



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**



WEDSON CARLOS GOMES DE OLIVEIRA

**SISTEMA MULTIAGENTE FUZZY PARA
MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DOS FATORES DE
RISCO DO AVC**

**MOSSORÓ - RN
2018**

WEDSON CARLOS GOMES DE OLIVEIRA

**SISTEMA MULTIAGENTE FUZZY PARA
MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DOS FATORES DE
RISCO DO AVC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof^o Dr. Marcelino Pereira dos Santos Silva

Coorientador: Prof^a Dr^a. Cícilia Raquel Maia Leite

**MOSSORÓ - RN
2018**

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48s Oliveira, Wedson Carlos Gomes de .
Sistema Multiagente Fuzzy para Monitoramento e
Avaliação dos Fatores de Risco do AVC / Wedson
Carlos Gomes de Oliveira. - 2018.
113 f. : il.

Orientador: Marcelino Pereira dos Santos
Silva.
Coorientadora: Cicília Raquel Maia Leite.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência da Computação, 2018.

1. AVC. 2. Computação Ubíqua. 3. Prevenção
Primária. 4. Sistemas Inteligentes. I. Silva,
Marcelino Pereira dos Santos , orient. II. Leite,
Cicília Raquel Maia , co-orient. III. Título.

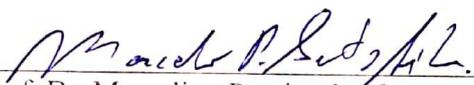
O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

WEDSON CARLOS GOMES DE OLIVEIRA

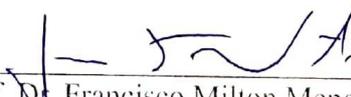
Sistema Multiagente Fuzzy para Monitoramento e Avaliação dos Fatores de Risco do AVC

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

APROVADA EM: 05 / 12 / 2018.


Prof. Dr. Marcelino Pereira dos Santos Silva
Orientador e Presidente


Profa. Dra. Cíntia Raquel Maia Leite
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte


Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto
Universidade Federal Rural do Semi-Árido


Prof. Dr. Robson do Nascimento Fidalgo
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Dedico este trabalho primeiramente à Deus por ter me concedido saúde e força; dedico também à toda minha família e aos que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

A gratidão é um sentimento nobre e fundamental para a essência de uma pessoa, ser grato nos ajuda a entender que não estamos sozinhos diante dos desafios da vida e que podemos contar com forças (sejam elas de origem divina ou pessoal) para nos ajudar.

Agradeço à Deus primeiramente, por sempre ter estado comigo diante dos momentos mais difíceis da minha vida, agradeço a ele também, por ter me dado uma estrutura familiar composta por meu pai, minha mãe e meu irmão, estrutura essa que sempre me apoia e me dar forças para continuar a batalhar todos os dias. Agradeço a minha namorada por ter ficado ao meu lado, pela paciência e confiança depositada em mim.

Agradeço aos colegas de mestrado pela oportunidade de conhecê-los e pela troca de experiência durante as aulas e encontros nos laboratórios. Agradeço também ao meu amigo Érico Gomes pelas diversas ajudas nos inúmeros trabalhos que fizemos em conjunto, agradeço também ao meu amigo Thomaz Nelson pela ajuda essencial e também ao bolsista Sandro que tive a oportunidade de coorientar, pelo empenho e dedicação neste trabalho de pesquisa.

Agradeço também aos meus orientadores o professor Marcelino Pereira e a professora Cícilia Raquel pela confiança depositada em mim e nesta pesquisa, muito obrigado por serem exemplos de eficiência profissional, também sou muito grato aos membros avaliadores da banca pelas valiosas considerações sobre o trabalho.

Agradeço à UERN (departamento de informática) e a UFERSA pela estrutura concedida e também aos funcionários Mizaél e Neto pelos auxílios técnico-administrativos.

Por fim, agradeço à todos que contribuíram e torceram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

"Elogie em público e corrija em particular.
Um sábio orienta sem ofender,
e ensina sem humilhar."

Mario S. Cortella.

RESUMO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma das maiores causas de morte e incapacidade de indivíduos em todo o planeta. Considerada uma emergência médica, tem como característica o aparecimento dos sintomas de forma abrupta em um dos lados do corpo inicialmente. O AVC pode ser isquêmico quando tem-se obstrução das artérias, ou hemorrágico quando apresenta rompimento das artérias responsáveis por levarem sangue ao cérebro e possui como principais fatores de risco a hipertensão, fibrilação atrial, diabetes, dislipidemia, tabagismo e sedentarismo. Alguns destes fatores estão ligados diretamente aos hábitos e estilo de vida das pessoas. Outros fatores como idade, raça, histórico na família e sexo também influenciam sua incidência. Desta forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema multiagente fuzzy para orientar, monitorar, classificar e avaliar pacientes com relação à prevenção primária dos fatores de riscos do AVC, intitulado SoStroke. O sistema é dividido em dois módulos, Sostroke web de uso exclusivo do médico, responsável por classificar, avaliar, criar condutas para seus pacientes e ao mesmo tempo acompanhar e monitorar o seu desempenho. Já o Sostroke mobile é responsável por interpretar as condutas e emití-las em forma de notificações no smartphone dos pacientes, com base na sensibilidade ao contexto. As notificações podem ser uma dica ou pergunta e todas demandam de respostas dos usuários, representando a realização da tarefa ou não. Por fim, para validar o SoStroke foi realizado um estudo de caso com médicos especialistas e coletou-se sugestões dos profissionais. Além disso, foi realizado testes de usabilidade obtendo resultados satisfatórios baseado em métricas da literatura e na opinião dos especialistas.

Palavras-chave: AVC, Computação Ubíqua, Prevenção Primária, Sistemas Inteligentes.

ABSTRACT

Stroke is one of the biggest causes of death and disability in individuals across the globe. It is a medical emergency that has initially the appearance of symptoms abruptly on one side of the body. Stroke may be ischemic when it has artery obstruction, or hemorrhagic when it presents the factors responsible for bringing blood to the brain and the main risk factors for hypertension, atrial fibrillation, diabetes, dyslipidemia, smoking, and sedentary lifestyle. Some of these factors are directly related to people's habits and lifestyle. Other factors such as age, race, family history and sex also influence its incidence. Thus, this study aims to develop a multi-agent fuzzy system to guide, monitor, classify and evaluate patients for primary prevention of stroke risk factors, entitled SoStroke. The system is divided into two modules, SoStroke web exclusively for the physician, responsible for classifying, evaluating, creating conduct for their patients and also monitoring their performance. Sostroke mobile is responsible for interpreting and issuing notifications on patients' smartphones, based on context awareness. The notifications can be a tip or question and all require user responses, representing the accomplishment of the task or not. Finally, to validate SoStroke, a case study was carried out with medical specialists and professional suggestions were collected. In addition, it performed usability tests obtaining satisfactory results based on metrics of literature and expert opinion.

Key-words: Intelligent System, Primary Prevention, Stroke, Ubiquitous Computing.

LISTA DE ALGORITMOS

1	Algoritmo que detecta entradas não suportadas pelo SRS	62
2	Funcionamento do Agente Emissor	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Maiores causas de morte no mundo em 2016	20
Figura 2 – Tipos de AVC	23
Figura 3 – Aplicações da <i>M-Health</i>	28
Figura 4 – Barreiras da <i>M-Health</i>	30
Figura 5 – Relação entre computação ubíqua, móvel e pervasiva	32
Figura 6 – Relação entre paradigmas	33
Figura 7 – Definições da IA	36
Figura 8 – Dado, informação e conhecimento	37
Figura 9 – Interação do agente com o ambiente	38
Figura 10 – Estrutura de um sistema multiagente	41
Figura 11 – Exemplos de conjuntos nebulosos associados a variável Idade	43
Figura 12 – Arquitetura genérica de um controlador nebuloso	44
Figura 13 – Métodos de defuzzificação	46
Figura 14 – Visão geral do sistema	54
Figura 15 – Atividades do sistema	55
Figura 16 – Fluxograma de execução de atividades do sistema	56
Figura 17 – Tela de login do SoStroke Web	58
Figura 18 – <i>Stroke Risk Scorecard</i>	60
Figura 19 – Agente Classificador	61
Figura 20 – Conjuntos <i>Fuzzy</i> para a variável <i>High</i>	64
Figura 21 – Conjuntos <i>Fuzzy</i> para a variável <i>Caution</i>	64
Figura 22 – Conjuntos <i>Fuzzy</i> para a variável <i>Low</i>	65
Figura 23 – Conjuntos resultantes após inferências	66
Figura 24 – Representação das estruturas cuidado, contexto, conduta	68
Figura 25 – Interação do Agente Acompanhamento com os atores do sistema	69
Figura 26 – Modelo de papéis do Agente Acompanhamento	70
Figura 27 – Exemplo de exibição da classificação ao médico	71
Figura 28 – Exemplo de um relatório com os aproveitamentos de um paciente	71
Figura 29 – Tela de login SoStroke Móvel	72
Figura 30 – Agente Emissor	73
Figura 31 – Modelo de papéis do Agente Emissor	73
Figura 32 – Tela de cadastro de contexto do <i>SoStroke Web</i>	75
Figura 33 – a) Notificação na forma aberta b) Notificação ainda esperando ser aberta	76
Figura 34 – Proposta de sequência de uso para os médicos	78
Figura 35 – Lembretes de um paciente	80
Figura 36 – Exemplo de gráfico de linha das respostas de um paciente	81

Figura 37 – Exemplo de gráfico em barra da quantidade de cuidados respondidos pelo paciente em cada categoria	81
Figura 38 – Gráfico dos valores das afirmações e da média entre médicos.	85
Figura 39 – Porcentagem das médias de cada afirmação, tomando como valor máximo 4 e mínimo 0.	85
Figura 40 – Principais casos de uso do sistema (Médico)	100
Figura 41 – Principais casos de uso do sistema (Paciente)	101
Figura 42 – Modelo Conceitual do <i>SoStroke Database</i>	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças esquemáticas entre promoção e prevenção	19
Tabela 2 – Taxa de mortalidade hospitalar devido ao AVC no Brasil no ano 2014	21
Tabela 3 – Valor total das internações devido ao AVC no Brasil no ano 2014 . . .	22
Tabela 4 – Dimensões semânticas do Contexto	35
Tabela 5 – Visão geral dos aplicativos de prevenção ao AVC extraídos da loja do <i>Android</i> e da <i>Apple</i>	51
Tabela 6 – Características dos Trabalhos	52
Tabela 7 – Exemplo de classificação baseada no SRS	61
Tabela 8 – Exemplo de entrada não suportada pelo SRS	61
Tabela 9 – Entradas que não possuem classificação definida pelo o SRS.	63
Tabela 10 – Tabela de valores das variáveis de entrada	66
Tabela 11 – Classificação das novas entradas.	67
Tabela 12 – Novas entradas representadas por seus conjuntos <i>fuzzy</i>	67
Tabela 13 – Tabela representando as respostas dos médicos	84
Tabela 14 – Tabela de contribuições de cada afirmação com as médias	84

LISTA DE SIGLAS

- AA Agente de Acompanhamento
- AC Aproveitamento da Categoria
- ACO Aproveitamento da Conduta
- ADF Framework de Desenvolvimento de Aplicativos
- AG Aproveitamento Geral
- AIT Ataque Isquêmico Transitório
- API *Application Programming Interface*
- ARIC *Atherosclerosis Risk in Communities*
- AVC Acidente Vascular Cerebral
- AVCh Acidente Vascular Cerebral Hemorrágico
- AVCi Acidente Vascular Cerebral Isquêmico
- CAGE *Cut down, Annoyed by criticism, Guilty e Eye-opener*
- CHS *Cardiovascular Health Study*
- CS Conjunto de Saída
- CSS Folha de Estilo em Cascata
- DCV Doença Cardiovascular
- DM Diabetes Mellitus
- DVI Dispositivos Vestíveis Inteligentes
- EUA Estados Unidos da America
- FTND *Fagerström Test for Nicotine Dependence*
- FTQ *Fagerström Tolerance Questionnaire*
- GPL *General Public License*
- GPS *Global Position System*
- HIC Hemorragia Intraparenquimatosa Cerebral

HTML Linguagem de Marcação de Hipertexto

HTTP Protocolo de Transferência de Hipertexto

IA Inteligência Artificial

IC Inteligência Computacional

MVC Model-View-Controller

NFC *Near Field Communication*

NHS *Nottingham University Hospitals*

NSA *National Stroke Association*

OHA *Open Handset Alliance*

OMS *Organização Mundial da Saúde*

PHP *Hypertext Preprocessor*

SBC Sociedade Brasileira de Cardiologia

SC Sensibilidade ao Contexto

SGBD Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SM *SoStroke Mobile*

SMA Sistema Multiagente

SNC Sistema Nervoso Central

SQL Linguagem de Consulta Estruturada

SRS *Stroke Risk Scorecard*

SSC Sistema Sensível ao Contexto

SUS *System Usability Scale*

SVM *Support Vector Machine*

SW *SoStroke Web*

TIC Tecnologias da Informação e Comunicação

UERN Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

WONCA Comitê Internacional da Organização Mundial dos Médicos de Família

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	PROMOÇÃO DA SAÚDE E PREVENÇÃO DE DOENÇAS	16
2.2	ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL	19
2.3	COMPUTAÇÃO MÓVEL E CONCEITOS DE M-HEALTH	26
2.4	COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA	30
2.4.1	Computação Sensível ao Contexto	33
2.5	SISTEMAS INTELIGENTES	35
2.5.1	Agentes e Multiagentes	38
2.5.2	Lógica <i>Fuzzy</i>	42
2.5.2.1	Controlador <i>Fuzzy</i>	43
2.5.2.2	Estágio de Fuzzificação	44
2.5.2.3	Base de regras	44
2.5.2.4	Estágio de inferência	45
2.5.2.5	Estágio de Defuzzificação	45
3	TRABALHOS RELACIONADOS	48
4	SOSTROKE: SISTEMA MULTIAGENTE <i>FUZZY</i> PARA MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO DO AVC	53
4.1	VISÃO GERAL	53
4.2	SOSTROKE WEB	57
4.2.1	Especificação do Módulo Inteligente	59
4.3	SOSTROKE MOBILE	70
4.3.1	Especificação da Sensibilidade ao Contexto	72
5	ANÁLISE DO SISTEMA: ESTUDO DE CASO COM MÉDICOS	77
5.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	77
5.2	AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES	78
5.2.1	Configuração do Ambiente	78
5.2.2	Aquisição de dados	79
5.2.3	Transferência de dados	79
5.2.4	Processamento dos Dados e Análise dos Dados	79
5.2.5	Pós-Processamento e Disponibilidade dos Dados	80
5.3	DISCUSSÕES E RESULTADOS	81
6	CONCLUSÃO	88

REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES	99
APÊNDICE A DIAGRAMA DE CASOS DE USO	100
APÊNDICE B MODELO CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS .	102
ANEXOS	103
ANEXO A SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)	104
ANEXO B MODELO DE ANAMNESE	106

1 INTRODUÇÃO

A evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aliadas à popularização da internet vêm revolucionando a computação em geral, no que diz respeito à acessibilidade da população a tais tecnologias. Durante toda a sua história, a computação passou por diversas evoluções, desde dos gigantescos computadores restritos a grandes empresas, até os computadores de mesa nas casas dos usuários. Atualmente, com o advento da computação móvel, instaurou-se na sociedade uma verdadeira revolução, onde tal tecnologia está mais presente, e trouxe diversas vantagens, a ponto de sua utilização tornar-se demanda social.

A popularização da computação móvel deve-se à grande evolução dos dispositivos móveis. Um dispositivo para ser considerado móvel deve possuir algumas características como: poder de processamento, mobilidade, capacidade de funcionamento sem estar conectado à rede elétrica, capacidade de comunicação via internet sem a necessidade de fios. Os *smartphones* podem ser considerados um dos maiores disseminadores da computação móvel em meio à população.

Os *smartphones* possuem uma gama de sensores acessíveis por meio de um sistema operacional, o que permite a implementação de aplicações móveis mais inteligentes, ou seja, devido ao poder de processamento e armazenamento dos *smartphones*, já é possível aplicar técnicas de inteligência artificial, ou até mesmo tirar proveito de ações inteligentes intrínsecas em alguns sistemas operacionais móveis.

A computação móvel se popularizou, a ponto de impactar e atuar em outras áreas, criando assim, subáreas de conhecimento da computação aplicada. A *M-Health* é um exemplo disso, pois é uma área de conhecimento que foca no uso de dispositivos móveis e sem fio, a fim de melhorar os resultados, serviços e pesquisas da saúde. Além disso, juntamente com os conceitos da computação pervasiva, a computação móvel foi fator importante para o surgimento da computação ubíqua.

A computação pervasiva ou computação invisível como também é conhecida, é um conceito que remete tornar a interação homem-máquina a mais natural possível, a ponto de parecer uma interação entre humanos. A computação ubíqua visa justamente integrar a computação pervasiva com as características da computação móvel, objetivando tornar a computação onipresente na vida dos usuários e criando uma experiência completamente renovada de interações entre usuários, sistemas e ambientes. Esses conceitos aplicados à medicina trazem diversas possibilidades de investigação científica, inclusive o monitoramento e avaliação dos hábitos do cotidiano de um indivíduo e podem ser amplamente utilizados em doenças graves, onde o melhor tratamento é a detecção precoce de fatores de risco, como o Acidente Vascular Cerebral (AVC).

O AVC é uma doença grave e mortal que pode acontecer através da obstrução de

vasos sanguíneos que levam sangue ao cérebro, ocasionando uma isquemia em alguma área cerebral, ou pode ocorrer na forma de rompimento de algum vaso sanguíneo cerebral. O AVC isquêmico tem maior índice de casos registrados, chegando a ser até 4 vezes mais que o hemorrágico, que por sua vez, é o tipo com maior taxa de mortalidade sendo considerado o mais grave. O AVC afeta direta e indiretamente a vida de mais de 17 milhões de pessoas em todo o mundo. No Brasil, ao lado das doenças cardiovasculares, representa a maior causa de morte e incapacidade humana. Apesar de ser mais comum em pessoas acima de 50 anos, o AVC pode ocorrer em qualquer estágio da vida, por isso a importância da prevenção constante.

Existem ao redor do mundo diversas instituições e organizações voltadas à prevenção e tratamento do AVC, as quais tem um objetivo em comum, o de diminuir os índices de ocorrência e consequentemente a mortalidade provocada por esse problema. Destacam-se a *American Stroke Association* (ASA) e a *National Stroke Association* (NSA), ambas pesquisam sobre a doença e disponibilizam diretrizes periodicamente para prevenção e tratamento.

A realização de exames regulares e o controle dos fatores de risco são as atitudes mais recomendadas pelas diretrizes para evitar a ocorrência do acidente vascular cerebral. Os fatores de risco do AVC dividem-se entre os modificáveis (aqueles que o indivíduo tem a possibilidade de controlá-los): hipertensão, dislipidemia, diabetes, tabagismo, sedentarismo entre outros e os não modificáveis (fatores que são imutáveis): histórico de AVC na família, idade, raça, sexo.

Neste contexto, constata-se que a melhor forma de controlar tais fatores de risco, é a adoção de hábitos saudáveis que previnam os problemas causados individualmente por cada fator de risco. Também se vê necessário uma forma de medir o desempenho de um paciente com relação à prática dos hábitos saudáveis, pois com essas informações detalhadas e formalizadas, o médico pode ter um mecanismo a mais para auxiliá-lo em uma tomada de decisão. Além disso, recursos para classificar o paciente com relação a esses problemas, medindo de uma forma justa o quanto um indivíduo está correndo risco, seriam muito interessantes para uma melhor compreensão do perfil de cada indivíduo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema multiagente fuzzy para orientar, monitorar, classificar e avaliar pacientes com relação à prevenção primária dos fatores de riscos do AVC. Este sistema foi intitulado SoStroke e encontra-se dividido em dois módulos: *SoStroke Mobile* e *SoStroke Web*.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisa e levantamento bibliográfico sobre os métodos de prevenção e orientação dos fatores de risco;
- Concepção dos componentes móveis para uso do paciente e web para uso do médico;
- Implementação através de técnicas de inteligência artificial de um método para classificar pacientes;
- Criação de agentes inteligentes para suportar as principais funcionalidades do sistema;
- Desenvolvimento de algoritmos sensíveis ao contexto para emissão de cuidados;
- Análise de viabilidade e usabilidade do *software* por profissionais médicos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta os fundamentos teóricos sobre promoção da saúde e prevenção de doenças, Acidente Vascular Cerebral, Computação móvel, Computação ubíqua, Sistemas inteligentes. No capítulo 3 são apresentados os trabalhos relacionados e as inovações na área. No capítulo 4 é abordada toda a construção do sistema desenvolvido. No capítulo 5 é descrito como ocorreu o teste de usabilidade do sistema com médicos. No capítulo 6 são apresentadas as discussões finais, conclusões e perspectivas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é destinado à apresentação dos conceitos e teorias nas quais o trabalho está embasado. Apresenta também definições importantes para facilitar a compreensão do leitor na parte de desenvolvimento. O capítulo está dividido nas seguintes subseções:

- **Promoção da Saúde e Prevenção de Doenças:** Apresenta conceitos importantes sobre definições diversas da medicina preventiva com foco na atenção primária de doenças, a fim de situar o leitor à área da medicina na qual o sistema está envolvido.
- **Acidente Vascular Cerebral:** Mostra a definição da doença, seus tipos, sua epidemiologia, bem como as formas de prevenção e os principais fatores de risco.
- **Computação Móvel e Conceitos de *M-Health*:** Demonstra os conceitos da computação móvel juntamente com uma visão geral de sua popularização e seu crescimento em atuações em diversas áreas da ciência.
- **Computação Ubíqua e Pervasiva:** Exibe a forma como a computação ubíqua vem ganhando espaço em diversos setores, bem como seus conceitos e diferenciação com relação a outros paradigmas.
- **Sistemas Inteligentes:** Expõe diversos conceitos relacionados a inteligência computacional, enfatizando a aplicação de sistemas inteligentes. Além disso discorre sobre as técnicas de inteligência artificial utilizadas neste trabalho.

2.1 PROMOÇÃO DA SAÚDE E PREVENÇÃO DE DOENÇAS

De acordo com Pereira e Oliveira (2014), o conceito de saúde presente na Constituição Federal Brasileira, apesar de não estabelecido totalmente na lógica da Teoria da Determinação Social do Processo Saúde-Doença, põe em questão aspectos relevantes resgatando a importância das dimensões econômica, social e política na produção da saúde e da doença.

A constituição estabelece que a saúde resulta das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, entre outros, sendo principalmente resultado das formas de organização da sociedade, onde grandes desigualdades podem ser geradas nos níveis de vida dos indivíduos. Sendo assim, a caracterização do processo saúde-doença pode se dar pelas relações dos seres humanos com a natureza e com os outros indivíduos em um determinado espaço geográfico e em determinado tempo (PEREIRA; OLIVEIRA, 2014).

Nesta perspectiva, considera-se um dos maiores desafios na atualidade da saúde em geral, a capacidade de transformar em ação concreta, aspectos teóricos e determinantes do processo saúde-doença. Não é uma tarefa fácil pôr em prática cuidados integrais em vários setores da sociedade e que sejam ao mesmo tempo de alcance universal. Campos como promoção e prevenção da saúde visam preservar potenciais de saúde dos indivíduos ou grupos sociais (PEREIRA; OLIVEIRA, 2014).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a promoção da saúde é o processo que permite às pessoas aumentarem o controle e melhorar sua saúde. Para alcançar um estado de completo bem-estar físico, mental e social, um indivíduo ou grupo deve ser capaz de identificar e realizar pretensões, satisfazer as necessidades e mudar ou lidar com o ambiente. A saúde é, portanto, vista como um recurso para a vida cotidiana, não o objetivo de viver. A saúde é um conceito positivo que enfatiza os recursos sociais e pessoais, bem como as capacidades físicas. Portanto, a promoção da saúde não é apenas responsabilidade do setor da saúde, mas vai além dos estilos de vida saudáveis e do bem-estar (WHO, 2009).

A prevenção da saúde teve sua finalidade modificada durante o tempo. Clark D.W. em 1967 assegurava em um senso estrito, que a prevenção significa evitar o desenvolvimento de um estado patológico e em um senso mais amplo, inclui todas as medidas que limitam a progressão da doença em qualquer estágio, entre essas medidas estão inclusas também as terapias definitivas (ATAGUBA; MOONEY, 2011).

Portanto, pode se chamar de prevenção o ato que impacte na redução de mortalidade e morbidade das pessoas (BRASIL, 2013). Ademais, Czeresnia e Freitas (2009) esclarece que o objetivo da prevenção de enfermidades é a redução do risco de se adquirir uma doença específica por reduzir a probabilidade de que uma doença ou desordem venha a afetar um indivíduo.

Leavell e Clark (1976), nos anos setenta, estabeleceram três níveis de prevenção que inter-relacionam atividade médica e saúde pública, onde nesse plano a promoção da saúde era imaginada apenas como um elemento da prevenção primária focada em aspectos educativos individuais. Entretanto, na década de oitenta, após a carta de Otawa, a promoção da saúde foi revalorizada, e se tornou objeto de políticas públicas em várias partes do mundo (CZERESNIA; FREITAS, 2009). Em 1995, Jamouille e Roland propuseram o conceito de Prevenção Quaternária, aceito pelo Comitê Internacional da Organização Mundial dos Médicos de Família (WONCA) em 1999 (ALMEIDA, 2005). Tornando-se quatro, os níveis de prevenção:

- **Prevenção primária:** Objetiva remover causas e fatores de risco de um problema de saúde individual ou populacional antes do desenvolvimento de uma condição clínica. (ex. imunização, orientação de atividade física para controle de obesidade) (BRASIL, 2013).

- **Prevenção secundária:** Objetiva detectar um problema de saúde em estágio inicial, muitas vezes em estágio subclínico, em um indivíduo ou na população, o que facilita o tratamento e o diagnóstico definitivo (BRASIL, 2013).
- **Prevenção terciária:** Objetiva reduzir em um indivíduo ou população os prejuízos funcionais consequentes de um problema agudo ou crônico, incluindo reabilitação (ex. prevenir complicações do diabetes, reabilitar paciente pós-infarto ou pós-AVC) (BRASIL, 2013).
- **Prevenção quaternária:** Objetiva detectar indivíduos em risco de intervenções diagnósticas e/ou terapêuticas, excessivas para protegê-los de novas intervenções médicas inapropriadas e sugerir-lhes alternativas eticamente aceitáveis (BRASIL, 2013).

A prevenção de doenças compreende três categorias:

- **Manutenção de baixo risco:** Objetiva manter as pessoas em um baixo risco para problemas de saúde e que permaneçam com essa condição encontrando formas de evitar doenças.
- **Redução de risco:** Foca nos predicados que implicam risco de moderado a alto, entre os indivíduos ou segmentos da população, buscando maneiras de controlar ou diminuir a prevalência da doença.
- **Deteção precoce:** Objetiva conscientizar os sinais precoces de problemas de saúde, tanto entre usuários leigos como em profissionais, além de verificar se essa detecção precoce traz mais benefícios que prejuízos aos indivíduos. Tem como base a premissa de que algumas doenças têm maiores chances de cura, sobrevida ou qualidade de vida quando detectadas precocemente, como por exemplo o câncer, doenças cardiovasculares, diabetes entre outras.

Segundo Gérvas et al. (2008), nos países desenvolvidos o foco dos cuidados clínicos mudou da cura para a prevenção, ou seja, tornou-se prioridade a antecipação de doenças futuras nos indivíduos que se encontram saudáveis. No Brasil, existem unidades de Atenção Primária à Saúde que têm agendas priorizadas para grupos populacionais específicos como por exemplo diabéticos e hipertensos (BRASIL, 2013).

Prevenção e promoção tem como principal diferença a forma como é vista o conceito de saúde em ambas, uma vez que na promoção a saúde é considerada um conceito positivo e multidimensional, na qual resulta em um modelo participativo de saúde, se opondo ao modelo médico de intervenção. Por sua vez, na prevenção, a saúde é vista simplesmente como ausência de doenças (BUSS, 2003). Além disso, em seu trabalho Czeresnia e Freitas (2009) advertem que a compreensão da diferença entre

Tabela 1 – Diferenças esquemáticas entre promoção e prevenção

CATEGORIAS	PROMOÇÃO DA SAÚDE	PREVENÇÃO DE DOENÇAS
Conceito de saúde	Positivo e multidimensional	Ausência de doença
Modelo de intervenção	Participativo	Médico
Alvo	Toda a população, no seu ambiente total	Principalmente os grupos de alto risco da população
Incumbência	Rede de termas de saúde	Patologia específica
Estratégias	Diversas e complementares	Geralmente única
Abordagens	Facilitação e capacitação	Direcionadoras e persuasivas
Direcionamento de medidas	Oferecidas à população	Impostas a grupos-alvo
Objetivos dos programas	Mudanças na situação dos indivíduos e de seu ambiente	Focam principalmente em indivíduos e grupos de pessoas
Executores dos programas	Organizações não profissionais, movimentos sociais, governos locais, municipais, regionais e nacionais etc.	Profissionais da saúde

Fonte: Adaptado de Buss (2003)

promoção e prevenção, é a consciência de que a incerteza do conhecimento científico não é simples limitação técnica passível de sucessivas superações e que a busca da saúde não é só questão de sobrevivência, mas de qualificação da existência. A Tabela 1 descreve melhor essa diferença abordando algumas categorias relevantes.

Esses dois conceitos muito importantes para a medicina preventiva fornecem ótimas perspectivas para o tratamento e prevenção de doenças como o AVC e as Doenças Cardiovasculares (DCV), haja vista, que são doenças com alto grau de mortalidade no mundo. É constatada a eficácia de cuidados prévios relacionados a rotinas e estilo de vida, à redução de fatores de riscos aplicada fielmente e de maneira correta pode evitar transtornos futuros em indivíduos e por consequência uma melhora na qualidade de vida.

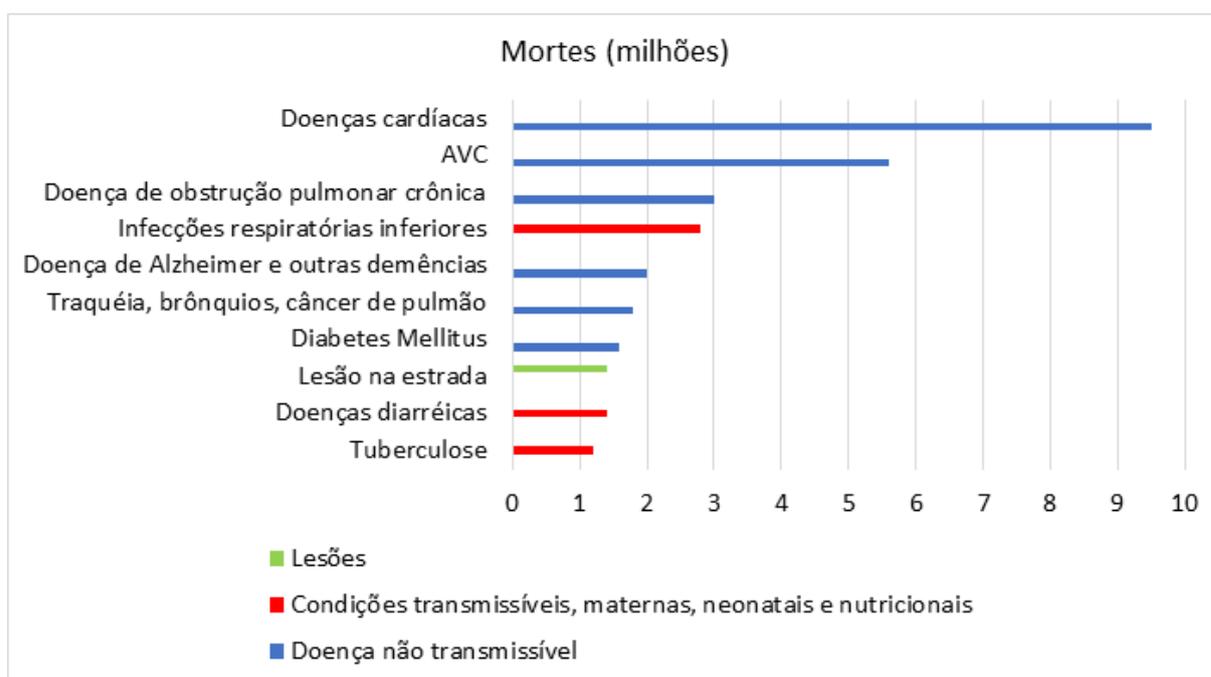
2.2 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

O AVC, também conhecido como derrame cerebral ou Acidente Vascular Encefálico (AVE), ocorre devido a uma isquemia ou hemorragia em algum vaso sanguíneo

responsável por levar oxigênio às células do cérebro, provocando a paralisia da área cerebral que ficou sem circulação de sangue. O AVC está ligado ao desenvolvimento rápido de sinais clínicos de distúrbios focais ou globais, possui início súbito e o paciente pode ter paralisação ou dificuldade para realizar movimentos simples, com membros de um lado do corpo (BRASIL, 2013).

Os sintomas do AVC podem durar 24 horas ou mais e podem ocasionar alterações cognitivas e sensoriais, podendo ocorrer em qualquer idade (com mais frequência na fase adulta). Em crianças ocorre predominantemente em estágio intrauterino e neonatal, cujos principais fatores de risco são: tabagismo, idade avançada da mãe, hipertensão e diabetes. Apesar da queda nas taxas de mortalidade, o AVC ainda representa no Brasil a primeira causa de morte e incapacidade no País, criando assim um grande impacto social e econômico. A taxa de incidência anual em 2013 foi de 108 casos por 100 mil habitantes, com fatalidade aos 30 dias de 18,5% e aos 12 meses de 30,9%, com índice de recorrência de 15,9% (BRASIL, 2013).

Figura 1 – Maiores causas de morte no mundo em 2016



Fonte: Adaptado de WHO (2018)

Segundo WHO (2018), das 56,9 milhões de mortes no mundo em 2016, mais da metade (54%) foram devidas às 10 principais causas (Figura 1). A doença isquêmica do coração e o derrame são os maiores causadores de mortes no mundo, responsáveis por 15,2 milhões de mortes em 2016. Essas doenças continuam sendo as principais causas de morte no mundo nos últimos 15 anos.

A Sociedade Brasileira de Neurologia afirma que a cada 5 minutos morre uma

pessoa vítima de AVC no país (CESARIO et al., 2006). O AVC possui taxa de mortalidade muito alta. Segundo Brasil (2014), o AVC atinge 16 milhões de pessoas ao redor do globo por ano e dessas, seis milhões chegam a óbito.

No Brasil por ano morrem 68 mil e é a principal causa de morte no país. Devido a esses dados alarmantes, a OMS recomenda a adoção de medidas urgentes para a prevenção e tratamento da doença e além disso, o governo federal do Brasil elaborou “A linha de Cuidado do AVC”, um programa governamental que inclui a rede básica de saúde, SAMU, unidades hospitalares, programas de atenção domiciliar, entre outros, visando a capacitação nos cuidados contra a doença (BRASIL, 2014).

Tabela 2 – Taxa de mortalidade hospitalar devido ao AVC no Brasil no ano 2014

Faixa Etária	Masculino	Feminino
Menor de 1 ano	9,09	0
1 a 4 anos	4	16,67
5 a 9 anos	3,23	0
10 a 14 anos	3,41	9,26
15 a 19 anos	1,45	5,35
20 a 24 anos	9,44	7,12
25 a 29 anos	10,21	8,42
30 a 34 anos	11,07	7,55
35 a 39 anos	12,9	9,07
40 a 44 anos	12,57	12,53
45 a 49 anos	12,59	11,21
50 a 54 anos	13,21	11,91
55 a 59 anos	12,17	12,44
60 a 64 anos	12,13	12,99
65 a 69 anos	13,75	13,7
70 a 74 anos	14,37	15,44
75 a 79 anos	17,67	17,63
80 anos ou mais	21,68	23,09
Total	15,02	16,05

Fonte: Adaptado de Botelho et al. (2016)

A média de permanência hospitalar de adultos e idosos em comparação com jovens e crianças é outro fato que chama atenção e pode estar associado ao índice de mortalidade (Tabela 2) de adultos e idosos por AVC (BOTELHO et al., 2016)

O custo de um paciente em média para o SUS chega a ser 6 mil reais esse valor pode variar de acordo com a gravidade do caso. Pacientes que se recuperam completamente do déficit neurológico necessitam de um tempo curto de internação com custo equivalente a 640,00 reais. Para outros casos que apresentam sequelas graves, o tempo de internação pode passar de um mês e o custo pode chegar a 32.000,00 reais. A Tabela 3 mostra os valores por sexo e faixa etária (ABRAMCZUK; VILLELA, 2009).

O AVC pode ser classificado de duas formas dependendo de sua causa. A Figura

Tabela 3 – Valor total das internações devido ao AVC no Brasil no ano 2014

Faixa Etária	Masculino	Feminino
Menor de 1 ano	8.977,89	4.155,2
1 a 4 anos	48.033,88	41.378,62
5 a 9 anos	64.414,21	50.971,18
10 a 14 anos	139.273,77	113.166,92
15 a 19 anos	375.556,34	315.024,75
20 a 24 anos	408.053,82	531.413,41
25 a 29 anos	663.989,1	773.611,06
30 a 34 anos	1.094.716,78	942.736,31
35 a 39 anos	1.467.956,68	1.632.541,95
40 a 44 anos	2.512.378,7	2.700.063,67
45 a 49 anos	4.352.207,66	3.909.505,22
50 a 54 anos	6.771.727,33	5.359.064,02
55 a 59 anos	9.181.555,38	6.665.358,54
60 a 64 anos	11.823.843,86	8.199.943,08
65 a 69 anos	12.368.081,27	9.570.199,09
70 a 74 anos	11.931.315,34	10.081.910,46
75 a 79 anos	11.021.947,27	11.313.454,24
80 anos ou mais	14.445.432,95	19.024.303,6
Total	88.679.462,23	81.228.801,32

Fonte: Adaptado de Botelho et al. (2016)

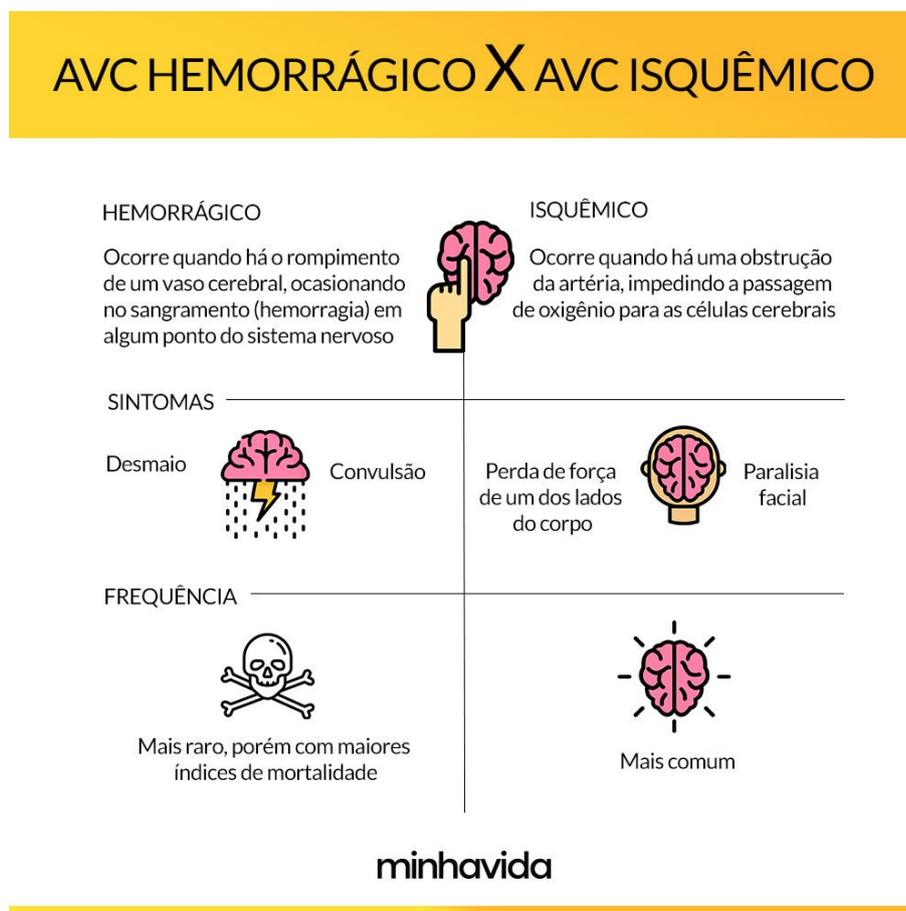
2 mostra as características e os tipos de AVC. Segundo Azevedo et al. (2013) o Acidente Vascular Cerebral Hemorrágico (AVCh), apesar de divergências com relação à sua definição mais formal, pode referir-se a sangramentos intracranianos intraparenquimatosos¹ não traumáticos (espontâneos) ou qualquer coleção de sangue intracraniana. É uma doença grave, e bastante presente no dia-a-dia de clínicos, emergencistas, intensivistas e neurologistas.

O AVCh é uma patologia que, comparada ao Acidente Vascular Cerebral Isquêmico (AVCi), possui poucos levantamentos, estudos e publicações. Nos anos 90, para cada 100 publicações relacionada ao AVC, 97 eram sobre AVCi sobrando apenas 3 publicações para AVCh. Nos últimos anos, o tema passou a ter maior interesse por pesquisadores e houve aumento tanto em publicações como em estudos prospectivos randomizados (AZEVEDO et al., 2013).

O AVCi é o tipo mais comum de AVC com um número de ocorrências bem superior ao AVCh, nas sociedades ocidentais, aproximadamente 80% dos AVE são causados por isquemia cerebral, sua incidência aumenta consideravelmente em indivíduos de idade avançada, uma vez que a aterosclerose e o cardioembolismo são suas principais causas (GUIMARÃES et al., 2014).

¹ Segundo (PONTES-NETO et al., 2009) Hemorragia Intraparenquimatosa Cerebral (HIC) é um subtipo de AVC com pior prognóstico e com tratamento ainda controverso em diversos aspectos.

Figura 2 – Tipos de AVC



Fonte: MINHAVIDA (2018)

O AVCi é causado por fluxo sanguíneo insuficiente em uma região localizada do sistema nervoso central (SNC) ou em todo ele. Os AVCi focais cursam com déficit decorrente do fluxo sanguíneo cerebral em tempo superior a 24 horas, por consequência do não reestabelecimento do fluxo arterial, ocasiona em infarto ou morte neuronal. Quando a duração do déficit neurológico é menor que 24 horas, chama-se de Ataque Isquêmico Transitório (AIT). Quando o fluxo sanguíneo não é normalizado em menos de 1 hora, já existe dano neuronal estabelecido (AZEVEDO et al., 2013).

Assim como no Brasil o AVCi se mantém como um dos principais problemas de saúde nos EUA, com dados alarmantes de mais de 700.000 casos anuais e com cerca de 160.000 mortes, representando um índice de mortalidade de 10% a 17% dos casos. A morbidade do AVCi torna-se um fator importante devido muitos pacientes permanecerem com sequelas após a recuperação do evento retornando às unidades de saúde e tornando-se dependentes das famílias. (AZEVEDO et al., 2013).

Doenças como o AVC possuem a característica de serem, em muitos casos, silenciosas e mortais, ou seja, seus sintomas prévios são de difícil detecção para a vítima, o que ocasiona o aumento de sua taxa de mortalidade. Esse problema atinge também os

diabéticos (pois essa população tem uma maior tendência a surtos como hipoglicemia) e os doentes cardiovasculares (características semelhantes à do AVC) por exemplo. Tais patologias, dentre várias outras, atingem amplamente a população, devido a fatores como estresse, má alimentação, sedentarismo e herança genética (NIDDK, 2016).

Os fatores de risco do AVC classificam-se em fatores modificáveis, não modificáveis e condições físicas. Os fatores não modificáveis são aqueles relacionados a condições em que o indivíduo inevitavelmente encontra-se na zona de risco, entre esses fatores estão: idade, sexo, raça e histórico familiar. A maior taxa de casos de acidente vascular cerebral está em pessoas com a idade entre 60 e 79 anos. Porém foram constatados vários casos em jovens, pois quando o AVC ocorre nesses indivíduos pode ocasionar maior comprometimento vitalício e deficiência. Segundo o estudo de *Framingham*, 1 em cada 6 adultos de meia idade tem risco vital de acidente vascular cerebral (MESCHIA et al., 2014).

Os negros têm maiores taxas de AVC e mortalidade com relação aos brancos. De acordo com o estudo *Atherosclerosis Risk in Communities* (ARIC), os negros têm uma incidência de todos os tipos de AVC, sendo 38% superior à dos brancos. Ainda não está claro se essas diferenças raciais são genéticas, ambientais ou uma interação entre as duas. Possíveis razões para a maior incidência de mortalidade de acidentes vasculares cerebrais em negros, incluem uma maior prevalência de pré-hipertensão, hipertensão, obesidade e diabetes *mellitus* (MESCHIA et al., 2014).

Uma análise de estudos mostrou que o histórico familiar de AVC aumenta o risco de acidente vascular cerebral em 30%. No estudo de *Framingham*, foi observado um aumento de 3 vezes mais, para os indivíduos com casos familiares de AVC. Os pacientes jovens com acidente vascular cerebral são mais propensos a terem um parente de primeiro grau que teve AVC. Já as mulheres são mais propensas do que os homens de terem um histórico parental de acidente vascular cerebral (MESCHIA et al., 2014).

Com relação aos fatores modificáveis destacam-se má alimentação, sedentarismo, obesidade, álcool em excesso e tabagismo. Todos esses fatores estão ligados diretamente uns aos outros pois referem-se ao estilo de vida de cada indivíduo. Por exemplo, uma má alimentação aliada ao sedentarismo pode ocasionar obesidade, que por consequência mata milhares de pessoas pelo mundo. O índice de massa corporal do paciente (IMC), definido pelo peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros, é usado para distinguir o excesso de peso (IMC, 25 a 29 kg / m²) da obesidade (IMC > 30 kg / m²) e da obesidade mórbida (IMC > 40 kg / m²). Os homens que apresentam uma circunferência abdominal maior que 102 cm e as mulheres com circunferência da cintura maior que 88 cm são categorizados como tendo obesidade abdominal (MESCHIA et al., 2014).

A obesidade abdominal pode também ser medida como a relação cintura-quadril. Por cada aumento de 0,01 na relação cintura-quadril, há um aumento de 5% no risco

de doenças cardíacas vasculares. Estudos prospectivos sobre a relação entre o peso (ou medidas de adiposidade) e o acidente vascular cerebral incidente indicam que, na faixa de IMC de 25 a 50 kg / m², houve uma mortalidade aumentada de AVC de 40% com cada aumento de 5 kg / m² no IMC. No entanto, na faixa de IMC de 15 a 24 kg / m², não houve relação entre IMC e mortalidade (MESCHIA et al., 2014).

Sobre a ingestão de álcool em excesso e o tabagismo, o Instituto Nacional sobre Abuso de Álcool e Alcoolismo define mais de 4 doses por dia, ou mais de 14 doses por semana, um consumo em excesso para homens, e define como sendo alto consumo para uma mulher, mais de 3 doses em um único dia ou mais de 7 doses por semana. Uma dose padrão é definida como 12 fl oz (onça líquida) de cerveja regular (aproximadamente 355 ml), 5 fl oz de vinho de mesa (aproximadamente 148 ml), ou uma dose de 1,5 fl oz de bebidas com 40% de álcool (aproximadamente 45 ml). O consumo e excesso de álcool pode levar a várias complicações médicas, incluindo acidente vascular cerebral. Já para o consumo do cigarro, não existem medidas mínimas comprovadas para ser considerado prejudicial, estudos relatam que a partir do uso de um cigarro por dia já existem riscos da ocorrência de AVC (MESCHIA et al., 2014).

Vários instrumentos foram desenvolvidos para avaliar a dependência física da nicotina. Os mais utilizados desses instrumentos são o *Fagerström Tolerance Questionnaire* (FTQ), criado em 1978, e sua versão aperfeiçoada, o *Fagerström Test for Nicotine Dependence* (FTND), ambos desenvolvidos por *Fagerström et al.* O FTND foi desenvolvido principalmente porque o FTQ apresentou desvantagens psicométricas significativas, como consistência interna inaceitável, baixa validade de critério e estrutura multifatorial (MENESES-GAYA et al., 2009).

O FTND foi inicialmente desenvolvido para determinar a necessidade de terapia de reposição de nicotina ao tratamento da síndrome de abstinência. O instrumento consiste em seis dos itens originais do FTQ com pontuação revisada para duas questões. Os escores obtidos no teste permitem classificar a dependência da nicotina em cinco níveis: muito baixo (0 a 2 pontos); baixa (3 a 4 pontos); moderado (5 pontos); alta (6 a 7 pontos); e muito alto (8 a 10 pontos) (MENESES-GAYA et al., 2009).

Algumas condições físicas propiciam um maior risco de incidência de AVC. Estão inclusos nessa lista, doenças cardíacas (aterosclerose, fibrilação atrial, etc), hipertensão, diabetes e colesterol alto. A hipertensão está associada a um risco aumentado de todos os subtipos de AVC isquêmico. Aproximadamente um quarto da população adulta e cerca de metade da população com 65 anos ou mais sofrem de hipertensão arterial. Dentro deste grupo, 60% de todos os pacientes com acidente vascular cerebral têm história progressiva de hipertensão arterial. Estudos observacionais de coortes saudáveis de ambos os sexos mostram um aumento do risco de todos os tipos de AVC (ALLEN; BAYRAKTUTAN, 2008).

Caracteriza-se hipertensão quando a pressão arterial sistólica é maior que 140

mm Hg e a diastólica é maior que 90 mm Hg. A pré-hipertensão é considerada quando o indivíduo tem entre 120 a 139 mm Hg (Pressão Sistólica) ou 80 a 89 mm Hg (Pressão Diastólica). Pessoas com essas características estão abaixo dos limiares atuais para tratamento com drogas (utilização de remédios para estabilizar a pressão). Alternativas são propostas a essas pessoas para se prevenirem, como mudanças no estilo de vida (MESCHIA et al., 2014).

Sobre a diabetes estudos prospectivos relatam que a incidência de AVC isquêmico foi por volta de 2,5 a 3,5 vezes mais elevada entre os diabéticos do que entre os não diabéticos. Além disso, aproximadamente 20 a 40% dos pacientes admitidos com AVC agudo são hiperglicêmicos. Sabe-se que uma boa proporção é diabética, mas outros 25 a 50% dos pacientes têm anormalidades de tolerância à glicose não reconhecidas anteriormente (ALLEN; BAYRAKTUTAN, 2008).

A Dislipidemia, patologia caracterizada pelos níveis elevados de gorduras (triglicerídeos e colesterol) no sangue, ao lado de doenças cardíacas como fibrilação atrial e aterosclerose completam a lista de condições físicas propiciadoras do AVC. Ambas as condições estão totalmente ligadas, haja vista que o aumento dos níveis de lipídios (gorduras) no sangue está diretamente ligada às chances de entupimento das artérias, que por sua vez ocasiona a famosa aterosclerose. Formalmente aterosclerose é uma doença inflamatória crônica das artérias, em grande parte devido à deposição de lipoproteínas (proteínas plasmáticas que carregam colesterol e triglicerídeos) (ALLEN; BAYRAKTUTAN, 2008).

Conhecer esses fatores de risco é muito importante para programar estratégias que possam modificar sua relação com os eventos vasculares cerebrais, partindo da narrativa de Azevedo et al. (2013) que diz que é mais importante modificá-los que quantificá-los. Desta forma, a observância de tais fatores, especialmente quando auxiliado por recursos tecnológicos acessíveis, constitui-se em recurso relevante para um eficiente monitoramento de saúde e consequente aumento da qualidade de vida da população.

2.3 COMPUTAÇÃO MÓVEL E CONCEITOS DE M-HEALTH

A tecnologia da informação está presente no dia-a-dia e vem tornando-se cada vez mais habitual o seu uso. Participa do cotidiano de organizações públicas e privadas, tornando-se essencial em diferentes áreas e atividades sociais, profissionais e econômicas. Sua presença é constante em escolas, empresas e até mesmo em áreas de lazer como *shoppings*. Alguns dos principais fatores que contribuíram para essa popularização foi o alto crescimento das áreas de redes e computação móvel.

Voss et al. (2015) considera que a computação móvel foi a grande causadora da quarta revolução computacional, pelo fato de ampliar o conceito tradicional da computação distribuída e também por eliminar dependências de uma infraestrutura estática ou fixa para se manter conectado. A computação móvel concede aos usuários

processamento, mobilidade e comunicação sem fio, podendo assim, ser considerada um novo paradigma computacional diante das características de seus dispositivos (MATEUS; LOUREIRO, 1998).

Com os avanços da internet e com a evolução da computação móvel, tem-se acesso a recursos antes inacessíveis sem ter que sair de casa. Os celulares modernos são verdadeiros computadores compactos cada vez mais leves e robustos e que, quando conectados à internet, nos fornecem o poder de acessar informações e realizar ações antes complexas com apenas alguns toques na tela.

A mobilidade é com certeza a maior característica desses dispositivos, pois propicia, uma imediata atualização das informações, seja em redes sociais, um material específico de curso ou assuntos pessoais. A integração de recursos como o *Global Positioning System* (GPS) facilita a mobilidade de pessoas com deficiência visual. Assim, as formas de utilização destas tecnologias estão associadas à interação social, à localização espacial, coleta de dados, rastreamento e muitas outras que poderão ser aplicadas em função da intenção do usuário (VARGAS, 2013).

Se um dispositivo consegue realizar processamento, trocar informações via rede e além disso é de fácil manipulação para ser transportado à todo lugar sem muitas dificuldades ao utilizador, tal dispositivo pode ser caracterizado como móvel. Além dessas características o tamanho do dispositivo necessariamente precisa ter seu tamanho reduzido e poder operar sem estar conectado a rede elétrica (VOSS et al., 2015).

Com a evolução da computação móvel, saímos da geração de celulares com display de 8 linhas e teclado *QWERTY* por exemplo, para os *smartphones* e *tablets*, que são dispositivos robustos, com tecnologia *touch screen* e telas muito maiores, passamos a ter verdadeiros computadores móveis em nossas mãos. Como consequência dessa evolução, a tecnologia da informação vem ganhando um papel muito importante na área da saúde. Como resultado, surgiram áreas que estão sendo cada vez mais exploradas ao longo do tempo como: *E-Health* ou saúde eletrônica, do inglês *Electronic Health* e *M-Health* ou saúde móvel do inglês *Mobile Health*.

A definição de *E-Health* torna-se complexa, pois é possível identificar um total de 51 definições disponíveis na literatura científica da área (GUIMARÃES et al., 2008). Entretanto, pode-se definir *E-Health* como o “uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no apoio à saúde e campos relacionados, incluindo serviços, acompanhamento, literatura e educação para a saúde, conhecimento e pesquisa” (BLAYA et al., 2010).

WHO (2010), definiu *M-Health* ou saúde móvel como uma prática de saúde médica e pública apoiada por dispositivos móveis, como: Telefones celulares, *tablets* e outros dispositivos *wireless* e o classificou como componente ou parte de *E-Health*, que faz todo o sentido já que a tecnologia móvel é uma subárea da tecnologia da informação e comunicação. Apesar de serem áreas diferentes, ambas estão correlacionadas e isso

pode trazer situações onde uma pode substituir a outra ou as duas podem trabalhar em conjunto, nesse caso promovendo maior ganho tecnológico ao cenário em que operam.

De acordo com Vital Wave Consulting (2009), um número crescente de países em desenvolvimento, está usando tecnologia móvel para atender às necessidades da saúde. A área de *M-Health* é extraordinariamente dinâmica e a gama de aplicações sendo projetada está em constante expansão. Algumas aplicações-chave para *M-Health* nos países em desenvolvimento são: Educação e consciência, Coleta de dados remotos, Monitoramento remoto, Comunicação e treinamento para profissionais de saúde, e outras aplicações na Figura 3.

Figura 3 – Aplicações da *M-Health*



Fonte: Rocha et al. (2016)

Tão importante quanto a relação custo-benefício e escalabilidade da *M-Health*, é a sua capacidade de fornecer uma ferramenta eficaz e responder às necessidades de saúde emergentes. Especialistas em saúde, afirmam que dentro dos próximos 15 anos, os políticos responsáveis e os profissionais da saúde no mundo em desenvolvimento serão forçados a girar seu foco para a prevenção e detecção precoce, em vez de tratamento em estágio final de doenças não transmissíveis, como diabetes e câncer, bem como às necessidades de saúde no envelhecimento.

Compondo a *M-Health* estão os chamados Dispositivos Vestíveis Inteligentes (DVI) (*smart wearable devices*) na qual caracterizam-se como dispositivos ou sensores eletrônicos, sem fios, que permitem a utilização e o acesso por pessoas em suas atividades cotidianas, permitindo-lhes assim uma monitoração e/ou até uma intervenção em suas

condições de saúde.

A massificação de DVI pode ser um fator redutor de gastos em saúde, além de possivelmente propiciar:

- Minimizar erros médicos;
- Prevenir hospitalização desnecessárias;
- Ampliar a interação entre pacientes e profissionais de saúde dentre outros.

Obter informações sobre dados clínicos de modo confiável, disponíveis a qualquer tempo e lugar, e conceber intervenções terapêuticas customizadas, tem modificado as formas como são ofertados alguns serviços de saúde. A saúde móvel abre novas perspectivas para a coleta de dados ambientais, biológicos, comportamentais e emocionais, inclusive para intervenções terapêuticas, a partir da utilização dos DVIs (ROCHA et al., 2016).

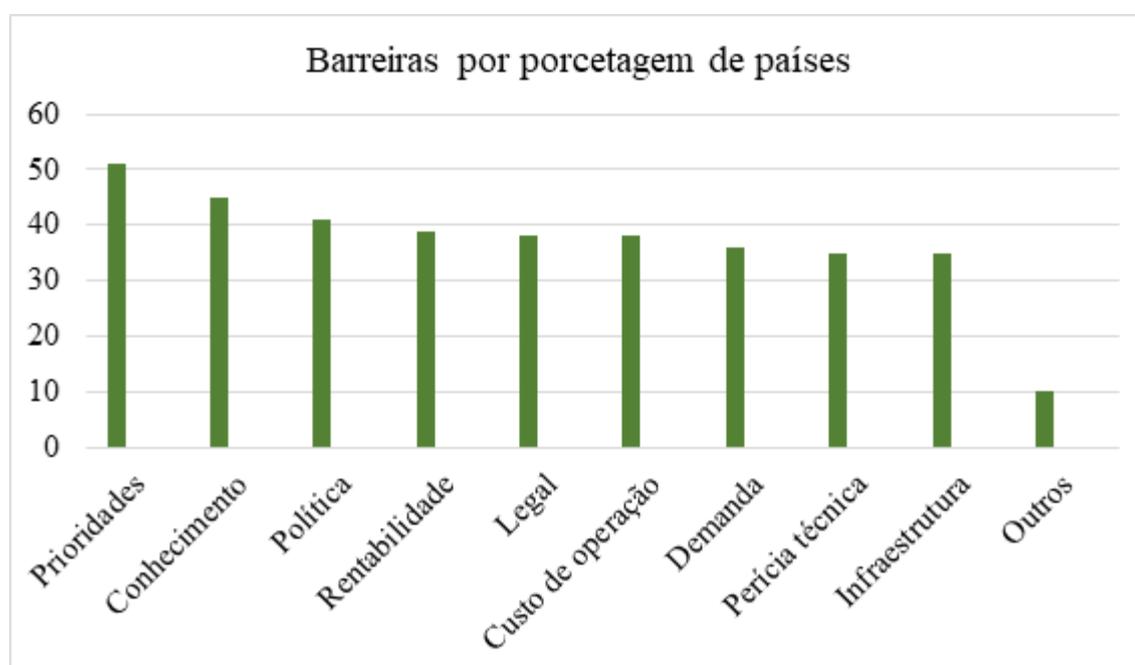
Segundo WHO (2010) as principais aplicações desse tipo de tecnologia são:

- Suporte telefônico para cuidado em saúde;
- Serviços telefônicos gratuitos de emergência;
- Acompanhamento da adesão ao tratamento;
- Lembretes de compromissos;
- Ações de promoção da saúde e mobilização comunitária;
- Campanhas de educação em saúde;
- Telemedicina móvel;
- Atendimento de emergências em Saúde Pública;
- Vigilância e monitoramento epidemiológico de pacientes;
- Disseminação de informações;
- Desenvolvimento de sistemas de apoio à tomada de decisão; e
- Novas formas de armazenamento de dados clínicos.

Por fim, é importante ressaltar algumas barreiras para a implementação da *M-Health*. Em WHO (2010) foi realizada uma pesquisa para identificar as barreiras mais importantes. Estados membros, foram convidados a selecionar as quatro barreiras mais impactantes que se aplicavam à situação de seu país a partir de uma lista de nove opções. Os resultados explicam as diferenças na adoção de iniciativas de saúde que se encontram

entre regiões e grupos de renda. É vital compreender as barreiras à adoção da *M-Health* e a sua utilização nos países, para que recursos financeiros, humanos e técnicos possam ser alocados para propiciar melhoria da saúde populacional. A Figura 4 ilustra as barreiras citadas para a implementação da saúde móvel globalmente. Como resultados, 53% dos estados membros relataram as prioridades do sistema de saúde como sua principal barreira. Além disso a infraestrutura foi citada como dificuldade menos importante (26%) e como mais importantes todos relataram as prioridades concorrentes, relação custo-eficácia e a falta de conhecimento.

Figura 4 – Barreiras da *M-Health*



Fonte: Adaptado de eHealth (2011)

2.4 COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA

O termo ubíquo é bastante expressado no sentido de que a computação e os computadores estão inseridos no cotidiano das pessoas e estão presentes em todo lugar. Desse modo, a computação ubíqua objetiva mudar o foco dos usuários no computador central, para uma forma em que a interação entre homem e máquina aconteça de forma subconsciente.

A computação ubíqua foi criada por Mark Weiser e teve o termo utilizado pela primeira vez em *The Computer for the 21st Century*, onde a definiu como uma forma de utilizar das características do computador em qualquer lugar e ambiente físico de forma invisível ao usuário. A famosa frase “as mais profundas tecnologias são aquelas

que desaparecem”, de Weiser, está relacionada a inserção da computação na vida das pessoas de modo tão natural que não seja percebida.

Com uma visão de uma nova linha de pesquisa ainda não explorada na computação, o coração da computação ubíqua está na geração de ambientes saturados, de recursos computacionais, com capacidade de comunicação integrada, de forma transparente ao ser humano. Inicialmente a ideia de Weiser previa sair da forma tradicional de comunicação entre usuário e computador, feita por meio de *mouses*, teclados e monitores e ir para um lado mais humano com a utilização de gestos e falas (WEISER, 1999).

A evolução das redes sem fio, da tecnologia móvel e dos sensores, tornou a visão da computação ubíqua mais próxima da realidade. Aplicações autônomas que operam de maneira proativa independentemente do controle humano direto, estão sendo cada vez mais desenvolvidas para fornecer um suporte mais transparente e invisível aos usuários (THANT; NAING, 2005).

A Computação Ubíqua promove um ambiente físico que assimila facilmente dispositivos digitais. Ela fornece uma estrutura para os usuários acessarem seus aplicativos e dados em qualquer lugar no ambiente (THANT; NAING, 2005). Nesse sentido, o computador pode ser encarado como uma extensão das habilidades humanas, na qual tarefas do cotidiano podem ser realizadas de maneira mais fácil, pois os serviços e recursos computacionais estão sempre disponíveis ao usuário a qualquer hora e lugar (MONTEIRO, 2015).

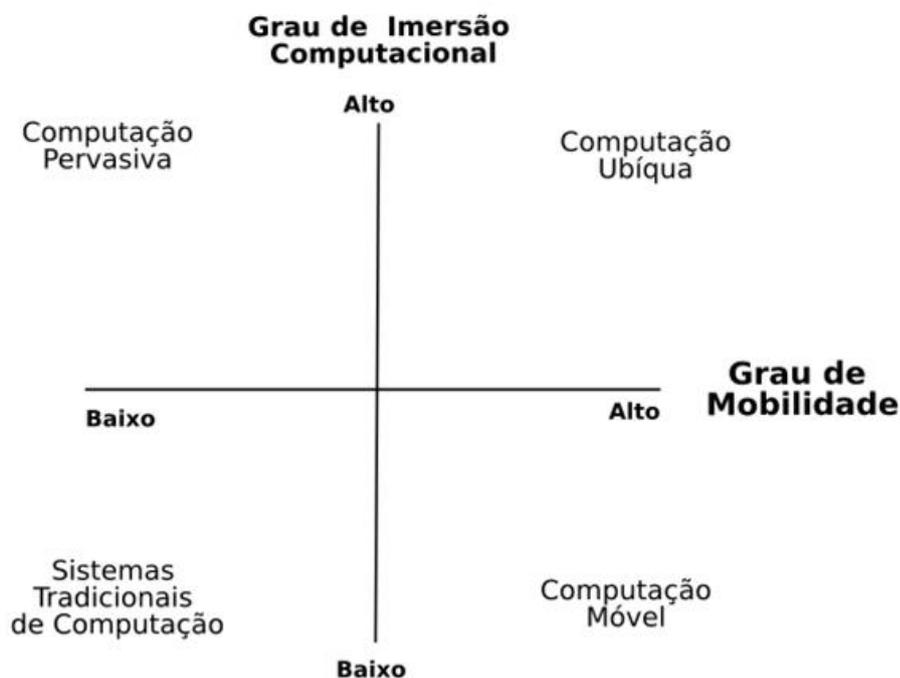
Segundo Araujo (2003), um sistema ubíquo possui algumas características como:

- Acesso a informação através de mais de um dispositivo heterogêneo;
- Autorrelacionamento entre dispositivos;
- Algumas tarefas são executadas autonomamente;
- Troca de informações com o ambiente;
- Acompanhamento do usuário e respostas a alterações no ambiente;

A computação ubíqua possui algumas das características destacadas em comum com outros modelos computacionais: a computação móvel e a computação pervasiva. A computação ubíqua integra alguns avanços desses paradigmas, objetivando a maior integração entre a computação e o ambiente físico. Na Figura 5 é possível ver a relação entre essas 3 vertentes com o grau de imersão computacional e o grau de mobilidade.

A computação pervasiva é um paradigma computacional que se baseia no acesso às aplicações por meio de interações naturais com os usuários de forma transparente. Além disso a computação pervasiva interage e obtém do ambiente ao seu redor diversas informações a fim de serem utilizadas em prol dos usuários (OBAIDAT et al., 2011). A computação pervasiva disponibiliza diversos dispositivos inteligentes nos ambientes,

Figura 5 – Relação entre computação ubíqua, móvel e pervasiva



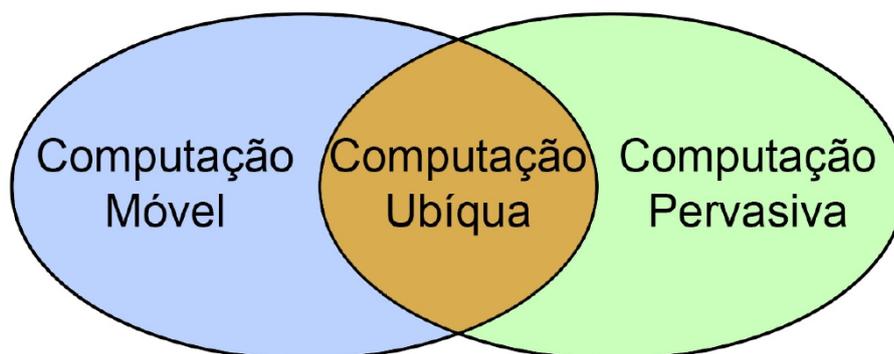
Fonte: Lyytinen e Yoo (2002)

tais dispositivos são estruturados para fornecer acesso das informações aos usuários e dar suporte para a realização de tarefas (SACCOL; REINHARD, 2007).

Segundo Hansmann et al. (2013) destacam-se algumas características da computação pervasiva:

- **Simplicidade:** Os dispositivos pervasivos devem ter sua usabilidade simples, pois normalmente tais dispositivos desempenham tarefas especializadas, e a simplicidade deve ser sempre levada em consideração para evitar transtornos desnecessários aos usuários.
- **Conectividade:** Fator importante para a troca de informações, a comunicação entre dispositivos é algo crucial, por isso um dispositivo pervasivo com uma diversidade de protocolos de conectividade é favorecido com diversas alternativas, aumentando assim as chances de comunicação entre as demais aplicações sejam *hardware* ou *software*.
- **Diversificação:** está relacionada aos serviços. Um dos maiores desafios é fazer com que um mesmo serviço funcione em diferentes tipos de dispositivos.
- **Descentralização:** remete a distribuição de serviços e tarefas entre os vários dispositivos heterogêneos, pertencentes em redes de mudança constante.

Figura 6 – Relação entre paradigmas



Fonte: MAGALHÃES (2015)

Diante do que foi exposto pode-se concluir que tanto a computação ubíqua quanto a pervasiva, fornecem meios de interação com o usuário, de uma forma impactante, pois suas ações e suas características agem e interferem diretamente no cotidiano das pessoas. Com o avanço da computação móvel a computação ubíqua ganhou novas forças e habilidades com relação a poder de processamento e pluralidade de funcionalidades.

Atuando em conjunto, esses 3 paradigmas fornecem meios de levar a computação, para os usuários de uma forma onipresente, possibilitando áreas como o monitoramento da saúde por exemplo, ganhar mais controle sobre os pacientes, obtendo um ganho muito grande na precisão das informações fornecidas a partir de ambientes distintos. Pode-se ver na Figura 6 a imersão dessas 3 áreas, que apesar de apresentarem distinções enquanto encaradas individualmente, mas juntas mostraram-se ser totalmente complementares.

2.4.1 Computação Sensível ao Contexto

A Sensibilidade ao Contexto (SC) utiliza informações relevantes sobre entidades para facilitar a interação entre usuários e aplicações, tais informações podem ser agrupadas através de associações, aumentando assim o grau de pervasidade de uma aplicação, pois cria-se um leque de possibilidades para utilizar essas informações associadas, em diversas situações do cotidiano das pessoas (VENEZIAN, 2010).

A SC do inglês (*context-aware*), pode ser considerada uma das principais subáreas da computação ubíqua, pois objetiva criar maneiras de coletar dados de forma automática, para os dispositivos computacionais capazes de refletir as condições atuais do usuário e do ambiente em que se encontram, sempre considerando suas características de *hardware* ou *software* (MACHADO et al., 2010).

Segundo Raz et al. (2006) a SC é um paradigma computacional que foca na utilização de informações contextuais obtidas através de diversos meios, de modo agregar valor a seus serviços, possibilitando assim, adaptação, expansão, restrição ou alteração das funcionalidades conforme percebidas mudanças nos contextos observados.

Da mesma forma que um palavra ou jeito tem seu sentido e significado alterados dependendo da situação, um usuário de um sistema está cercado pelo seu contexto enquanto interage com uma tecnologia ou serviço.

- Ward et al. (1997): Definiram o contexto primariamente como a localização de um objeto em um dado ambiente;
- Pascoe et al. (1999): Foram os pioneiros a propor que um contexto se referisse a algo além de uma localização, fazendo extensão do termo para adicionar atributos do ambiente;
- Schmidt et al. (1999): Expandiram mais ainda a ideia de contexto como sendo algo além de localização, englobando informações sobre o clima, infraestrutura, dispositivos, usuários e atividades.

A definição formal mais utilizada pode ser encontrada em Dey e Abowd (1999) na qual definem sensibilidade ao contexto com base no conceito de contexto: sendo qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de entidade; e entidade: que pode ser pessoa, lugar ou objeto considerado relevante para a interação entre usuário e aplicação. Da forma abordada por Dey e Abowd (1999), toda informação somente é útil quando há um relação entre ela um contexto específico.

Ainda sobre contextos, Schilit (1995) e Schilit e Theimer (1994) os abordam categorizando-os em:

- Contexto computacional: refere-se à conectividade da rede, custos de comunicação, largura de banda e a demais recursos disponíveis;
- Contexto do usuário: dispendo do perfil e localização do usuário, pessoa próximas entre outros;
- Contexto físico: refere-se à luminosidade, níveis de ruído, condições ambientais e vários outros.

Já Abowd e Mynatt (2000) sugerem o uso das seis dimensões semânticas descritas na Tabela 4 e apresentam também uma categorização inicial abordando somente duas características:

- Contexto primário: composto por situações que caracterizam uma entidade, como localização, identidade, tempo e/ou atividade;
- Contexto secundário: são informações que podem ser inferidas ou encontradas através do contexto primário como por exemplo, o e-mail de um usuário através do nome.

Tabela 4 – Dimensões semânticas do Contexto

Dimensão	Descrição
Quem	Quem realiza uma determinada atividade, quem pode alterar o contexto ou quem pode ser notificado caso o contexto seja alterado.
Onde	Onde o contexto está. Esta é uma das dimensões mais usadas devido ao grande interesse de sistemas baseados em localização.
Quando	Informação temporal, de duração ou de intervalo de tempo para determinar quanto tempo uma entidade está dentro de um contexto.
Por onde	Trajetos que uma entidade percorreu durante determinado tempo, permitindo rastrear os caminhos que uma entidade tomou durante um período.
O quê	O que o usuário está fazendo no momento. Geralmente necessita de sensores para determinar qual é a atividade.
Porquê	Por que razão o usuário está realizando determinada atividade.

Fonte: Adaptado de Abowd e Mynatt (2000)

O contexto guia as mudanças do comportamento de um Sistema Sensível ao Contexto (SSC), ampliando as interações do usuário, tanto por influenciar recomendações como por executar adaptações de qualquer tipo (SANTOS, 2008). Dey e Abowd (1999) classificam SSC como sistemas que usam contextos para prover informações ou serviços ao usuário.

Os *smartphones*, *tablets* e dispositivos pessoais móveis, por possuírem diversas tecnologias agregadas como por exemplo *Bluetooth*, *Near Field Communication* (NFC) e *Global Position System* (GPS), fornecem aos SSC uma gama de interações heterogêneas com o ambiente, possibilitando, na criação de diversos contextos, e consequentemente diversos serviços ao usuário e à aplicação na qual ambos podem se auto adaptar para uma interação mais precisa com o ambiente, comprovando assim a magnífica contribuição que os dispositivos móveis atuais, quando bem empregados, podem trazer a sociedade em geral.

2.5 SISTEMAS INTELIGENTES

A capacidade cognitiva humana é uma das principais características que difere a espécie *homo sapiens* das demais residentes no planeta, por ser tão complexo, chega a ser misterioso o processo com o que o cérebro humano absorve e adquire conhecimento. Há anos busca-se entender como é realizada, feita e construída a ação de pensar, isto é, como um ser pode perceber, compreender, prever e manipular todo um mundo ou ambiente com proporções muito maiores que a si próprio. O campo da inteligência artificial (IA) também chamada de inteligência computacional (IC) vai mais além, tentando não apenas compreender, mas também construir entidades inteligentes (RUSSELL; NORVIG, 2010).

Apesar de ter surgido após a segunda guerra mundial em meados da década

de 50, a IA pode ser considerada um campo recente em ciências e engenharia. Seu crescimento se deu com o passar dos anos devido a popularização dos computadores e a evolução da capacidade de processamento das máquinas. (RUSSELL; NORVIG, 2010)

Russell e Norvig (2010) organizaram as definições da IA em 4 estratégias conforme a Figura 7. Em linhas gerais, as definições da parte superior relacionam-se a processos de pensamento e raciocínio, as da parte inferior ao comportamento. As definições do lado esquerdo medem o sucesso em termos de fidelidade ao desempenho humano, enquanto as do lado direito medem o sucesso comparando-o a um conceito de racionalidade.

Figura 7 – Definições da IA

Pensando como um humano	Pensando racionalmente
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) <i>máquinas com mentes</i>, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
Agindo como seres humanos	Agindo racionalmente
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas pessoas.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1998)</p>

Fonte: Russell e Norvig (2010)

A migração de dados para as informações através de sistemas de informações foi um desafio na década de 80. A partir de 1990, o desafio passou a ser a criação de sistemas que fossem capazes de representar e processar conhecimento como repostas para diferentes necessidades. A Figura 8 ilustra a estrutura dos dados, informações e conhecimento (REZENDE, 2005).

A criação de um conhecimento é o resultado da comparação de uma informação combinada em muitas ligações úteis e com significado, ou seja, o conhecimento de determinado indivíduo é dependente dos valores e das experiências do mesmo. O conhecimento pode ser representado como combinação de estruturas de dados e procedimentos interpretativos que levam a um comportamento conhecido, que por sua vez fornece informações a um sistema que poderá planejar e decidir. Pode-se assim dizer que uma decisão é o uso explícito do conhecimento (REZENDE, 2005).

Segundo Rezende (2005) a definição de conhecimento remete algumas delimitações podendo-se pensar em níveis de conhecimento como:

- **Fatos:** Relações arbitrárias entre objetos, símbolos, eventos, etc;
- **Conceitos:** Resultados de idéias abstratas, de natureza hierárquica;
- **Regras:** Operações e passos que orientam a ação, origina-se a partir da análise de fatos e conceitos;
- **Metarregras:** Responsável pela criação e aplicação de novas regras a novas situações, corresponde a geração de conhecimento novo

Figura 8 – Dado, informação e conhecimento



Fonte: Rezende (2005)

As fontes de informações e suas disponibilidades são determinadas pelo tipo de conhecimento necessário para a solução do problema, isso significa que o conhecimento pode ser gerado de diversas formas, a partir de combinações de informações diferentes. Com isso, uma decisão pode ser tomada por meio da análise lógica baseado em dados de relatórios, entrevistas ou outros meios eletromecânicos. O foco da IA está em viabilizar o processo cognitivo humano de obtenção de dados e manipulação de símbolos para as máquinas, com a proposta de desenvolver Sistemas Inteligentes (SI) capazes de simular ou emular o processo de decisão humano.

Os SI apresentam dois pontos chaves, a capacidade de utilizar conhecimento para desempenhar tarefas ou resolver problemas; e a aptidão para aproveitar inferências e associações para trabalhar com problemas complexos que se aproximam de problemas reais. Dentre as habilidades inteligentes destacam-se o armazenamento e recuperação

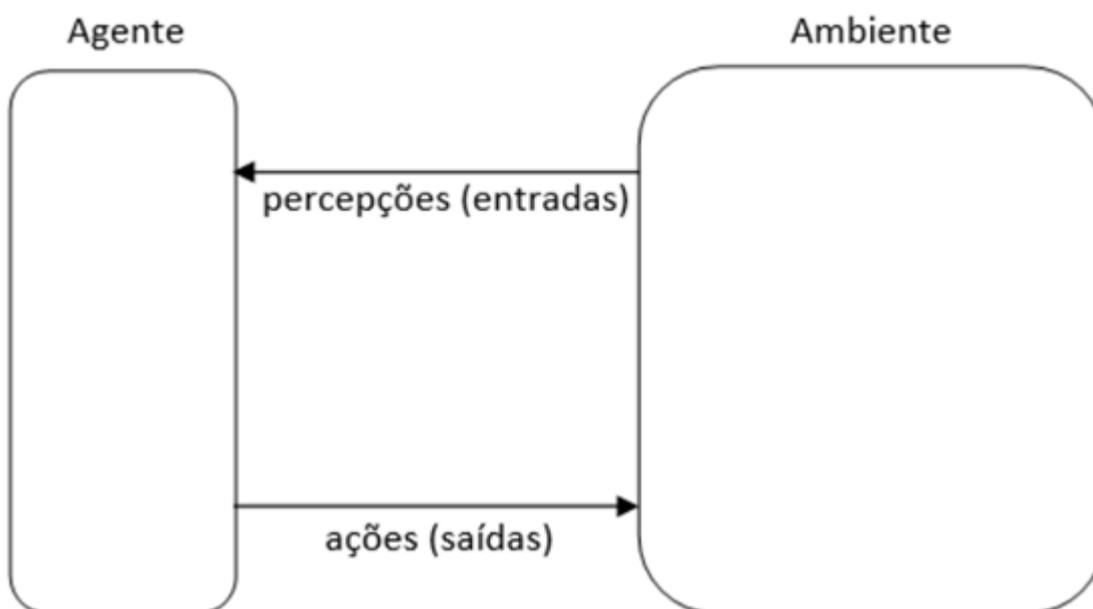
eficiente de grande quantidade de informação e a adaptação ou mudança no comportamento baseado na racionalidade (bom senso), esses são os requisitos mínimos para um sistema computacional ser chamado de inteligente (REZENDE, 2005).

Existem diversas técnicas para o desenvolvimento de sistemas inteligentes presente no campo da inteligência artificial, destacam-se como principais metodologias: Aquisição de conhecimento, Aprendizado de Máquina, Redes Neurais, Lógica Fuzzy, Agentes e Multiagentes.

2.5.1 Agentes e Multiagentes

Segundo Russell e Norvig (2010) considera-se um agente, tudo que pode perceber e atuar sobre um ambiente por meio de sensores e atuadores. Essa ideia (ilustrada na Figura 9) pode ser aplicada a agentes humanos, com ouvidos, olhos e demais órgãos sendo sensores e pernas, braços e mãos como atuadores. As câmeras e detectores podem funcionar como sensores para os agentes robóticos e os diversos motores como atuadores. Um agente de *software* recebe sequência de teclas digitadas, conteúdos digitais (dados) e pacotes de redes como entradas sensoriais e atua sobre o ambiente exibindo algo na tela, escrevendo arquivos e enviando pacotes de rede.

Figura 9 – Interação do agente com o ambiente



Fonte: Russell e Norvig (2010)

Há diferentes definições para agentes, porém, entende-se que os agentes procedem do emprego das técnicas da IA para auxiliar usuários na execução de tarefas específicas. Na Literatura, diversos conceitos formalmente definidos são encontrados na área:

- Um agente, físico ou virtual, possui a capacidade de atuar em um ambiente, comunicar-se com outros agentes. Além disso, tem objetivos individuais de satisfação e possui recursos próprios, sendo capaz de perceber o ambiente e oferecer serviços (FERBER; GUTKNECHT,).
- Programas que dialogam para negociar e coordenar transferências de informação executando várias operações para o usuário, baseado na representação do conhecimento (ARTERO, 2008).
- Sistema computacional capaz de ações autônomas em um ambiente com a finalidade de atingir os objetivos delegados (WOOLDRIDGE, 2009).
- Representa dois conceitos, sendo o primeiro a capacidade executar ações autonomamente, e o segundo a capacidade raciocinar diante de um domínio específico (CALADO, 2015)

Russell e Norvig (2010) define quatro tipos básicos de agente:

- **Agentes reativos simples:** As ações são selecionadas com base na percepção atual, esse tipo de agente ignora o histórico de percepções. Os agentes reativos simples operam baseados em conexões do tipo regra-condição-ação, similar as condições humanas quando realizados alguns reflexos inatos como piscar o olho quando algo se aproxima, ou seja, uma resposta baseada em estímulos.
- **Agente reativo com estado:** é um agente reativo mais complexo, que diferente do simples, mantém um estado interno que depende de seu histórico de percepções e ações. O agente atualiza seu estado interno a cada nova percepção e suas ações agora não mais dependente apenas da percepção atual, mas também do estado. Esse tipo de agente também é conhecido como agente baseado em modelo.
- **Agentes baseados em objetivos:** são agentes que necessitam conhecer os seus objetivos para que possam alcança-los. Esse agente mantém um registro interno do estado do ambiente baseado em suas percepções e também um conjunto de metas que ele deve tenta alcançar. Tais objetivos são alcançados por meio de busca e planejamento.
- **Agente baseado em utilidade:** Este agente é capaz de mensurar o grau de felicidade e os objetivos a partir do estado em que se encontra. Isto é feito através da função de utilidade interna. Tal função mapeia um estado (ou uma sequência de estados) em um número real, que descreve o grau de felicidade associado.

Além dos tipos pode-se ressaltar algumas propriedades segundo Franklin e Graesser (1997):

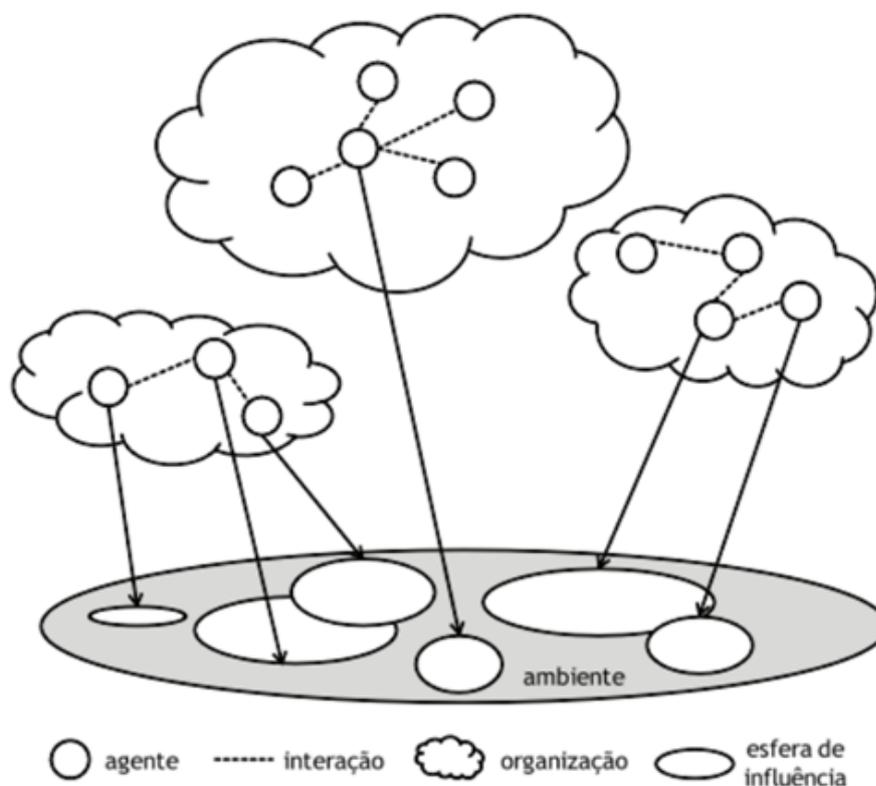
- **Autonomia:** Os agentes possuem controle total sobre suas ações, eles executam a maior parte de suas ações sem a interferência de outros agentes sejam ele humanos ou computacionais.
- **Comunicação:** Os agentes podem se comunicar e interagir com agentes, sendo estes humanos ou computadorizados. Geralmente fazem isso a fim de completarem seus objetivos ou como forma de auxiliar na resolução de problemas de outros agentes;
- **Reatividade:** Refere-se as gentes perceberem e reagirem às alterações nos ambientes em estão inseridos;
- **Proatividade:** Agentes devem apresentar um comportamento orientado a objetivos, tomando iniciativas em determinadas situações;
- **Adaptabilidade:** Refere-se a mudança de comportamento através de experiências vivenciadas
- **Mobilidade:** Capacidade de migrar de um dispositivo computacional para outro;

Não há a necessidade de um agente possuir todas essas propriedades, mas o seu grau de inteligência depende diretamente da quantidade de propriedades que ele possui. Um agente pode ser definido como em agente de noção fraca ou forte, sendo o de noção fraca, agentes autônomos e capazes de interagir entre si e responder a estímulos para tomar iniciativas. O agente de noção forte possui mais propriedades que o de noção fraca operam de melhor forma para atingir seus objetivos. Devido serem mais confiáveis, seguros, podem mover-se entre dispositivos e são mais obedientes (CAFARATE, 2011).

Chama-se de Sistema Multiagente (SMA) um grupo formado por agentes com objetivos individuais e comuns, na qual residem no mesmo ambiente se comunicando ou competindo para o cumprimento das metas (HENDERSON-SELLERS; GIORGINI, 2005). SMA é uma subárea da IA, que investiga o comportamento de um conjunto de agentes autônomos com o objetivo de solucionar um problema que não seria possível com a utilização de somente um agente (LIMA, 2016). A utilização de SMA fornece algumas vantagens como:

- Melhor adaptação, segurança e autonomia do *software*;
- Redução de custos de desenvolvimento e manutenção;
- Aumentar da eficiência e tempo de resposta;
- Aumentando da capacidade de processamento devido a integração de agentes, bem como a eficácia na resolução de seus objetivos.

Figura 10 – Estrutura de um sistema multiagente



Fonte: Wooldridge (2009)

De acordo com Wooldridge (2009) os SMA possuem um número de agentes que interagem por comunicação, agem em um ambiente e tem diferentes esferas de influência. São ligados entre si por relações organizacionais, como ilustrado na Figura 10.

Com base na figura, percebe-se que cada agente possui controles diferente em partes diferentes dos ambientes, sendo a sobreposição entre eles algo possível ou não. Devido as esferas poderem coincidir, surgem dependências entres os agentes, sendo que eles podem também estarem ligados por outros relacionamentos hierárquicos.

De acordo com Sycara (1998), as características de SMA são tais que:

- Cada agente possui uma visão limitada;
- Não há controle global do sistema;
- Trabalham com dados descentralizados;
- A computação é assíncrona, de maneira a permitir a comunicação entre agentes heterogêneos.

2.5.2 Lógica Fuzzy

Destaca-se entre as características da raça humana a capacidade de lidar com fatos ambíguos, incertos e informações vagas na resolução de problemas, construindo assim um grande desafio para o campo da inteligência computacional. Na lógica clássica ou *Booleana* usa-se definições bem acentuadas para separar conjuntos, onde as proposições são consideradas verdadeiras ou falsas.

Jan Lukasiewicz (1878-1956), foi o primeiro a desenvolver os princípios da lógica *fuzzy* na qual desenvolveu e introduziu o conceito de conjuntos com grau de pertinência, que ajustados aos conceitos da lógica clássica embasou na década de 60 Lofti Asker Zadeh. Zadeh foi professor de Ciência da Computação na universidade da Califórnia em Berkeley, foi o primeiro autor de uma publicação sobre lógica *fuzzy* (RIGNEL et al., 2011).

A lógica nebulosa ou difusa ou *fuzzy*, objetiva permitir a modelagem do modo aproximado de raciocínio, é uma teoria com base matemática que tenta imitar a habilidade humana de tomar decisões em ambientes de incerteza e imprecisão.

O grande objetivo de um sistema inteligente é por regras de negócio em uma base de conhecimento e explicar o raciocínio obtido, detalhadamente para assim chegar a um resultado. Com isso, a lógica difusa fornece conceitos e recursos para sistema inteligentes de controle a decisão que trabalham com informações imprecisas e subjetivas, como exemplo pode-se citar: sistemas de análise de crédito; detecção de fraude em seguradoras; aparelhos de refrigeração, entre outras (GOLDSCHMIDT, 2010).

Diferentemente da teoria clássica onde um conjunto é denominado “crisp”, onde um dado elemento de um universo de discurso está dentro desse conjunto ou está fora, na teoria dos conjuntos nebulosos cada elemento possui um grau de pertinência relacionado a um conjunto. O grau de pertinência de um elemento representa o quão compatível aquele elemento é para determinado conjunto (RIGNEL et al., 2011). Por exemplo, dados os conjuntos a seguir:

Muito Jovem= {x é pessoa/ idade (x) < 10}

Jovem= {x é pessoa/ 10 ≤ idade (x) < 40}

Velho= {x é pessoa/ 40 ≤ idade (x) < 60}

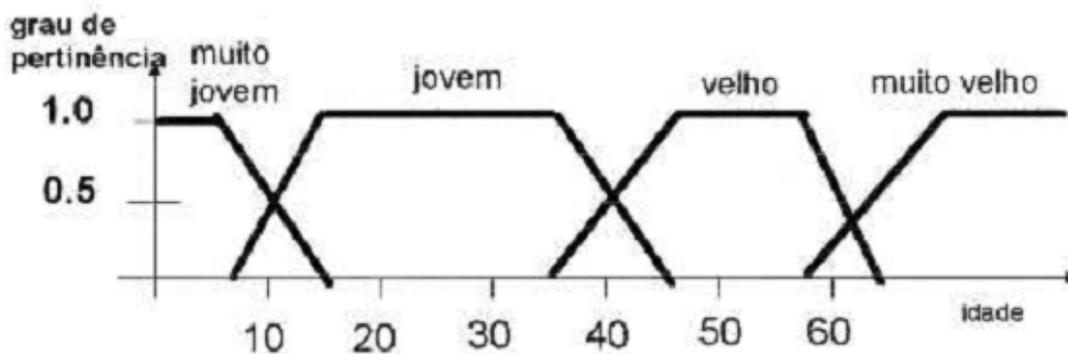
Muito Velho= {x é pessoa/ idade(x) ≥ 60}

Supondo agora José e João com idades respectivas de 39 e 40 anos. De acordo com os conceitos dos conjuntos definidos acima, José é considerado jovem e João velho. A lógica nebulosa juntamente com a Teoria dos Conjuntos Nebulosos, visa evitar mudanças abruptas de um conceito (jovem) para outro (velho), introduzindo mecanismos que tornem mais suave a transição entre conceitos (GOLDSCHMIDT, 2010).

Dado um conjunto nebuloso A, tal conjunto pode representado por uma função de pertinência $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$, sendo o conjunto X o universo de discurso do problema.

O grau de pertinência $\mu_A(x_0)$ expressa o quanto o elemento x_0 é compatível com o conjunto A. Como $\mu_A(x_0)$ é representado através do intervalo $[0,1]$, isso significa que quanto mais próximo $\mu_A(x_0)$ for de 1 mais compatível o elemento x_0 é do conceito do conjunto A, o contrário é válido para quando $\mu_A(x_0)$ se aproxima de 0. A Figura 11 mostra o exemplo anterior modelado através de conjuntos *fuzzy* e variáveis linguísticas.

Figura 11 – Exemplos de conjuntos nebulosos associados a variável Idade



Fonte: Goldschmidt (2010)

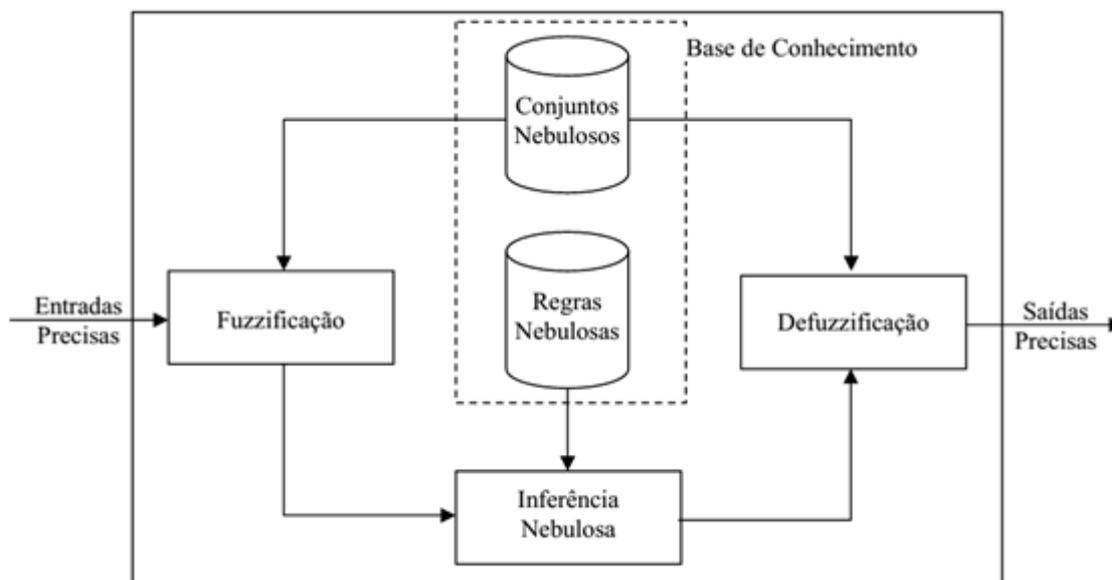
2.5.2.1 Controlador Fuzzy

Para a criação de um sistema de controle para um determinado processo, o primeiro passo é obter seu modelo matemático, utilizando técnicas como a transformada de Laplace ou a transformada Z por exemplo. Porém, para que uma modelagem se aproxime ao máximo do real, cada parte do processo a ser modelado deve ser conhecida e isso muitas vezes não é possível, pois existem muitas variáveis do mundo real que não podem ser quantificadas, ou são completamente desconhecidas, na qual influenciam direta ou indiretamente no processo, ou então, mesmo com a modelagem completa do sistema gera equações grandes e complexas.

Os sistemas baseados em lógica *fuzzy* podem produzir estimativas de um sistema não linear complexo sem recorrer a modelos matemáticos. Nesse escopo, a metodologia *fuzzy* é um método de estimativa de entrada e saída livre de modelos matemáticos. A lógica de tomada de decisões incorporada na estrutura de inferência da base de regras implicações *fuzzy* para simular tomada de decisão humana (LEITE, 2011).

O processamento fuzzy é, em geral, composto de quatro etapas, são elas: estágio de fuzzificação (gera um conjunto fuzzy de entrada, a partir das entradas e seus graus de pertinência); base de regras (fornecidas por especialistas ou extraídas de dados numéricos); estágio de inferência (ativa as regras, a partir de um conjunto fuzzy de entrada, gerando um conjunto fuzzy de saída); estágio de defuzzificação (fornece uma saída em \mathbb{R} , a partir do conjunto fuzzy de saída), como apresentado na Figura 12 (SIZILIO, 2012).

Figura 12 – Arquitetura genérica de um controlador nebuloso



Fonte: Goldschmidt (2010)

2.5.2.2 Estágio de Fuzzificação

É o primeiro estágio do controlador *fuzzy*, é o responsável por normalizar as variáveis de entrada no universo de discurso (universo do problema), identificando a qual ou quais conjuntos *fuzzy* elas pertencem e atribuindo os respectivos graus de pertinência.

Na fuzzificação a função de pertinência por de ser construída de duas formas:

- **Método direto:** o especialista é quem deve informar todos os dados das funções de pertinência (valores que representam cada função e o grau de pertinência, dentro da função, de cada um deles).
- **Método indireto:** as informações fornecidas pelo especialista são mais simples, como a comparação entre elementos dentro do conjunto.

Existem vários tipos de funções de pertinência entre as mais conhecidas estão a triangular, trapezoidal e gaussiana cada função com suas características, vantagens e desvantagens dependendo do problema abordado.

2.5.2.3 Base de regras

A base de regras é utilizada na segunda fase do controlador, pois a partir dela é que podem ser realizados os cálculos referentes às entradas do controlador. Essa base de regras também é montada por meio do conhecimento do especialista que, no caso de

uma aplicação médica, pode ser um médico, um enfermeiro ou qualquer outra pessoa que esteja ligada diretamente com o processo e que possua grande conhecimento teórico e empírico de seu funcionamento, buscando determinar qual ação deve ser tomada para determinada entrada, mapeando a entrada (que seria uma variável linguística), em uma saída (outra variável linguística).

Este componente, juntamente com a máquina de inferência, pode ser considerado o núcleo dos sistemas baseados em regras *fuzzy*. A base de regras é montada com a seguinte estrutura: Se <premissas> Então <conclusão>. Um exemplo desse tipo de regra para o controle de freio de um carro para não bater num objeto à frente seria: Se “velocidade é alta” e “distância é pequena” então “aplicar grande força” (LEITE, 2011).

2.5.2.4 Estágio de inferência

É neste estágio que cada proposição *fuzzy* é traduzida matematicamente por meio das técnicas de raciocínio aproximado. Os operadores matemáticos serão selecionados para definir a relação *fuzzy* que modela a base de regras. Assim, a máquina de inferência *fuzzy* é de fundamental importância para o sucesso do sistema *fuzzy*, já que fornece saída a partir de cada entrada *fuzzy* e da relação definida pela base de regras. Desta forma, neste estágio, as entradas são analisadas para gerar o conjunto nebuloso de saída com seu respectivo grau de compatibilidade.

Na literatura existem dois modelos de controladores que são muito utilizados: o proposto por Mamdani (1974) e o proposto por Takagi e Sugeno (1985). No Método de Mamdani uma regra **SE-ENTÃO** é definida pelo produto cartesiano *fuzzy* dos conjuntos *fuzzy* que compõem o antecedente (premissa) e o conseqüente da regra. O método de Mamdani agrega as regras através do operador lógico OU, que é modelado pelo operador máximo e, em cada regra, o operador lógico E é modelado pelo operador mínimo (SIZILIO, 2012).

Já no modelo de Takagi e Sugeno (conhecido como modelo Sugeno ou modelo Takagi-Sugeno), utiliza-se o método de interpolação, nele, cada regra está associada a uma função estritamente monotônica para gerar a sua conclusão. Essa função é uma combinação linear das entradas e cada parâmetro é uma constante. Com isso, cada regra obtém uma resposta definida para o conjunto de entradas, restando apenas gerar a interpolação, ou seja, a média aritmética ponderada, na qual os pesos são os próprios graus de compatibilidade das entradas em cada regra (LEITE, 2011).

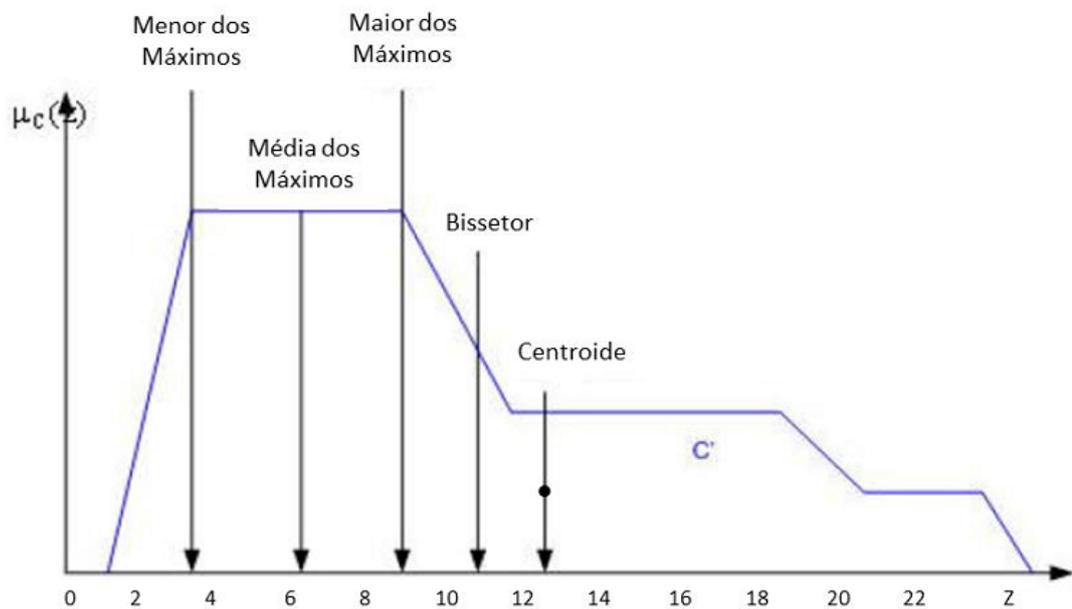
2.5.2.5 Estágio de Defuzzificação

O estágio de defuzzificação é responsável por traduzir e/ou transformar a saída *fuzzy* em um valor convencional, ou seja, valores que podem ser usados em contextos não-fuzzy. É responsável pela interpretação do conjunto fuzzy de saída, existe em sistemas como o proposto por Mamdani (1974). Ele é utilizado para gerar um valor

numérico único, a partir de todos os possíveis valores contidos no conjunto nebuloso obtido no estágio de inferência para gerar a ação de controle. Assim, o processo de defuzzificação produz uma saída (um valor real), a partir do conjunto *fuzzy* de saída obtido pelo sistema de inferência. O objetivo é obter um único número real que melhor represente os valores *fuzzy* inferidos da variável linguística de saída.

Segundo Sizilio (2012), os métodos de defuzzificação mais utilizados e que obtêm bons resultados são o centro de área, o bissetor de área, o maior dos máximos, a média dos máximos e o menor dos máximos exibidos na Figura 13 e descritos a seguir.

Figura 13 – Métodos de defuzzificação



Fonte: Maraj et al. (2008)

- **Centro de Área:** Também conhecida como Centroide, essa técnica calcula o centro da área do Conjunto de Saída (CS) gerado no estágio de inferência e determina sua projeção sobre o eixo x , que é o valor de saída de controle;
- **Bissetor:** Bissetor: Nesse método o valor de saída do estágio de defuzzificação é a posição exata que divide o CS em duas áreas iguais;
- **Maior dos Máximos:** Neste método é realizada a procura do valor máximo do CS (maior grau de pertinência das regras que formaram esse conjunto). A sua posição projetada sobre o eixo x será a saída do estágio de defuzzificação;
- **Média dos Máximos:** Esse método realiza a média aritmética de todos os valores máximos do CS e é utilizado em substituição ao critério dos máximos quando há mais de um máximo na função;

- **Menor dos Máximos:** É um método alternativo ao critério dos máximos, pois neste é escolhido o menor valor máximo encontrado na varredura do CS.

Por fim, vale ressaltar que os conceitos da lógica *fuzzy* possuem um alto valor de importância, principalmente quando aplicados a tomada de decisão e classificação de dados. Tais conceitos abstraídos por algoritmos inteligentes, permitem o desenvolvimento de soluções computacionais de problemas em diversas áreas da saúde. À medida que novos trabalhos envolvendo sistemas inteligentes são aplicados à algum problema da saúde, tanto a computação como a medicina são enriquecidas com contribuições científicas que podem impactar diretamente em problemas, já consolidados ou que ainda estão em estudo. Apesar de ter epidemiologia alarmante, existem inúmeros trabalhos da computação voltados a prevenção, tratamento e reabilitação do AVC, a análise e o conhecimento desses trabalhos é importante para a evolução de novas pesquisas, por propiciarem um direcionamento á novas aplicações.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura são encontrados diversos trabalhos relacionados ao AVC, por esta pesquisa ser da área da ciência da computação, mas necessitar também de conhecimentos da medicina, os trabalhos aqui mostrados têm a característica de serem da área de computação aplicada a saúde. O AVC possui diversas vertentes que possibilitam diversas pesquisas científicas, fornecendo assim uma gama de possibilidades para a aplicação da computação. Este trabalho tem seus objetivos focados na prevenção primária da doença, ou seja, a prioridade aqui é atuar no controle dos fatores de risco antes da ocorrência da emergência médica, evitando assim o máximo de incidências possíveis.

Diversos trabalhos voltados a reabilitação das pessoas pós-AVC foram encontrados. Neves et al. (2014) desenvolveram e avaliaram um sistema que combina um dispositivo de órtese de braço portátil a um aplicativo móvel executado em um *tablet*, a fim de fornecer conhecimento do desempenho, à pacientes com AVC durante a realização da terapia. O aplicativo *Android* foi desenvolvido com Unity 3D (Unity Technologies, São Francisco, EUA) usando C e Java como principais linguagens de programação. A avaliação foi feita com 3 pacientes de 67 anos que tiveram AVC.

Já Gouaïch et al. (2012) propõem segundo o autor, uma abordagem dinâmica de adaptação à dificuldade para jogos sérios, dedicados à reabilitação de membros superiores após o AVC, onde visa proporcionar uma sessão de reabilitação personalizada, em que a intensidade do treinamento e os desafios podem ser adaptados às habilidades e necessidades de treinamento do paciente. O objetivo do trabalho é aumentar o volume de reabilitação, ficando o paciente mais envolvido na sessão de terapia. O trabalho foi implementado e testado através de um jogo de clicar e apontar.

Ainda sobre a reabilitação existem trabalhos com aplicações de dispositivos vestíveis e sensores aliados a conceitos de computação pervasiva. Kim et al. (2011) apresentam o *StrokeTrack*, um método de rastreamento de movimento do membro superior eficiente e vestível, para a terapia de reabilitação de AVC em casa. Em Postolache et al. (2011) é projetado um sistema através de um conjunto de sensores e um radar Doppler de micro-ondas, conectado a uma plataforma de computação embarcada, para o processamento e transmissão de dados sem fio, para um dispositivo *Android*. Toda essa arquitetura permite o gerenciamento de pacientes em reabilitação pós-AVC, fornecendo informações mais precisas e atualizadas, utilizando computação pervasiva de registros eletrônicos de saúde, atividades motoras e atividades da vida diária.

Atualmente, considera-se ainda um desafio para os pesquisadores tentar uma antecipação exata de um evento de AVC. Diversas instituições em vários países realizam estudos e coletam informações das mais variadas, alimentando e criando ao redor do mundo diversas bases de dados ricas em informações, que quando bem analisadas e

processadas podem gerar contribuições valiosas.

O estudo de *Framingham* é um dos mais antigos e famosos estudos sobre o sistema cardiovascular. Desde de 1948 estuda e acompanha diversas gerações de indivíduos participantes, diversas pesquisa relacionadas a doenças cardiovasculares e AVC utilizam o estudo como referência (MAHMOOD et al., 2014). O algoritmo *QStroke* é um exemplo disso. De todos os algoritmos desenvolvidos para estimativa de AVC, o *QStroke* é um dos mais conhecidos, ele é baseado inteiramente em variáveis que o paciente provavelmente conhece, ou informações que são registradas no computador de clínica geral. Ele foi desenvolvido por acadêmicos e médicos que trabalham no *Nottingham University Hospitals* (NHS) usando dados do banco de dados *QResearch* <www.qresearch.org>, que inclui mais de 650 práticas gerais em todo o Reino Unido (HIPPISEY-COX et al., 2013).

Atualmente existem diversos trabalhos voltados a tarefa de investigar esses dados por meio de técnicas de aprendizagem de máquina e ciência de dados. O resultado disso são diversos trabalhos científicos voltados à predição do AVC.

Em Jeena e Kumar (2016) pode-se ver a utilização de aprendizagem de máquina em um conjunto de dados obtido da *Internacional Stroke Trial*, com o objetivo de prever possibilidades de um acidente vascular cerebral. O banco de dados inclui informações do paciente, histórico do paciente, detalhes do hospital, fatores de risco e sintomas. Esses dados foram treinados e testados com sucesso usando a *Support Vector Machine* (SVM), isso pode ajudar os médicos a planejar uma medicação melhor e fornecer ao paciente um diagnóstico precoce do AVC.

Em Govindarajan et al. (2017) é retratado a maneira em que a ocorrência de acidente vascular cerebral é prevista por fatores modificáveis e não modificáveis, como diabetes mellitus (DM), hipertensão, sexo, idade dos pacientes. É proposto um protótipo que descreve como esses fatores têm um grande impacto na previsão de acidente vascular cerebral. O protocolo de trabalho adquire detalhes dos pacientes através de suas fichas de casos do hospital *Sugam Multispeciality*, como parte da coleta de dados e é pré-processado para superar redundâncias.

Os autores Khosla et al. (2010) propõem um novo algoritmo para a seleção automática de características robustas com base em uma média conservadora, também proposta no trabalho. O trabalho também compara o modelo de riscos proporcionais de Cox com uma abordagem de aprendizado de máquina para predição de acidente vascular cerebral no conjunto de dados do *Cardiovascular Health Study* (CHS). Como resultado, segundo os autores, o trabalho foi capaz de identificar possíveis fatores de risco que não foram descobertos pelas abordagens tradicionais, podendo o método desenvolvido ser aplicado à predição clínica de outras doenças, onde os dados ausentes são comuns e os fatores de risco não são bem compreendidos.

Os trabalhos descritos até agora apesar de serem voltados ao AVC não pertencem a mesma vertente desta pesquisa, pois eles têm objetivos diferentes, na literatura

foram encontrados alguns trabalhos com propostas semelhantes a desta dissertação. Os trabalhos encontrados têm a proposta de trabalhar com os fatores de risco do AVC, priorizando a prevenção primária e a orientação dos pacientes por meio de recomendações.

O trabalho proposto por Anindito et al. (2013) apresenta um sistema de informação de prevenção para o AVC, com o objetivo de conscientizar e motivar os usuários a manterem-se saudáveis. Possui implementado um sistema especialista construído utilizando um mecanismo de inferência que fornece nível de risco de acidente vascular cerebral, com base nas informações fornecidas pelo usuário. As informações coletadas são pressão arterial auto mensurada, cigarros consumidos, quantidade de atividade física e índice de massa corporal. Os usuários são apresentados com tarefas preventivas sugeridas para reduzir o risco de AVC.

Já em Tibrewal et al. (2016), é oferecido o *mSTROKE* que fornece um modelo para o diagnóstico precoce de acidente vascular cerebral usando um dispositivo móvel. A abordagem consiste em monitorar a saúde do paciente em três etapas simples, teste de sorriso para fraqueza facial, teste de levantamento de mãos para fraqueza do braço e teste de fala para fazer barulho na fala, utilizando o mínimo de entrada (imagens e áudio) do usuário e tempo mínimo para detectar se o assunto é diagnosticado com AVC ou não.

Em Feigin e Norrving (2014), foi desenvolvido um aplicativo móvel que permite o indivíduo calcular seu risco absoluto de AVC nos próximos 5 a 10 anos, baseado em 7 fatores de risco, possui também estratégias de autogestão tanto para problemas de AVC como para doenças cardiovasculares. O *Stroke Riskometer* é oferecido em duas versões uma gratuita e outra paga, a versão paga além de permitir o cálculo do risco de indivíduo, fornece material audiovisual de orientações educacionais sobre AVC.

Motivados pelo os altos índices de mortalidade causados pelo AVC Zhang e Ho (2017) fizeram uma pesquisa estratégica para apontar escassez de aplicativos de prevenção ao AVC e métodos de classificação de risco, como as calculadoras de risco de AVC. A pesquisa foi feita em lojas de aplicativos (*Apple* e *Android*) utilizando como palavras chaves “*stroke prevention*”, resultando em um total acumulado de 130 aplicativos na loja *Android* sendo 5 duplicados e 8 aplicativos identificados na loja da *Apple* com uma aplicação duplicada, mostrando assim a discrepância dos números de aplicativos desenvolvidos entre as plataformas.

Do total de aplicativos pesquisados foram incluídos na Tabela 5 um total de 10, da plataforma *Android* e 4 da *Apple*, sendo os critérios de inclusão o idioma estar em inglês e a relevância das palavras chaves. A Tabela 5 foi criada por Zhang e Ho (2017) e aqui adaptada com a adição do aplicativo *SoStroke* (objeto de estudo deste trabalho), para que sejam utilizados os critérios de comparação de Zhang e Ho (2017) com relação as características de prevenção de AVC e funcionalidades das aplicações.

Tabela 5 – Visão geral dos aplicativos de prevenção ao AVC extraídos da loja do *Android* e da *Apple*

NOME DA APLICAÇÃO	PLATAFORMA	PÚBLICO	EDUCATIVO	CÁLCULO DE RISCO	RELAÇÃO DE AGÊNCIAS DE SAÚDE
Af-stroke	Android	Pacientes com fibrilação atrial	Não	Sim	Não
Stroke Riskometer	Android	Público em geral	Sim	Sim	Sim
Stroke disease	Android	Público em geral	Sim	Não	Não
Stroke prevention helicon guide	Android	Público em geral	Sim	Não	Não
Stroke patient	Android	Público em geral	Sim	Não	Não
Thrombsis control	Android	Público em geral	Sim	Não	Sim
Rcp stroke guidelines	Android	Prestadores de cuidados de saúde	Sim	Não	Não
ABC of stroke	Android	Público em geral	Sim	Não	Não
Faqs on stroke	Android	Público em geral	Sim	Não	Sim
Stroke disease and symptoms	Android	Público em geral	Sim	Não	Não
Stroke prevention in atrial fibrillation	Apple	clínicos	Sim	Não	Sim
Stroke patient	Apple	Patients	Sim	Não	Não
Rcp guideline 2012 - patiente and carer	Apple	Pacientes e cuidador	Sim	Não	Sim
Stroke Riskometer	Apple	Pacientes	Sim	Sim	Sim
SoStroke	Android	Pacientes e Médicos	Sim	Sim	Não

Fonte: Adaptado de Zhang e Ho (2017)

Em conclusão, Zhang e Ho (2017) explica que a maioria dos aplicativos atuais que estão disponíveis nas lojas virtuais fornecem informações gerais, bem como os fatores de risco que predispõem os indivíduos ao AVC. Até a data do estudo, apenas uma aplicação, a do "Stroke RiskoMeter", permite calcular o risco de adquirir um AVC para um indivíduo normal. Vale ressaltar que a pesquisa foi realizada entre a semana de 25 a 30 de julho de 2016.

Baseado nos trabalhos pesquisados, os que possuem propostas em comum com o *SoStroke* é o Feigin e Norrving (2014) e o Anindito et al. (2013), a Tabela 6 apresenta um comparativo entre as principais características destes trabalhos e o trabalho apresentado nesta dissertação: Aplicativo para Dispositivos Móveis (ADM), Sistema Web (SW), Envolvimento de Profissionais da Saúde (EPS), Técnica de Inteligência Computacional (TIC), Cálculo de Desempenho de Paciente (CDP) e Geração de Cuidados (GC).

Tabela 6 – Características dos Trabalhos

Autores	Características					
	ADM	SW	EPS	TIC	CDP	GC
Feigin e Norrving (2014)	★		★	★		
Anindito et al. (2013)		★				
<i>SoStroke</i>	★	★	★	★	★	★

Segundo pesquisa feita por Halket et al. (2017) que visa explorar o uso de aplicativos móveis atuais e potenciais em médicos de atenção primária para prevenção de AVC, a maioria dos médicos consultados já havia adotado aplicativos móveis em suas práticas clínicas. No entanto constatou-se também no trabalho que a implementação de aplicativos móveis para fins de AVC ainda é limitada.

Além disso, um número pequeno de médicos mostrou preocupação sobre o uso de aplicativos, em contrapartida uma quantidade significativa manifestou interesse em um novo aplicativo para gerenciar fatores de risco, constatando assim um forte interesse dos médicos em aplicações móveis, que englobam aspectos da prevenção do AVC e que permitam o uso em conjunto de profissionais e pacientes. Tal fato pode ser também confirmado por Zhang e Ho (2017), onde em suas considerações destacou a falta de ferramentas dinâmicas com envolvimento de profissionais de saúde, e a importância dessas ferramentas lembrarem os indivíduos para tomar medidas sobre os fatores de risco.

Baseado nos estudos aqui mostrados pôde-se constatar que o *SoStroke* vai além das aplicações citadas, por se tratar de uma aplicação mais completa, abordando não só o fornecimento de orientações aos pacientes, mas também a possibilidade de gerenciamento desses fatores de risco, acompanhados por profissionais, fornecendo assim um ambiente de controle e interação entre médicos e pacientes.

4 SOSTROKE: SISTEMA MULTIAGENTE FUZZY PARA MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO DO AVC

Este capítulo aborda com detalhes o processo de desenvolvimento do objeto de estudo desse trabalho, o SoStroke, bem como suas funcionalidades e arquitetura. Para uma melhor compreensão este capítulo se divide nas seguintes subseções:

- **Visão Geral:** Apresenta o sistema como um todo, mostrando suas principais características, arquitetura de desenvolvimento e participação dos atores.
- **SoStroke Web:** Mostra como foi desenvolvida a parte Web do sistema e também como foi desenvolvido os agentes inteligentes embutidos.
- **SoStroke Mobile:** Apresenta a parte móvel do sistema, sua construção e atuação com os pacientes, além de explicar como funciona a parte de sensibilidade ao contexto integrada à aplicação.

4.1 VISÃO GERAL

Como já mencionado neste trabalho, o AVC mostrou-se ser uma doença potencialmente mortal e silenciosa. Por causa de sua característica súbita, a sua previsibilidade por fatores fisiológicos explícitos torna-se uma tarefa quase impossível até para profissionais especializados. As seções 2.1 e 2.2 deste trabalho remetem a reflexão conceitual sobre a importância da prevenção e detecção dos fatores de risco dessa doença.

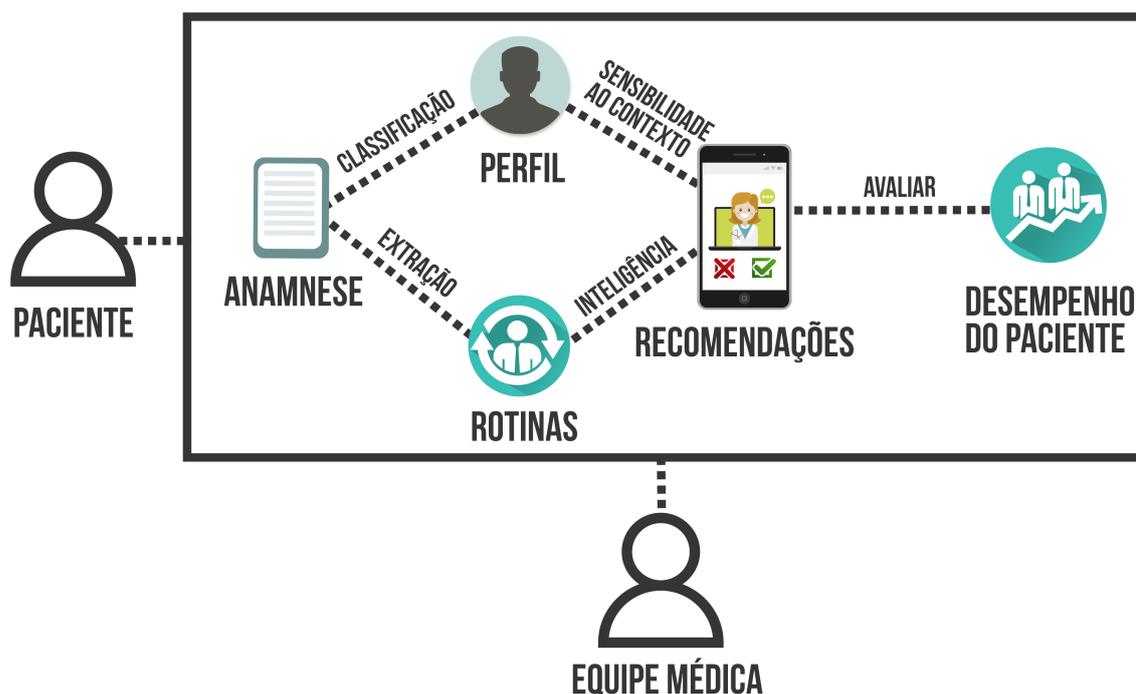
A seção 2.1 mostra que baseado na conclusão de diversos autores da literatura médica, as ações de detectar fatores de risco precocemente e adaptar o estilo de vida de indivíduos a hábitos saudáveis é a melhor forma de prevenir doenças com as características do AVC. Baseado nessa premissa, constatou-se a necessidade de um sistema, que por meio de técnicas e dispositivos computacionais, interferisse diretamente no cotidiano das pessoas, com o intuito de mudar hábitos, considerados prejudiciais à saúde ou que levem a uma incidência de acidente vascular a curto, médio ou longo prazo.

O SoStroke é um sistema multiagente que tem como objetivo principal, atuar como coadjuvante ao lado do médico para reduzir os fatores de risco do AVC em um indivíduo. A Figura 14 ilustra as principais funções do sistema. Para realizar tal objetivo possui três funcionalidades principais:

- (A) Com base nos conceitos da computação ubíqua, (seção 2.4) age como mecanismo quase onipresente levando para o usuário dicas e/ou perguntas controladas pelo o médico, atuando também como meio de monitoramento usufruindo da mobilidade dos dispositivos móveis.

- (B) Com base em técnicas de inteligência computacional (seção 2.5) e em diretrizes sobre o AVC, auxilia o médico na detecção dos fatores de risco de um indivíduo classificando-o em alto, médio ou baixo risco.
- (C) Por meio de cálculos e inferências, computa o desempenho obtido pelo paciente, referente as recomendações passadas pelo médico.

Figura 14 – Visão geral do sistema



O SoStroke atua na mudança de hábitos dos pacientes fornecendo ao médico a possibilidade de controlar cuidados sobre o AVC. Para efeitos deste sistema, os seguintes requisitos inerentes à arquitetura foram definidos:

- Disponibilizar ao paciente dicas sobre cuidados preventivos ao AVC;
- Alertar sobre os cuidados preventivos com base nas rotinas diárias;
- Capturar respostas de realização desses cuidados;
- Capturar estatísticas de uso do aplicativo, bem como do interesse do usuário sobre as dicas e recomendações futuras;
- Transmitir os dados coletados para o SoStroke Web para que possam ser processados e acompanhados pelos médicos;
- Disponibilizar para os médicos um relatório explicitando os cuidados realizados e os não realizados;

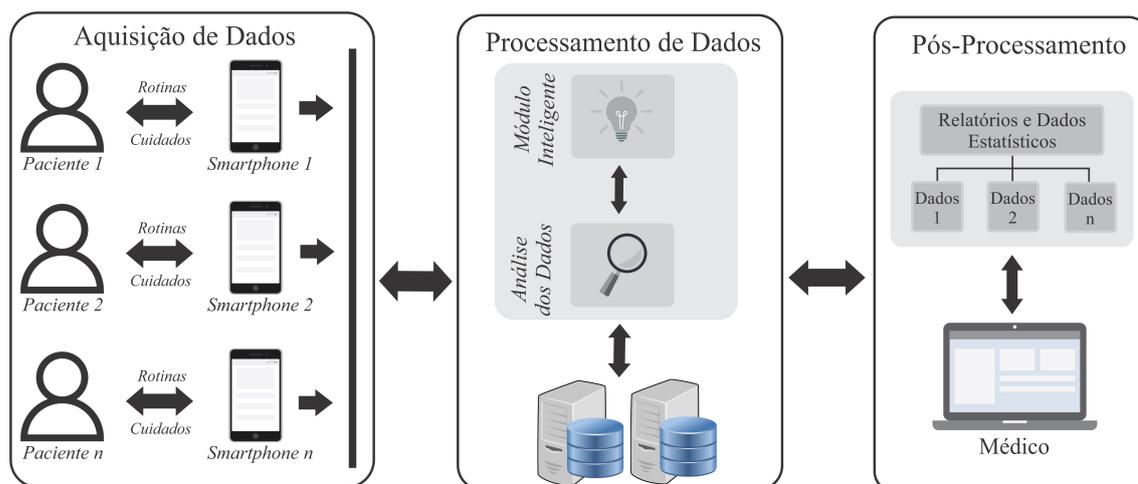
- Permitir a criação de cuidados por médicos bem como utilizar; cuidados automáticos consolidados na literatura;
- Permitir o compartilhamento de cuidados entre médicos.

Cumpridos tais requisitos, o *SoStroke* fornece vantagens como:

- **Aproximação da relação médico-paciente:** Por intermédio dos dispositivos móveis e da conexão com a internet, o *SoStroke* age como uma interface de aproximação entre médico e paciente, expandindo essa relação além do consultório e fornecendo uma forma mais precisa de controle de informações.
- **Auxílio no diagnóstico de doenças:** Informações e dados estatísticos do dia a dia do paciente podem influenciar na detecção de doenças e no diagnóstico final do médico.
- **Autocuidado disciplinado:** O *SoStroke* faz o paciente receber orientações em momentos chave do dia, auxiliando-o a ter mais disciplina para realizar tarefas a favor de sua saúde.

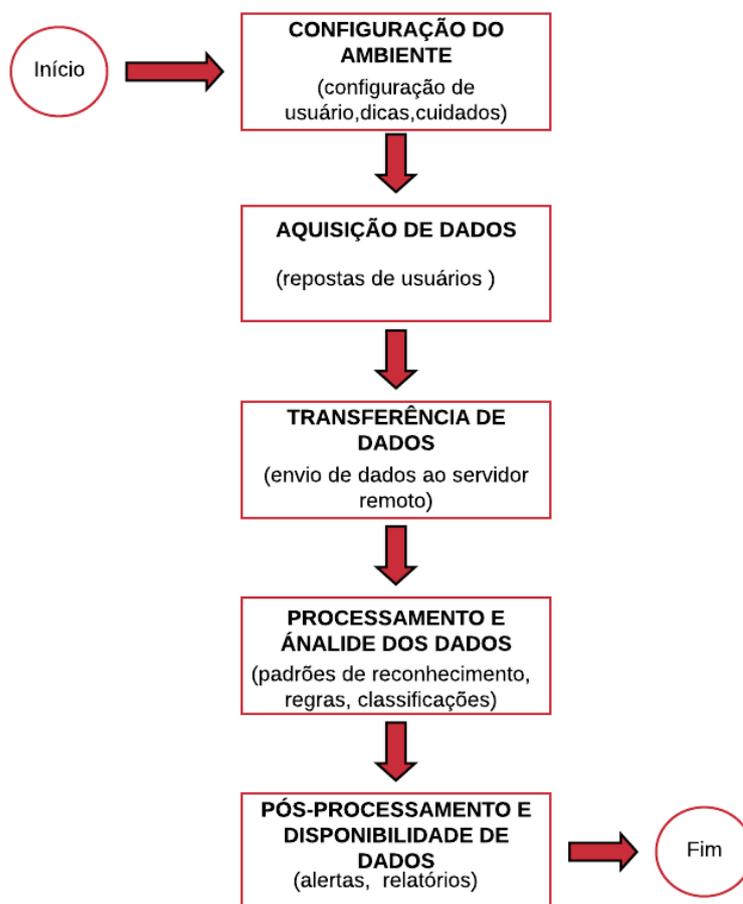
A partir dos requisitos arquiteturais já citados, a Figura 15 mostra a visão geral agora destacando as 5 principais atividades do sistema também ilustradas através do fluxograma da Figura 16. Além disso o Apêndice A mostra os principais casos de uso do sistema.

Figura 15 – Atividades do sistema



1. **Configuração do Ambiente:** A configuração do *SoStroke* Web é feita pelo profissional da saúde e possui alguns passos: I) Cadastro do usuário/paciente; II) Preenchimento do formulário de anamnese pelo médico; III) Captura da rotina

Figura 16 – Fluxograma de execução de atividades do sistema



do paciente; IV) Criação de condutas com base nas rotinas do paciente utilizando cuidados de autoria própria, do sistema ou de terceiros;

2. **Aquisição dos dados:** É realizada através da ação de resposta com relação aos cuidados passados pelo médico. Cada cuidado independentemente de ser uma dica ou pergunta, gera notificações nos dispositivos móveis dos usuários do *SoStroke Mobile*. Cada notificações pode ser respondida de forma positiva (SIM) ou negativa (NÃO), na qual será capturada e armazenada pelo *SoStroke Web*;
3. **Transferência de dados:** Atividade responsável por enviar ao *SoStroke Web* as informações geradas pelo *SoStroke Mobile*. A conexão dessas informações é feita via internet utilizando o Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP);
4. **Processamento e análise dos dados:** O módulo inteligente do *SoStroke Web* é responsável pelo tratamento, processamento e correlação de padrões dos dados das respostas dos pacientes.

5. **Pós-processamento e disponibilização dos dados:** Disponibiliza os dados processados pelo módulo inteligente através de relatórios estatísticos e gráficos para uma melhor compreensão dos médicos.

4.2 SOSTROKE WEB

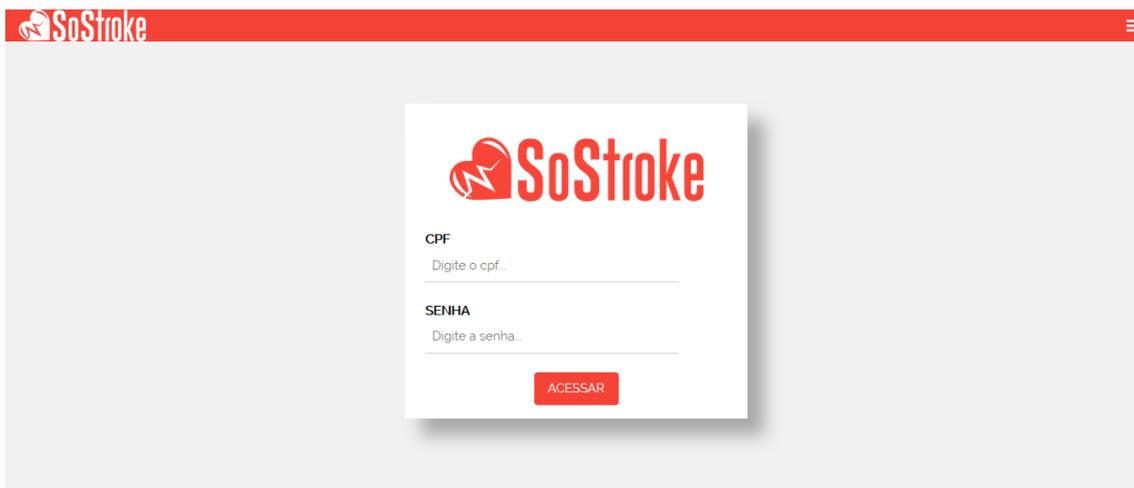
O SoStroke Web é o sistema utilizado exclusivamente pelos médicos durante a consulta médica. Em sentido amplo pode ser considerado a parte de gerenciamento e controle do fluxo de dados entre todos os atores do sistema. É um sistema desenvolvido para plataforma Web, ou seja, é executado em navegadores e não possui restrições de compatibilidade com as versões atuais dos *browsers*. Para sua implementação foram utilizados *frameworks*, bibliotecas e diversas linguagens de programação tanto no lado do servidor e quanto no cliente.

- **Servidor:** O Codeigniter é um *Framework* de Desenvolvimento de Aplicativos (ADF), que tem como linguagem de programação base o *Hypertext Preprocessor* (PHP). O PHP é uma linguagem voltada ao desenvolvimento de páginas e sistemas dinâmicos web, tem característica de ser *serverside*, ou seja, seus *scripts* são executados pelo servidor. O motivo da escolha do codeigniter e o PHP se deu devido a sua rápida curva de aprendizagem e também por ter fóruns de comunidades muito ativas. Além disso, o Codeigniter utiliza o Model-View-Controller (MVC) como padrão de arquitetura de *software*, que aliado a facilidade de criação de *scripts* do PHP, fornecem um ambiente de desenvolvimento de sistemas web poderoso e compatível com diversos servidores de aplicação.
- **Cliente:** Na aplicação cliente diversas linguagens foram utilizadas em conjunto, dentre elas, a Linguagem de Marcação de Hipertexto (HTML) e a Folha de Estilo em Cascata (CSS) para a estrutura e estilização dos elementos visuais estáticos na página; Javascript para realização de ações dinâmicas e AJAX para chamadas assíncronas no servidor. Essas linguagens foram escolhidas por serem dominantes na área de desenvolvimento *Front-end* e por terem total compatibilidade com retornos dos *scripts* PHP.

Para a persistência dos dados e também para atuar como *middleware* entre as plataformas, foi utilizado o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) MySQL. O MySQL foi escolhido por ser um SGBD de fácil manipulação e ter total compatibilidade com as bibliotecas PHP, é um banco de dados relacional, multiusuários e tem características multitarefas, tem como linguagem padrão a Linguagem de Consulta Estruturada (SQL), disponibilizado em uma versão com licença comercial e outra de código aberto com licença *General Public License* (GPL). O Apêndice B mostra o modelo conceitual do banco de dados do sistema.

Para poder ter acesso as funcionalidades do SoStroke Web, o médico previamente cadastrado pelo administrador do sistema necessita apenas realizar *login* na página inicial, como pode ser visto na Figura 17. O sistema encontra-se hospedado em servidores da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e pode ser acessado por meio do endereço eletrônico <<http://lordi.uern.br/sostroke>>.

Figura 17 – Tela de login do SoStroke Web



Realizado *login* o médico estará apto às seguintes ações no sistema:

- Cadastrar cuidado: Apesar de possuir cuidados retirados de diretrizes nacionais e internacionais, disponível para a utilização de todos os médicos usuários do sistema, o SoStroke permite que cada médico crie seu próprio cuidado, para ser utilizado conforme queira em suas condutas passadas ao paciente. Um cuidado pode ser uma pergunta ou apenas uma dica e independente do seu tipo sempre haverá duas alternativas de respostas SIM ou NÃO, por isso a importância das perguntas serem na forma afirmativa.
- Cadastrar paciente: O médico preenche o formulário de cadastro com informações pessoais e socioeconômicas do paciente.
- Avaliar Paciente: Após cadastrado, o paciente está apto a passar por uma anamnese em forma de questionário no próprio sistema. O questionário de anamnese foi criado baseado em modelos da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e em diretrizes da NSA, o modelo original pode ser visto no Anexo B. Finalizada a anamnese, o módulo inteligente baseado nos dados preenchidos pelo médico, avalia e classifica o paciente em baixo, médio ou alto risco conforme regras pré-estabelecidas, gerando uma sugestão de classificação ao médico, podendo ser aceita ou recusada. Somente depois de avaliar o paciente o médico poderá criar condutas.

- Cadastrar Rotina: O médico pode cadastrar contextos do dia a dia do paciente como horário que acorda, horário que almoça, onde trabalha, onde mora etc. Uma rotina cadastrada precisa ter obrigatoriamente um título como por exemplo Almoço, Jantar, e um horário, sendo a localização opcional ao médico.
- Criar Conduas: A criação de condutas pode ser interpretada como a ação de permitir ao médico associar um cuidado a uma rotina, determinando assim condições contextuais para que o cuidado seja exibido ao paciente via *SoStroke Mobile*. Além de poder associar cuidados a contextos, o médico pode também atribuir pesos relacionados a prioridade da conduta. Analogamente, uma conduta pode ser encarada como uma estrutura composta por um cuidado, uma rotina e uma prioridade, que será processada e interpretada pelo *SoStroke Mobile*.
- Acompanhamento Remoto: Determinado o conjunto de condutas, o médico poderá acompanhar remotamente o comportamento do paciente perante os cuidados passados. O médico receberá automaticamente as informações tratadas e processadas em forma de relatórios estatísticos e gráficos dinâmicos.

4.2.1 Especificação do Módulo Inteligente

Como o *SoStroke* também objetiva auxiliar o médico na tomada de decisões e na detecção precoce de fatores de risco, constatou-se a necessidade de implementar alguns algoritmos inteligentes, para atuar em algumas funcionalidades como, classificação de pacientes e cálculo de desempenho perante as respostas provindas do *SoStroke Mobile*. Para classificar um paciente, o *SoStroke* baseia-se em uma cartilha de pontuação criada, mantida e difundida pela NSA chamada *Stroke Risk Scorecard* (SRS). Diversas universidades e instituições com foco no combate ao AVC, utilizam o SRS como meio de orientação à prevenção, dentre as principais destacam-se:

- Universidade do Estado de Ohio - Instituto Neurológico de Ohio.
- Universidade de Toronto - *Neurology Stroke Program*.
- Universidade do Kentucky - *Comprehensive Stroke Center*.
- *Lutheran Health Network* – Provedora de serviços de saúde da região nordeste de Indiana nos Estados Unidos (EUA).
- Departamento de Saúde de Dakota do Norte – Programa de prevenção de doenças do coração e AVC.
- Adena Health System – Redes de hospitais e clínicas sediada no estado de Ohio/EUA.

O SRS como mostra a Figura 18 classifica um indivíduo baseado na pontuação resultante de perguntas relacionadas a 8 fatores de riscos, sendo que cada pergunta possui 3 métricas de avaliação, o que significa que cada resposta pode ser classificada como baixo, médio, ou alto risco. Após preenchimento das informações, é mensurado a pontuação total em cada coluna gerando assim a classificação do paciente com base em 3 regras:

Figura 18 – Stroke Risk Scorecard

FATORES DE RISCO	ALTO RISCO	MÉDIO RISCO	BAIXO RISCO
Pressão Sanguínea	<input type="checkbox"/> > 140/90 ou não sabe	<input type="checkbox"/> 120-139/80-89	<input type="checkbox"/> <120/80
Fibrilação Atrial	<input type="checkbox"/> Batimentos irregulares	<input type="checkbox"/> Não sabe	<input type="checkbox"/> Batimentos regulares
Tabagismo	<input type="checkbox"/> Fumante	<input type="checkbox"/> Tentando parar	<input type="checkbox"/> Não fuma
Colesterol	<input type="checkbox"/> >240 ou não sabe	<input type="checkbox"/> 200-239	<input type="checkbox"/> <200
Diabetes	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> No limiar	<input type="checkbox"/> Não
Atividade Física	<input type="checkbox"/> Sedentário	<input type="checkbox"/> Alguns exercícios	<input type="checkbox"/> Exercícios regulares
Peso	<input type="checkbox"/> Muito acima	<input type="checkbox"/> Pouco acima	<input type="checkbox"/> Peso ideal
AVC na Família	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> Não tem certeza	<input type="checkbox"/> Não
PONTUAÇÃO TOTAL	<input type="checkbox"/> Alto Risco	<input type="checkbox"/> Médio Risco	<input type="checkbox"/> Baixo Risco

Fonte: NSA (2014)

- Se o número de respostas de valor “alto risco” for maior ou igual a três, o paciente recebe classificação Alto Risco;
- Caso não ocorra isso e o número de respostas de valor “médio risco” for entre quatro e seis, o paciente recebe classificação Médio Risco;
- Caso não ocorra isso e o número de respostas de valor “baixo risco” estiver entre seis e oito, o paciente recebe classificação Baixo Risco.

O SoStroke possui um agente de software denominado Agente Classificador, responsável por classificar os dados providos da análise anamnese do paciente, utilizando regras de inferência *fuzzy*. O agente reativo funciona através dos estímulos fornecidos pelos médicos a partir da conclusão do questionário de anamnese.

O objetivo do agente classificador é utilizar as regras do SRS para classificar um paciente em alto, médio ou baixo risco, auxiliando assim, a tomada de decisão do médico em meio a consulta. A Figura 19 mostra o diagrama de agente, modelado utilizando a metodologia *MAS-CommonKADS+* (II, 2010). Na figura pode-se ver que o agente recebe como entrada os dados da anamnese, que nada mais são que a pontuação total do paciente em cada categoria (coluna) segundo o SRS. Após o estímulo, são executadas

Figura 19 – Agente Classificador

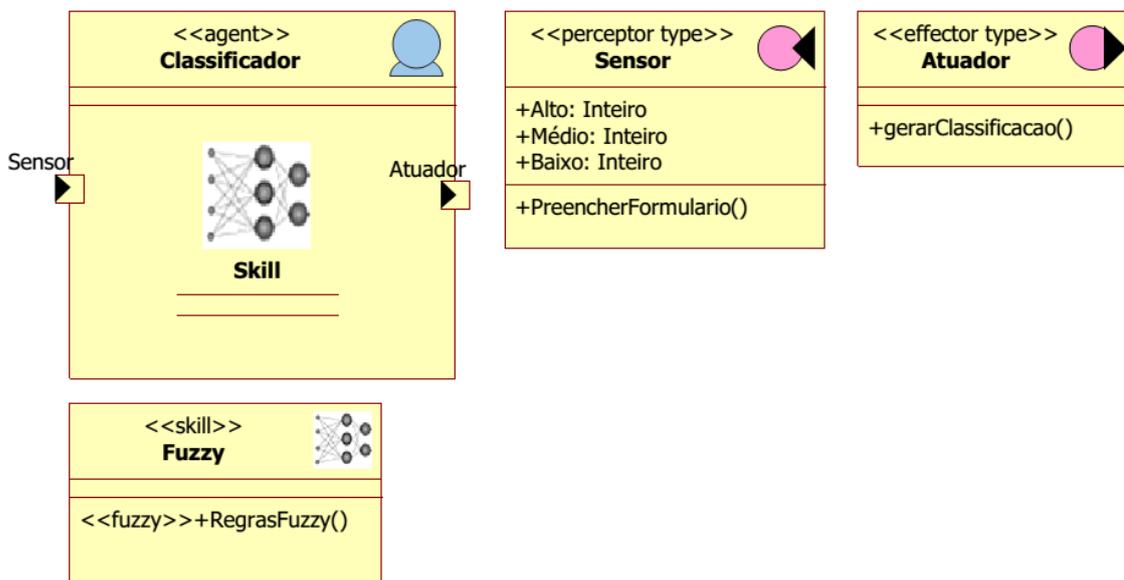


Tabela 7 – Exemplo de classificação baseada no SRS

ENTRADA			SAÍDA	JUSTIFICATIVA
Alto	Médio	Baixo		
3	3	2	Alto Risco	pois a coluna Alto é igual a 3
2	4	2	Médio Risco	pois a coluna Médio é igual a 4
1	1	6	Baixo Risco	pois a coluna Baixo é igual a 6

Tabela 8 – Exemplo de entrada não suportada pelo SRS

ENTRADA			SAÍDA	JUSTIFICATIVA
Alto	Médio	Baixo		
0	3	5	???	???

as regras do SRS e o agente retorna como resultado a classificação do paciente (baixo, médio ou alto risco). A Tabela 7 mostra exemplos do formato dos dados de entrada e saída.

Visualizando a tabela nota-se que o agente classificador recebe um conjunto formado por 3 valores e retorna uma classificação. Apesar de ser um meio de classificar pacientes essa forma determinística do SRS não é totalmente eficiente, pois deixa margens para que existam conjuntos de dados de entrada sem classificação correspondente, como por exemplo, a entrada mostrada na Tabela 8, onde os valores em cada coluna não satisfazem as condições mínimas para serem processados e pelo conjunto de regras do agente. Com isso chegou-se a conclusão que somente o conjunto de regras baseado no SRS é insuficiente para uma classificação eficaz.

A fim de descobrir mais entradas não suportadas pelo agente, foi criado um algoritmo de complexidade constante, para que baseado em permutações de valores e

restrições condicionais fossem descobertas demais entradas. O Algoritmo 1 na prática implementa o cálculo de arranjo simples de 8 elementos (pois são 8 fatores de risco) tomados 3 a 3 (pois são 3 colunas no SRS) o que gera 336 conjuntos diferentes, porém algumas restrições nesse cálculo devem ser consideradas:

Algoritmo 1 Algoritmo que detecta entradas não suportadas pelo SRS

```

1: função ENCONTRARNOVASENTRADAS( )
2:   high = 0
3:   caution = 0
4:   low = 0
5:   novasEntradas = 0
6:   enquanto high < 3 faça
7:     enquanto caution < 4 faça
8:       enquanto low < 6 faça
9:         se high + caution + low = 8 então
10:          novasEntrada ← high, caution, low
11:        fim se
12:       low = low + 1
13:      fim enquanto
14:     caution = caution + 1
15:    fim enquanto
16:    high = high + 1
17:  fim enquanto
18:  retorne novasEntrada
19: fim função

```

- Primeira restrição: A soma da pontuação dos fatores de risco alto, médio e baixo deve ser exatamente 8, pois em cada pergunta relacionada a um fator de risco deve haver uma e somente uma resposta, totalizando sempre 8 ao final da avaliação;
- Segunda restrição: A coluna de alto risco só poderá assumir valores positivos abaixo de 3, ou seja, 0,1 ou 2 pois na regra do SRS caso haja valor maior ou igual a 3 nessa coluna, o paciente será classificado como alto risco;
- Terceira restrição: A coluna do meio referente ao médio risco, só poderá assumir valores positivos abaixo de 4, (0,1,2, ou 3), caso contrário o paciente será classificado como médio.
- Quarta restrição: A coluna de baixo risco só poderá assumir valores inteiros entre 0 e 5, pois se for 6 ou mais haverá classificação de baixo risco.

Aplicadas tais restrições, a execução do algoritmo resultou em 6 entradas, (como mostra a Tabela 9) nas quais o agente classificador, apenas com as regras do SRS, não é capaz de gerar uma classificação. Além disso, a descoberta de novas entradas demanda um método que gere uma classificação correspondente para cada uma delas.

Tabela 9 – Entradas que não possuem classificação definida pelo o SRS.

ALTO	MÉDIO	BAIXO	CLASSIFICAÇÃO
0	3	5	??
1	2	5	??
1	3	4	??
2	1	5	??
2	2	4	??
2	3	3	??

Constatou-se, a necessidade da criação de um módulo *fuzzy* para ser acoplado ao agente classificador. O objetivo do módulo *fuzzy* é justamente aumentar as possibilidades de classificação do agente capacitando-o a descobrir as classificações correspondentes para as novas entradas, com a ajuda de variáveis linguísticas e regras nebulosas de inferência.

A seguir são apresentados os passos para a criação do módulo *fuzzy*, e como o problema foi abordado para a modelagem.

1. Estágio de fuzzificação: Neste estágio foram definidas as variáveis de entrada e os conjuntos *fuzzy* as quais elas pertencem, atribuindo os respectivos graus de pertinência. Ao todo são 3 variáveis de entrada (*High*, *Caution* e *Low*), cada uma modelada através de 3 conjuntos *fuzzy*, a nomenclatura em inglês das variáveis de entrada foi adotada por motivos de organização e para evitar a confusão entre os conjuntos *fuzzy*.

(a) **Variável *High*:** Como já mencionado o valor da variável *High* não pode assumir valor maior ou igual a 3, portanto o seu domínio é de [0 - 2]. Os conjuntos *fuzzy* referentes a variável *High* tem suas funções de pertinência do tipo triangular e podem ser representados por termos linguísticos como $Baixo_{High}$, $Medio_{High}$, $Alto_{High}$, onde, $Baixo_{High}$ possui maior grau de pertinência quando o valor de entrada é 0, isso acontece para $Medio_{High}$ quando valor de entrada é 1 e para $Alto_{High}$ quando o valor de entrada for 2, A Figura 20 ilustra bem essa modelagem.

(b) **Variável *Caution*:** A variável *Caution* segue a restrição aplicada no Algoritmo 1, não podendo assumir valor maior ou igual a 4, limitando assim o seu domínio para [0-3], as funções de pertinência referentes aos conjuntos $Baixo_{CAUTION}$, $Medio_{CAUTION}$, $Alto_{CAUTION}$, são do tipo triangular, trapezoidal e triangular respectivamente. O valor de entrada 0 representa no conjunto $Baixo_{CAUTION}$ o maior grau de pertinência, os valores 1 e 2 no conjunto $Medio_{CAUTION}$ e para o conjunto $Alto_{CAUTION}$ tem-se o valor 3 cujo grau de pertinência representa 100%. Os conjuntos *fuzzy* referente a esta variável podem ser vistos na Figura 21.

Figura 20 – Conjuntos *Fuzzy* para a variável *High*

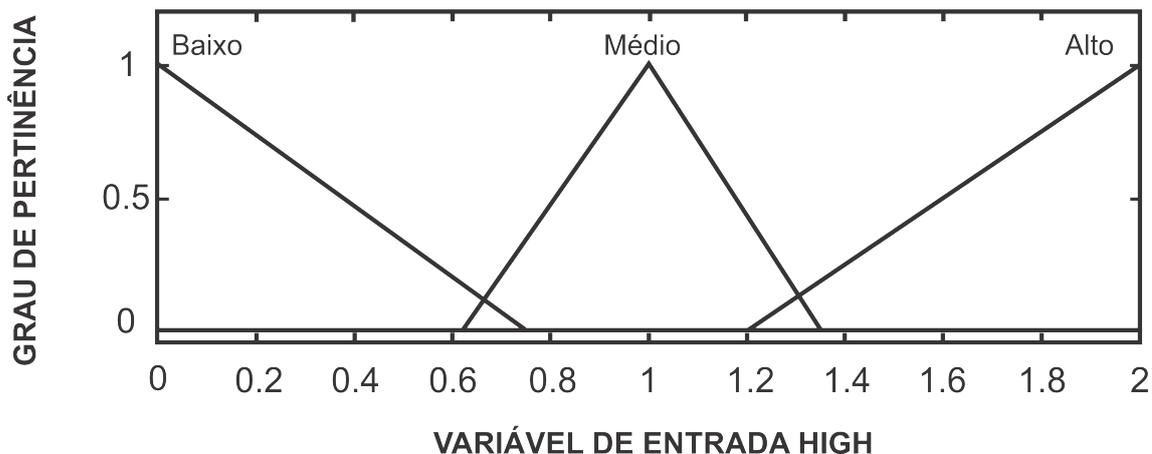
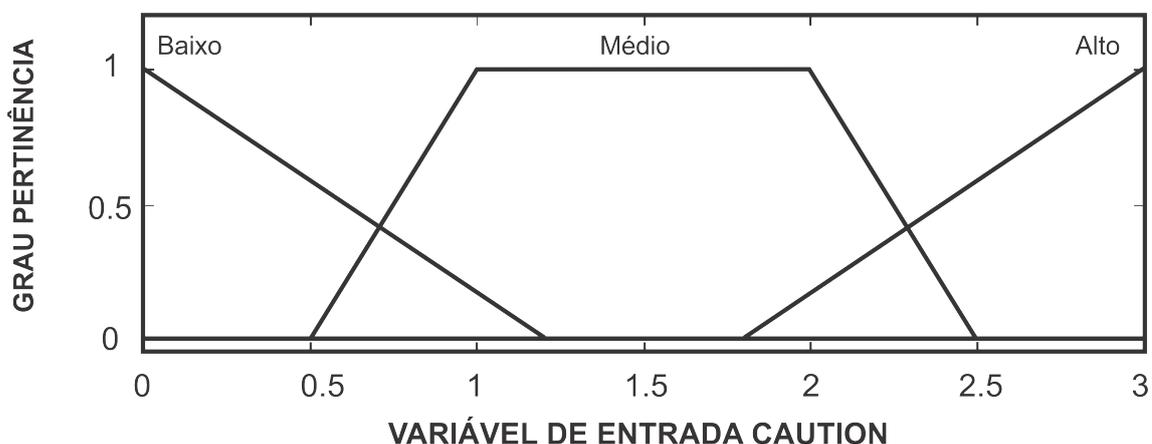


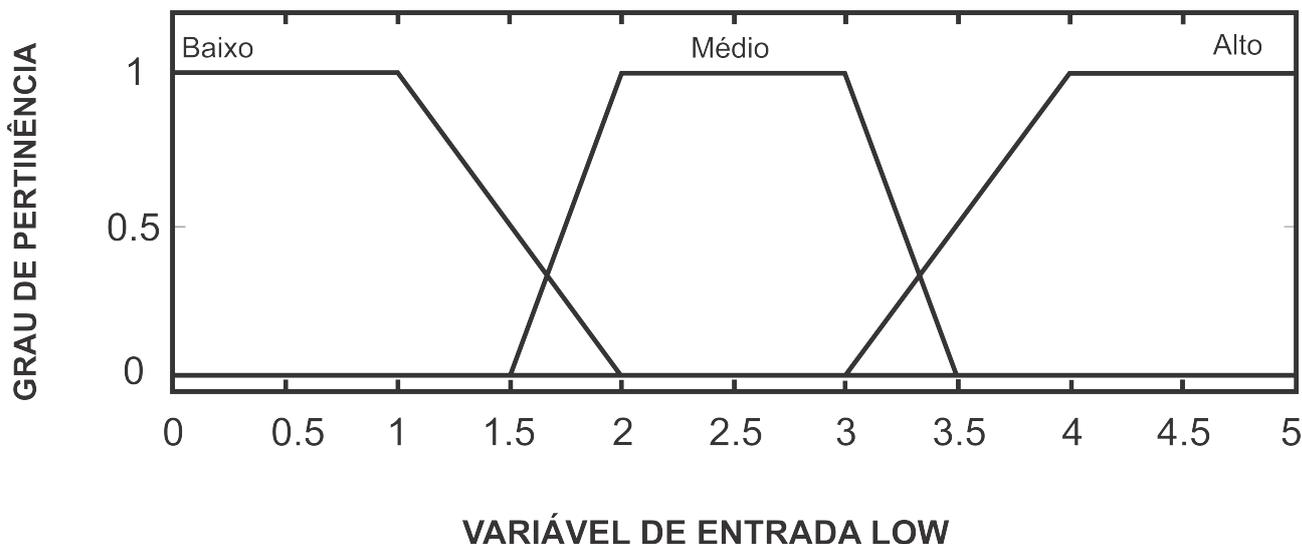
Figura 21 – Conjuntos *Fuzzy* para a variável *Caution*



- (c) **Variável Low:** Por fim a última variável de entrada, possui domínio de [0-5], com seus conjuntos *fuzzy*, sendo $Baixo_{LOW}$, $Mdio_{LOW}$, $Alto_{LOW}$, com todos possuindo funções de pertinência do tipo trapezoidal com os picos de pertinência de $Baixo_{LOW}$ sendo 0 ou 1, os de $Medio_{LOW}$ 2 ou 3, e do conjunto $Alto_{LOW}$ possui sendo 4 ou 5. A Figura 22 mostra os conjuntos para a variável *Low*.

As funções de pertinência foram construídas pelo método direto após conversa com médicos especialistas. Existem diversas funções de pertinência que podem ser utilizadas no estágio de *fuzzificação*. As funções aqui utilizadas foram implementadas através do *software* MATLAB, que não só fornece um ambiente para modelagem, mas também implementações para conexões dos resultados com banco de dados e linguagens de programação de alto nível. Os tipos trapezoidais e triangular foram escolhidos pois apresentaram melhores resultados para a modelagem e também melhor representaram as funções de acordo com o contexto.

Figura 22 – Conjuntos Fuzzy para a variável Low



2. **Definição da base de regras e estágio de inferências:** Com o intuito de gerar uma classificação para as entradas da Tabela 9, foi criada uma base de regra com a seguinte estrutura: Se <premissas> Então <consequente>, por questão de padronização uma regra possui o seguinte formato:

$\langle (R_1, R_2, R_3, \dots, R_n) \rangle$: Se $\langle (H_1, H_2, H_3, \dots, H_n) \rangle$ <B,M,A> E/OU $\langle (C_1, C_2, C_3, \dots, C_n) \rangle$ <B, M, A> E/OU $\langle (L_1, L_2, L_3, \dots, L_n) \rangle$ <B, M, A> Então $\langle (CL_1, CL_2, CL_3, \dots, CL_n) \rangle$

Sendo:

- R: $\{ R_1, R_2, R_3, \dots, R_n \}$ → Conjunto de regras;
- H: $\{ H_1, H_2, H_3, \dots, H_n \}$ → Conjunto de entradas da variável HIGH
- C: $\{ C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \}$ → Conjunto de entradas da variável CAUTION
- L: $\{ L_1, L_2, L_3, \dots, L_n \}$ → Conjunto de entradas da variável LOW
- P: {B, M, A, B-M, M-A} → Parametrização da situação do descritor (Baixo, Médio, Alto, Baixo-Médio, Médio-Alto);
- CL: $\{ CL_1, CL_2, CL_3, \dots, CL_n \}$ → Conjunto de possibilidades de classificação;

Para o módulo *fuzzy* conseguir classificar as novas entradas descobertas pelo Algoritmo 1, foi necessário criar mais dois conjuntos *fuzzy* (Baixo-Médio, Médio-Alto), tais conjuntos representam os conjuntos de saída das seguintes regras:

Regra 1: se HIGH baixo e CAUTION alto e LOW alto **então** Baixo-Médio;

Regra 2: se HIGH médio e CAUTION médio e LOW alto **então** Baixo-Médio;

Regra 3: se HIGH médio e CAUTION alto e LOW alto **então** Baixo-Médio;

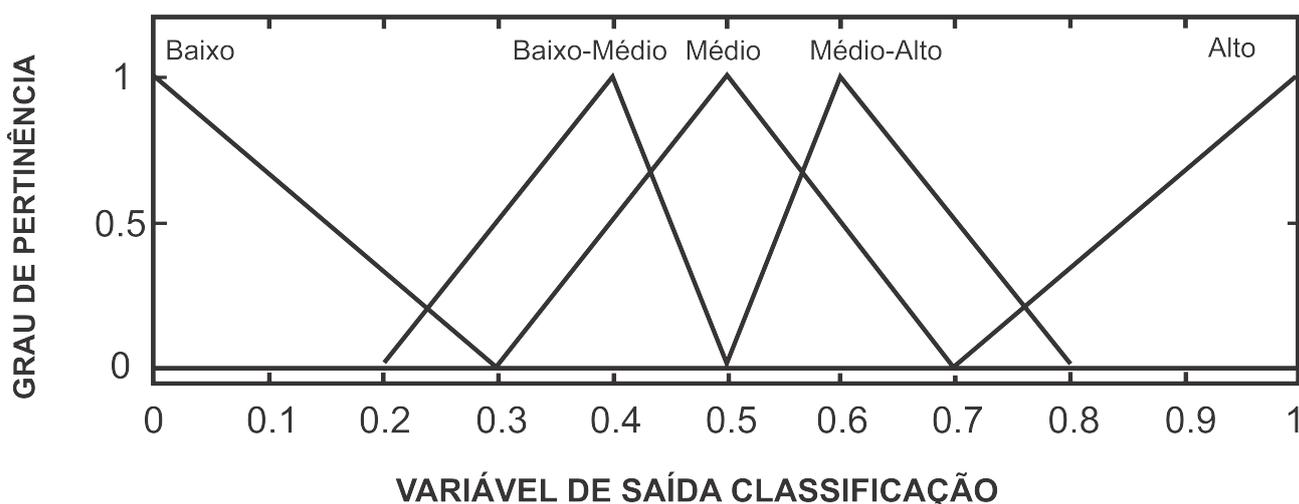
Regra 4: se HIGH alto e CAUTION médio e LOW alto **então** Médio-Alto;

Regra 5: se HIGH alto e CAUTION alto e LOW médio **então** Médio-Alto;

Vale ressaltar que as regras definidas não abrangem todas as possíveis combinações, pois isso iria contra o princípio que é mostrado inicialmente neste tópico, de que o somatório dos valores das variáveis de entrada deve ser unicamente 8. Também é importante ressaltar que o tipo de modelo utilizado para a criação da base de regras e inferências foi Mamdani (1974), na qual a saída resulta em conjuntos *fuzzy*.

3. **Estágio de Defuzzificação:** O método de Defuzzificação utilizado foi o centroide por apresentar melhores resultados e seu domínio [0-1], a Figura 23 mostra os conjuntos de saída. A presença dos conjunto *Low*, *Caution* e *High* é apenas para ilustrar onde as funções Baixo-Médio e Médio-Alto estão situadas, o sistema foi implementado de forma que o módulo *fuzzy* só é ativado quando o agente percebe entradas de dados que o método de classificação do SRS não suporta.

Figura 23 – Conjuntos resultantes após inferências



Por fim, as Tabelas 10, 11,12 mostram respectivamente os valores possíveis para cada variável de entrada; as novas entradas com seus valores de classificação; e as novas entradas em uma perspectiva na forma de variáveis linguísticas.

Tabela 10 – Tabela de valores das variáveis de entrada

	HIGH	CAUTION	LOW
BAIXO	0	0	0 ou 1
MEDIO	1	1 ou 2	2 ou 3
ALTO	2	3	4, ou 5

Com o objetivo de monitorar o desempenho do paciente com relação as respostas vindas do *SoStroke Mobile*, o *SoStroke* possui também outro agente inteligente de *software*, ele tem a função de atualizar as informações dos pacientes para o médico e calcular o Aproveitamento Geral (AG).

Tabela 11 – Classificação das novas entradas.

HIGH	CAUTION	LOW	CLASSIFICAÇÃO
0	3	5	Baixo-Médio
1	2	5	Baixo-Médio
1	3	4	Baixo-Médio
2	1	5	Médio-Alto
2	2	4	Médio-Alto
2	3	3	Médio-Alto

Tabela 12 – Novas entradas representadas por seus conjuntos *fuzzy*

HIGH	CAUTION	LOW	CLASSIFICAÇÃO
BAIXO	ALTO	ALTO	Baixo-Médio
MEDIO	MEDIO	ALTO	Baixo-Médio
MEDIO	ALTO	ALTO	Baixo-Médio
ALTO	MEDIO	ALTO	Médio-Alto
ALTO	MEDIO	ALTO	Médio-Alto
ALTO	ALTO	MEDIO	Médio-Alto

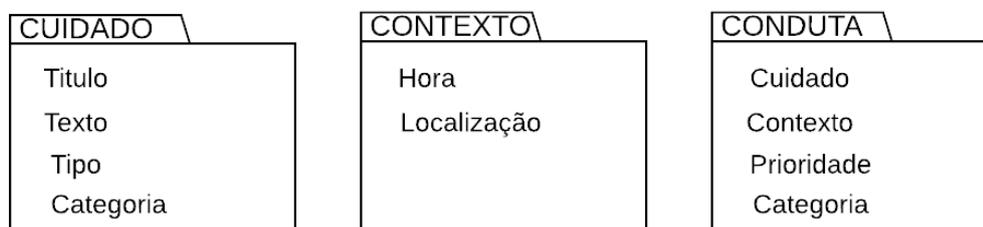
O AG é uma métrica criada para medir o desempenho do paciente com relação aos cuidados para o médico, é uma fórmula desenvolvida para formalizar através de números a maneira com que o paciente interage com o *software*. O AG baseia-se em outros dois cálculos também aqui criados, o Aproveitamento da Conduta (ACO) e o Aproveitamento na Categoria (AC).

Uma conduta é representada aqui como sendo um cuidado que será exibido baseado em determinado contexto, na forma de notificação no *SoStroke Mobile*, cada conduta, está associada unicamente a um dos 8 fatores de risco do SRS (categoria) e pode assumir valores positivos ou negativos dependo da resposta do paciente. Por convenção e para um melhor esclarecimento da modelagem, uma categoria será um fator de risco, por exemplo, durante uso do sistema o médico poderá criar condutas para a categoria diabetes ou tabagismo ou colesterol etc. Além disso, ao criar uma conduta no *SoStroke Web* o médico pode adicionar pesos em forma de prioridades, caso ache determinada conduta mais importante que outra, esses pesos vão de 1 a 5.

Com base nessas informações, define-se como ACO a porcentagem do número de respostas positivas com relação ao número total de notificações emitidas de determinada conduta enviada ao usuário. Por exemplo, pode-se abstrair a estrutura de um cuidado, um contexto e uma conduta como sendo estruturas com atributos acoplados como ilustra a Figura 24. Além disso vale ressaltar que uma conduta pode gerar varias notificações no celular do paciente.

Dada uma conduta X o *SoStroke Mobile* exibirá o X.cuidado.texto toda vez que o X.Contexto acontecer, essas ações nada mais são que notificações no dispositivo do paciente, baseado nisso pode-se chamar de Aproveitamento da Conduta X o número de

Figura 24 – Representação das estruturas cuidado, contexto, conduta



respostas positivas (K_x) das notificações da conduta X , multiplicado por 100 e dividido pelo total de notificações exibidas (T_x) da conduta X . Tal equação pode ser vista a seguir:

$$ACO_x = \frac{K_x \cdot 100}{T_x}$$

Sabendo que cada conduta pertence somente a uma categoria (fator de risco), e que o ACO representa o aproveitamento do paciente com relação a uma conduta. O aproveitamento do paciente com relação a uma categoria, pode ser expressado pela média ponderada dos ACO's da categoria pelos seus valores de prioridades correspondentes. A equação a seguir mostra o cálculo do aproveitamento de uma conduta x expressado pela variável AC_x :

$$AC_x = \frac{\sum_{i=1}^n ACO_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Sendo:

- n : O número de condutas da categoria;
- ACO_i : Aproveitamento da conduta i ;
- P_i : Valor prioridade da conduta i .

Sabendo-se que toda categoria x pode ter um AC_x calculado e que uma categoria representa um fator de risco. O aproveitamento geral pode ser calculado como a média ponderada entre o aproveitamento das categorias do paciente e a pontuação dele com relação a essa categoria. A expressão a seguir mostra o cálculo matemático do AG:

$$AG = \frac{\sum_{i=1}^n AC_i \cdot Fr_i}{\sum_{i=1}^n Fr_i}$$

Sendo:

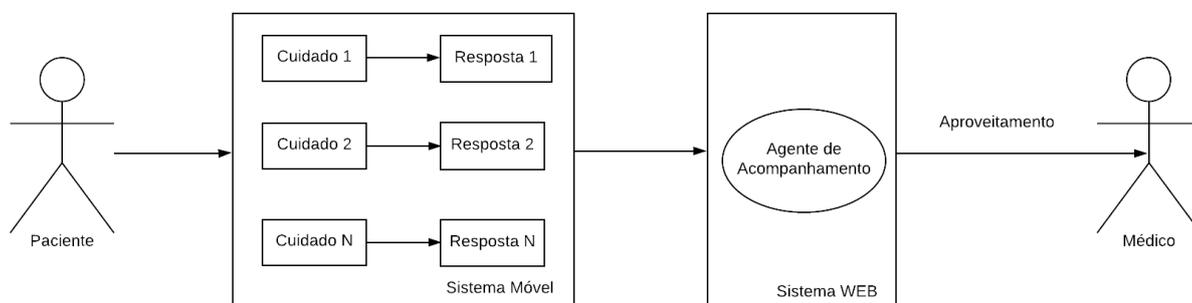
- n : o número de categorias com condutas cadastradas;

- FR_i : o valor da pontuação do paciente na categoria, podendo ser 1,2 ou 3 referentes a classificação baixo, médio ou alto respectivamente;
- AC_i : aproveitamento da categoria i .

Com os conceitos de Aproveitamento da Conduta (ACO), Aproveitamento da Categoria (AC) e Aproveitamento Geral (AG) expostos, fica mais fácil compreender o trabalho do Agente de Acompanhamento (AA). Não menos importante que o agente classificador, o AA tem a função de fiscalizar os pacientes a todo momento, realizando o papel de monitor, tentando capturar toda e qualquer alteração nas respostas do usuário, com intuito de atualizar em tempo real os relatórios estatísticos do médico.

Além de monitorar os pacientes, o AA se preocupa com a disponibilização da informação ao médico, prezando em exibi-las ao médico da forma mais organizada e natural possível. O AA reage a estímulos de pacientes, enquanto respondem a uma notificação no sistema móvel. A Figura 25 mostra o posicionamento do agente perante o SoStroke móvel, o médico e o paciente, já a Figura 26 apresenta o modelo de papéis do agente.

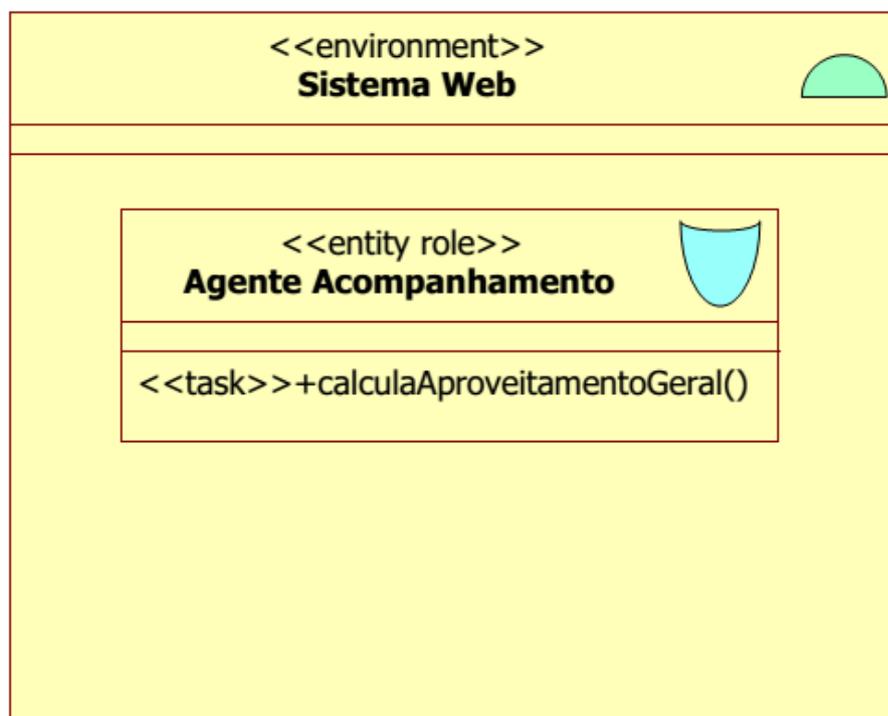
Figura 25 – Interação do Agente Acompanhamento com os atores do sistema



Tanto o Agente Classificador como o Agente Acompanhamento possuem grande importância para o SoStroke, pois ambos trabalham em conjunto de forma organizada para auxiliar o médico em tarefas de tomada de decisão e monitoramento. Os resultados fornecidos por cada agente são exibidos de forma clara e objetiva ao médico na forma de elementos HTML no *front-end* do sistema.

Após classificação feita pelo o agente, seus dados são processados até chegarem ao médico em forma de sugestão, ficando a critério do médico aceitar ou não. Além disso, quando a classificação, por exemplo, é incerta (Figura 27), ou seja, foi resultado do módulo *fuzzy*, o sistema permite ao médico escolher uma classificação mais específica. A Figura 28 mostra como é exibido ao médico os aproveitamentos calculados pelo Agente Acompanhamento.

Figura 26 – Modelo de papéis do Agente Acompanhamento



4.3 SOSTROKE MOBILE

Não há como negar a onipresença dos *smartphones* na sociedade. A chegada desses dispositivos revolucionou a computação móvel. No século passado com o acesso à internet limitado, e computadores de tamanhos exorbitantes, o acesso das pessoas à informática era muito restrito. Hoje é possível levar no bolso computadores 10 vezes mais robustos que os de antigamente e 100 vezes menores com preços muito mais acessíveis.

Com a popularização dos *smartphones*, as pessoas podem agora ter em suas mãos muito mais que um dispositivo de acesso à internet, mas também, diversos sensores integrados, sistemas operacionais complexos, capacidade de conexão a periféricos dentre outras características. Segundo IBGE, o Brasil fechou 2016 com 116 milhões de pessoas conectadas à internet, o equivalente a 64,7% da população. O celular é o principal aparelho de acesso à internet no Brasil. Cerca de 77,1% da população com 10 anos ou mais, tem um aparelho de celular próprio, sendo que a finalidade da maioria é para troca de mensagens de texto, voz ou imagens através de aplicativos de bate-papo (GOMES, 2018).

O *Android* é um dos sistemas operacionais mais utilizados nos *smartphones* em todo o mundo, baseia-se no kernel do Linux e é mantido pela *Open Handset Alliance* grupo de mais de 40 empresas na qual a Google está a frente. O Android é uma plataforma de código aberto, possui diversas *Application Programming Interface* (APIs) disponíveis

Figura 27 – Exemplo de exibição da classificação ao médico



Figura 28 – Exemplo de um relatório com os aproveitamentos de um paciente



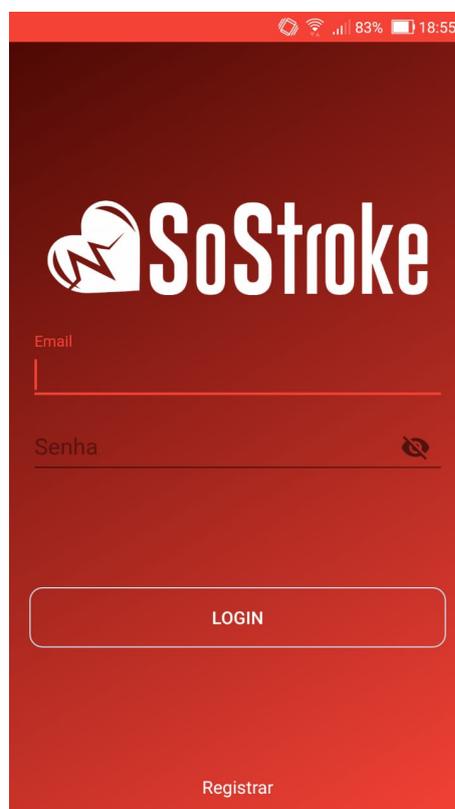
aos desenvolvedores, fornece formas de desenvolvimento através de diversas *Integrated Development Environments* (IDE) e linguagens de programação de alto nível. Com base nessas informações o sistema operacional *Android*, juntamente com os *smartphones*, mostraram-se ser um ambiente ideal para o *SoStroke Mobile* (SM).

O SM, objeto tecnológico desenvolvido neste trabalho e ilustrado na Figura 29, tem como principal característica ser um componente móvel do *SoStroke Web* (SW). O SM tira proveito da popularidade e mobilidade dos dispositivos móveis como *smartphones* ou tablets, para favorecer diretamente o estilo de vida e cotidiano das pessoas, fornecendo dicas e orientações clínicas sobre cuidados preventivos ao AVC.

O SM se comunica com o SW através da internet, essa conexão é utilizada para a transferência de dados em duas vias, ou seja, o SM tanto recebe dados do SW

como também fornece. O SM exibe um conjunto de dicas e/ou perguntas, geradas pelo SW, tais dicas são exibidas conforme determinado contexto. Para fazer essa tarefa foi implementado um agente inteligente.

Figura 29 – Tela de login SoStroke Móvel



4.3.1 Especificação da Sensibilidade ao Contexto

O agente inteligente no SM (Agente Emissor) tem a função de interpretar, tratar e exibir em forma de notificação as condutas criadas pelo médico no SW. Baseado em contextos temporais e espaciais, o agente realiza essas ações fundamentado na computação sensível ao contexto (*Context-Aware*). A Figura 30 ilustra a atuação do agente no SM, já a Figura 31 mostra o modelo de papéis do agente.

A forma de exibir os cuidados é adaptável a rotina diária do usuário, como exemplo de contextos tem-se:

1. Hora de dormir;
2. Hora que vai ao trabalho;
3. Local onde mora.

Baseado na estrutura modelada para representar *condutas*, *cuidados* e *contextos*, mostrada na Figura 24, o Algoritmo 2 mostra o funcionamento do agente responsável

Figura 30 – Agente Emissor

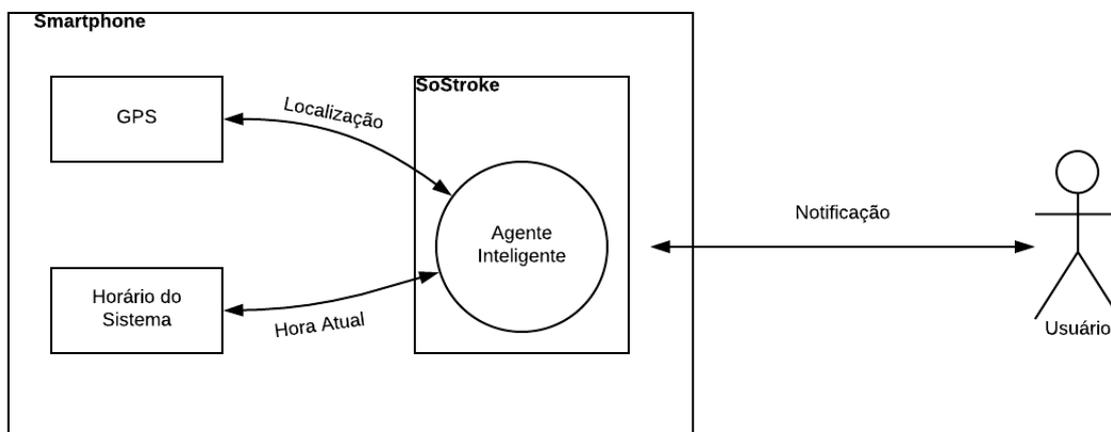
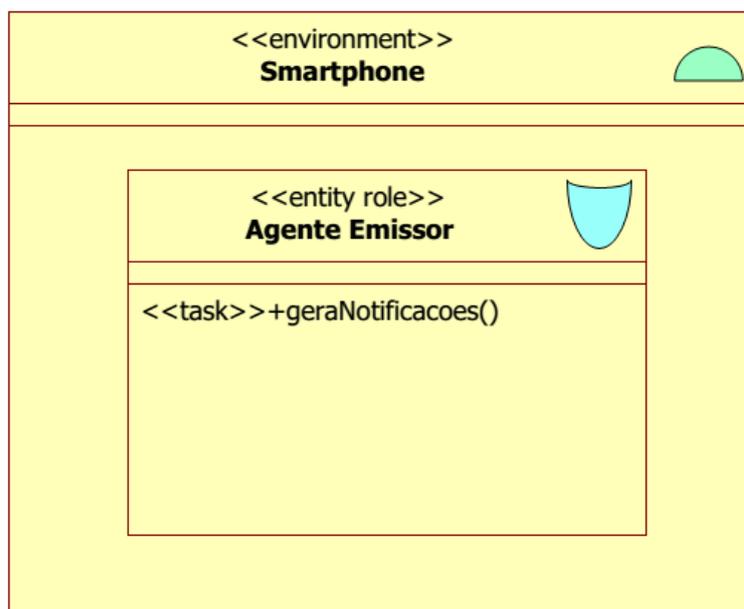


Figura 31 – Modelo de papéis do Agente Emissor



por interpretar uma conduta (criada por um médico através do SW) e exibir uma notificação no *Smartphone* do paciente. O algoritmo é suportado por duas funções para realizar essa tarefa. A função *exigeLocalização* foi criada caso o médico deseje aumentar a precisão de exibição, solicitando a localização do paciente para mostrar a notificação, a Figura 32 mostra como é a tela de criação de um contexto pelo médico no *SoStroke Web*. A função *exigeLocalização* retorna "true" caso o médico tenha solicitado localização ou retorna "falso" caso contrário.

A função *exibirNotificação* recebe como parâmetro, a estrutura de um cuidado

Algoritmo 2 Funcionamento do Agente Emissor

```
1: função AGENTEEMISSOR(Conduta)
2:   localizacaoDoUsuario ← posicaoGPS
3:   horaAtual ← horarioSistema
4:   se exigeLocalizacao(Conduta) então
5:     se localizacaoDoUsuario = Conduta.contexto.localizacao e horaAtual =
       Conduta.contexto.hora então
6:       exibirNotificacao(Conduta.cuidado)
7:       fim se
8:     senão
9:       se horaAtual = Conduta.contexto.hora então
10:        exibirNotificacao(Conduta.cuidado)
11:       fim se
12:     fim se
13: fim função
```

e tem o papel de transformar esses dados em uma notificação compreensível para o usuário, a Figura 33 ilustra um exemplo.

O SM foi desenvolvido para ser sensível ao contexto, utilizando 3 (Quem, Onde e Quando) das 6 dimensões semânticas descritas na Tabela 4 no Capítulo 2. A utilização das semânticas, possibilita a percepção das atividades do usuário, sua localização, momento e data. O conhecimento dessas informações fornece a possibilidade de personalização das notificações na emissão dos cuidados.

Os agentes de software aqui apresentados têm papel de suma importância para o sistema como um todo, como já mencionado os agentes possuem intrinsecamente regras específicas que é o caso das regras fuzzy e da sensibilidade ao contexto, na qual fornecem aos agentes habilidades (Skills) importantes para a realização das principais funcionalidades do sistema. Por fim, é importante frisar que a proatividade e autonomia podem ser considerados os principais motivos da utilização de agentes no sistema. Além de serem proativos, os agentes se comunicam de forma sincronizada e padronizada, o que torna eficiente a realização de tarefas como monitoramento e avaliação dos dados originados tanto pelo médico quanto pelo paciente, transformando assim o SoStroke em um sistema multiagente preocupado com a execução de tarefas e desempenho perante ao usuário final.

Figura 32 – Tela de cadastro de contexto do *SoStroke Web*

Rotinas

lordi.uern.br/sostroke/cadastrar_rotinas

Menu SoStroke

Rotinas

Nome:
Nome Do Paciente

CPF:
66666666666

Nome do contexto:

Hora:

Solicitar localização do contexto pelo App:

Cadastrar

Figura 33 – a) Notificação na forma aberta b) Notificação ainda esperando ser aberta



5 ANÁLISE DO SISTEMA: ESTUDO DE CASO COM MÉDICOS

Este capítulo destina-se à apresentação do estudo de caso realizado com médicos. Nele expõe-se o cenário da pesquisa juntamente com a interpretação dos dados coletados. O capítulo também mostra o comportamento do sistema enquanto utilizado na prática com profissionais reais, além de teste de desempenho e usabilidade. Para uma melhor compreensão o capítulo foi dividido em 3 seções:

- **Contextualização do estudo de caso:** Descreve como ocorreu o experimento, mostrando como foram definidos os parâmetros para a realização dos testes.
- **Avaliação das principais atividades:** Apresenta como foi configurado o sistema e como foi o desempenho do sistema com relação as suas principais atividades.
- **Discussões e resultados:** Discute a hipótese do trabalho e mostra os resultados e conclusões obtidos através da análise do estudo de caso e depoimentos dos participantes.

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

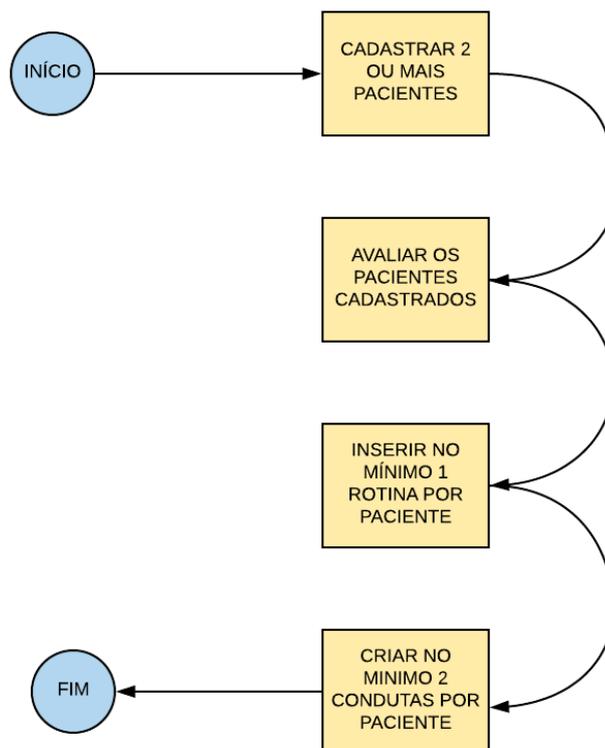
Para testar e observar como o sistema se comporta em um ambiente de trabalho simulado, foi realizado um estudo de caso com médicos. Para a sua realização foi escolhido um conjunto de médicos com especialidades diversas, neurologia, cardiologia, endocrinologia, como também clínicos gerais. Ao todo foram contactados 7 médicos, 5 se disponibilizaram e 3 concluíram a avaliação do sistema até o momento da escrita deste documento. Apesar do sistema ser voltado ao uso de clínicos gerais, durante consultas de rotina, a escolha de profissionais especializados se deu devido os fatores de risco do AVC englobarem diversos campos do organismo humano. Portanto, a opinião do especialista sobre o *software* com relação a sua área tem grande importância e impacto para a avaliação do sistema como um todo.

Para todos os médicos foi estabelecido um protocolo de uso do *software*, baseado nas principais funcionalidades oferecidas pelo sistema. O protocolo de uso, ilustrado em forma de fluxograma na Figura 34, visou motivar os profissionais a utilizarem o sistema de maneira semelhante ao uso convencional durante uma consulta com pacientes, abordando todo o ciclo da consulta, desde a avaliação do paciente até o acompanhamento. Em média cada médico passou aproximadamente 1 semana utilizando o sistema.

Durante o período do estudo de caso, pacientes foram simulados para responder as notificações geradas pelos médicos, com ações diversas como: responder notificação positivamente, responder notificação negativamente e ignorar notificação. Além disso, foi levado em consideração o perfil dos pacientes inseridos pelos médicos, onde a

maioria teve classificação “Alto Risco” com idade acima de 50 anos e a forma como os cuidados foram respondidos, tentando assim se aproximar ao máximo de um paciente real.

Figura 34 – Proposta de sequência de uso para os médicos



5.2 AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES

O estudo de caso do SoStroke deu-se, como descrito anteriormente, e seguiu as etapas discutidas na seção 5.1, através do fluxograma apresentado na Figura 16. A seguir, as subseções discutem cada etapa do fluxograma mostrando como foram realizadas as principais atividades do sistema.

5.2.1 Configuração do Ambiente

Para a configuração do ambiente, foi seguido o método padrão descrito na seção 4.1. Durante o estudo de caso as configurações do sistema ocorreram em alguns passos como segue:

1. Foram cadastrados no sistema todos os médicos que concordaram em participar do experimento;

2. Os médicos receberam orientações sobre o sistema e uma breve explicação das tarefas conforme a Figura 34;
3. Alguns médicos cadastraram dicas e cuidados de autoria própria e as utilizaram em condutas posteriores;
4. Foram cadastrados pelos médicos no sistema, um total de 7 pacientes simulados;
5. Foram realizadas anamneses com os pacientes, para que fosse capturada a classificação de cada um;
6. Foi cadastrada a rotina de cada paciente no SoStroke Web;
7. Foram criadas mais de uma conduta por paciente;
8. Por fim, os pacientes tiveram acesso as condutas criadas, para que as notificações pudessem ser respondidas através do aplicativo móvel, dando início ao processo de aquisição de dados.

5.2.2 Aquisição de dados

O processo de aquisição das respostas deu-se através de botões dispostos no centro inferior da tela, como já mostrado na Figura 33, essa tela é exibida quando o usuário abre a notificação. Os botões “SIM” e “NÃO” referem-se respectivamente a realização ou não do cuidado selecionado. A Figura 35 mostra na perspectiva do paciente o conjunto de lembretes criados pelo médico juntamente com seus horários de disparos de exibição.

5.2.3 Transferência de dados

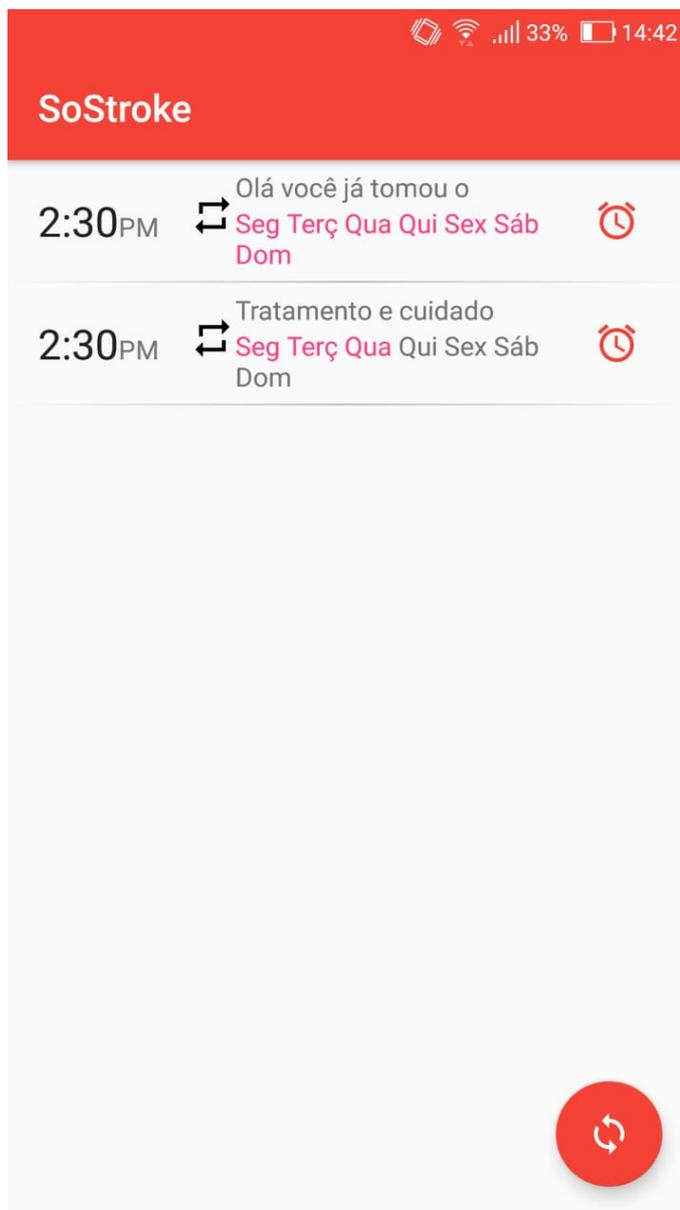
Durante a semana de testes a transferência de dados se deu através de diferentes meios. A conexão com o sistema Web feita pelos médicos ocorreu unicamente através de redes Wi-Fi. O sistema web possui um alto grau de responsividade podendo ser manuseado a partir de uma enorme gama de dispositivos, desde computadores de mesa a *smartphones* desde que tenham um navegador instalado. Alguns médicos utilizaram *tablets*, outros os próprios celulares pessoais e outros utilizaram *notebooks*.

A transferência de dados a partir dos *smartphones* dos pacientes até o servidor web de aplicação, se deu via Wi-Fi e rede de dados móveis até 4G. Não foi detectado atrasos de envio de pacotes que pudessem prejudicar a forma de uso do aplicativo. Também não foram encontrados erros de inconsistência no envio dos dados.

5.2.4 Processamento dos Dados e Análise dos Dados

Após a submissão das respostas “SIM” e “NÃO” pelo SoStroke *Mobile* ao SoStroke Web, faz-se necessário o processamento dos dados, a fim de inferir alguns padrões

Figura 35 – Lembretes de um paciente



de comportamento do usuário. A inteligência computacional foi implementada, para médicos e pacientes através agentes inteligentes baseado em regras e computação sensível ao contexto.

5.2.5 Pós-Processamento e Disponibilidade dos Dados

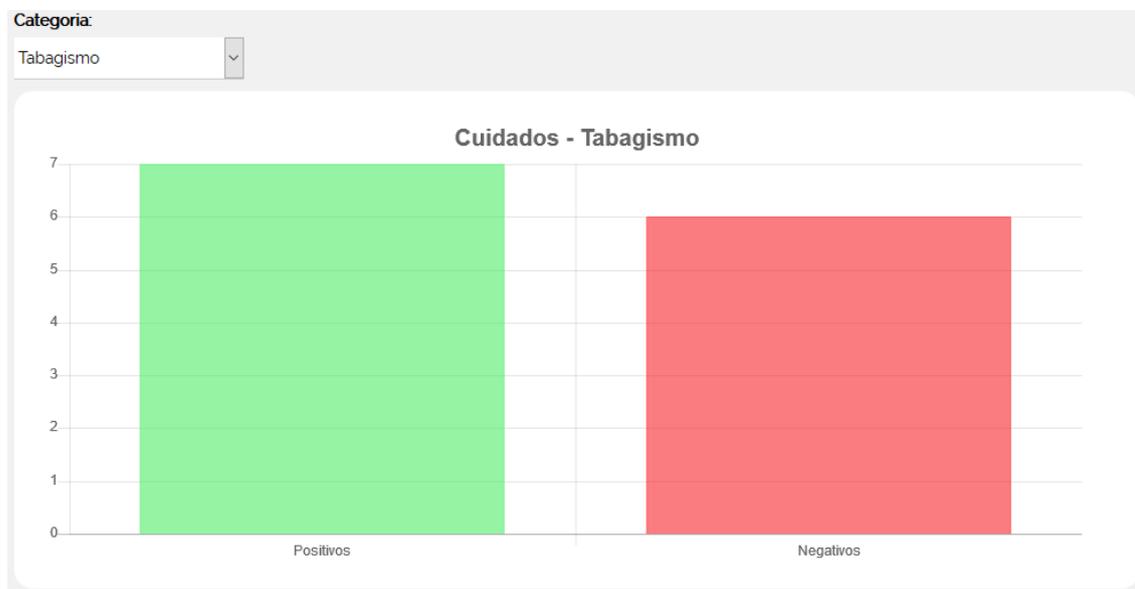
Após os dados serem processados, foi exibido ao médico, formulários com dados dos aproveitamentos dos pacientes e gráficos representando seu desempenho. O gráfico em linha mostrado na Figura 36 foi gerado pelo agente inteligente implementado no sistema e representa o desempenho de um paciente na última semana de uso do aplicativo, já o gráfico em barra (Figura 37), mostra a quantidade total de cuidados

respondidos de forma positiva e negativa durante o período total de uso do aplicativo em cada categoria.

Figura 36 – Exemplo de gráfico de linha das respostas de um paciente



Figura 37 – Exemplo de gráfico em barra da quantidade de cuidados respondidos pelo paciente em cada categoria



5.3 DISCUSSÕES E RESULTADOS

A realização de estudos de caso para testar um produto de *software* é fundamental para identificação de fragilidades. Tal processo torna-se ainda mais importante quando se trata de um sistema aplicado a medicina. O estudo de caso aqui mostrado serviu para submeter o sistema em situações de consultas médicas convencionais para o qual

foi criado, levando em consideração principalmente a interação entre seus principais atores, desempenho e usabilidade.

Ao todo foram 3 médicos participantes que interagiram diretamente com o sistema durante um período médio de 1 semana, os profissionais realizaram o protocolo determinado e ao fim responderam um questionário de usabilidade.

O cálculo da usabilidade não é uma tarefa simples pois seu conceito não existe em sentido absoluto; só pode ser definido com referência a contextos específicos. Isto, significa que não há medidas absolutas de usabilidade, uma vez que, se a usabilidade de um artefato é definida pelo contexto no qual esse artefato é usado, medidas de usabilidade devem ser necessariamente definidas por esse contexto também. Apesar disso, há uma necessidade de medidas gerais que possam ser usadas para comparar a usabilidade em vários contextos. (BROOKE, 1995).

Segundo Jakob Nielsen (2003) a usabilidade é um atributo de qualidade que avalia a facilidade de utilização das interfaces do usuário. A palavra usabilidade também se refere a métodos para melhorar a facilidade de uso durante o processo de *design* e pode ser definida por cinco componentes:

- Capacidade de aprendizagem: Refere-se à facilidade do usuário utilizar o sistema pela primeira vez;
- Eficiência: Rapidez para execução das tarefas;
- Memorização: Processo de lembrar como utilizar o sistema, após um tempo sem utilizar;
- Erros: Ausência de erros apresentados pelo sistema;
- Satisfação: *Design* agradável.

Boucinha e Tarouco (2014) reiteram que a ISO 9241-11 sugere que as medidas de usabilidade devem cobrir:

- Eficácia: Capacidade dos usuários de concluir tarefas usando o sistema e a qualidade da saída dessas tarefas;
- Eficiência: O nível de recursos consumidos na execução de tarefas;
- Satisfação: Reações subjetivas dos usuários ao uso do sistema.

Em resposta a esses requisitos, foi desenvolvido por Brooke (1995) uma escala de usabilidade objetiva. O *System Usability Scale* (SUS) é uma escala de dez itens que oferece uma visão global das avaliações subjetivas de usabilidade.

O SUS é uma escala Likert¹. Frequentemente assume-se que uma escala Likert é simplesmente baseada em questões de escolha forçada, onde uma declaração é feita e o respondente indica o grau de concordância ou discordância com a afirmação em uma escala de 5 (ou 7) pontos. No entanto, a construção de uma escala Likert é um pouco mais sutil do que isso. Enquanto as escalas Likert são apresentadas nesta forma, as declarações com as quais o entrevistado indica concordância e discordância devem ser cuidadosamente selecionadas.

O SUS foi construído usando essa técnica e pode ser visto em seu formato original no Anexo A. Pode-se observar que as declarações selecionadas abrangem uma variedade de aspectos da usabilidade do sistema, como a necessidade de suporte, treinamento e complexidade, e, portanto, possuem um alto nível de validade para medir a usabilidade de um sistema.

O SUS produz um único número representando uma medida composta da usabilidade geral do sistema em estudo. Para calcular a pontuação do SUS, primeiro deve-se somar as contribuições da pontuação de cada item. A contribuição da pontuação de cada item varia de 0 a 4. Para os itens 1,3,5,7 e 9, a contribuição da pontuação é a posição da escala menos 1. Para os itens 2,4,6,8 e 10, a contribuição é de 5 menos a nota do respondente. A pontuação final é a soma das contribuições multiplicado por 2,5. As pontuações do SUS têm um intervalo de 0 a 100.

Após período de experiência com o sistema, os médicos foram submetidos ao questionário SUS com o propósito de avaliação da usabilidade baseado nas métricas de satisfação, eficiência e eficácia descritos anteriormente. O SUS foi escolhido como instrumento para Avaliação da Usabilidade deste estudo, por ser gratuito e possuir um pequeno número de questões, o que facilita a aderência à pesquisa. A Tabela 13 mostra o valor obtido da avaliação referente a cada médico.

Aplicando as regras do questionário SUS a partir dos resultados da Tabela 13 é possível calcular a contribuição das respostas em cada uma das 10 afirmações. A Tabela 14 mostra as 10 afirmações com suas contribuições correspondentes calculadas. Além disso, a última linha mostra a pontuação total de cada e a última coluna mostra a média das contribuições entre os médicos.

Os dados da Tabela 14 podem ser vistos na forma de um gráfico em barra ilustrado na Figura 38. A partir do gráfico fica mais fácil de identificar as questões com melhores e piores contribuições.

Segundo Tenório et al. (2011) e Boucinha e Tarouco (2014) é possível reconhecer os componentes de qualidade indicados por Jakob Nielsen (2003) nas questões do SUS através das seguintes relações:

¹ Escala Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica muito utilizada em questionários. Em pesquisas de opinião é a escala mais usada na qual ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação (LIKERT, 1932).

Tabela 13 – Tabela representando as respostas dos médicos

Afirmações SUS/Médicos	Médico 1	Médico 2	Médico 3
1 - Usaria o sistema frequentemente	4	5	5
2 - Achei o sistema desnecessariamente complexo	2	2	1
3 - Achei que o sistema fosse fácil de usar	4	2	1
4 - Precisarei de apoio técnico para usar o sistema	1	2	1
5 - Achei as funções do sistema bem integradas	4	5	5
6 - Encontrei muitas inconsistências no sistema	1	1	1
7 - Considero o sistema de rápida aprendizagem	3	5	5
8 - Acho o sistema pesado para usar	2	2	1
9 - Considero o sistema confiável	3	2	5
10 - Tenho que aprender muita coisa para usar o sistema	2	2	1

Tabela 14 – Tabela de contribuições de cada afirmação com as médias

Afirmações/Médicos	Médico 1	Médico 2	Médico 3	Média Aritmética
Afirmiação 1	3	4	4	3,66
Afirmiação 2	3	3	4	3,33
Afirmiação 3	3	1	0	1,33
Afirmiação 4	4	3	4	3,66
Afirmiação 5	3	4	4	3,66
Afirmiação 6	4	4	4	4
Afirmiação 7	2	4	4	3,33
Afirmiação 8	3	3	4	3,33
Afirmiação 9	2	1	4	2,33
Afirmiação 10	3	3	4	3,33
Pontuação	75	75	90	80

- Facilidade de aprendizagem: 3, 4, 7 e 10;
- Eficiência: 5, 6 e 8;
- Facilidade de memorização: 2;
- Minimização dos erros: 6;
- Satisfação: 1, 4, 9.

Como já mencionado, a escala de contribuições de cada afirmação do formulário SUS vai de 0 a 4. Tomando 4 como valor máximo, o gráfico ilustrado na Figura 39 mostra as médias das contribuições de cada afirmação. Vale ressaltar que devido ao modo como é calculado as contribuições, nem sempre valores altos de resposta pelos respondentes irão influenciar positivamente na pontuação final do SUS.

Segundo estudo feito por Sauro (2011), pontuações acima de 68 pode ser considerada satisfatória, tal conclusão foi alcançada através de análise e cálculo da média de

Figura 38 – Gráfico dos valores das afirmações e da média entre médicos.

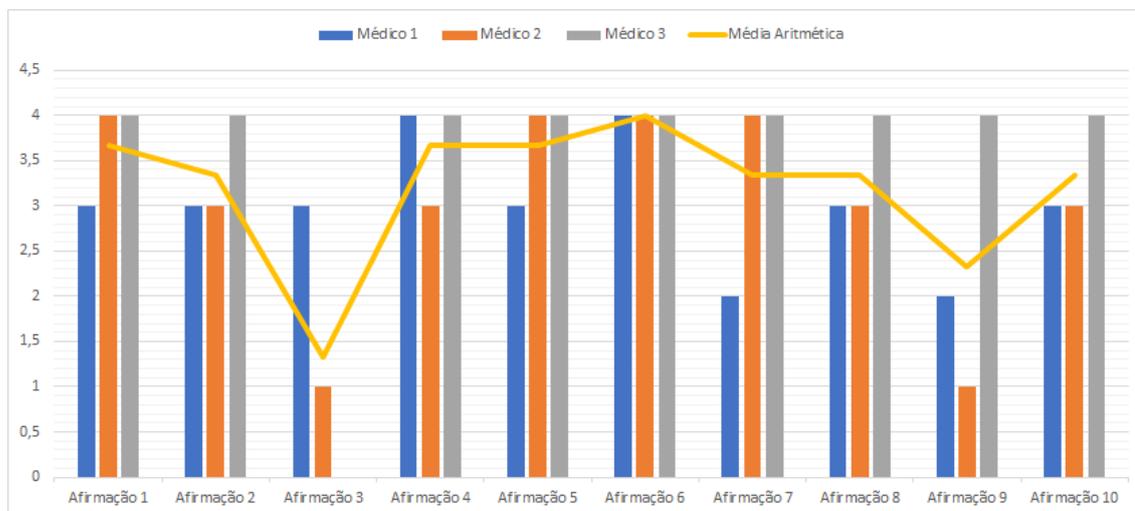
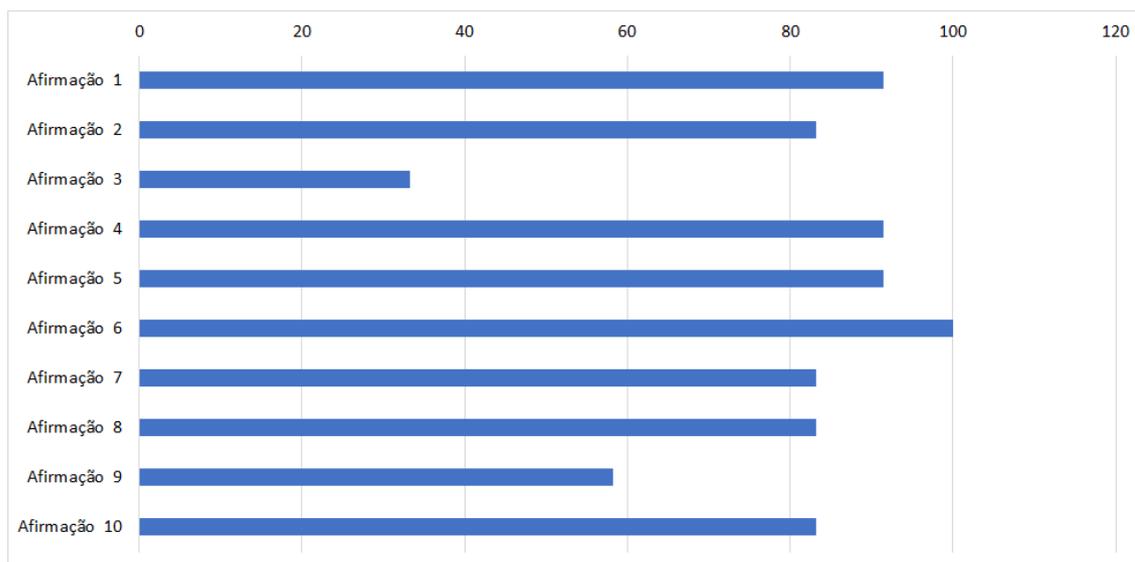


Figura 39 – Porcentagem das médias de cada afirmação, tomando como valor máximo 4 e mínimo 0.



500 estudos. Já Bangor et al. (2009) relatam que a média de 70 pontos tem se mantido em diferentes estudos pesquisados. Além desses, Cunha (2010) relata que pontuações do SUS abaixo de 60 representam sistemas com experiências relativamente pobres com insatisfação do usuário, e pontuações acima de 80 representam experiências muito boas com níveis de satisfação alto dos usuários.

Com base nessas métricas é possível concluir que com média de pontuação de 80 pontos (Tabela 14), o SoStroke atingiu o objetivo de satisfação esperado. Além disso tomando como base a relação proposta por Tenório et al. (2011) e analisando as médias na Figura 38 conclui-se que:

- **Avaliar a facilidade de aprendizagem do sistema:** A facilidade de aprendizagem representada nas afirmações 3,4,7 e 10 possui média de resultados de 72,81%.
- **Verificar a eficiência do sistema:** Os itens 5, 6 e 8 estão relacionados a eficiência do sistema. A média destes tópicos foi de 91,5%.
- **Identificar inconsistências do sistema:** As inconsistências ou minimização dos erros são medidas através da questão 6. Neste item, o score SUS foi 100%.
- **Avaliar a facilidade de memorização:** A facilidade de memorização é avaliada pela questão 2, com média de 83,2%.
- **Verificar a satisfação dos usuários:** A satisfação dos usuários está representada pelos itens: 1, 4, 9. A média alcançada foi de 80,4%.

As respostas retornadas pelos médicos por meio do questionário de usabilidade, permitiu ter uma noção de avaliação do sistema com relação a critérios interessantes, e de importância para o usuário final. Além dos números mostrarem resultado satisfatório, a opinião dos médicos e a detecção de falhas, podem ser consideradas como as contribuições de maior valor desse estudo de caso.

A execução desse experimento forneceu ao trabalho alguns resultados importantes que devem ser considerados em ações futuras. A partir da utilização do sistema em diversos aparelhos foi identificado uma incompatibilidade entre o *SoStroke Mobile* com o sistema de notificações do sistema operacional Android versão 8.0 (versão mais recente), limitando assim o uso do sistema à versões superiores a 4.0 e inferiores a 8.0.

Além disso, a partir da realização desse ensaio surgiram algumas oportunidades de melhorias por meio das sugestões dos médicos que utilizaram o sistema, como a inserção de um chat entre médicos-pacientes e médicos-médicos, com o intuito de aproximar ainda mais essa relação. Outra sugestão interessante foi o sistema auxiliar os usuários na detecção dos remédios a serem ingeridos. Segundo relatos médicos, muitas das causas de incidência de AVC se dão através da baixa adesão dos pacientes aos remédios e a maioria desses fatos acontecem devido a dificuldade das pessoas em distinguir qual remédio tomar, isso é muito comum em pessoas idosas, analfabetas, e pessoas que tomam diversos remédios diariamente. Uma solução interessante seria exibir ilustrações do remédio a ser tomado, haja vista que a maioria dessas pessoas utilizam esse critério de distinção para saber qual o remédio certo a ser tomado.

Por fim vale ressaltar que foi alcançado o objetivo central de ser um estudo qualitativo com médicos de diferentes especialidades. Com isso, os objetivos desse estudo de caso, foram focados em compreender e interpretar determinados comportamentos e principalmente a opinião e expectativas dos membros participantes. Desta forma, após aplicadas algumas sugestões aqui encontradas, sugere-se a realização de um novo estudo com amostragem superior, objetivando dados quantitativos. Ademais, os

resultados aqui apresentados não podem ser generalizados, devido se tratar de um estudo de caso, aplicado a uma quantidade pequena de profissionais.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um sistema inteligente baseado em sensibilidade ao contexto e regras de inferência *fuzzy* para a orientação, classificação, monitoramento e avaliação dos fatores de risco do AVC em pacientes. Considerando os resultados, pôde-se analisar alguns aspectos relevantes do sistema desenvolvido, como: a) classificação dos pacientes baseado em fatores de risco; b) utilização de agentes inteligentes para avaliação do desempenho do paciente; c) utilização da sensibilidade ao contexto para emissão de cuidados; d) desenvolvimento e implementação de um *software* em plataforma móvel e web para a acoplação de todas essas funcionalidades.

Como contribuição tecnológica aqui foi apresentado o SoStroke *Mobile* e SoStroke *Web*, ambos sistemas em funcionamento e *on-line* atualmente instalados nas dependências da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), com todas as funcionalidades aqui apresentadas operantes.

Como limitações destaca-se o sistema móvel limitado somente à plataforma *Android*. Apesar do sistema *Web* ser compatível com diversos dispositivos e plataformas, a parte móvel está disponível apenas para usuários de sistema operacional *Android* com versão a partir da 4.1. Além disso, como destacado no estudo de caso realizado, o SoStroke *Mobile* possui incompatibilidade com o sistema de notificações da versão 8.0 e 8.1 do *Android*. Cabe destacar também a ausência de um manual de ajuda para os usuários, sendo considerado por diversos autores uma obrigação, pois auxilia na redução de suportes técnicos.

Como contribuição científica e resultado da pesquisa, esse trabalho propôs uma abordagem capaz de transformar conhecimentos teóricos dos *guidelines* relativos a prevenção do AVC em ações concretas de impacto direto na vida de pacientes. O SoStroke representa a implementação em forma de *software*, de atitudes e guias lançados periodicamente por instituições referenciadas.

Além disso, o SoStroke tem a capacidade de aperfeiçoar a interação médico-paciente, fornecendo ao médico um maior controle sobre as atitudes diárias do paciente. Por meio dos relatórios emitidos relacionados aos cuidados passados ao paciente, o médico terá uma série de informações a mais que podem ajudá-lo na tomada de decisão e na detecção de outros problemas.

Como perspectivas futuras, tem-se:

- Apesar de ter um conjunto de dicas e perguntas retiradas dos principais *guidelines* existentes na literatura, essas informações ainda são estáticas. Seria relevante, um componente que pudesse realizar buscas periódicas, na literatura, com o objetivo de acompanhar as atualizações lançadas sobre o AVC e que de forma automática,

o sistema “abastecesse” o *SoStroke* com novas recomendações, tornando-o mais dinâmico para os médicos.

- Com relação as repostas fornecidas pelo usuário, a avaliação feita pelo sistema fica refém da boa vontade, pois cabe somente ao paciente responder ou não as notificações que aparecem. Com o advento dos dispositivos vestíveis, informações como pressão sanguínea, glicose, entre outras, podem ser extraídas dos usuários e enviadas para o sistema, melhorando a forma de monitoramento.
- Sobre a classificação feita pelo agente classificador, a integração do método aqui mostrado com alguns dos vários algoritmos de predição presentes na literatura, forneceria uma forma mais precisa de classificação, já que algumas das calculadoras de risco levam em consideração outros fatores não abordados aqui.
- Além disso, o sistema multiagente aqui implementado, poderia ganhar o auxílio de agentes não mais reativos, mas sim cognitivos utilizando algoritmos de aprendizagem de máquina para observar e aprender sobre o comportamento do paciente, tornando mais inteligente o sistema de emissão de cuidados.
- Por ter como característica essa ligação entre médico e paciente, o *SoStroke* poderia ter embutido, ferramentas de apoio a emergências médicas, levando em consideração a detecção de início de surto e o algoritmo de atendimento ao AVC seguido por equipes médicas de emergências.

Além das atividades aqui citadas, pode-se destacar algumas outras de cunho tecnológico:

- Implementação de um chat no sistema, para uma comunicação mais direta entre médicos e pacientes;
- Além dos compartilhamentos de cuidados, o sistema poderia compartilhar opiniões e dicas sobre tomada de decisão entre médicos, permitindo a um médico ter uma segunda opinião sobre determinada decisão;
- Implementação de módulos individuais de prevenção para cada fator de risco, como monitoramento de atividade física, monitoramento de vícios baseados em testes de abstinência, como exemplo, o teste de *Fagerström* para tabagismo e o questionário *Cut down, Annoyed by criticism, Guilty e Eye-opener* (CAGE) para o abuso de álcool;
- Criar um módulo no sistema móvel para ajudar pessoas idosas na identificação dos remédios.

Por fim, este trabalho foi capaz de analisar e aprimorar um método preventivo de orientação e classificação dos fatores de risco do AVC (*Stroke Risk ScoreCard*), bastante utilizado e difundido mundialmente por diversas instituições renomeadas. Além de ter sido aperfeiçoado, o SRS foi implementado através de linguagens de programação de alto nível e técnicas de inteligência artificial, resultando em um processo de consulta totalmente apoiado por software e dispositivos móveis. Diante das contribuições expostas, o desenvolvimento deste trabalho pode ser considerado uma alternativa viável enquanto solução computacional, no que diz respeito a prevenção primária dos fatores de risco do AVC.

REFERÊNCIAS

- ABOWD, G. D.; MYNATT, E. D. Charting past, present, and future research in ubiquitous computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, ACM, v. 7, n. 1, p. 29–58, 2000.
- ABRAMCZUK, B.; VILLELA, E. A luta contra o AVC no Brasil. *ComCiência*, n. 109, p. 0–0, 2009. ISSN 1519-7654. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1519-76542009000500002&lng=es&nrm=iso&tlng=pt>.
- ALLEN, C. L.; BAYRAKTUTAN, U. Risk Factors for Ischaemic Stroke. *International Journal of Stroke*, v. 3, n. 2, p. 105–116, maio 2008. ISSN 1747-4930. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2008.00187.x>>.
- ALMEIDA, L. M. de. Da prevenção primordial á prevenção quaternária. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, v. 23, n. 1, p. 91–96, 2005.
- ANINDITO; PARDAMEAN, B.; CHRISTIAN, R.; ABBAS, B. S.; ANINDITO; PARDAMEAN, B.; CHRISTIAN, R.; ABBAS, B. S. EXPERT-SYSTEM BASED MEDICAL STROKE PREVENTION. *Journal of Computer Science*, v. 9, n. 9, p. 1099–1105, ago. 2013. ISSN 1549-3636, 1552-6607. Disponível em: <<http://thescipub.com/abstract/10.3844/jcssp.2013.1099.1105>>.
- ARAUJO, R. B. de. Computação ubíqua: Princípios, tecnologias e desafios. In: *XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*. [S.l.: s.n.], 2003. v. 8, p. 11–13.
- ARTERO, A. *Intelifência artificial teórica e pratica*. Editora Libreria da Fisica, 2008. ISBN 9788578610296. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=NOGuQQAACAAJ>>.
- ATAGUBA, J. E.; MOONEY, G. Building on “the concept of prevention: a good idea gone astray?”. *Journal of Epidemiology & Community Health*, v. 65, n. 2, p. 116–118, fev. 2011. ISSN 0143-005X, 1470-2738. Disponível em: <<https://jech.bmj.com/content/65/2/116>>.
- AZEVEDO, L. C. P. d.; TANIGUCHI, L. U.; LADEIRA, J. P.; MARTINS, H. S.; VELASCO, I. T. *Medicina intensiva: abordagem prática*. 1. ed. São Paulo: Editora Manole, 2013.
- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Studies*, v. 4, n. 3, p. 114–123, maio 2009. ISSN 1931-3357. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2835587.2835589>>.
- BLAYA, J. A.; FRASER, H. S. F.; HOLT, B. E-Health Technologies Show Promise In Developing Countries. *Health Affairs*, v. 29, n. 2, p. 244–251, fev. 2010. ISSN 0278-2715, 1544-5208. Disponível em: <<http://content.healthaffairs.org/content/29/2/244>>.
- BOTELHO, T. d. S.; NETO, C. D. M.; ARAÚJO, F. L. C. d.; ASSIS, S. C. d. Epidemiologia do acidente vascular cerebral no brasil. *Temas e Saúde*, João Pessoa, v. 16, n. 2, 2016. ISSN 2447-2131.
- BOUCINHA, R. M.; TAROUÇO, L. M. R. Avaliação de Ambiente Virtual de Aprendizagem com o uso do SUS - System Usability Scale. *RENOTE*, v. 11, n. 3, jan. 2014. ISSN 1679-1916. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/44479>>.

BRASIL. *Cadernos de Atenção Primária - Rastreamento*. 1. ed. Brasília – DF, 2013.

BRASIL. GOVERNAMENTAL, *Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com acidente vascular cerebral*. 2013. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_reabilitacao_acidente_vascular_cerebral.pdf>.

BRASIL, P. Notícia, *Acidente vascular cerebral (AVC)*. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2012/04/acidente-vascular-cerebral-avc>>.

BROOKE, J. SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, v. 189, nov. 1995.

BUSS, P. M. *Uma Introdução ao Conceito de Promoção da Saúde*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

CAFARATE, L. S. *ALOCAÇÃO DE PESSOAS EM PROJETOS DE SOFTWARE UTILIZANDO SISTEMAS MULTIAGENTES*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, aug 2011.

CALADO, M. P. Serviço de emergência médica angolano : otimização utilizando sistemas multi-agente. 2015. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/20477>>.

CESARIO, C. M. M.; PENASSO, P.; OLIVEIRA, A. P. R. d. Impacto da disfunção motora na qualidade de vida em pacientes com acidente vascular encefálico. *Revista Neurociências*, n. 14(1), p. 6–9, 2006.

CUNHA, M. L. C. *Redes Sociais Dirigidas ao Contexto das Coisas*. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, aug 2010.

CZERESNIA, D.; FREITAS, C. M. d. *Promoção da saúde: conceitos, reflexões, tendências*. Editora FIOCRUZ, 2009. ISBN 978-85-7541-183-4. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/m9xn5>>.

DEY, A. K.; ABOWD, G. D. Towards a better understanding of context and context-awareness. *Workshop on the What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness*, 1999.

EHEALTH, W. G. O. f. *mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth*. Geneva : World Health Organization, 2011. ISBN 978-92-4-456425-7. Disponível em: <<http://www.who.int/iris/handle/10665/44607>>.

FEIGIN, V. L.; NORRVING, B. A new paradigm for primary prevention strategy in people with elevated risk of stroke. *International Journal of Stroke*, v. 9, n. 5, p. 624–626, jul. 2014. ISSN 1747-4949. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijvs.12300>>.

FERBER, J.; GUTKNECHT, O. A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems. In: *Proceedings International Conference on Multi Agent Systems (Cat. No.98EX160)*. IEEE Comput. Soc. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/icmas.1998.699041>>.

- FRANKLIN, S.; GRAESSER, A. Is It an Agent, or Just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. In: *Proceedings of the Workshop on Intelligent Agents III, Agent Theories, Architectures, and Languages*. London, UK, UK: Springer-Verlag, 1997. (ECAI '96), p. 21–35. ISBN 978-3-540-62507-0. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=648203.749270>>.
- GOLDSCHMIDT, R. R. Uma introdução à inteligência computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações. 2010. Acesso em: 20 fev. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/hWj6ck>>.
- GOMES, H. S. Jornalismo, *Brasil tem 116 milhões de pessoas conectadas à internet, diz IBGE*. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/brasil-tem-116-milhoes-de-pessoas-conectadas-a-internet-diz-ibge.ghtml>>.
- GOUAÏCH, A.; HOCINE, N.; DOKKUM, L. V.; MOTTET, D. Digital-pheromone Based Difficulty Adaptation in Post-stroke Therapeutic Games. In: *Proceedings of the 2Nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (IHI '12), p. 5–12. ISBN 978-1-4503-0781-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2110363.2110368>>.
- GOVINDARAJAN, P.; RAVICHANDRAN, K. S.; SUNDARARAJAN, S.; SREEJA, S. Impact of modifiable and non-modifiable risk factors on the prediction of stroke disease. In: *2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 985–989.
- GÉRVAS, J.; STARFIELD, B.; HEATH, I. Is clinical prevention better than cure? *The Lancet*, v. 372, n. 9654, p. 1997–1999, dez. 2008. ISSN 01406736. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673608618437>>.
- GUIMARÃES, H. P.; ASSUMPÇÃO, M. S. C. d.; CARVALHO, F. B. d.; JAPIASSÚ, A. M.; VERAS, K. N.; NÁCUL, F. E.; REIS, H. J. L.; AZEVEDO, R. P. d. *Manual de Medicina Intensiva*. Edição: 1. [S.l.]: Editora Atheneu, 2014.
- GUIMARÃES, M. C. S.; SILVA, C. H. D.; ANTUNES, M. N. Monitoramento de informação como estratégia de e-health: um estudo prospectivo. *Textos de la CiberSociedad*, n. 16, p. 10, 2008. ISSN 1577-3760. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3129053>>.
- HALKET, D.; SINGER, J.; BALUCANI, C.; STEFANOV, D.; LEVINE, S. R. Mobile Applications for Stroke Prevention: A Survey of Physicians' Perspectives. *Journal of Mobile Technology in Medicine*, v. 6, n. 3, p. 7–13, dez. 2017. Disponível em: <<https://www.journalmtm.com/2017/mobile-applications-for-stroke-prevention-a-survey-of-physicians-perspectives/>>.
- HANSMANN, U.; MERK, L.; NICKLOUS, M. S.; STOBER, T. *Pervasive computing handbook*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013.
- HENDERSON-SELLERS, B.; GIORGINI, P. (Ed.). *Agent-Oriented Methodologies*. IGI Global, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.4018/978-1-59140-581-8>>.
- HIPPISLEY-COX, J.; COUPLAND, C.; BRINDLE, P. Derivation and validation of QStroke score for predicting risk of ischaemic stroke in primary care and comparison

with other risk scores: a prospective open cohort study. *BMJ*, BMJ, v. 346, n. may02 1, p. f2573–f2573, may 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/bmj.f2573>>.

II, M. J. de O. M. *MAS-COMMONKADS+: UMA EXTENSÃO AO A METODOLOGIA MAS-COMMONKADS PARA SUPORTE AO PROJETO DETALHADO DE SISTEMAS MULTIAGENTES RACIONAIS*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

Jakob Nielsen. *Usability 101: Introduction to Usability*. 2003. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>>.

JEENA, R. S.; KUMAR, S. Stroke prediction using SVM. In: *2016 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICT)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 600–602.

KHOSLA, A.; CAO, Y.; LIN, C. C.-Y.; CHIU, H.-K.; HU, J.; LEE, H. An Integrated Machine Learning Approach to Stroke Prediction. In: *Proceedings of the 16th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (KDD '10), p. 183–192. ISBN 978-1-4503-0055-1. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1835804.1835830>>.

KIM, J.; YANG, S.; GERLA, M. StrokeTrack: Wireless Inertial Motion Tracking of Human Arms for Stroke Telerehabilitation. In: *Proceedings of the First ACM Workshop on Mobile Systems, Applications, and Services for Healthcare*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (mHealthSys '11), p. 4:1–4:6. ISBN 978-1-4503-0684-3. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2064942.2064948>>.

LEAVELL, H.; CLARK, E. G. *Medicina Preventiva*. first. São Paulo: McGraw-Hill Inc., 1976.

LEITE, C. R. M. Arquitetura inteligente fuzzy para monitoramento de sinais vitais de pacientes: um estudo de caso em UTI. jun. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/15155>>.

LIKERT, R. A Technique for Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, v. 22, p. 1, jan. 1932.

LIMA, R. M. de. *Doctraining: um ambiente 3d com jogo sério para o treinamento de estudantes de medicina em casos clínicos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido, MOSSORÓ – RN, mar 2016.

LYYTINEN, K.; YOO, Y. Ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, v. 45, n. 12, p. 63–96, 2002.

MACHADO, A.; LIBRELOTTO, G. R.; IARA, A. *Ferramenta para Definição de Contexto pelo Usuário-Final na Programação de Tarefas Clínicas em um Sistema de Saúde Pervasivo*. Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

MAGALHÃES, D. A. *VOCALIZADOR DIGITAL BASEADO NA COMPUTAÇÃO SENSÍVEL AO CONTEXTO*. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2015.

MAHMOOD, S. S.; LEVY, D.; VASAN, R. S.; WANG, T. J. The Framingham Heart Study and the epidemiology of cardiovascular disease: a historical perspective. *The Lancet*, v. 383, n. 9921, p. 999–1008, mar. 2014. ISSN 0140-6736, 1474-547X. Disponível em: <[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(13\)61752-3/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(13)61752-3/abstract)>.

MAMDANI, E. H. Application of fuzzy algorithm for simple dynamic plant. *Proceedings of The Institution of Electrical Engineers*, v. 121, dez. 1974.

MARAJ, A.; SHATRI, B.; RUGOVA, S. Selection of Defuzzification Method for Routing Metrics in MPLS Network to Obtain Better Crisp Values for Link Optimization. In: *Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on System Science and Simulation in Engineering*. Stevens Point, Wisconsin, USA: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2008. (ICOSSE'08), p. 200–205. ISBN 978-960-474-027-7. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1562259.1562297>>.

MATEUS, G. R.; LOUREIRO, A. A. F. *Introdução à computação móvel*. [S.l.]: DCC/IM, COPPE/UFRJ, 1998.

MENESES-GAYA, I. C. d.; ZUARDI, A. W.; LOUREIRO, S. R.; CRIPPA, J. A. d. S. Psychometric properties of the Fagerström Test for Nicotine Dependence. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 35, n. 1, p. 73–82, jan. 2009. ISSN 1806-3713. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1806-37132009000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>.

MESCHIA, J. F.; BUSHNELL, C.; BODEN-ALBALA, B.; BRAUN, L. T.; BRAVATA, D. M.; CHATURVEDI, S.; CREAGER, M. A.; ECKEL, R. H.; ELKIND, M. S. V.; FORNAGE, M.; GOLDSTEIN, L. B.; GREENBERG, S. M.; HORVATH, S. E.; IADECOLA, C.; JAUCH, E. C.; MOORE, W. S.; WILSON, J. A. Guidelines for the Primary Prevention of Stroke: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, v. 45, n. 12, p. 3754–3832, dez. 2014. ISSN 0039-2499, 1524-4628. Disponível em: <<http://stroke.ahajournals.org/content/45/12/3754>>.

MINHAVIDA. *AVC isquêmico e hemorrágico: diferenças, sintomas e sequelas*. 2018. Disponível em: <<https://www.minhavidacom.br/saude/temas/avc>>.

MONTEIRO, B. de S. *Ambiente de aprendizado ubíquo youubi: design e avaliação*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Pernambuco, fev 2015.

NEVES, D.; VOURVOPOULOS, A.; CAMEIRÃO, M.; BADIA, S. Bermudez i. An Assistive Mobile Platform for Delivering Knowledge of Performance Feedback. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. ICST, Brussels, Belgium, Belgium: ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), 2014. (PervasiveHealth '14), p. 440–442. ISBN 978-1-63190-011-2. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2014.255278>>.

NIDDK. *Low Blood Glucose (Hypoglycemia) | NIDDK*. 2016. Disponível em: <<https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/preventing-problems/low-blood-glucose-hypoglycemia>>.

NSA, N. S. A. *Stroke Risk Scorecard*. 2014. Disponível em: <<http://www.stroke.org/stroke-resources/resource-library/stroke-risk-scorecard>>.

- OBAIDAT, M. S.; DENKO, M.; WOUNGANG, I. *Pervasive computing and networking*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2011.
- PASCOE, J.; RYAN, N.; MORSE, D. Issues in developing context-aware computing. In: SPRINGER. *Handheld and ubiquitous computing*. [S.l.], 1999. p. 208–221.
- PEREIRA, I. C.; OLIVEIRA, M. A. d. C. *Atenção primária, promoção de saúde e o sistema único de saúde: um diálogo necessário*. Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem, 2014. ISBN 978-85-89734-13-4. Disponível em: <<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/59>>.
- PONTES-NETO, O. M.; OLIVEIRA-FILHO, J.; VALIENTE, R.; FRIEDRICH, M.; PEDREIRA, B.; RODRIGUES, B. C. B.; LIBERATO, B.; FREITAS, G. R. d. Brazilian guidelines for the management of intracerebral hemorrhage. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 67, n. 3B, p. 940–950, set. 2009. ISSN 0004-282X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-282X2009000500034&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>.
- POSTOLACHE, G.; MOURA, C. M.; GIRÃO, P. S.; POSTOLACHE, O. Rehabilitative TeleHealthCare for post-stroke outcome assessment. In: *2011 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 408–413.
- RAZ, D.; JUHOLA, A. T.; SERRAT-FERNANDEZ, J.; GALIS, A. *Fast and efficient context-aware services*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2006.
- REZENDE, S. *Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações*. Manole, 2005. ISBN 9788520416839. Disponível em: <<http://goo.gl/0V0SRb>>.
- RIGNEL, D. G. d. S.; CHENCI, G. P.; LUCAS, C. A. Uma introdução a lÓgica fuzzy. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica*, v. 01, n. 1, p. 17–28, mar 2011. Acesso em: 22 fev. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/1nmIE9>>.
- ROCHA, T. A. H.; FACHINI, L. A.; THUMÉ, E.; SILVA, N. C. d.; BARBOSA, A. C. Q.; CARMO, M. d.; RODRIGUES, J. M.; ROCHA, T. A. H.; FACHINI, L. A.; THUMÉ, E.; SILVA, N. C. d.; BARBOSA, A. C. Q.; CARMO, M. d.; RODRIGUES, J. M. Mobile health: new perspectives for healthcare provision. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 25, n. 1, p. 159–170, mar. 2016. ISSN 2237-9622. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2237-9622016000100159&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Third. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010. (Series in Artificial Intelligence). Disponível em: <<http://aima.cs.berkeley.edu/>>.
- SACCOL, A. Z.; REINHARD, N. Tecnologias de informação móveis, sem fio e ubíquas: definições, estado-da-arte e oportunidades de pesquisa. *Revista de administração contemporânea*, SciELO Brasil, v. 11, n. 4, p. 175–198, 2007.
- SAURO, J. *MeasuringU: Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS)*. 2011. Disponível em: <<https://measuringu.com/sus/>>.
- SCHILIT, B. N. A context-aware system architecture for mobile distributed computing. *Unpublished PhD, Columbia University*, 1995.

- SCHILIT, B. N.; THEIMER, M. M. Disseminating active map information to mobile hosts. *Network, IEEE, IEEE*, v. 8, n. 5, p. 22–32, 1994.
- SCHMIDT, A.; BEIGL, M.; GELLERSEN, H.-W. There is more to context than location. *Computers & Graphics, Elsevier*, v. 23, n. 6, p. 893–901, 1999.
- SIZILIO, G. R. M. A. Método Fuzzy para auxílio ao diagnóstico de câncer de mama em ambiente inteligente de telediagnóstico colaborativo para apoio à tomada de decisão. maio 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/15180>>.
- SYCARA, K. P. Multiagent Systems. *AI Magazine*, v. 19, n. 2, p. 79–79, jun. 1998. ISSN 2371-9621. Disponível em: <<https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1370>>.
- TAKAGI, T.; SUGENO, M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-15*, n. 1, p. 116–132, jan. 1985. ISSN 0018-9472.
- TENÓRIO, J. M.; COHRS, F. M.; SDEPANIAN, V. L.; PISA, I. T.; MARIN, H. d. F. Desenvolvimento e Avaliação de um Protocolo Eletrônico para Atendimento e Monitoramento do Paciente com Doença Celíaca. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, v. 17, n. 2, p. 210–220, mar. 2011. ISSN 21752745. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rita/article/view/rita_v17_n2_p210>.
- THANT, K. P.; NAING, T. T. A Migration Framework for Ubiquitous Computing Applied in Mobile Applications. In: *6th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 213–218.
- TIBREWAL, R.; SINGH, A.; BHATTACHARYYA, M. mSTROKE: A Crowd-powered Mobility Towards Stroke Recognition. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (MobileHCI '16), p. 645–650. ISBN 978-1-4503-4413-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2957265.2961831>>.
- VARGAS, J. S. e Marco VIVA e P. O uso dos dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem no meio virtual. *REVISTA CESUCA VIRTUAL: CONHECIMENTO SEM FRONTEIRAS - ISSN 2318-4221*, v. 1, n. 1, 2013. ISSN 2318-4221. Disponível em: <<http://ojs.cesuca.edu.br/index.php/cesucavirtual/article/view/424>>.
- VENECIAN, L. R. Um mecanismo de sensibilidade ao contexto com suporte sem^antico para computaç ao ubiqua. 2010.
- Vital Wave Consulting. *mHealth for Development*. 2009. Disponível em: <<http://www.unfoundation.org/what-we-do/issues/global-health/mhealth-report.html>>.
- VOSS, G. B.; NUNES, F. B.; HERPICH, F.; MEDINA, R. D. Ambientes virtuais de aprendizagem e ambientes imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel e web viewers. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, v. 2, n. 1, p. 24–42, 2015.
- WARD, A.; JONES, A.; HOPPER, A. A new location technique for the active office. *Personal Communications, IEEE, IEEE*, v. 4, n. 5, p. 42–47, 1997.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, v. 3, n. 3, p. 3–11, jul. 1999. ISSN 1559-1662. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/329124.329126>>.

WHO. *telemedicine: opportunities and developments in member states: report on the second global survey on ehealth*. 2010. Acesso em: 13 fev. 2017. Disponível em: <<http://goo.gl/KlQTRI>>.

WHO, W. H. O. . Milestones in Health Promotion: Statements from Global Conferences. p. 42, 2009.

WHO, W. H. O. . *The top 10 causes of death*. 2018. Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>>.

WOOLDRIDGE, M. *An Introduction to MultiAgent Systems*. 2nd. ed. [S.l.]: Wiley Publishing, 2009. ISBN 0470519460, 9780470519462.

ZHANG, M. W.; HO, R. C. Smartphone Applications Providing Information about Stroke: Are We Missing Stroke Risk Computation Preventive Applications? *Journal of Stroke*, v. 19, n. 1, p. 115–116, jan. 2017. ISSN 2287-6391. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5307931/>>.

Apêndices

APÊNDICE A – DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Figura 40 – Principais casos de uso do sistema (Médico)

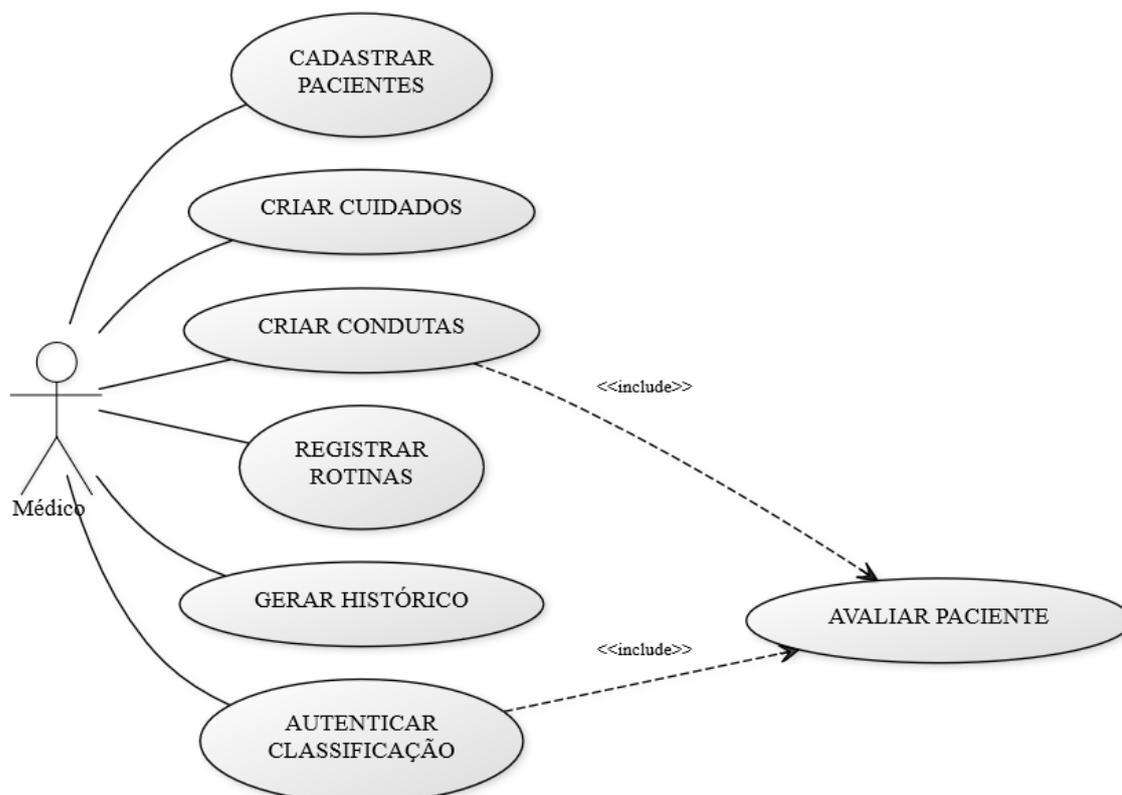
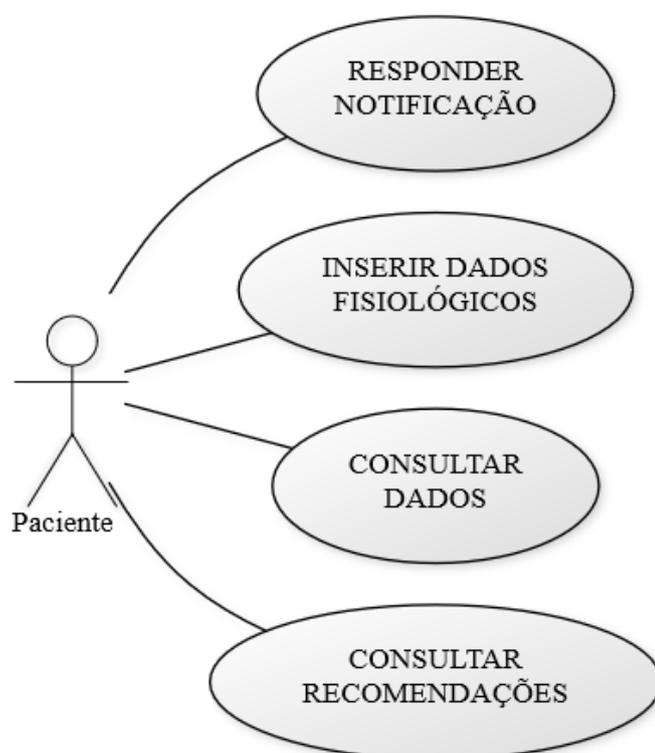
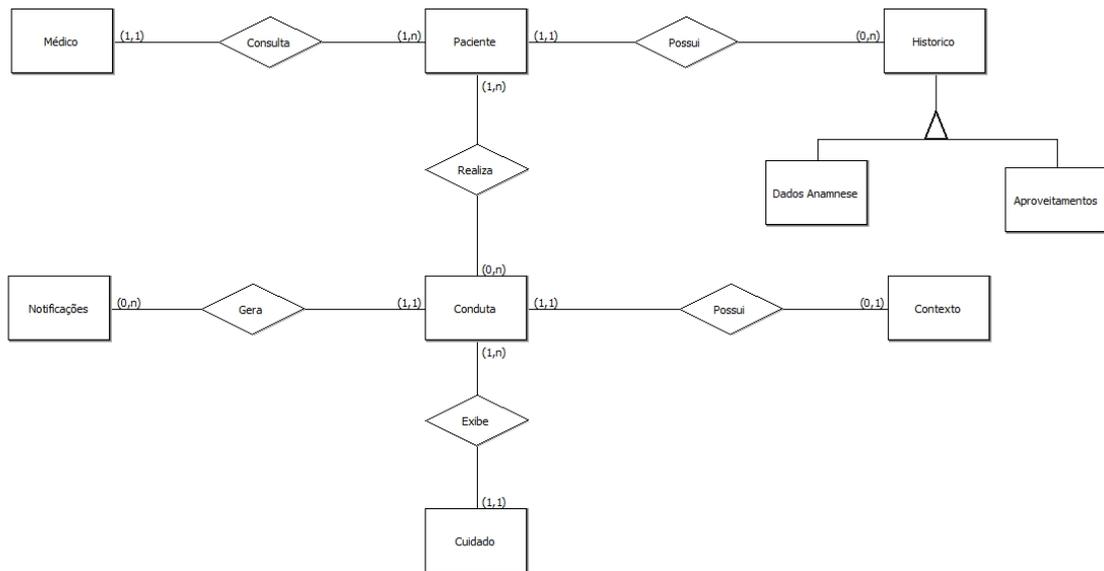


Figura 41 – Principais casos de uso do sistema (Paciente)



APÊNDICE B – MODELO CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS

Figura 42 – Modelo Conceitual do *SoStroke Database*

Anexos

ANEXO A – SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)

System Usability Scale

© Digital Equipment Corporation, 1986.

	Strongly disagree					Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
2. I found the system unnecessarily complex	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
3. I thought the system was easy to use	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
5. I found the various functions in this system were well integrated	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
6. I thought there was too much inconsistency in this system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
8. I found the system very cumbersome to use	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
9. I felt very confident using the system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	

ANEXO B – MODELO DE ANAMNESE

Dados

2

Prontuário _____ Ficha _____ Data ____ / ____ / ____

Identificação

Nome _____

Endereço _____

Bairro _____ Cidade _____ Estado ____ CEP _____

Telefone _____

Data de nasc.: ____ / ____ / ____ Idade _____ Sexo _____ Estado civil _____

RG: _____ Convênio _____

Escolaridade Analfabeto 1º grau Completo Alfabetização rudimentar 2º grau Incompleto Superior**Condições socioeconômica** Ativo Inativo Aposentado Dependente Desempregado

Profissão _____

PA _____ Peso _____ kg Altura _____ m

Circunferência abdominal _____ Glicemia _____

Colesterol total _____ HDL _____

LDL _____ Triglicérides _____



Ficha de avaliação clínica

3

Anamnese	Sim	Não
Hipertensão arterial na família		
IM – infarto do miocárdio		
AVC – acidente vascular cerebral		
Fumo		
Álcool diariamente		
Sal (adiciona sal na comida pronta)		
Pílula anticoncepcional		
Asma		
Diabetes		
Gota		
Nefropatia		
Claudicação		
Indícios HA secundária		
Impotência sexual		
Insônia		

Intolerância/contra-indicação

Medicação atual

Coração

Pulmões

Abdome

Sopro abdominal Sim Não

Edema membros Sim Não

Pulsos

	D	E
Carotídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Femural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pedioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tibial-posterior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Ficha de avaliação clínica (cont.)

4

Pressão arterial											
MSD	<input type="checkbox"/>	Decúbito dorsal									
MSE	<input type="checkbox"/>	Sentado									
		Ereto									
Peso ideal:		PESO									
CONDUTA	Índice de massa corpórea										
	SAL										
	CALORIAS										
	MEDICAÇÃO										
	EFEITOS COLATERAIS										
OBSERVAÇÕES											
Exames complementares		Creatinina	Potássio	Ácido úrico	Glicemia	Colesterol	Urina	Fundo de olho	HDL-Col	LDL-Col	Triglicérides
DATA	___/___/___										
	___/___/___										
	___/___/___										
	___/___/___										
ECG											
RAIO-X TÓRAX											



Dept. de Hipertensão Arterial
da Sociedade Brasileira de Cardiologia
Seção Ligas de Hipertensão