das informações coletadas dos sensores instalados na sua residência. Para muitos profissionais da saúde, identificar quais são as atividades do cotidiano é uma forma de verificar o avanço da doença de Alzheimer e de verificar o seu nível de segurança [15]. Essa escolha influenciou na escolha dos sensores e dos algoritmos de reconhecimento utilizados nesse estudo de caso, elementos que são detalhados a seguir.

5.2 Desenvolvimento de Componentes

Conforme descrito na Seção 4.3, o arcabouço provê uma estrutura comum que possibilita a extensibilidade da arquitetura. Desta forma, é possível identificar os papéis de desenvolvimento suportados pela solução proposta, que são: (i) desenvolvimento de componente de processo, e (ii) desenvolvimento de componente de sensor. Para exemplificar esse processo de desenvolvimento, as próximas subseções apresentam os detalhes dessa implementação que dá suporte à aplicação Alzheimer's Care e no Anexo B é possível encontrar o código fonte de cada componente desenvolvido.

5.2.1 Componente de Sensor

O arcabouço suporta a integração com qualquer tipo de sensor, sendo essa integração feita através de componentes desenvolvidos com base na interface ISensor. Esta interface detalha todos os métodos necessários para a implementação de um componente que permita que o sensor físico alvo comunique-se com a solução proposta. Pode ser considerada uma ponte de comunicação e seus métodos estão descritos na Tabela 4.3.

Para reconhecimento de atividades do cotidiano em tempo real, a escolha dos sensores utilizados tem influência sobre a complexidade dos algoritmos desenvolvidos, pois esse reconhecimento depende das informações providas pelo sensor. Para isso, os sensores utilizados devem prover informações suficientes para que os algoritmos tenham: (i) rápido tempo resposta, (ii) acuracidade e (iii) menor complexidade. Assim, a escolha de um sensor que transmite vídeo é feita pelos requisitos citados anteriormente em comparação com os outros tipos de sensor como exemplo de detectores de presença ou NFC (*Near field communication*). Para esses sensores, dependendo da complexidade da atividade realizada, é necessária uma quantidade significativa para a detecção de uma atividade, além de adicionar um maior grau de processamento nos algoritmos por necessitarem da sincronização das informações coletadas.

Com base nesses requisitos, os sensores escolhidos foram o Logitech QuickCam Messenger e Microsoft Kinect. O sensor Logitech QuickCam Messenger é uma web câmera que possui o sensor óptico do tipo CMOS 320x240 de 30 quadros por segundo. O sensor Microsoft Kinect possui duas câmeras, que são: (i) uma câmera VGA: 640x480 *pixel* de 30 quadros por segundo e (ii) uma câmera de profundidade: 640x480 *pixel* de 30 quadros por segundo.

Os componentes de manipulação dos sensores foram implementados de acordo com a Tabela 4.3. Para manipular os dados providos do sensor Logitech QuickCam foi utilizado a biblioteca de funções de programação para visão computacional de tempo real chamada Open Source Computer Vision - OpenCV [7] para linguagem Python 2.7.2. De forma similar, para utilizar o Microsoft Kinect, utilizamos as ferramentas disponibilizadas pelo OpenNI [37] em conjunto com o NITE [41].

5.2.2 Componente de Processo

A partir de um componente de processo são criadas técnicas de reconhecimento de atividades cotidianas que serão utilizadas no processo de monitoramento do paciente. Para isso, as atividades escolhidas para este estudo de caso basearam-se na Escala Internacional de Atividades do Cotidiano da Doença de Alzheimer [43] e nas Atividades do Cotidiano definidos por Katz [30] por serem referência neste campo de estudo. As três atividades escolhidas foram: (i) dormir, (ii) andar e (iii) ler. Para que a aplicação reconheça as atividades selecionadas, é necessário o desenvolvimento de componentes de processo que implementem os métodos da interface IProcesso descrita na Tabela 5.1.

Atividade	Sensor	Algoritmo
Dormir	Microsoft Kinect	Detecta o esqueleto
Andar	Logitech QuickCam	Histograma Orientado à Gradiente
Ler	Logitech QuickCam	Subtração de imagens

Tabela 5.1: Especificação dos sensores, atividades e algoritmos utilizados

Na aplicação Alzheimer's Care, foi desenvolvido três tipos de componente de processo para identificar as atividades selecionados, que estão detalhados na Tabela 5.2. Para desenvolver um componente de processo que reconhecesse a atividade "dormir", foi utilizado um algoritmo que detecta o esqueleto do paciente, através da profundidade e o desenha utilizando pontos centrais. Este algoritmo se destaca pelo desempenho em situações com e sem movimento [51]. Assim, foram utilizados os dados provindos do sensor Microsoft Kinect, por ser constituído de uma câmera VGA, de uma câmera de profundidade e de um sensor infravermelho, que aumenta a precisão na identificação.

O segundo componente de processo foi desenvolvido utilizando as imagens recolhidas pelo sensor Logitech QuickCam Messenger. Para o reconhecimento da atividade "andar", o método utilizado foi de Histograma Orientado à Gradiente (Histogram of Oriented Gradients - HOG) [14], que se sustenta na ideia que imagens podem ser muito bem descritas por através de gradientes de seus contornos. A escolha foi baseada no estudo feito por [14] que experimentou os descritores HOG na detecção de seres humanos e detectou que a performance do reconhecimento é consideravelmente superior aos outros métodos amplamente disseminados.

O último componente desenvolvido utiliza as imagens recolhidas pelo sensor Logitech QuickCam Messenger para o reconhecimento da atividade "ler". O algoritmo se baseia na subtração de imagens que tem como objetivo o isolamento de um objeto ou partes de objetos de uma imagem detectando assim a presença do paciente [26].

5.3 Configuração do Ambiente

O Alzheimer's Care foi desenvolvido em Python na versão 2.7.2 [46] para executar no sistema operacional Linux com um aplicativo móvel para a plataforma Android 4.0.3 [23]. Para o desenvolvimento do aplicativo móvel foi utilizado o *Android Software Development Kit*. Através do uso deste SDK é possível que sejam desenvolvidas aplicações utilizando a linguagem de programação Java para dispositivos que possuem o sistema operacional Android, uma vez que ele inclui todas as funcionalidades necessárias para isso.

O Servidor Central e o Servidor Local seguem as especificações da Tabela 5.2 e tem acesso constante à Internet. O *WebService* executado pelo Servidor Central foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python na versão 2.7.2 [46] e utiliza uma biblioteca SOAP para python PySimpleSOAP¹. O módulo de armazenamento de dados fez uso da biblioteca Mysql-python 1.2.3² para acessar o banco de dados MySQL. O Dispositivo Móvel é um *smartphone* Samsung Galaxy Nexus para a instalação e execução da aplicação móvel. Ela suporta a ksoap2³ uma biblioteca SOAP leve para a comunicação com Servidor Central.

Característica	Descrição
Sistema Operacional	Linux
Processador	2 Intel (R) Xeon (R) x64 de 2,33 GHz
Memória	4 GB de memória DDR2 800 MHz
Disco de armazenamento	2 HDs SATA 7500 RPM de 250 GB
Placa de Rede	Gigabit Ethernet

Tabela 5.2: Especificação dos servidores da aplicação Alzheimer's Care

¹<http://code.google.com/p/pysimplesoap/>

²<http://mysql-python.sourceforge.net/>

³<http://ksoap2.sourceforge.net/>

5.4 Implantação da Aplicação

Uma vez que os componentes específicos para o estudo de caso foram definidos e implementados, a execução da aplicação pode ser realizada. Para o Alzheimer's Care, montou-se um ambiente acadêmico controlado, mais precisamente no Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva⁴ (Embedded) da Universidade Federal de Campina Grande⁵ (UFCG). O usuários da aplicação foram pares de alunos da UFCG, sendo um o paciente e o outro o cuidador. Foi escolhida uma das salas do laboratório para simular a residência do doente de 30 m², conforme é exemplificado na Figura 5.2. Os sensores foram precisamente ajustados para maximizar a qualidade das informações coletadas. Neste cenário, considera-se que o monitorado reside sozinho e circulará apenas dentro de sua residência.

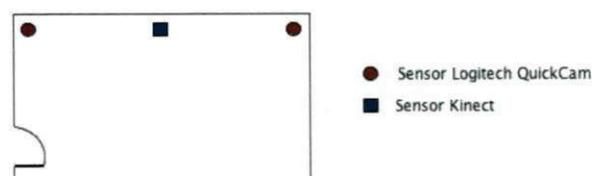


Figura 5.2: A posição dos sensores dentro da sala escolhida.

O cadastro de usuários do sistema é feita através da interface gráfica desenvolvida em Tkinter⁶ disponível no Servidor local, conforme ilustrada na Figura 5.3. A partir dessa interface, o cuidador pode recomendar exercício cognitivos para o paciente, detalhados na Seção 4.2.3, bem como remover e adicionar sensores de monitoramento que já tenham seus componentes de manipulação desenvolvidos e atrelados ao sistema.

O aplicativo móvel, quando autenticado na visão do cuidador, permite o acesso remoto as informações coletadas dos sensores instalados na residência do paciente. Nesta visão, o aplicativo, como ilustrado nas Figuras 5.4, verifica a cada minuto se há alertas utilizando a tecnologia de comunicação *Wi-fi* através do módulo web do servidor central. As Figuras 5.4b 5.4c 5.4d representam, respectivamente, o recebimento de um alerta, os detalhes desse alerta e as informações coletadas de um dos sensores instalados.

⁴<http://www.embeddedlab.org/>

⁵<http://www.ufcg.edu.br/>

⁶<http://wiki.python.org/moin/TkInter>

Alzheimer Care

Cadastro de Usuario

Nome: Rachel

Sobrenome: Ramalho

Data de Nascimento: 2 12 1982

Sexo: Feminino Masculino

Nome de Usuario: rachel

Senha: *****

Tipo de Usuario: Cuidador Paciente

Voltar Enviar

(a) Cadastro no sistema

Alzheimer Care

Bem vindo(a), Rachel! Sign out.

Voce esta conectado como um cuidador!

Sensores Disponíveis

Kinect
WebCamera

Atividades Disponíveis

Andando
Lendo
Dormindo

Seus Pacientes

Carolina Nogueira

Gerenciar Exercícios
Gerenciar Pacientes
Adicionar Paciente

ID: carolina
Sexo: Feminino
Idade: 78
Estagio da Doenca: 1
Sintomas: Desorientacao Espacial

(b) Visão do cuidador

Figura 5.3: As principais telas da aplicação Alzheimer's Care

O aplicativo móvel na visão do paciente fornece exercícios que auxiliam cognitivamente, conforme é visualizado na Figura 5.5a. Os exercícios disponibilizados pela aplicação Alzheimer's Care focam na (i) atenção, (ii) memória e (iii) rapidez, apresentados respectivamente pelas Figuras 5.5b, 5.5c e 5.5d.



Figura 5.4: As principais atividades da aplicativo móvel na visão do cuidador

5.5 Conclusões do Capítulo

Este estudo de caso foi desenvolvido com o intuito de validar o arcabouço de desenvolvimento de aplicações para o monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de



Figura 5.5: As principais atividades da aplicação móvel na visão do paciente

Alzheimer. Para isso foi desenvolvida a aplicação Alzheimer's Care, que fornece suporte ao cuidador no acompanhamento de um pessoa com doença de Alzheimer. Através dessa aplicação, foi possível validar que o arcabouço proposto fornece ferramentas para o desenvolvi-

mento de aplicações que possuem os três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer. Adicionalmente, o desenvolvimento da aplicação Alzheimer's Care foi simplificado por utilizar as ferramentas disponibilizadas do arcabouço proposto.

Capítulo 6

Considerações Finais

O aumento da expectativa de vida populacional acarreta o surgimento de novos desafios econômico-sociais relacionados à terceira idade. Assim, doenças associadas à velhice são foco da saúde pública, como a doença de Alzheimer. A doença de Alzheimer é crônica, incurável, com causas desconhecidas e exige que o paciente se adapte as suas novas limitações e condições de dependência geradas. Para amenizar os efeitos da doença, como parte do tratamento, o paciente é acompanhado por um cuidador para que se possa garantir a segurança e a integridade dos doentes. O grande problema com esse modelo de tratamento é que a dependência gradual do paciente e a preocupação com a sua integridade tornam o trabalho do cuidador cansativo gerando uma sobrecarga física e emocional. Adicionalmente, o custo de um acompanhamento contínuo é elevado, tornando-se inviável no atual modelo de saúde pública.

Neste trabalho foi apresentado um arcabouço para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer. Ele fornece ferramentas para o desenvolvimento de aplicações que auxiliam os cuidadores na preservação da integridade do idoso, exercitando-o cognitivamente, conforme necessário. O arcabouço foi construído a partir da Arquitetura baseada em Componentes de Software que permite a criação de sistemas de software com base na reutilização de módulos pré-existent.

Como forma de validação do arcabouço, apresentou-se neste trabalho um estudo de caso. Para isso, foi desenvolvida uma aplicação denominada Alzheimer's Care utilizando as ferramentas disponibilizadas pelo arcabouço para a implementação de componentes.

Com os resultados obtidos neste trabalho, o desenvolvimento dessas aplicações foi faci-

litado, já que, utilizando as ferramentas fornecidas pelo arcabouço, o desenvolvedor apenas preocupa-se com a implementação dos componentes de sensor e componentes de processamento, diretamente ligados à lógica da aplicação.

6.1 Contribuições

O arcabouço proposto foi projetado com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de aplicações que sejam capazes de melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer. Tendo alcançado este objetivo, as principais contribuições deste trabalho são detalhadas a seguir.

- Especificação e desenvolvimento de um arcabouço que integra as diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, transmite as informações coletadas pelos sensores, disponibiliza as informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e envia alertas para aplicativos móveis;
- Implementação e disponibilização de ferramentas que desenvolvem aplicações que: (i) diminuem a dependência funcional; (ii) desaceleram a deterioração cognitiva e (iii) reduzem a sobrecarga na vida do cuidador. Embora esses requisitos sejam fundamentais na melhoria da qualidade de vida do paciente com Alzheimer, as soluções existentes apenas lidam com um aspecto, nenhuma lida com os três;
- Desenvolvimento e disponibilização de uma API de serviços baseada em Web Service para acessar as informações dos pacientes de maneira remota.
- Implementação e disponibilização de ferramentas que abstraem as questões não triviais do processo desenvolvimento de aplicações, auxiliando e tornando-as menos complexas e propensas a erros na fase de implementação.

6.2 Trabalhos Futuros

Para a continuidade das pesquisas iniciadas neste trabalho, pretende-se avaliar a proposta em um ambiente controlado e dar suporte a outras atividades e sensores. Adquirindo todo esse conjunto de dados analisar-se-á estatisticamente a eficiência do algoritmo de reconhecimento de cada atividade, levando em consideração fatores como desempenho do sistema

e verificação da incidência de falsos negativos e falsos positivos. Desta forma, espera-se poder afirmar qual tipo de sensor é mais adequado para determinada atividade do cotidiano e atrelado a este, qual é o melhor algoritmo de reconhecimento.

Bibliografia

- [1] *Caregiver guide [electronic resource] : tips for caregivers of people with Alzheimer's disease*. Number 01-4013 in NIH publication. National Institute on Aging, 2008.
- [2] Regina Borges Araujo. Computação ubíqua, princípios, tecnologias e desafios. *XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*, 1 ed. Natal - RN: SBRC2003:45–115, 2003.
- [3] J. E. Bardram. Pervasive healthcare as a scientific discipline. *Methods of information in medicine*, 47(3):178–185, 2008.
- [4] Rita Bersch. Introdução à tecnologia assistiva, 2008.
- [5] J. Biswas, Victor Foo Siang Fook, Qiu Qiang, M. Jayachandran, Aung Aung Phyow Wai, Pham Viet Thang, and That Mon Htwe. Data collection and feature extraction for a smart ward application. In *Emerging Technologies and Factory Automation*, pages 110–115, 2006.
- [6] Cássio M.C. Bottino, Isabel A.M. Carvalho, Ana Maria M.A. Alvarez, Renata Avila, Patrícia R Zukauskas, Sonia E.Z. Bustamante, Flávia C. Andrade, Sérgio R Hototian, Fabiana Saffi, and Cândida H.P. Camargo. Reabilitação cognitiva em pacientes com doença de alzheimer: Relato de trabalho em equipe multidisciplinar. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 60:70–79, 03 2002.
- [7] G. Bradski. The OpenCV Library. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000.
- [8] Brasil. *Projeção da população do Brasil por sexo e idade 1980-2050*, volume 24 of *Estudos e pesquisas*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

- [9] Brasil. *Indicadores Sociodemográficos e de Saúde no Brasil*, volume 25 of *Estudos e pesquisas*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009.
- [10] Brasil. *Síntese de Indicadores Sociais - Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010*, volume 27 of *Estudos e pesquisas*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
- [11] H. Cai and Y. Lin. Coordinating cognitive assistance with cognitive engagement control approaches in human-machine collaboration. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on*, PP(99):1–9, 2011.
- [12] Harry Cayton, Nori Graham, and James Warner. *Tudo Sobre Doença de Alzheimer*. Editora Andrei, 2000.
- [13] Marília da Nova Cruz and Amer Cavalheiro Hamdan. O impacto da doença de Alzheimer no cuidador. *Psicologia em Estudo*, 13:223–229, 06 2008.
- [14] Navneet Dalal and Bill Triggs. Histograms of oriented gradients for human detection. In *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05) - Volume 1 - Volume 01*, CVPR '05, pages 886–893, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.
- [15] Izabella Dutra de Abreu, Orestes Vicente Forlenza, and Hélio Louar de Barros. Demência de alzheimer: correlação entre memória e autonomia. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 32:131–136, 06 2005.
- [16] Maria de Fátima Oliveira, Marlene Ribeiro, Raquel Borges, and Sônia Luginger. Doença de alzheimer - perfil neuropsicológico e tratamento. *Psicologia.pt - O Portal dos Psicólogos*, 2005.
- [17] Mateus Assis Maximo de Lima. Arcabouço para o desenvolvimento de aplicações pervasivas para suporte à prevenção e tratamento de doenças crônicas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, Janeiro 2010.
- [18] G. V. Ferreira, E. C. Loureiro Filho, W. F. A. Nogueira, A. F. A. Gomes, H. O. Almeida, and A. Frery. *Uma Abordagem Baseada em Componentes para a Construção*

- de Edifícios Virtuais*, volume 7. Proceedings of VII Symposium on Virtual Reality - SVR 2004, São Paulo, 2004.
- [19] Walter Onofre Guerra Filho. Uma infraestrutura baseada em componentes para desenvolvimento de aplicações pervasivas para cuidados com a saúde. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Janeiro 2010.
- [20] Victor Foo Siang Fook, Siew Choo Tay, Maniyeri Jayachandran, Jit Biswas, and Daqing Zhang. An ontology-based context model in monitoring and handling agitation behaviour for persons with dementia. *Pervasive Computing and Communications Workshops, IEEE International Conference on*, 0:560–564, 2006.
- [21] H. Förstl and A. Kurz. Clinical features of alzheimer’s disease. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 249:288–290, 1999. 10.1007/s004060050101.
- [22] Carlos Giraldo, Sumi Helal, and William Mann. mpca - a mobile patient care-giving assistant for alzheimer patients. *Rehabilitation*, 2002.
- [23] Google. Android developers, 01 2012.
- [24] M.B. Graeber, S. Kösel, R. Egensperger, R.B. Banati, U. Müller, K. Bise, P. Hoff, H.J. Möller, K. Fujisawa, and P. Mehraein. Rediscovery of the case described by alois alzheimer in 1911: historical, histological and molecular genetic analysis. *neurogenetics*, 1:73–80, 1997. 10.1007/s100480050011.
- [25] Dick Hamlet, Dave Mason, and Denise Voit. *Component-Based Software Development: Case Studies*, volume 1 of *Series on Component-Based Software Development*, chapter Properties of Software Systems Synthesized from Components, pages 129–159. World Scientific Publishing Company, March 2004.
- [26] Ismail Haritaoglu, David Harwood, and Larry Davis. W4: A real-time system for detecting and tracking people in 2 1/2d. In Hans Burkhardt and Bernd Neumann, editors, *Computer Vision, ECCV8*, volume 1406 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 877–892. Springer Berlin / Heidelberg, 1998. 10.1007/BFb0055710.

- [27] George T. Heineman and William T. Councill, editors. *Component-based software engineering: putting the pieces together*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2001.
- [28] S. Helal, C. Giraldo, Y. Kaddoura, C. LEE, H. El Zabadani, and W. Mann. Smart phone based cognitive assistant. *Ubihealth*, 2003.
- [29] Ann C. Hurley, Ladislav Volicer, Lois Camberg, Jane Ashley, Patricia Woods, Germaine Odenheimer, Wee Lock Ooi, Kevin McIntyre, and Ellen Mahoney. Measurement of observed agitation in patients with dementia of the alzheimer type. *Journal of Mental Health and Aging*, 5(2):117–33, July 1999.
- [30] S Katz and C A Akpom. A measure of primary sociobiological functions. *Int J Health Serv*, 6(3):493–508, 1976.
- [31] Henry Kautz, Dieter Fox, Oren Etzioni, Gaetano Borriello, and Larry Arnstein. An overview of the assisted cognition project. In *In AAAI-2002 Workshop on Automation as Caregiver: The Role of Intelligent Technology in Elder*, pages 60–65, 2002.
- [32] Emerson Loureiro, Glauber Ferreira, Hyggo Almeida, and Angelo Perkusich. Pervasive computing: What is it anyway? In M. Lytras and A. Naeve, editors, *Ubiquitous and Pervasive Knowledge and Learning Management: Semantics, Social Networking and New Media to their full potential*, volume 4, chapter 1, pages 9–36. IBM, Idea Group Inc, Hershey, PA, USA, 2007.
- [33] Adriana Remião Luzardo, Maria Isabel Pinto Coelho Gorini, and Ana Paula Scheffer Schell da Silva. Características de idosos com doença de alzheimer e seus cuidadores: uma série de casos em um serviço de neurogeriatria. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 15:587–594, 12 2006.
- [34] Victoria Meza-Kubo, Angel Gonzalez-Fraga, Alberto L. Moran, and Monica Tentori. Augmenting cognitive stimulation activities in a nursing home through pervasive computing. In *Proceedings of the 2009 Latin American Web Congress (la-web 2009)*, LA-WEB '09, pages 8–15, Washington, DC, USA, 2009. IEEE Computer Society.

- [35] U. Naeem and J. Bigham. Activity recognition using a hierarchical framework. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2008. PervasiveHealth 2008. Second International Conference on*, pages 24–27, February 2008.
- [36] Chris Nugent, Maurice Mulvenna, Ferial Moelaert, Birgitta Bergvall-Kåreborn, Franka Meiland, David Craig, Richard Davies, Annika Reinersmann, Marike Hettinga, Anna-Lena Andersson, Rose-Marie Dröes, and Johan E. Bengtsson. Home based assistive technologies for people with mild dementia. In *Proceedings of the 5th international conference on Smart homes and health telematics, ICOST'07*, pages 63–69, Berlin, Heidelberg, 2007. Springer-Verlag.
- [37] OpenNI Organization. *OpenNI User Guide*, November 2010. Last viewed 19-01-2011 11:32.
- [38] Venet Osmani, Daqing Zhang, and Sasitharan Balasubramaniam. Human activity recognition supporting context-appropriate reminders for elderly. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009. PervasiveHealth 2009. 3rd International Conference on*, pages 1–4, 2009.
- [39] Donald J. Patterson, Oren Etzioni, Dieter Fox, and Henry Kautz. Intelligent ubiquitous computing to support alzheimer's patients: Enabling the cognitively disabled. 2002.
- [40] M. Perry, A. Dowdall, L. Lines, and K. Hone. Multimodal and ubiquitous computing systems: supporting independent-living older users. *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, 8(3):258–270, 2004.
- [41] PrimeSense Inc. *Prime Sensor NITE 1.3 Algorithms notes*, 2010. Last viewed 19-01-2011 15:34.
- [42] Beth Reger. Alzheimer's disease: A brief history and avenues for current research. *Journal of Young Investigators*, 6(2), 2002.
- [43] Barry Reisberg, Sanford Finkel, John Overall, Norbert Schmidt-Gollas, Siegfried Kanowski, Hartmut Lehfeld, Franz Hulla, Steven G. Sclan, Hans-Ulrich Wilms, Kurt Heining, Ian Hindmarch, Mark Stemmler, Leonard Poon, Alan Kluger, Carolyn Cooler,

- Manfred Bergener, Laurence Hugonot-Diener, Philippe H. Robert, and Hellmut Erzigkeit. The alzheimer's disease activities of daily living international scale (adl-is). *International Psychogeriatrics*, 13(02):163–181, 2001.
- [44] Mara Lúcia Sartoretto and Rita Bersch. Assistiva - tecnologia e educação.
- [45] D Taub, E Lupton, R Hinman, S Leeb, J Zeisel, and S Blackler. The escort system: A safety monitor for people living with alzheimer's. *Pervasive Computing, IEEE*, PP(99):1–1, 2010.
- [46] G. Van Rossum. *The Python Language Reference Manual*. Network Theory Ltd., September 2003.
- [47] Upkar Varshney. Pervasive healthcare and wireless health monitoring. *Mob. Netw. Appl.*, 12:113–127, March 2007.
- [48] E. Weippl, A. Holzinger, and A. M. Tjoa. Security aspects of ubiquitous computing in health care. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 123(4):156–161, April 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/s00502-006-0336>.
- [49] Mark Weiser. The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3):94–104, 1991.
- [50] Anders Wimo and Martin Prince. World alzheimer report 2010 - the global economic impact of dementia. Alzheimer's Disease International, September 2010.
- [51] Lu Xia, Chia-Chih Chen, and J.K. Aggarwal. Human detection using depth information by kinect. In *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2011 IEEE Computer Society Conference on*, pages 15–22, june 2011.

Apêndice A

Modelagem do Banco de Dados

A.1 Modelo de Entidade-Relacionamento

Através da Figura A.1 é ilustrado o Modelo Entidade-Relacionamento do Banco de Dados utilizado pelo arcabouço. Adicionalmente, está disponível na Seção A.2 o *script* para a sua criação. A seguir é detalhado as entidades que compõem o modelo.

- *User*: Armazena as informações de todos os usuários cadastrados no sistema. Especificamente, essa tabela possui as seguintes informações: identificador do usuário ou login (*user_id*), senha (*user_password*), nome (*user_first_name*), sobrenome (*user_last_name*), data de nascimento (*user_birth*) e sexo (*user_sex*). Para determinar as permissões do usuário, eles são divididos em dois grupos e cada usuário pode ser apenas um dos tipos: Paciente ou Cuidador.
- *Patient*: Armazena as informações de todos os pacientes cadastrados no sistema, tais como estágio da doenças(*patient_stage*) e sintomas gerado pela doença de Alzheimer(*patient_symptoms*).
- *Caregiver*: Armazena as informações de todos os cuidadores cadastrados no sistema.
- *Sensor*: Armazena as informações relacionadas aos tipos de sensores disponibilizados pelo arcabouço para serem utilizados na residência do paciente, tais como identificador do tipo de sensor (*sensor_id*) e descrição do tipo de sensor (*sensor_description*)

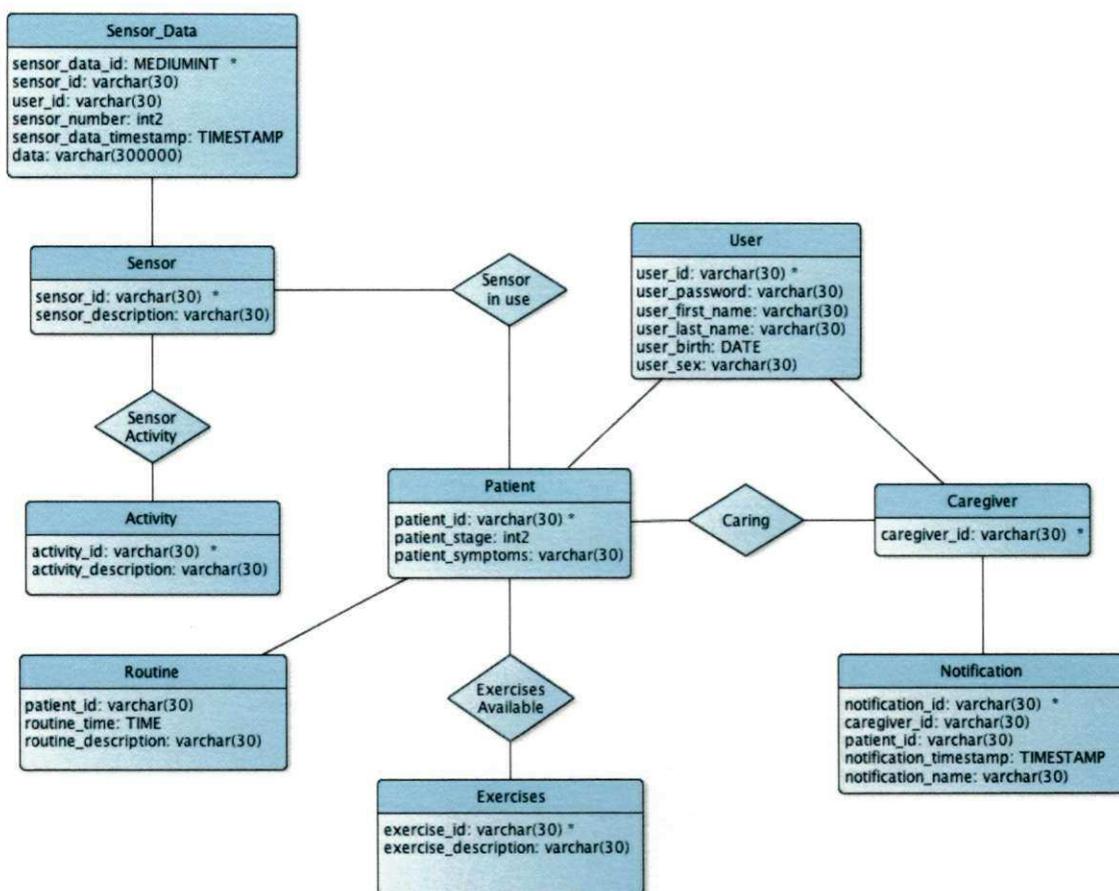


Figura A.1: Diagrama de Entidade-Relacionamento da camada de dados.

- *Sensor_Data*: Armazena as informações coletadas pelos sensores instalados na residência do usuário. Os principais campos são o identificador da informação (*sensor_data_id*), identificador do tipo sensor ao qual está atrelado (*sensor_id*), identificador do usuário que está sendo coletada a informação (*user_id*), identificador do sensor (*sensor_number*), o horário que as informações foram coletadas (*sensor_data_timestamp*) e as informações propriamente ditas (*data*).
- *Activity*: Armazena o nome (*activity_name*) e a descrição (*activity_description*) da atividade reconhecível pela aplicação final
- *Exercise*: Armazena o nome (*activity_name*) e a descrição (*activity_description*) da atividade reconhecível pela aplicação final

- *Routine*: Armazena o nome (*activity_name*) e a descrição (*activity_description*) da atividade reconhecível pela aplicação final
- *Notification*: Armazena o nome (*activity_name*) e a descrição (*activity_description*) da atividade reconhecível pela aplicação final

A.2 Modelo para criação do Banco de dados

O modelo para a criação do Banco de Dados utilizado pelo arcabouço proposto neste trabalho está exemplificado no Código Fonte A.1.

Código Fonte A.1: Script de criação do banco de dados do Alzheimer's Care

```
1 DROP DATABASE IF EXISTS alzheimercare ;
2 CREATE DATABASE alzheimercare ;
3 USE alzheimercare
4
5 CREATE TABLE user (
6 user_id varchar (30) NOT NULL PRIMARY KEY,
7 user_first_name varchar (30) NOT NULL,
8 user_last_name varchar (30) NOT NULL,
9 user_birth DATE NOT NULL,
10 user_sex varchar (30) NOT NULL,
11 user_password varchar (30) NOT NULL
12 );
13
14 CREATE TABLE patient(
15 patient_id varchar (30) NOT NULL PRIMARY KEY,
16 patient_stage int2 NOT NULL,
17 patient_symptoms varchar (30),
18 FOREIGN KEY (patient_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE
19 );
20
21 CREATE TABLE caregiver (
22 caregiver_id varchar (30) NOT NULL PRIMARY KEY,
23 FOREIGN KEY (caregiver_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE
24 );
25
```

```
26 CREATE TABLE caring(  
27   caregiver_id varchar (30) NOT NULL,  
28   patient_id varchar (30) NOT NULL,  
29   FOREIGN KEY (patient_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,  
30   FOREIGN KEY (caregiver_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,  
31   PRIMARY KEY (caregiver_id , patient_id)  
32 );  
33  
34 CREATE TABLE sensor (  
35   sensor_id varchar (30) NOT NULL PRIMARY KEY,  
36   sensor_description varchar (500) NOT NULL  
37 );  
38  
39 CREATE TABLE sensor_in_use_by_patient (  
40   patient_id varchar (30) NOT NULL,  
41   sensor_id varchar (30) NOT NULL,  
42   sensor_number varchar (30) NOT NULL,  
43   sensor_local_description varchar (30) NOT NULL,  
44   FOREIGN KEY (patient_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,  
45   FOREIGN KEY (sensor_id) REFERENCES sensor(sensor_id) ON DELETE CASCADE,  
46   PRIMARY KEY (patient_id , sensor_id , sensor_number)  
47 );  
48  
49 CREATE TABLE activity (  
50   activity_id varchar (30) NOT NULL PRIMARY KEY,  
51   activity_description varchar (500) NOT NULL  
52 );  
53  
54 CREATE TABLE activity_of_sensor (  
55   patient_id varchar (30) NOT NULL,  
56   sensor_id varchar (30) NOT NULL,  
57   sensor_number varchar (30) NOT NULL,  
58   activity_id varchar (30) NOT NULL,  
59  
60   FOREIGN KEY (patient_id , sensor_id , sensor_number) REFERENCES  
        sensor_in_use_by_patient(patient_id , sensor_id , sensor_number) ON  
        DELETE CASCADE,
```

```
61 FOREIGN KEY (activity_id) REFERENCES activity(activity_id) ON DELETE
    CASCADE,
62 PRIMARY KEY (patient_id, sensor_id, sensor_number, activity_id)
63 );
64
65 CREATE TABLE sensor_data (
66 sensor_data_id MEDIUMINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
67 sensor_id varchar (30) NOT NULL,
68 user_id varchar (30) NOT NULL,
69 sensor_number varchar (30) NOT NULL,
70 sensor_data_timestamp TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE
    CURRENT_TIMESTAMP,
71 data varchar (300000) NOT NULL,
72 FOREIGN KEY (user_id, sensor_id, sensor_number) REFERENCES
    sensor_in_use_by_patient(patient_id, sensor_id, sensor_number) ON
    DELETE CASCADE,
73 PRIMARY KEY (sensor_data_id)
74 );
75
76 CREATE TABLE patient_routine(
77 patient_id varchar (30) NOT NULL,
78 routine_time TIME NOT NULL,
79 routine_description varchar (30) NOT NULL,
80 FOREIGN KEY (patient_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,
81 PRIMARY KEY (patient_id, routine_time)
82 );
83
84 CREATE TABLE exercises_available(
85 exercises_id varchar (30) NOT NULL,
86 exercises_description varchar (30) NOT NULL,
87 PRIMARY KEY (exercises_id)
88 );
89
90 CREATE TABLE exercises_available_for_patient(
91 patient_id varchar (30) NOT NULL,
92 exercises_id varchar (30) NOT NULL,
93 FOREIGN KEY (patient_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,
```

```
94 FOREIGN KEY (exercises_id) REFERENCES exercises_available(exercises_id)
    ON DELETE CASCADE,
95 PRIMARY KEY (patient_id , exercises_id)
96 );
97
98 CREATE TABLE notification_description (
99 notification_name  varchar (30) NOT NULL,
100 notification_description  varchar (500) NOT NULL,
101 PRIMARY KEY (notification_name)
102 );
103
104 CREATE TABLE notification(
105 notification_id MEDIUMINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
106 caregiver_id  varchar (30) NOT NULL,
107 patient_id  varchar (30) NOT NULL,
108 notification_timestamp  TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE
    CURRENT_TIMESTAMP,
109 notification_name  varchar (30) NOT NULL,
110 FOREIGN KEY (caregiver_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,
111 FOREIGN KEY (patient_id) REFERENCES user(user_id) ON DELETE CASCADE,
112 FOREIGN KEY (notification_name) REFERENCES notification_description(
    notification_name),
113 PRIMARY KEY (notification_id)
114 );
```

Apêndice B

Código fonte dos componentes

O código fonte dos componentes desenvolvidos para a aplicação Alzheimer's Care estão exemplificados nos Códigos B.1 B.2 B.3 B.4 B.5. Os Códigos B.1 B.2 foram desenvolvidos com base na interface Sensor, descrita na Tabela 4.3, enquanto os Códigos B.3 B.4 B.5 foram desenvolvidos baseados na interface Processo, descrita na Tabela 4.1.

Código Fonte B.1: Componente de sensor Webcam

```
1 from SensorModule import Sensor
2 from lib import ClientSide
3 import cv
4
5 class Webcam(Sensor):
6
7     def initComponents(self):
8         self.imageSize = 0
9         self.configure()
10
11     def configure(self):
12         self.imageSize = (320,240)
13         self.capture = cv.CaptureFromCAM(self.getIdentifier())
14         cv.SetCaptureProperty(self.capture, cv.CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH,
15                               self.imageSize[0])
16         cv.SetCaptureProperty(self.capture, cv.CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGHT,
17                               self.imageSize[1])
18
19     def run(self):
```

```
18     sender = ClientSide.DataSender()
19     while self.canContinue():
20         data = self.newDataAvailable()
21         sender.getWebCameraSensorData(self.idsession, str(self.
                getIdentifier()), data.encode("base64"))
22
23     def finalize(self):
24         self.joinToMainModule()
25         self.capture = None
26
27
28     def newDataAvailable(self):
29         frame = cv.QueryFrame(self.capture)
30         if (frame == None):
31             return cv.LoadImage("files/black.jpg")
32
33     return frame
```

Código Fonte B.2: Componente de sensor Kinect

```
1 from SensorModule import Data, Sensor
2 from lib import ClientSide
3 import freenect
4 import frame_convert
5
6 class Kinect(Sensor):
7
8     def initComponents(self):
9         self.imageSize = 0
10        self.configure()
11
12    def configure(self):
13        self.imageSize = (640,480)
14
15    def finalize(self):
16        self.joinToMainModule()
17        self.capture = None
18
```



```
19  def run(self):
20      sender = ClientSide.DataSender()
21      while self.canContinue():
22          data = self.newDataAvailable()
23          sender.getKinectSensorData(self.idsession, str(self.
                getIdentifier()), data.encode("base64"))
24
25  def newDataAvailable(self):
26      frame = (frame_convert.pretty_depth_cv(freenect.sync_get_depth()
                [0]), frame_convert.video_cv(freenect.sync_get_video()[0]))
27
28      if (frame == None):
29          return Data(self.getIdentifier(), (cv.LoadImage("files/black.
                jpg"), cv.LoadImage("files/black.jpg")))
30
31      return Data(self.getIdentifier(), frame)
```

Código Fonte B.3: Componente de processo Andando

```
1  from AbstractActivity import Activity
2  from OSC import OSCClient, OSCMessage
3  import cv
4
5  class Walking( Activity ):
6
7      def initComponents(self):
8          self.storage = None
9
10     def inside(self, r, q):
11         (rx, ry), (rw, rh) = r
12         (qx, qy), (qw, qh) = q
13         return rx > qx and ry > qy and rx + rw < qx + qw and ry + rh < qy
                + qh
14
15     def runAlgorithm(self, data):
16         if (self.storage == None): return
17
```

```

18     found = list(cv.HOGDetectMultiScale(img, self.storage, win_stride
19         =(8,8), padding=(32,32), scale=1.05, group_threshold=2))
20     found_filtered = []
21     for r in found:
22         insidedef = False
23         for q in found:
24             if self.inside(r, q):
25                 insidedef = True
26                 break
27         if not insidedef:
28             found_filtered.append(r)
29
30     if len(found_filtered) > 0:
31         self.sendAlertMessage( len(found_filtered) )
32
33     def configure(self):
34         data = self.getNewDataAvailable()
35         while data == None and self.canContinue():
36             data = self.getNewDataAvailable()
37
38         self.storage = cv.CreateMemStorage(0)
39
40     def sendAlertMessage(self, message=""):
41         oscMessage = OSCMessage("/") + self.patient )
42         oscMessage.append( "Activity:"+str(self.getIdentifier()) )
43         self.client.send( oscMessage )

```

Código Fonte B.4: Componente de processo Lendo

```

1 from AbstractActivity import Activity
2 from OSC import OSCClient, OSCMessage
3 import cv
4
5 class Reading( Activity ):
6
7     def initComponents(self):
8         self.color_image = None
9         self.moving_average = None

```

```
10     self.grey_image = None
11     self.temp = None
12     self.difference = None
13
14     def runAlgorithm(self, data):
15         if (self.color_image == None): return
16
17         self.color_image = data
18
19         cv.Smooth(self.color_image, self.color_image, cv.CV_GAUSSIAN, 3,
20                 0)
21         cv.RunningAvg(self.color_image, self.moving_average, 0.020, None)
22         cv.ConvertScale(self.moving_average, self.temp, 1.0, 0.0)
23         cv.AbsDiff(self.color_image, self.temp, self.difference)
24         cv.CvtColor(self.difference, self.grey_image, cv.CV_RGB2GRAY)
25         cv.Threshold(self.grey_image, self.grey_image, 70, 255, cv.
26                 CV_THRESH_BINARY)
27         cv.Dilate(self.grey_image, self.grey_image, None, 18)
28         cv.Erode(self.grey_image, self.grey_image, None, 10)
29
30         storage = cv.CreateMemStorage(0)
31         contour = cv.FindContours(self.grey_image, storage, cv.
32                 CV_RETR_CCOMP, cv.CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE)
33
34         if len(contour) > 50:
35             self.sendAlertMessage( len(contour) )
36
37     def configure(self):
38         frame = self.getNewDataAvailable()
39         while frame == None and self.canContinue():
40             frame = self.getNewDataAvailable()
41
42         self.color_image = cv.CreateImage(cv.GetSize(frame), 8, 3)
43         self.grey_image = cv.CreateImage(cv.GetSize(frame), cv.
44                 IPL_DEPTH_8U, 1)
45         self.moving_average = cv.CreateImage(cv.GetSize(frame), cv.
46                 IPL_DEPTH_32F, 3)
```

```
42
43     self.difference = cv.CloneImage(self.color_image)
44     self.temp = cv.CloneImage(self.color_image)
45     cv.ConvertScale(self.color_image, self.moving_average, 1.0, 0.0)
46
47     def sendAlertMessage(self, message=""):
48         oscMessage = OSCMessage("/") + self.patient )
49         oscMessage.append( "Activity:"+str(self.getIdentifier()) )
50         self.client.send( oscMessage )
```

Código Fonte B.5: Componente de processo Dormindo

```
1 from AbstractActivity import Activity
2 from OSC import OSCClient, OSCMessage
3 import cv
4
5 class Sleeping( Activity ):
6
7     def initComponents(self):
8         pass
9
10    def configure(self):
11        data = self.getNewDataAvailable(id)
12        while data == None and self.canContinue():
13            data = self.getNewDataAvailable(id)
14
15        data = self.getNewDataAvailable(id)
16        depth, video = data[0], data[1]
17
18    def sendAlertMessage(self, message=""):
19        oscMessage = OSCMessage("/") + self.patient )
20        oscMessage.append( "Activity:"+str(self.getIdentifier()) )
21        self.client.send( oscMessage )
```
