



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



ADEMAR FRANÇA DE SOUSA NETO

Sistema de Intermédio do Especialista e Monitoramento
da Saúde com Recomendação Personalizada de Conteúdos

Mossoró-RN

2019

ADEMAR FRANÇA DE SOUSA NETO

Sistema de Intermédio do Especialista e Monitoramento da Saúde com Recomendação Personalizada de Conteúdos

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.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Aplicada à Educação e à Saúde

Orientador: Francisco Milton Mendes Neto, Prof. Dr.

Mossoró-RN

2019

© 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.

S725s Sousa Neto, Ademar França de.
Sistema de Intermédio do Especialista e
Monitoramento da Saúde com Recomendação
Personalizada de Conteúdos / Ademar França de
Sousa Neto. - 2019.
100 f. : il.

Orientador: Francisco Milton Mendes Neto.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
, 2019.

1. Diabetes. 2. Recomendação Personalizada de
Conteúdo. 3. Aprendizagem Informal. 4.
Monitoramento Glicêmico. 5. Ontologia. I. Mendes
Neto, Francisco Milton, orient. II. 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.

ADEMAR FRANÇA DE SOUSA NETO

Sistema de Intermédio do Especialista e Monitoramento da Saúde com Recomendação Personalizada de Conteúdos

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

APROVADA EM: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Francisco Milton Mendes Neto, Dr.
Orientador

Gabriel Antoine Louis Paillard, Dr.
Avaliador Externo

Cicilia Raquel Maia Leite, Dr^a.
Avaliadora Interna

Dedido este trabalho a Deus. Meus pais, Francisco Lázaro (in memoriam) e Francilene Costa. Meus irmão Aryanne Larissa e Anderson Kauã. Meu sobrinho Davi Luiz. Minha namorada Valéria Nayara. Minha família. Aos meus amigos, em especial, Salatiel Dantas e Igor Fernandes.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças nesta caminhada. Sem ele, jamais teria imaginado e conseguido chegar até aqui.

A minha família agradeço pelo apoio diário, suporte, prontidão e paciência que tiveram comigo. Em especial, agradeço a minha mãe, Francilene Costa de Jesus Sousa, por nunca desistir de mim, sempre confiar no meu potencial e me incentivar nos momentos que mais necessitei. Agradeço ao meu pai, Francisco Lázaro de Jesus Sousa (in memoriam) que infelizmente não pode estar presente neste momento tão feliz da minha vida, onde ele estiver, que tenha orgulho do caminho que estou trilhando, pois se hoje estou aqui é porque devo muita coisa a ele, por seus ensinamentos e valores passados. Aos meus irmãos, Anderson Kauã e Aryanne Larissa, pelo incentivo e apoio. Ao meu sobrinho por trazer alegria e amor nas nossas vidas. As minhas tias, Francineide Costa, Lúcia Helena e Zuleide Costa por ajudarem nos momentos que muito necessitei.

Agradeço a minha amiga, namorada e noiva, Valéria Nayara Silva de Oliveira, pelo suporte, compreensão, colaboração, paciência e prontidão. Obrigado, meu amor, por tudo o que você transformou na minha vida. Obrigado pelo teu carinho, tua alegria, tua atenção, tua vibração com as minhas conquistas e teu ombro em cada momento difícil que você me ajudou a atravessar.

Sou muito grato ao amigo, professor e orientador Francisco Milton Mendes Neto pela paciência, confiança, conselhos, orientações, acompanhamentos e todos os demais elementos que contribuíram para minha evolução como pessoa e cientista. Desde a graduação, tem compartilhado seus conhecimentos e sua experiência com muita serenidade e profissionalismo.

Também deixo meus agradecimentos, muito especial, ao meu amigo Salatiel Dantas Silva pela parceria, confiança, ajuda, prontidão, paciência e pela amizade de longa data que foram fundamentais para o desenvolvimento de toda a pesquisa científica. “tamo junto!”

Além disso, deixo meus agradecimento para os meus amigos do mestrado em Ciência da Computação (UERN/UFERSA) e alunos da graduação, em especial, Igor Fernandes pela disponibilidade e contribuição. Aos meus amigos do LCC e LES, que fazem parte de toda trajetória acadêmica.

A todos os professores que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento com seus ensinamentos. No departamento de Computação da UFERSA, deixo minha homenagem para os professores Francisco Milton Mendes Neto, Gabriel Gadelha e Angélica Félix.

Obrigado a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) contribuiu com subsídios durante a execução do projeto.

Muito obrigado a todos que não tiveram nomes mencionados, mas contribuíram de uma forma ou outra em minha formação acadêmica.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser. Mas Graças a Deus, não somos o que éramos.”

Marthin Luther King

Resumo

As doenças crônicas impõem ao portador limitações a sua condição de saúde. Desse modo, aprender mais sobre a doença ajuda a melhorar a qualidade de vida. Assim, a doença crônica Diabetes é uma síndrome metabólica de origem relacionada ao fornecimento de insulina pelo pâncreas. O problema ocorre quando há insuficiência total ou parcial no fornecimento de insulina ou quando o pâncreas não tem a capacidade de exercer adequadamente sua função. Em qualquer situação, ocorre um aumento do nível de glicose no sangue. Esta é uma doença que, nos últimos 10 anos, cresceu 61,8%, tornando assim necessário um *software* que possa atender tanto a demanda do paciente, quanto a demanda do especialista em saúde. Assim, com o intuito de facilitar a vida de quem padece desta condição, foi desenvolvida uma ferramenta que envolve monitoramento semiautomático dos dados da saúde e cálculo automático da quantidade de insulina necessária para controlar a glicose. O sistema também visa auxiliar tanto o paciente como o especialista no gerenciamento da doença e disponibilizar meios de promover aprendizado informal através de recomendação personalizada de conteúdos levando em consideração os dados da saúde. Este trabalho apresenta um Sistema de Intermédio do Especialista com recomendação de conteúdos personalizados para o usuário alvo, buscando favorecer a aprendizagem informal em saúde.

Palavras-chave: Diabetes, Saúde 2.0, Recomendação Personalizada de Conteúdo, Aprendizagem Informal, Monitoramento Glicêmico, Ontologia.

Abstract

Chronic diseases impose on the wearer limitations your health condition. Therefore, learning more about the disease helps improve the quality of life. Thus, the chronic disease Diabetes is a metabolic syndrome of origin related to the supply of insulin by the pancreas. The problem occurs when there is total or partial insufficiency in the supply of insulin or when the pancreas does not have the capacity to adequately exercise its function. In any situation, there is an increase in the level of glucose in the blood. This is a disease that is growing fastest today, thus requiring software that can meet both patient and health specialist demand. Thus, in order to facilitate the life of those who suffer from this condition, a tool is proposed that involves semiautomatic monitoring of health data and automatic calculation of the amount of insulin needed to control glucose. The tool also aims to assist both the patient and the specialist in managing the disease and provide means to promote informal learning through personalized recommendation of content taking into account health data. This work presents an Intermediate System of the Expert with recommendation of personalized contents for the target user, seeking to favor informal learning in health.

Keywords: Diabetes, Health 2.0, Content Personalized Recommendation, Informal Learning, Glycemic Monitoring, Ontology.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Relação entre o ambiente de saúde e a aprendizagem informal	25
Figura 2 – Tipos de ontologias	28
Figura 3 – Filtragem Híbrida	32
Figura 4 – SMARTDIAB	38
Figura 5 – WellDoc	39
Figura 6 – Glucofit - Interface móvel de inserção da glicose e insulina	40
Figura 7 – Glucofit - Interface Web	40
Figura 8 – Estrutura do <i>Framework</i>	41
Figura 9 – Uma visão do sistema glUCModel	41
Figura 10 – Site do MAHI (captura de tela do uso real do site).	42
Figura 11 – Screenshot da Tela do Paciente	43
Figura 12 – Arquitetura do Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdo	47
Figura 13 – Tela de Rede Social Semântica	50
Figura 14 – Arquitetura do MobiLEHealth após a integração do Sistema de Inter- médio do Especialista	51
Figura 15 – Visão Geral do Sistema	52
Figura 16 – Tela inicial	53
Figura 17 – Tela de cadastro	54
Figura 18 – MobiLEHealth instalado no Android	54
Figura 19 – Interface Gráfica do <i>Login</i>	55
Figura 20 – Tela Principal da Ferramenta	55
Figura 21 – Tela do monitoramento da saúde	56
Figura 22 – Tela de conexão <i>bluetooth</i>	57
Figura 23 – Tela de confirmação da conexão com um sensor	57
Figura 24 – Obtenção da quantidade de insulina para o paciente	58
Figura 25 – Tela Minha Saúde	59
Figura 26 – Tela de inserção de dados de Exames	60
Figura 27 – Obtenção da quantidade de insulina no Módulo de Gerenciamento	60
Figura 28 – Tela Escolha do Paciente	61
Figura 29 – Tela Escolha do Paciente	62
Figura 30 – Processo <i>Ontology Development 101</i>	63
Figura 31 – Hierarquia de Classe	67
Figura 32 – Domínio e Imagem das <i>object property</i>	68
Figura 33 – Domínio e Imagem das <i>Datatype Property</i> da ontologia	69
Figura 34 – Condições Lógicas da subclasse Units_13	69
Figura 35 – Visualização gráfica da ontologia no VOWL	71

Figura 36 – Modelos da metodologia MAS-CommonKADS	72
Figura 37 – Arquitetura da MAS-CommonKADS+	73
Figura 38 – Modelo de Tarefas	74
Figura 39 – Modelo de Recursos e Objetos	75
Figura 40 – Modelo de Papéis	76
Figura 41 – Modelo de Organização	77
Figura 42 – Modelo de Interação	78
Figura 43 – Modelo de Agente AgGD	79
Figura 44 – Modelo de Agente AgC	79
Figura 45 – Modelo de Projeto	80
Figura 46 – Pseudocódigo da Recomendação Baseada em Dados da Saúde	83
Figura 47 – Arquitetura do SRPC com Recomendação Baseada em Dados da Saúde	84
Figura 48 – (a) Hierarquia de classes definida; (b) Hierarquia de classes inferida	85
Figura 49 – (a) Modelo definido das <i>data properties</i> ; (b) Modelo inferido das <i>data properties</i> ; (c) Modelo definido das <i>object properties</i> ; (d) Modelo inferido das <i>object properties</i>	86
Figura 50 – (a) Resultado da inferência do paciente1; (b) Resultado da inferência do paciente2; (c) Resultado da inferência do paciente3	87

Lista de tabelas

Tabela 1 – Relação de Funcionalidades de trabalhos da literatura	43
Tabela 2 – Classificação dos Pesos	65
Tabela 3 – Níveis de Glicose	65
Tabela 4 – Política de Hiperglicemia	66
Tabela 5 – <i>Object Properties</i> da ontologia	68
Tabela 6 – <i>Datatype Property</i> da ontologia	69
Tabela 7 – Restrição das Propriedades da ontologia	70
Tabela 8 – Usuários fictícios com os dados da Saúde	88
Tabela 9 – Resultado da simulação do algoritmo RBDS	89

Lista de abreviaturas e siglas

ACL	<i>Agent Communication Language</i>
AG	Algoritmo Genético
AgC	Agente Classificador
AgDF	<i>Agent Directory Facilitator</i>
AgGD	Agente Gerenciador de Dados
AML	<i>Agent Modeling Language</i>
DCCT	<i>Diabetes Control and Complications Trial</i>
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DM	Diabetes Mellitus
FIPA	<i>Foundation for Intelligent Physical Agents</i>
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
FP	Falso-Positivo
HDL	<i>High Density Lipoproteins</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IRH	Índice Recomendação Híbrida
IMC	Índice de Massa Corporal
ImHS	<i>Interactive M-Health System for Diabetics</i>
ISDS	Índice de Semelhança entre Dados da Saúde
JADE	<i>Java Agent Development Framework</i>
LCP	Lista Colaborativa Ponderada
LDL	<i>Low Density Lipoproteins</i>
MAHI	<i>Mobile Access to Health Information</i>

OMS	Organização Mundial de Saúde
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
RBC	Recomendação Baseada em Conteúdo
RBDS	Recomendação Baseada em Dados da Saúde
RC	Recomendação Colaborativa
RCJ	Recomendação Conjunta
RCP	Recomendação Colaborativa Ponderada
RHU	Recomendação Híbrida Ubíqua
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SBEM	Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia
SESPU	Sistema de Enriquecimento Semântico de Perfil de Usuário
SiSPED	Sistema de Tratamento do Pé Diabético
SMA	Sistema Multiagente
SMUU	Sistema de Monitoramento Ubíquo de Usuários
SRBC	Sistema de Recomendação Baseada em Conteúdo
SRC	Sistema de Recomendação Colaborativa
SRH	Sistema de Recomendação Híbrida
SRPC	Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdos
SUS	Sistema Único de Saúde
TDs	Traços Digitais
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
VOWL	<i>Visual Notation for OWL Ontologies</i>
VP	Verdadeiro-Positivo

Sumário

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	CONTEXTO	18
1.2	PROBLEMÁTICA	18
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo Geral	19
1.3.2	Objetivos Específicos	20
1.4	METODOLOGIA	20
1.5	MOTIVAÇÃO	21
1.6	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	21
2	ASPECTOS CONCEITUAIS	22
2.1	DIABETES	22
2.2	APRENDIZADO INFORMAL NA SAÚDE	23
2.3	SAÚDE 2.0	25
2.4	ONTOLOGIA	26
2.5	SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO	28
2.5.1	Tipos de Sistemas de Recomendação	29
2.5.1.1	Recomendação Baseada em Conteúdo	29
2.5.1.2	Recomendação Colaborativa	30
2.5.1.3	Recomendação Híbrida	32
2.5.1.4	Estratégias de Recomendação	33
2.6	SISTEMAS MULTIAGENTES	34
2.6.1	Agentes	34
2.6.2	Sistemas Multiagente	36
2.7	O CONTROLE DA GLICEMIA	36
3	TRABALHOS RELACIONADOS	38
4	MOBILEHEALTH	45
4.1	SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PERSONALIZADA DE CONTEÚDO	46
4.2	SISTEMA DE ENRIQUECIMENTO SEMÂNTICO DE PERFIL DO USUÁRIO	48
4.3	REDE SOCIAL SEMÂNTICA	49

5	SISTEMA DE INTERMÉDIO DO ESPECIALISTA COM RECOMENDAÇÃO PERSONALIZADA BASEADA EM DADOS DA SAÚDE	51
5.1	VISÃO GERAL	51
5.2	ARQUITETURA DA APLICAÇÃO	52
5.3	SISTEMA DE INTERMÉDIO DO ESPECIALISTA	53
5.3.1	Módulo de Monitoramento da Saúde	54
5.3.2	Módulo de Gerenciamento da Saúde	58
5.4	ONTOLOGIA DE DOMÍNIO	62
5.4.1	Ontologia HyperglycemiaPolicy	64
5.4.1.1	Definição do Domínio e Escopo	64
5.4.1.2	Enumeração dos Termos	65
5.4.1.3	Definição das Classes e Hierarquia de classes	66
5.4.1.4	Definição das Propriedades das Classes	67
5.4.1.5	Definição das Restrições das Propriedades	70
5.4.1.6	Criação de Instâncias	70
5.4.1.7	Visualização Gráfica da Ontologia	70
5.5	SISTEMA MULTIAGENTE	71
5.5.1	Modelagem do SMA	74
5.5.1.1	Modelo de Tarefas	74
5.5.1.2	Modelo de Recursos e Objetos	75
5.5.1.3	Modelo de Papéis	76
5.5.1.4	Modelo de Organização	76
5.5.1.5	Modelo de Interação	77
5.5.1.6	Modelo de Agente	78
5.5.1.7	Modelo de Projeto	80
5.6	RECOMENDAÇÃO PERSONALIZADA BASEADA EM DADOS DA SAÚDE	80
5.6.1	Lista Baseada em dados da Saúde	81
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	85
6.1	VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA	85
6.2	VALIDAÇÃO DA RBDS	88
6.2.1	Simulação	88
6.2.2	Análise dos resultados da simulação	88
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
7.1	CONCLUSÃO	90
7.2	LIMITAÇÕES	90
7.3	TRABALHOS FUTUROS	91

REFERÊNCIAS	92
APÊNDICES	98
APÊNDICE A – LISTA DE CONTEÚDOS	99

1 Introdução

1.1 CONTEXTO

O problema de saúde mais importante do século XXI tem sido as doenças crônicas. Doença crônica é qualquer distúrbio que persiste por um longo período e afeta o funcionamento físico, emocional, intelectual, profissional, social ou espiritual, que possui longa duração com progressão geralmente lenta (ZWAR *et al.*, 2017).

O Ministério da Saúde em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2014, realizou um estudo o qual mostrou que cerca de 57,4 milhões de pessoas, o equivalente a cerca dos 40% da população adulta brasileira, possui ao menos uma doença crônica não transmissível. Segundo Malta *et al.* (2015), as doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis por cerca de 72% das causas de morte no Brasil. O diabetes, a hipertensão arterial, o colesterol e a depressão são as que apresentam maior prevalência no país.

Dentro dessa realidade, diversos estudos referentes ao uso das tecnologias para auxiliar os portadores de doenças crônicas vêm sendo realizados. Dentro desse contexto, surgiram diversas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para fornecer cuidados clínicos a pacientes. Inserido nas TICs, existe o conceito de Saúde 2.0, que faz uso de ferramentas da Web 2.0 e, segundo Belt *et al.* (2010), pode ser definida como a capacidade do indivíduo de ser responsável e ativo pela sua própria saúde, bem como os cuidados relativos a ela.

Nesse contexto, existe o ambiente de aprendizagem ubíqua baseado nos conceitos de saúde 2.0, intitulado *Mobile Learning Environment for Health* (MobiLEHealth) (MENDES NETO *et al.*, 2014). Esta ferramenta utiliza dispositivos móveis, sendo estes capazes de adequar-se às características particulares dos usuários, fornecendo conteúdo de acordo com as suas necessidades de saúde.

Assim sendo, este trabalho descreve o desenvolvimento do módulo especialista e a integração de sensores de saúde para inserção de dados de forma semiautomática ao MobiLEHealth e recomendar conteúdo relevantes a pacientes tendo como base essas informações.

1.2 PROBLEMÁTICA

A quantidade de pacientes com doenças crônicas ou em condições críticas de saúde tem apresentado um grande aumento. Estudos demonstram que a epidemia do Diabetes está

em curso. Entre os anos de 2011 e 2030, o aumento do número de diabéticos será de 50,7%, a uma taxa de crescimento anual média de 2,7%, que representa 1,7 vezes o crescimento anual da população adulta mundial (ASSOCIATION *et al.*, 2014). Esse crescimento faz com que o sistema de saúde tenha que investir cada vez mais em infraestrutura e em serviços de saúde. Segundo Koch (2006), a assistência domiciliar à saúde usando tecnologia da computação pode apresentar um auxílio, tanto ao paciente quanto ao profissional de saúde. Assim, surge como saída, para evitar uma crise no sistema hospitalar atual a assistência domiciliar telemonitorada provendo agilidade e comodidade.

A observação da vida diária de pessoas portadoras de doenças crônicas é primordial para promover uma melhoria na sua qualidade de vida. Isto envolve prover, fora do ambiente hospitalar, monitoramento de equipamentos, recomendações sobre o tratamento, alertas médicos e conhecimento sobre o que a pessoa está fazendo e sentido. Infelizmente é difícil fornecer esse acompanhamento com a frequência e rapidez necessária que estas pessoas precisam. A grande quantidade de informações presentes na internet pode dificultar o acesso a conteúdos que sejam de fato relevantes para um usuário. Na realidade de um paciente diabético isso pode ser muito comum, visto que muitos sites que tratam de assuntos sobre a doença apenas replicam o conteúdo de outras, tornando assim uma atividade pouco produtiva e pouco confiável buscar informações sobre o diabetes na Internet. Há casos ainda em que apesar de que as informações sejam seguras, não são relevantes para determinados pacientes, pois eles já têm um conhecimento elevado de determinados assuntos, necessitando então de informações mais específicas.

Assim, é necessário um meio que possa filtrar estas informações e classificá-las de acordo com a realidade do paciente, oferecendo conteúdos relevantes e seguros que possam contribuir com seu tratamento e conhecimento. Além disso, é preciso conhecer este paciente, sua situação de saúde e a realidade na qual ele convive com o diabetes, para que, ao ser recomendado e avaliado, um conteúdo possa de fato contribuir para sua melhoria de vida.

Diante disso, surgiu uma hipótese: Como fornecer um ambiente que monitore de forma semiautomática os dados de saúde do paciente e forneça conhecimento de forma correta, levando em consideração estes dados e as informações passadas pelo especialista para os pacientes?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um Módulo de Intermédio do Especialista para que o mesmo acompanhe, se comunique e tenha um melhor gerenciamento dos pacientes com a ferramenta.

Além disso, conceber um mecanismo de recomendação personalizada de conteúdos, levando em consideração os dados de saúde, por meio do ambiente MobiLEHealth.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos descrevem as metas definidas para a implementação do trabalho, tendo em vista o objeto de estudo. Para realização do trabalho desenvolveu-se os seguintes objetivos:

- I. Levantar os requisitos do Módulo de Intermédio do Especialista;
- II. Levantar os requisitos para o sensoriamento da saúde;
- III. Levantar requisitos para sistemas de recomendação;
- IV. Implementar o sistema proposto, bem como suas ferramentas;
- V. Integrá-lo ao MobiLEHealth;
- VI. Validar o sistema com base de dados simulados.

1.4 METODOLOGIA

Conforme a classificação feita por Gil (2015) esta pesquisa pode ser categorizada da seguinte forma:

- Do ponto de vista dos objetivos, uma pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema;
- Quanto aos procedimentos técnicos, uma pesquisa bibliográfica, elaborada a partir de materiais já publicados, como livros e artigos científicos.

Para a elaboração da pesquisa foi desenvolvida a pesquisa bibliográfica no intuito de buscar por conceitos, indícios e dados estatísticos para a obtenção de maior conhecimento sobre as técnicas utilizadas em desenvolvimento de ferramentas para saúde, com foco no especialista, que edificassem os problemas relacionados aos cuidados relativos à saúde de pessoas portadoras de doenças crônicas.

Através da pesquisa, também buscou-se identificar as necessidades de concepção de uma ferramenta de monitoramento semiautomático da saúde através de dados vindo de sensores de monitoramento. Além de buscar meios e técnicas de prover aprendizado no contexto da saúde através dos dados de saúde e das dicas do especialista.

1.5 MOTIVAÇÃO

De acordo com a medicina tradicional não existe cura para diabetes. Ela não é uma única doença, mas um grupo de distúrbios metabólicos que apresenta em comum a hiperglicemia, resultante de defeitos na ação de insulina, na secreção de insulina ou em ambas (MALTA *et al.*, 2015). Segundo a SBD (2015), estima-se que a população mundial com diabetes deverá atingir 471 milhões em 2035. Outro estudo feito por VIGITEL (2017) revela que, no Brasil, o indicador de diabetes aumenta com a idade e é quase três vezes maior entre os que têm menor escolaridade. Nas pessoas com idade entre 18 e 24 anos, por exemplo, o índice é 0,9%. Já entre brasileiros de 35 a 44 anos, o índice é de 5,2% e, entre os com idade de 55 a 64 anos, o número chega a 19,6%. O maior registro é na população com 65 anos ou mais, representando 27,2%.

A crescente da diabetes está deixando o sistema de saúde pública no colapso, portanto os métodos atuais de gestão e controle da doença não conseguem suportar a quantidade de doentes (MALTA *et al.*, 2015). Segundo SBD (2015), o gasto anual do Sistema Único de Saúde (SUS) é em torno de R\$ 190 bilhões. Por isso, é importante o desenvolvimento de novas soluções que sejam capazes de lidar com a atual e futura dimensão do problema.

Com isso, se faz necessário desenvolver novas soluções de tratamento, e assim reduzir o custo, como, por exemplo, com consultas. Atualmente, com o uso das TIC's disponíveis e ao alcance de uma boa parte da população, é possível desenvolver soluções que, além de auxiliar o especialista, consiga chegar à maioria da população. Qualquer alternativa que seja efetiva na minimização do problema da dimensão da diabetes e que conduza a uma melhoria de qualidade de vida dos doentes, reduzindo ao mesmo tempo os custos com a mesma, representa uma enorme contribuição.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico, abordando assuntos como Diabetes, Controle da Glicemia, Saúde 2.0, Ontologia, Sistema de Recomendação, Sistema Multiagentes e Controle da Glicemia. O Capítulo 3 apresenta alguns trabalhos relacionados que objetivam um melhor gerenciamento da Diabetes. O Capítulo 4 apresenta o MobiLEHealth. O Capítulo 5 demonstra a construção do projeto, apresentando o desenvolvimento de todos os componentes. No Capítulo 6 apresenta a validação do algoritmo de recomendação. Por fim, o Capítulo 7 com as considerações finais e trabalhos futuros.

2 Aspectos Conceituais

Este capítulo apresenta os conceitos e terminologias básicas para a execução do desenvolvimento do projeto. Primeiramente é apresentado o Diabetes, em seguida falamos de Aprendizado Informal na Saúde. Seguindo, explicamos Saúde 2.0, Ontologia, Sistema de Recomendação, Sistemas Multiagentes e, por fim, Controle da Glicemia.

2.1 DIABETES

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) representam a principal causa da mortalidade no Brasil e são consideradas um reflexo da mudança no estilo de vida dos indivíduos, como, por exemplo, hábitos alimentares, práticas de atividades físicas e o consumo de álcool (SAÚDE, 2015). Este grupo compreende, na sua maioria, em doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e doenças respiratórias crônicas, sendo elas responsáveis por 80% das mortes causadas por este grupo (SAÚDE, 2015). Muitas dessas enfermidades têm fatores de risco em comum e demandam por assistência de saúde continuada.

No ano de 2015, as DCNT foram responsáveis por 4,6 milhões de mortes em todo o mundo, representando 8,2% de todas as causas de morte. Dentre as condições crônicas, destaca-se o número de pessoas com Diabetes Mellitus (DM) que está aumentando devido ao crescimento populacional, urbanização, aumento da prevalência de obesidade, vida sedentária e também como resultado de melhores cuidados de saúde que acaba aumentando a longevidade desses indivíduos (WHO *et al.*, 2016).

O DM é um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos apresentando em comum a hiperglicemia, que resulta de defeitos na ação da insulina, na secreção de insulina ou em ambas (SBD, 2015).

De acordo com SBD (2015), a epidemia do DM está em curso, e mais, os resultados dos estudos realizados mostram que para o mundo, entre os anos de 2011 e 2030, o aumento do número de diabéticos será de 50,7%, a uma taxa de crescimento anual média de 2,7%, que representa 1,7 vezes o crescimento anual da população adulta mundial. No Brasil, estima-se que em 2030 o número de pessoas com DM represente 12,3% da população nacional.

Segundo a SBD (2015), medidas de prevenção podem reduzir significativamente a morte de indivíduos com DM, identificando os fatores de risco para o desenvolvimento da doença, identificando casos não diagnosticados e tratando os portadores da doença para evitar ou retardar as complicações agudas e crônicas. O tratamento do DM tem como objetivo manter níveis adequados de glicose sanguínea evitando, hiperglicemias e

hipoglicemias, mas para alcançar isso é necessário, além da mudança no estilo de vida, um tratamento farmacológico com acompanhamento do especialista.

2.2 APRENDIZADO INFORMAL NA SAÚDE

A educação em saúde constitui um importante recurso dos indivíduos para a determinação do seu bem-estar físico, psíquico e social. O Health Promotion Glossary (WHO *et al.*, 1998), publicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), define a educação em saúde como sendo o conjunto de competências cognitivas e sociais que determinam a capacidade dos indivíduos para compreender e usar informações de modo que promovam e mantenham uma boa saúde.

Lustosa, Alcaires e Costa (2011) afirmam que a adesão ao tratamento é o fator mais importante para o controle efetivo de muitas doenças, principalmente as crônicas. Porém um dos fatores que contribuem para uma elevada taxa de não adesão ao tratamento é a falta de informação por parte do paciente.

O conhecimento fornece recursos e meios para que cada indivíduo possa alcançar qualidade de vida no que se refere à sua saúde. Sem ele o indivíduo tem dificuldades de contornar os problemas, aprender a conviver com a doença, descrever sintomas, compreender instruções médicas, seguir o tratamento, compreender sua doença, prevenir-se, saber de suas limitações e possibilidades, comunicar-se com o profissional de saúde, conviver em sociedade, entre outros (BAKER *et al.*, 2008).

O desconhecido gera dúvidas, medos e anseios, fazendo com que o indivíduo se sinta coagido ao invés de agir e reagir perante a sua doença. Diante deste cenário, fica claro que a qualidade de vida de um portador de doença crônica está diretamente ligada ao seu conhecimento acerca de sua saúde.

Contudo o processo de aprendizagem não depende apenas de contextos formais de educação para saúde, mas também de contextos informais. Fazendo com que a aquisição do conhecimento por parte do indivíduo transcenda as barreiras do ambiente médico-hospitalar, tornando-se um processo integrado ao seu cotidiano.

A aprendizagem formal caracteriza-se como estruturada e apoiada institucionalmente. Ela ocorre sob a supervisão de um orientador que planeja, implementa e avalia as etapas do processo de aprendizagem (MERRIAM; CAFFARELLA; BAUMGARTNER, 2012).

Já a aprendizagem informal é o processo contínuo de aquisição do conhecimento por um indivíduo. Sendo este responsável pelo seu aprendizado e desenvolvimento, que ocorre através de suas experiências cotidianas (WANG; SHEN, 2012). Este tipo de aprendizagem está relacionado à busca por novos conhecimentos e habilidades de modo não planejado ou

estruturado. De forma consciente ou inconsciente, ela emerge a partir de alguma demanda ou necessidade.

Dentre as principais características da aprendizagem informal estão (JIUGEN; RUONAN; XIAOQIANG, 2011):

- **Autonomia:** onde o indivíduo é responsável por sua aprendizagem e determina o objetivo a ser alcançado, o conteúdo a ser abordado e como este será processado;
- **Conhecimento:** obtido por meio das interações sociais e profissionais;
- **Diversidade:** obtida através de experiências diárias, recursos do ambiente, bibliotecas, redes sociais, dentre outros.

O processo de aprendizagem em ambientes informais relaciona-se essencialmente com aprendizagens sociais. Ele se entrelaça com a vida dos indivíduos conforme suas experiências. Este processo tem uma natureza abrangente, englobando domínios do desenvolvimento pessoal, social e cultural. Por isso, o contexto diário do indivíduo contribui fortemente para sua aprendizagem, que pode ocorrer através de atividades diárias, das interações sociais, por iniciativa própria, pela reflexão e pelos próprios erros (CASTLETON *et al.*, 2006).

Segundo Machles (2003), quando as pessoas interagem com o ambiente em que estão inseridas, desenvolvem codificações mentais de experiências que incluem maneiras particulares de percepções cognitivas e respostas a um conjunto de estímulos ou situações complexas. O processo de aprendizagem informal abrange esse conceito com base nas experiências únicas vivenciadas pelo indivíduo, mesmo que este tenha participado de um processo de aprendizagem formal em grupo.

Ambientes de aprendizagem informal em saúde favorecem a disseminação de informações relacionadas à condição de saúde de um indivíduo. Este conhecimento, em conjunto com o acompanhamento médico, contribui na qualidade de vida do portador de doença crônica. A Figura 1 projeta essa relação, exemplificando alguns dos elementos envolvidos.

Figura 1 – Relação entre o ambiente de saúde e a aprendizagem informal



Fonte: Autoria Própria

A transferência de parte da responsabilidade do profissional e das entidades de saúde para o indivíduo, em questões relacionadas à sua saúde, faz com que este seja responsável e ativo pelos cuidados relativos a ela. Isto o motiva a buscar o conhecimento e, como consequência, ele obtém uma melhor qualidade de vida. Um vez que, em uma perspectiva voltada para a atuação preventiva, o indivíduo consegue conviver melhor com sua doença, prevenir futuros problemas, superar suas limitações, manter as relações sociais ou, nos piores casos, amenizar o sofrimento.

2.3 SAÚDE 2.0

O cenário da comunicação para a saúde, com a inclusão de novas tecnologias no campo informacional, ganha outros contornos a partir da chegada da internet, sobretudo na etapa da Web 2.0. O termo Web 2.0 foi introduzido em 2004, sendo definido como um conjunto de conteúdos econômicos, sociais e tecnológicos que coletivamente formam a base para a próxima geração da internet, mais madura; um meio distinto, caracterizado pela participação do usuário, com abertura e efeitos de *network* (BELT *et al.*, 2010). Para os autores, quando as tecnologias da Web 2.0 são adotadas no cuidado da saúde, o termo Saúde 2.0 pode ser aplicado. Este cenário caracteriza-se por um momento no qual as iniciativas de saúde são mediadas pelas tecnologias da Web 2.0, tendo em vista uma maior integração entre pacientes e profissionais através das ferramentas sociais.

A utilização da tecnologia em benefício da saúde vem sendo estudada a algum tempo, como pode-se ver alguns termos, como:

- **e-health:** qualquer aplicação de Internet utilizada em conjunto com outras tecnolo-

gias de informação, focada na melhoria do acesso, eficiência, efetividade e qualidade dos processos clínicos e assistenciais necessários a toda a cadeia de prestação de serviços de saúde (OH *et al.*, 2005);

- **telemedicina:** um recurso tecnológico e de telecomunicação que possibilita aos médicos trocarem informações à distância. Isso faz com que os serviços médicos possam ser levados a qualquer lugar, ultrapassando as barreiras de clínicas e consultórios e ampliando o acesso ao atendimento (ASSOCIATION *et al.*, 2013);
- **m-health:** abreviação de *mobile health*, nada mais é que a união entre saúde e dispositivos móveis (NACINOVICH, 2011);
- **Saúde 2.0:** o uso de *software* social e a sua capacidade para promover a colaboração entre pacientes, seus médicos e outros profissionais da área de saúde (JACOPETTI, 2017).

Este último coloca a saúde participativa, onde o foco é o indivíduo, apoiada por informações, software e comunidades *on-line*, como explicam Hughes, Joshi e Wareham (2008) definindo a Saúde 2.0 como a capacidade do indivíduo de ser responsável e ativo pela sua própria saúde, sendo possível atuar como gestor das informações relacionadas à saúde própria e os cuidados relacionados a ela. Neste contexto, o indivíduo não assume o lugar do médico, mas se torna um parceiro, sendo mais autônomo e consciente no que se refere à sua condição de saúde e conhecimento suficiente para participar das tomadas das decisões.

2.4 ONTOLOGIA

A cada dia cresce a quantidade de informações presentes na web. Pessoas cada vez mais estão se conectando à rede mundial de computadores, compartilhando e criando dados. Contudo, a semântica dos dados não são retratadas nas formas tradicionais de recuperação das informações, nos seus relacionamentos e o conhecimento que eles representam. Para que haja um crescimento sustentável da representatividade da informação, é preciso tratar essa grande massa de informação de maneira adequada. A Web Semântica necessita agregar as informações presentes na internet, para garantir que o significado entendido pelo consumidor dos dados seja o mesmo que o publicador pretendeu repassar (LAUFER, 2015).

Uma Web Semântica é composta por padrões tecnológicos que estabelecem a semântica para o compartilhamento de informações entre sistemas e mecanismos que descrevam dados e representem a codificação de significados compartilhados. Um desses mecanismos é definido por meio de ontologias.

A concepção de ontologia possui vários aspectos de pensamento. Um deles é o filosófico, derivado do grego *ontos*, que significa ser, e *logos* que significa palavra. Almeida e Bax (2003) definem ontologia como o ramo da metafísica que estuda os tipos de coisas que existem no mundo.

Seguindo o ponto de vista computacional, ontologia é uma especificação explícita e formal de uma conceptualização compartilhada, que permite criar modelos abstratos, através de um conjunto de entidades, relações, restrições, axiomas e vocabulários, podendo ser descrita por linguagens com sintaxe e semântica bem definidas e expressa em lógicas descritivas, possibilitando a inferência por parte de agentes computacionais (HÉDER, 2014).

Segundo Lopes *et al.* (2007), o uso das ontologias, em especial na área de Ciência da Computação, permite ou simplifica a comunicação entre distintas pessoas e sistemas computacionais que participam do mesmo domínio de conhecimento, mas não necessariamente compartilham uma mesma forma de conceituação acerca dos componentes do domínio. Outro motivo importante para o uso de ontologias foi descrito por Gruninger (1996), a importância da confiabilidade acerca dos conceitos do vocabulário ou da linguagem que são usados em determinados ambientes. Assim, com o uso da representação formal adquirida com essa aplicação, possibilita-se a automação da verificação de consistência, gerando ambientes mais confiáveis.

Noy e McGuinness (2001b) definem os passos necessários para elaboração de uma ontologia:

1. Definir as classes da ontologia;
2. Organizar estas classes em taxonomia hierárquica;
3. Definir *slots* e descrever os valores alocados a esses *slots*;
4. Preencher os valores dos *slots* para as instâncias da ontologia.

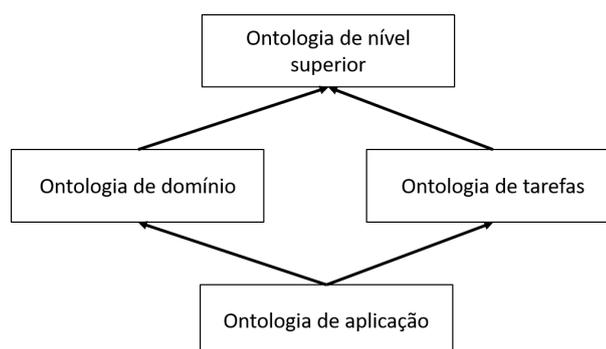
As ontologias podem ser classificadas quanto ao seu nível de dependência em relação às tarefas assumidas, como é detalhado por Guarino *et al.* (1998):

- **Alto nível:** trata conceitos gerais como espaço, tempo, objeto, evento, ação e assunto, pode atuar de maneira independente a determinado problema ou domínio;
- **Domínio:** trata os vocabulários pertinentes ao domínio comum, como “medicina”, “automóvel”, etc., por meio da especificação de conceito inserido nas ontologias de alto nível;
- **Tarefa:** trata atividades ou tarefas comuns, como “diagnóstico”, “venda”, etc., por meio da especificação de conceitos inseridos nas ontologias de alto nível;

- **Aplicação:** delinea o conceito condicionado a uma ontologia de um domínio em específico ou de uma tarefa. Consiste, em geral, nas definições dos dois tipos de ontologias no mesmo momento (domínio e tarefa).

As ontologias de alto nível unem as definições utilizadas por um grande grupo de usuários. Os outros tipos de ontologias são especificadas daquelas, sendo as ontologias de aplicações as mais específicas, como é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Tipos de ontologias



Fonte: Adaptado de Guarino *et al.* (1998)

2.5 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

A procedência e a qualidade das informações que são fornecidas na internet faz com que uma grande parte da população não a considerem totalmente confiável. Com isso, a quantidade e a diversidade das informações disponíveis dificultam ainda mais a busca do conhecimento.

Os Sistemas de Recomendação (SRs) podem minimizar este problema por meio da recomendação personalizada de conteúdo, considerando as características particulares do usuário e as suas interações cotidianas (DA SILVA; MENDES NETO; JÁCOME JÚNIOR, 2011). Além disso, os SRs, buscam amenizar os impactos gerados por essa sobrecarga de informação e, ao contrário de sistemas de busca, permitem o acesso à informação sem uma consulta explícita de um dado usuário (COELLO; YUMING; TOBAR, 2013). Uma vez que possuam metadados suficientes sobre o conteúdo e o usuário, eles são capazes de analisar as relações existentes e selecionar conteúdos que se adequem às necessidades do usuário.

Um dos desafios dos SRs é realizar a indicação de produtos, serviços ou informações que melhor atendam às expectativas dos usuários, bem como seu perfil. Como estratégia de recomendação, podem ser utilizadas diversas técnicas, de forma combinada ou isolada, para a geração das recomendações (REATEGUI; CAZELLA, 2005).

Portanto, encontra-se alguns tipos de estratégias de recomendação, na literatura, que podem ser classificados assim:

- Sistema de Recomendação Baseada em Conteúdo (SRBC), funciona como informações recuperadas do usuário, como perfil e comportamento, por exemplo, e/ou do seu histórico de escolhas. Assim, a recomendação pode obter no final do seu processamento um resultado satisfatório para o usuário (VIEIRA; NUNES, 2012);
- Sistema de Recomendação Colaborativa (SRC), que funciona de acordo com recomendações já feitas a usuários com perfis semelhantes, ou seja, leva em consideração as escolhas realizadas por usuários com características semelhantes (VIEIRA; NUNES, 2012);
- Sistema de Recomendação Híbrida (SRH), que utiliza a recomendação através das técnicas utilizadas pelo SRBC e SRC, buscando atingir um maior número de possibilidades e sugerir objetos que diretamente não apresentam relações (COSTA *et al.*, 2011).

Com isso, não se exclui outras possibilidades de classificação, sob outras características ou técnicas que sejam adequadas para selecionar casos específicos.

2.5.1 Tipos de Sistemas de Recomendação

Nas seguintes subseções são apresentados os tipos de sistemas de recomendação mais usados e para cada uma das técnicas será dado destaque à importância da construção do perfil do usuário para o sucesso na recomendação.

2.5.1.1 Recomendação Baseada em Conteúdo

A abordagem baseada em conteúdo tem suas raízes na área de recuperação de informação. Devido aos significativos avanços feitos pelas comunidades de filtragem de informação e filtragem de conteúdo, muitos sistemas baseados em filtragem de conteúdo focam na recomendação de itens com informações textuais, como documentos e sites (CAZELLA; NUNES; REATEGUI, 2010).

Desta forma, a filtragem baseada em conteúdo parte do princípio de que os usuários tendem a interessar-se por itens similares aos que demonstraram interesse no passado, definindo então a similaridade entre os itens (HERLOCKER, 2000).

Verificar esta similaridade, na maioria dos casos, pode não ser trivial. Por exemplo, para que seja estabelecida a similaridade entre os itens como roupas e brinquedos, talvez seja necessária a identificação dos atributos nos itens a serem comparados (ACOSTA;

REATEGUI, 2012). Já se os itens são documentos textuais, este processo de comparação pode ser facilitado, por exemplo, pela análise de termos em comum.

Em relação ao perfil do usuário, a construção deste é um dos pontos-chave do método baseado em conteúdo. O perfil do usuário contém características descritivas (palavras-chave) dos conteúdos que o usuário deseja ou não deseja. As comparações são realizadas comparando-se o perfil do usuário a todos os conteúdos, identificando os conteúdos mais similares ao perfil desse usuário (RAFSANJANI *et al.*, 2013).

Como pontos fortes desta técnica são citadas: a capacidade de recomendar todos os itens (reduzindo a esparsidade) e a ausência do problema do primeiro avaliador. Diferentemente da filtragem colaborativa, um conteúdo não precisa ser lido por um usuário para que seja recomendado a outro, basta que existam palavras em comum entre o conteúdo e o perfil do usuário para que este receba a recomendação desse item. Já a esparsidade é reduzida porque para todo conteúdo pode ser medida a similaridade com o perfil do usuário e assim todos possuem chances de serem recomendados (TORRES, 2004).

A filtragem baseada em conteúdos também apresenta alguns pontos fracos, a saber: (i) a impossibilidade de análise em domínios não textuais; (ii) a superespecialização; (iii) a não utilização de avaliações baseadas em qualidades e gostos; e (iv) a não consideração de aspectos como qualidade do texto e renome do autor. Esta técnica também não consegue analisar com eficiência arquivos multimídia, como imagens, áudios e vídeos (TORRES, 2004).

Apesar da técnica mencionada analisar o conteúdo de um texto, sua qualidade, clareza e elegância não são levadas em consideração e, como o usuário não fornece notas nessa filtragem, torna-se mais difícil ainda para um sistema saber se o usuário achou esse um texto bem escrito ou não. Além disso, não é considerado o renome de quem produziu o conteúdo, por exemplo, diretores de filmes ou autores renomados em determinada área são tratados igualmente com as outras pessoas nesse tipo de filtragem (RAFSANJANI *et al.*, 2013).

A filtragem baseada em conteúdo é contemplada neste trabalho pelos seguintes motivos: (i) por ser uma das técnicas mais utilizadas e relevantes no processo de fornecimento de conteúdos de aprendizagem e (ii) por ser utilizado em conjunto com outras técnicas de recomendação utilizadas neste trabalho, atendendo a metodologia proposta.

2.5.1.2 Recomendação Colaborativa

A filtragem colaborativa se diferencia da filtragem baseada em conteúdo pelo fato de exigir a compreensão ou reconhecimento do conteúdo dos itens, atendendo pontos que ficaram em aberto na abordagem baseada em conteúdo (ACOSTA; REATEGUI, 2012).

Nos sistemas colaborativos, a essência está na troca de experiências entre as pessoas

que possuem interesses comuns. Nestes sistemas, os itens são filtrados com base nas avaliações feitas pelos usuários (CAZELLA; NUNES; REATEGUI, 2010). Dessa forma, os sistemas colaborativos partem do princípio de que os usuários semelhantes irão gostar de itens semelhantes.

A pontuação permite ao usuário descobrir itens que são considerados de interesse pelo grupo e evitar os itens que são considerados de pouco interesse. Sistemas mais avançados descobrem de maneira automática relações entre usuários (vizinhos mais próximos), com base na descoberta de padrões comuns de comportamento (CAZELLA; NUNES; REATEGUI, 2010).

A filtragem colaborativa apresenta algumas vantagens como, por exemplo, a possibilidade de apresentar aos usuários recomendações inesperadas, ou seja, o usuário pode receber recomendações de itens que não estavam sendo pesquisados de forma ativa (ACOSTA; REATEGUI, 2012).

Com base nas características desta técnica, é importante destacar a forma como é construído o perfil do usuário. O armazenamento dos perfis de usuários geralmente é composto por suas avaliações para alguns conteúdos. Após o armazenamento dessas informações, é realizado um processamento para identificar pessoas com preferências semelhantes através de similaridades entre as notas que foram dadas para um mesmo conteúdo (RAFSANJANI *et al.*, 2013).

Os pontos fortes deste método em relação ao perfil do usuário, são destacados:

- A independência de conteúdo, onde se torna possível fazer recomendações de produtos do tipo distintos, isto é, o mesmo sistema pode recomendar livros, música, filmes, por exemplo;
- A possibilidade de apresentar aos usuários recomendações inesperadas e com qualidade. O usuário pode receber recomendações de itens que não estavam sendo pesquisados de forma ativa (REATEGUI; CAZELLA, 2005);
- Possibilidade de formação de comunicação de usuários pela identificação de seus gostos e interesses similares (REATEGUI; CAZELLA, 2005).

Apesar das vantagens apresentadas, também existem pontos negativos. A base da filtragem colaborativa é a avaliação de conteúdos por usuários. Portanto, um conteúdo que não tenha sido avaliado por nenhum usuário e um novo item que foi inserido no banco de dados nunca serão recomendados, pois esses conteúdos nunca irão aparecer como opções de recomendação para o sistema. Essa limitação é conhecida como o problema do primeiro avaliador.

Sites de comércio eletrônico possuem uma base de dados, normalmente, muito grande. Para um usuário formar um perfil com 0,1% dos produtos de uma loja que tenha um milhão de produtos em seu catálogo é preciso que o usuário compre ou avalie 1000 (um mil) produtos. Esse problema é chamado de dispersão dos dados porque existe um grande risco das pontuações se tornarem muito esparsas devido ao pequeno número de usuários em relação ao grande volume de informações no banco de dados (RAFSANJANI *et al.*, 2013).

O problema do falso vizinho ou ovelha negra acontece quando usuários são considerados semelhantes para o sistema, porém, na verdade, esses usuários não possuem preferências parecidas para outros itens. Pode ocorrer que usuários, coincidentemente, avaliem alguns itens igualmente e nos perfis dos mesmos possuam poucos itens. Usuários com mais produtos avaliados igualmente têm muito mais chance de realmente serem semelhantes (RAFSANJANI *et al.*, 2013).

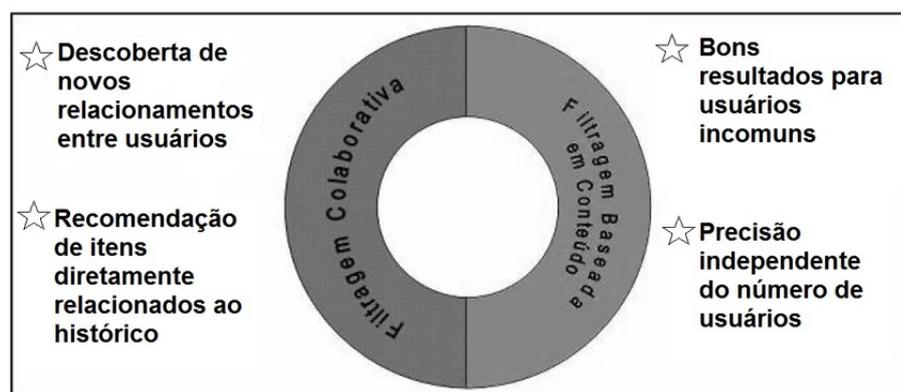
2.5.1.3 Recomendação Híbrida

Há diversas técnicas que podem ser utilizadas para recomendar produtos aos usuários. Cada uma destas técnicas possui vantagens e desvantagens e algumas são melhores que outras quando aplicadas em diferentes domínios.

A filtragem híbrida emprega técnicas advindas tanto da abordagem de filtragem colaborativa quanto da filtragem baseada em conteúdo. A ideia é baseada na busca de itens de acordo com os perfis de interesse dos usuários, mas considerando também a similaridade de conteúdo entre os itens (ACOSTA; REATEGUI, 2012). Ao integrar ambas as técnicas, a filtragem híbrida busca incorporar as vantagens tanto da filtragem colaborativa quanto da filtragem baseada em conteúdo, ao mesmo tempo em que minimiza possíveis limitações de uma ou outra abordagem (HERLOCKER, 2000).

A Figura 3 apresenta de forma gráfica a junção da Filtragem baseada em Conteúdo e da Filtragem Colaborativa.

Figura 3 – Filtragem Híbrida



Fonte: Adaptado de Cazella (2006)

Um sistema de recomendação híbrido é definido como um sistema que combina duas ou mais técnicas de recomendação para indicar itens aos usuários (BURKE, 2002).

Donaldson (2007) definiu que Sistema de Recomendação Híbrido é aquele que combina a recomendação com base no passado dos usuários e a recomendação com base na colaboração dos usuários, ou seja, com base na correlação item-item e pessoa-pessoa.

Essa abordagem favorece a possibilidade de um sistema recomendar produtos com base nas informações de cada usuário e com base nas informações de um conjunto de usuários, ampliando as chances de obter acertos em suas recomendações.

Burke (2002) e Tuzhilin (2010), definiram alguns modos de como se obter um sistema de recomendação híbrido. São eles:

- Implementando a recomendação com base no passado dos usuários e com base na colaboração dos usuários separadamente, combinando as pontuações das recomendações para gerar uma única recomendação;
- Realizando a escolha sobre o modo como a recomendação será feita, se baseada no conteúdo ou baseada na filtragem colaborativa. A escolha pode ser feita de forma aleatória ou por critérios estipulados dentro do sistema;
- Gerando várias recomendações ao mesmo tempo, sendo que todas as técnicas de recomendação são utilizadas, o que permite ao usuário obter várias recomendações, geradas por diversas abordagens;
- Por meio da geração de recomendação em cascata, em que uma técnica é usada para selecionar alguns itens, que são avaliados por outra técnica de recomendação;
- Construindo um modelo unificado que incorpore ambas as abordagens de recomendação.

Além dos tipos de recomendação, existe na literatura estratégias de recomendação que servem para ranquear os itens filtrados pelas técnicas de recomendações.

2.5.1.4 Estratégias de Recomendação

Para entender melhor as estratégias de recomendação é importante que sejam analisados os graus de personalização que uma recomendação pode ter em relação as características dos seus usuários. Neste contexto, Moraes Neto *et al.* (2011) descreveram três graus de personalização que a recomendação pode ser:

- **Não personalizada:** A aplicação oferece o mesmo conteúdo para todos os usuários;

- **Efêmera:** A aplicação personaliza os conteúdos de acordo com as informações fornecidas pelo usuário;
- **Persistente:** A aplicação oferece os conteúdos levando em consideração as preferências dos usuários, assim, eles oferecem conteúdos diferentes a diferentes usuários, pois o que é considerado são as informações de perfil do mesmo.

2.6 SISTEMAS MULTIAGENTES

Os SMA's fornecem um conjunto de abstrações e ferramentas apropriadas para a modelagem e a construção de sistemas distribuídos (conhecimento, controle e recursos distribuídos), heterogêneos (integração de recursos e sistemas distintos) e abertos (novos componentes podem ser incluídos ou retirados do sistema). Estes sistemas são construídos segundo um conjunto de agentes, que desempenham diferentes papéis em uma organização, onde cooperam para realização de tarefas para a satisfação de objetivos (PYNADATH; TAMBE, 2003).

Esta seção descreve conceitos relacionados a Agentes e Sistemas Multiagentes (SMA).

2.6.1 Agentes

Existem várias definições e interpretações de agentes de software. Aqui estão algumas nomenclaturas usualmente adotadas: agentes inteligentes; agentes móveis; agentes estacionários; agentes autônomos; agentes de informação; agentes reactivos; agentes colaborativos. Como pode ser visto, não existe um consenso sobre o assunto, contudo, é possível elaborar um conceito a partir das definições que os pesquisadores da área dão (SILVA, 2012).

Conforme Wooldridge (2002), um agente é um sistema computacional capaz de efetuar ações autônomas, situado em algum ambiente, com o intuito de cumprir os objetivos para os quais ele foi projetado.

Segundo Artero (2008), agentes são programas que realizam diálogos para negociar e coordenar transferências de informações. Seguindo, de acordo com o autor, agentes são programas que executam um conjunto de operações no lugar de um usuário, utilizando uma representação do conhecimento que integra os objetivos do usuário.

De acordo com Henderson-Sellers (2005), agentes são software que são caracterizados por serem: autônomos, proativos e direcionados a objetivos. Já para Russell e Norvig (2016), devemos levar em consideração a racionalidade que é influenciada por quatro fatores:

- Medida de desempenho que define o critério do sucesso do agente;
- Conhecimento prévio que o agente possui;
- Ações que o agente pode realizar;
- Sequência de percepções captadas pelo agente até o momento.

Russell e Norvig (2016), tendo em vista os fatores anteriores, consideraram agente como aquele que escolhe uma ação que aumente o seu desempenho a cada sequência de percepções possível. Portanto, neste trabalho, o agente será uma entidade de software que percebe o ambiente de forma autônoma e atua sobre o mesmo, mantendo uma comunicação entre si para trocar informações no alcance de um objetivo em comum.

Continuando, podem ser descritos cinco tipos de agentes (ARTERO, 2008; RUSSELL; NORVIG, 2016; SILVA, 2012):

- **Agente Tabela:** é o agente que tanto as ações, como as percepções estão relacionadas em uma tabela;
- **Agente reativo simples:** são agentes incapazes de planejar ações futuras, pois eles não possuem uma memória. Assim, as ações deles são executadas, exclusivamente, com base na percepção atual, não levando em consideração o histórico de percepções;
- **Agente reativo baseado em modelo:** esse agente utiliza um modelo interno para controlar suas ações. O modelo utilizado depende do histórico de percepções, refletindo alguns aspectos que não são observados no estado atual;
- **Agente baseado em objetivos:** ele pondera suas ações levando em consideração a descrição do estado atual e os objetivos a serem alcançados;
- **Agente baseado em utilidade:** escolhe as suas ações maximizando uma função de utilidade. O objetivo dessa função mapeia uma sequência de estados em um número real, que representa o grau de “satisfação” do agente caso aquele estado seja alcançado.

Além das características descritas acima, o agente pode determinar qual é a forma de cumprir uma dada tarefa,, que geralmente em sistemas baseados em agentes, é executada a partir de planos. Para um agente realizar a tarefas, situado em um ambiente, físico ou virtual (*software*), percebe a partir de sensores e realiza ações a partir de atuadores.

Para que seja possível um agente estar situado em um ambiente, pelo menos parte desse ambiente tem que ser observável e modificável pelo agente (MCARTHUR *et al.*, 2007). O ambiente representa tudo que é externo ao agente. Esse ambiente pode ser

também compartilhado entre um conjunto de diferentes agentes. Caso os agentes realizem a interação entre si, tem-se o conceito de SMA. Estes agentes de um SMA cooperam, coordenam e negociam, compartilhando conhecimento e executando as ações.

2.6.2 Sistemas Multiagente

Como já temos o conceito de agentes, é possível definir o conceito de Sistema Multiagente (SMA). Morais II (2010) diz que o SMA é uma subárea da Inteligência Artificial composto de vários agentes com o objetivo de solucionar um problema que está além da capacidade de um único agente.

Segundo Lesser (1999), um SMA é um sistema computacional em que dois ou mais agentes interagem ou trabalham em conjunto de modo a desempenhar determinadas tarefas ou satisfazer um conjunto de objetivos. Seguindo, de acordo com Henderson-Sellers (2005), um SMA é um sistema composto de agentes cooperativos ou competitivos que interagem entre si para atingir um objetivo individual ou comum.

Assim, podemos dizer que SMA são grupos de agentes que cooperam entre si com o objetivo de:

- Melhorar a adaptação, segurança e autonomia do sistema;
- Reduzir os custos de desenvolvimento, bem como sua manutenção;
- Aumentar sua eficiência e tempo de resposta;
- Permitir a integração de sistemas inteligentes aumentando assim sua capacidade de processamento, bem como a eficácia na resolução de seus objetivos.

Na programação orientada a agentes se desenvolve a camada do SMA responsável pelas ações/tarefas de cada agente. Assim, cada agente pode ser uma entidade que tenha autonomia para interagir com o ambiente.

2.7 O CONTROLE DA GLICEMIA

O *Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group*, no início da década de 90, acompanhou o desenvolvimento da diabetes em cerca de 1500 pacientes ao longo de aproximadamente seis anos. A manutenção da glicemia em uma faixa restrita de valores mostrou-se, de maneira bem conclusiva, eficiente na redução da incidência de diversas complicações (DIABETES CONTROL; RESEARCH GROUP *et al.*, 1993).

O método tradicional para o tratamento de controle da glicemia exige sua medição várias vezes ao dia e acompanhada da injeção de insulina. Ao invés de usar aplicações manuais, como alternativa, pode-se utilizar uma bomba de insulina, obtendo resultados ainda

melhores no ajuste da taxa de injeção de insulina (MALERBI *et al.*, 2006). Geralmente, os medidores portáteis de glicose utilizados são aqueles que furam as pontas dos dedos. Esses procedimentos são realizados pelos próprios pacientes, tornando a rotina de controle de glicemia bastante trabalhosa, resultando na redução da qualidade de vida do paciente.

Além disso, um fator limitante nos métodos tradicionais de medição de glicemia é o fato deles fornecerem medidas pontuais. Eles medem a glicemia num dado instante, não sendo permitido saber qual foi a variação da glicemia entre duas medidas. Assim, ter a possibilidade de obter uma leitura contínua de glicemia seria de grande importância para a realização de um controle glicêmico mais eficiente.

Durante o sono, a glicemia do paciente atinge níveis muito baixos, chamados pela literatura de hipoglicemia noturna. Esse evento é muito difícil de ser detectado, geralmente, causado por uma aplicação excessiva de insulina antes do repouso noturno, os sintomas são discretos e de difícil detecção (MAIA; ARAÚJO, 2006).

O uso de sistemas de monitoramento contínuo de glicose tem facilitado a detecção de hipoglicemia noturna (MONSOD *et al.*, 2002). Ele permite a leitura da glicemia a todo instante, registrando os valores ao longo do dia. Desta maneira, a ocorrência de hipoglicemia noturna pode ser identificada, sendo possível corrigir as doses de insulina aplicadas antes do repouso noturno, evitando novas incidências do evento.

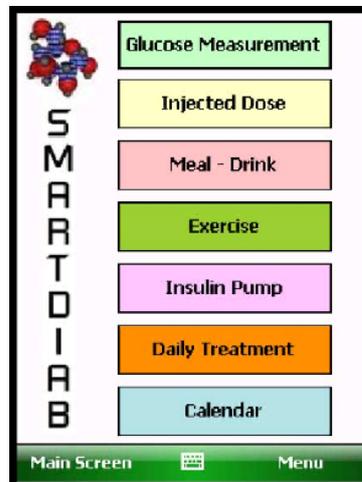
3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo aborda trabalhos, encontrados na literatura, que utilizam de algumas funcionalidades tais como verificação de glicose no sangue, educação, alimentação, medicação e exercícios físicos para tratamento de indivíduos diabéticos.

Chang *et al.* (2016) desenvolveram o *Interactive M-Health System for Diabetics* (ImHS). Eles fornecem uma comunicação entre o paciente e o profissional de saúde. No sistema são inseridos dados da glicose no sangue e, de acordo com o valor, o sistema classifica em três níveis: baixo, normal e alto. Encontrada alguma anormalidade, o sistema envia uma mensagem ao especialista para que seja tomada alguma providência quanto ao tratamento. Além disso, a ferramenta armazena históricos de consultas médicas, fornecendo gráficos estatísticos como informações da saúde do paciente.

Mougiakakou *et al.* (2010) desenvolveram uma ferramenta para monitoramento e gerenciamento de pacientes com diabetes tipo 1, o *SMARTDIAB*. Ela possui dois módulos: o módulo do paciente e o módulo de gerenciamento do paciente, que se comunicam entre si trocando informações. O módulo paciente consiste em um monitor de glicose fazendo medições contínuas, onde também é possível guardar informações de exames laboratoriais, tratamentos terapêuticos, alimentação e exercícios físicos praticados. O módulo de gerenciamento do paciente recebe as informações, processa os dados, e com a ajuda de um sistema de apoio à decisão implementado no sistema, ajuda o especialista no tratamento do paciente. Além do mais, o especialista, através da ferramenta, pode visualizar os dados dos paciente, fornecer tratamentos adequados e trocar informações com o paciente. A Figura 4 mostra a interface da ferramenta.

Figura 4 – SMARTDIAB

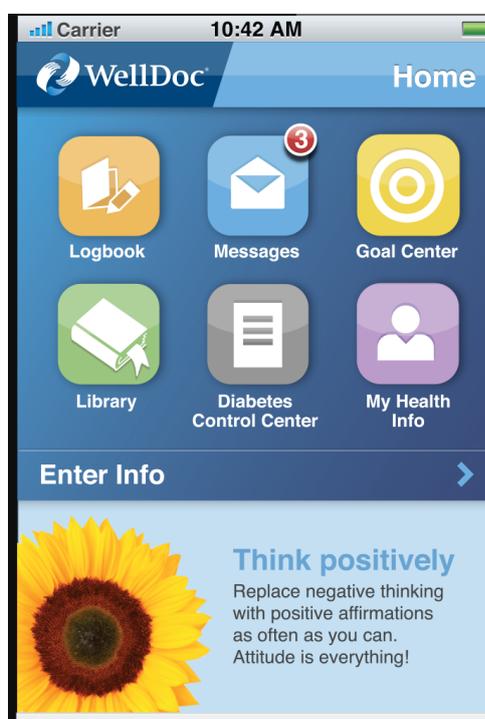


Fonte: Mougiakakou *et al.* (2010)

Já Dolan (2010) desenvolveu o *WellDoc* que, além de auxiliar os pacientes no monitoramento dos dados da glicemia, tem um sistema que analisa os dados e auxiliar o especialista na análise dos dados. Quinn *et al.* (2008) fizeram um teste controlado com a ferramenta com o objetivo de avaliar os impactos na A1c¹. Ele foi testado durante três meses em trinta pacientes adultos com diabetes tipo 2, enviando os dados em tempo real para as equipes médicas e informando os níveis glicêmicos e medicações utilizadas pelos pacientes, com a finalidade de obter melhores resultados no tratamento. A interface está na Figura 5.

A equipe médica responsável pelo estudo relatou que o sistema facilitou as tomadas de decisões, reduzindo o tempo da análise do diário de bordo glicêmico, sendo possível ter melhores análises e diagnósticos.

Figura 5 – WellDoc

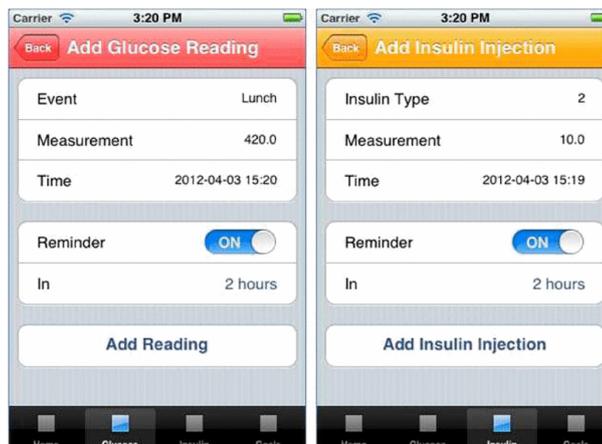


Fonte: Dolan (2010)

Outra ferramenta é a *GlucoFit*, desenvolvida por Gislason *et al.* (2012). Ela monitora a glicemia, como as demais apresentadas, através de inserções manuais dos valores. Além disso, a mesma monitora as atividades físicas dos usuários utilizando o FitBit. Através dos dados capturados, o mecanismo de sugestão, implementado no servidor, sugere alguns tipos de exercícios. Essa ferramenta pode ser acessada tanto pelo aplicativo móvel (Figura 6), disponível somente para iPhone, quanto por uma interface web (Figura 7).

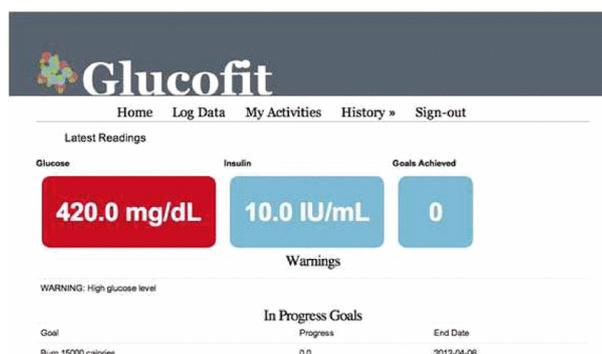
¹ É um exame de sangue muito utilizado para o acompanhamento dos pacientes diabéticos, por ser ele uma forma eficaz de avaliar os níveis médios da glicose sanguínea nos últimos 2 ou 3 meses.

Figura 6 – Glucofit - Interface móvel de inserção da glicose e insulina



Fonte: Gislason *et al.* (2012)

Figura 7 – Glucofit - Interface Web

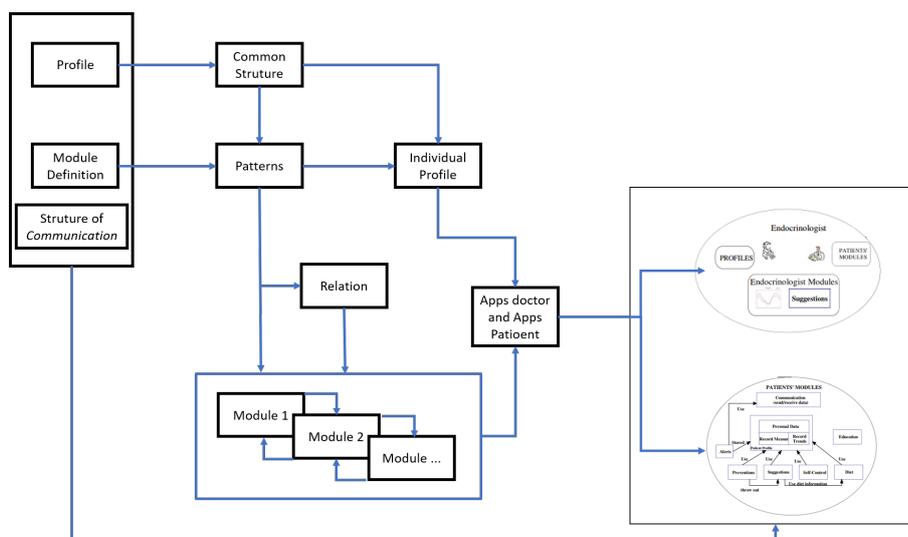


Fonte: Gislason *et al.* (2012)

Outra ferramenta é uma proposta de *framework* para monitoramento de diabéticos (Figura 8) que foi desenvolvido por Villarreal *et al.* (2009), baseado em módulos e dividido em duas partes principais, a do especialista e a do paciente. A parte do endocrinologista é composta por dois módulos, o estatístico, responsável por oferecer ao médico o progresso de cada paciente, e o módulo de sugestão, responsável por sugerir tratamentos de acordo com a estatística dos pacientes.

A segunda parte, a do paciente, é composta pelos seguintes módulos: comunicação, dieta e sugestão. O módulo da dieta mostra quais alimentos são mais adequados e quais os proibidos para o paciente, de acordo com os dados analisados e sugeridos pelo módulo de sugestão. O módulo de comunicação é o responsável pelo canal de comunicação entre o médico e o paciente.

Figura 8 – Estrutura do Framework



Fonte: Villarreal *et al.* (2009)

Hidalgo *et al.* (2014) desenvolveram o glUCModel (Figura 9), composto por cinco módulos, uma interface de dados, um banco de dados, um sistema de recomendação, um curso *e-learning* e um modelo de glicose.

Figura 9 – Uma visão do sistema glUCModel



Fonte: Hidalgo *et al.* (2014)

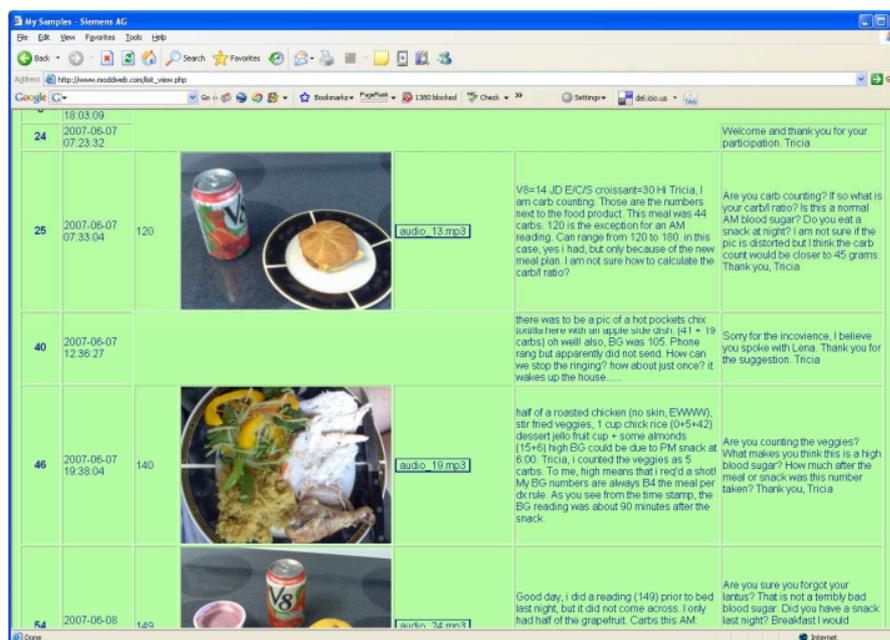
A interface de dados é o módulo principal da aplicação, responsável por conectar todos os módulos e responsável por permitir que os diabéticos consultem e atualizem os dados necessários para controlar a doença, e os médicos sejam capazes de acompanhar a evolução do paciente. Estes dados são armazenados no banco de dados como, por exemplo, exames médicos, medição de glicemia e atividades esportivas.

O sistema de recomendação avalia os dados para a partir deles gerar sugestões para o paciente melhorar os hábitos diários melhorando a qualidade de vida. Essas recomendações

são enviadas por e-mail. O *e-learning* é um espaço onde o paciente pode buscar todas as informações necessárias sobre diabetes. Finalizando, o módulo de modelo de glicose é composto por técnicas computacionais que procuram informar ao paciente como ele deve manter o nível de glicose no sangue estabilizado, de acordo com informações do banco de dados.

Mamykina *et al.* (2008) apresentaram o *Mobile Access to Health Information* (MAHI), um aplicativo móvel distribuído que utiliza um medidor de glicose e o celular. Ele é dividido em dois módulos, um diário e um de amostragem dos dados. O diário permite que os portadores de diabetes possam registrar suas atividades diárias, perguntas e preocupações. Esse registro pode ser através de áudio ou fotografias. O outro módulo é onde ficam armazenadas as informações do usuário, sendo possível os especialistas analisarem, responderem e interagirem com os pacientes. A Figura 10 mostra o Site do MAHI onde, as colunas incluem: 1) número de registro, 2) data e hora de captura, 3) valor de glicose no sangue, 4) imagens, 5) áudio, 6) comentários do participante publicados diretamente no site, 7) comentários do educador publicados diretamente no site.

Figura 10 – Site do MAHI (captura de tela do uso real do site).

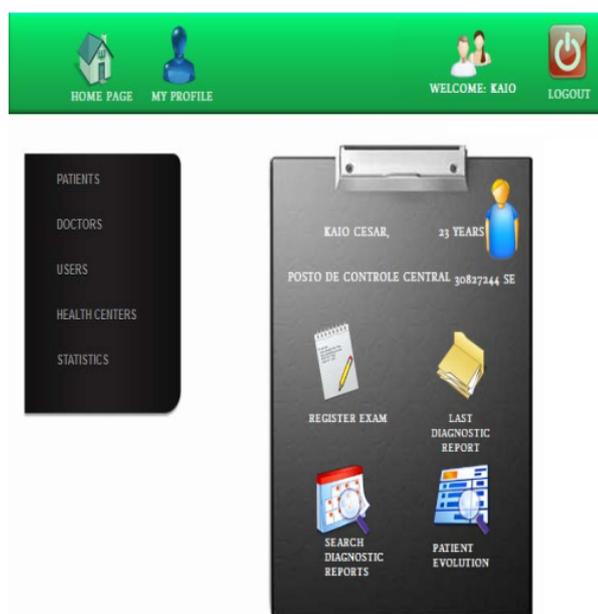


Fonte: Mamykina *et al.* (2008)

Em seu trabalho, Santos *et al.* (2012) desenvolveram o Sistema de Tratamento do Pé Diabético (SiSPED), cujo objetivo é acompanhar o tratamento de pacientes portadores de DM tipo 2, coletando dados pessoais, dados clínicos, sintomas, sinais e resultados de exames relacionados à prevenção do pé diabético. O sistema também gera automaticamente laudos de conduta técnica e oferece relatórios estatísticos que permitem, dentre outros, avaliar o impacto da metodologia na população assistida. O acompanhamento preventivo

dá-se pela aplicação de questionários de sintomas e exames de rotina. São quatro os tipos de informações a serem coletadas: dados gerais, os sintomas percebidos, os sinais coletados pela aplicação de exames e o resultado do teste do monofilamento. Estas três últimas informações são decisivas para a geração do laudo automático. Para possibilitar traçar o histórico de evolução de cada paciente, bem como avaliar o impacto da metodologia de tratamento na população assistida, o sistema possibilita a correlação de vários dados, tanto na forma de relatórios estatísticos, textuais como na forma de gráficos. A Figura 11 mostra o *screenshot* da tela do paciente.

Figura 11 – Screenshot da Tela do Paciente



Fonte: Santos *et al.* (2012)

A Tabela 1 traz informações que demonstram as diferenças e as semelhanças entre os trabalhos encontrados. São comparadas as funcionalidades descritas no início deste capítulo.

Tabela 1 – Relação de Funcionalidades de trabalhos da literatura

Trabalho	Funcionalidades				
	Glicose	Educação	Alimentação	Exercícios	Medicação
(CHANG <i>et al.</i> , 2016)	x	-	-	-	-
(MOUGIAKAKOU <i>et al.</i> , 2010)	x	-	x	x	-
(DOLAN, 2010)	x	-	-	-	x
(GISLASON <i>et al.</i> , 2012)	x	-	-	x	-
(VILLARREAL <i>et al.</i> , 2009)	x	-	x	-	-
(HIDALGO <i>et al.</i> , 2014)	x	x	-	x	-
(MAMYKINA <i>et al.</i> , 2008)	-	x	-	-	-
(SANTOS <i>et al.</i> , 2012)	-	x	-	-	x

Fonte: Autoria Própria

Os trabalhos encontrados tem como objetivo melhorar o dia-a-dia do indivíduo que é diagnosticado com Doenças Crônicas, em especial Diabetes. Em sua maioria, são aplicativos voltados para o registro de taxas de glicose no sangue para acompanhamento do especialista. Outras aplicações buscam promover algum tipo de ajuda em relação a exercícios físicos, entre outros.

Contudo, não foram encontrados trabalhos que tenham um módulo de gerenciamento da saúde, com acompanhamento pelo especialista, e na mesma ferramenta tenha a funcionalidade de recomendar conteúdos baseados nos dados da saúde ao usuário alvo. O trabalho utilizou algumas técnicas, como ontologias, agentes de software e técnicas de recomendação para desenvolver uma ferramenta especialista capaz de melhorar o tratamento do paciente fornecendo conteúdos relevantes para o mesmo, além de melhorar a interação e o acompanhamento do especialista sobre o paciente. Assim, através do módulo de Intermédio do Especialista, o paciente pode gerenciar os dados da sua saúde e receber conteúdos para uma melhor administração da doença. O especialista, por sua vez, poderá acompanhar a evolução do paciente por meio de gráfico com os dados da saúde do paciente e interagir com o mesmo sem a presença física, por meio de chat.

O próximo capítulo será apresentado o MobiLEHealth, ferramenta onde será integrada o projeto desenvolvido nesta dissertação.

4 MobiLEHealth

O MobiLEHealth é um ambiente de aprendizagem ubíqua no contexto de Saúde 2.0 destinado a pessoas com doenças crônicas, que é capaz de adequar-se às características particulares dos usuários, no intuito de disponibilizar conteúdos adequados às suas necessidades, visando a obtenção de um maior conhecimento sobre sua doença e, assim, buscar obter uma melhoria na sua qualidade de vida. Este ambiente considera o perfil do usuário e seu contexto atual e suas interações com os conteúdos web e mídias sociais (MENDES NETO *et al.*, 2014).

O fato de poder ser acessado através de dispositivos móveis, faz com que o usuário tenha maior liberdade no uso desse sistema, visto que é possível utilizá-lo a partir de qualquer lugar a qualquer momento. Segundo Moreira, Este ambiente monitora, de forma dinâmica e transparente, os usuários através do uso dos dispositivos móveis, disponibilizando serviços web. A captura das informações do usuário leva em consideração o seu contexto, como localização, aplicativos utilizados, status do dispositivo, entre outros. Estas informações podem ser oriundas de diversas fontes, como conteúdos acessados ou publicados pelos usuários, interações nas redes sociais e informações pessoais relativas à saúde.

Gudolle, Antonello e Flach (2012), afirmam que a Teoria da Aprendizagem Situada é quando a aprendizagem do indivíduo ocorre com base em atividades do seu cotidiano. O MobiLEHealth é composto por um conjunto de três sistemas, são eles: Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdos (SRPC); Sistema de Enriquecimento Semântico de Perfil de Usuário (SESPU); e Sistema de Monitoramento Ubíquo de Usuários (SMUU). Esses três sistemas atuam dentro do MobiLEHealth de forma independente, porém de forma integrada.

O Sistema de Monitoramento Ubíquo de Usuários consiste em um ambiente que possui a responsabilidade de realizar o monitoramento ubíquo de atividades cotidianas do usuário (SOMBRA, 2015). Esse monitoramento deve ser realizado de forma dinâmica, autônoma e transparente. Dessa forma, o ambiente desenvolvido para dispositivos móveis tem a capacidade de capturar e monitorar as interações dos usuários através dos acessos aos conteúdos web e mídias sociais.

O SRPC e o SESPU serão abordados com mais detalhes nas subseções seguintes.

4.1 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PERSONALIZADA DE CONTEÚDO

O SRPC presente no *MobiLEHealth* foi desenvolvido com o intuito de fornecer apoio à aprendizagem informal e ubíqua a pessoas portadoras de doenças crônicas, de modo que seja possível o conhecimento por parte do usuário, que por sua vez poderá apresentar uma melhoria de vida após o acesso às informações sugeridas por esse sistema. Esta sugestão de informações leva em consideração as características do perfil do usuário, fazendo assim com que o conteúdo proposto seja personalizado e baseado no contexto diário do paciente e na sua condição de saúde.

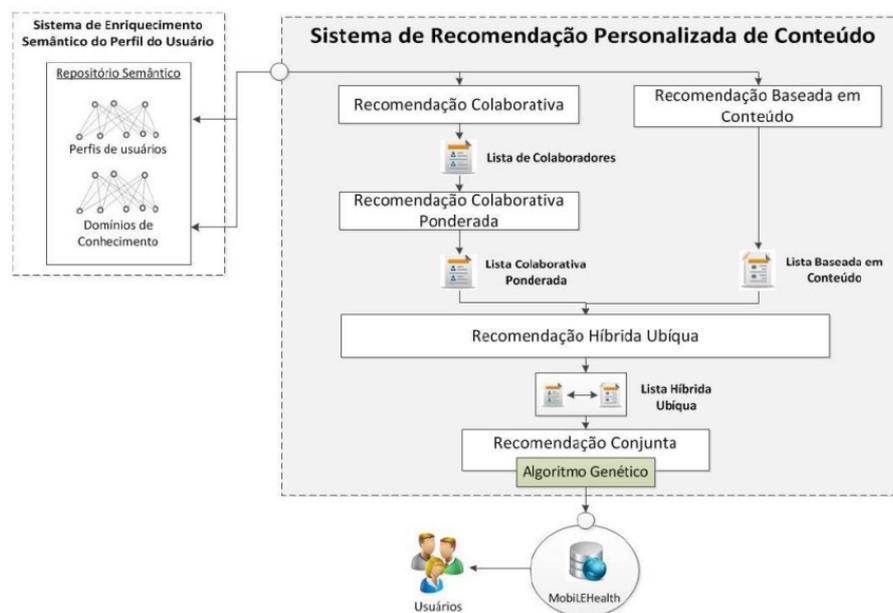
Este sistema apresenta uma arquitetura baseada em camadas, de forma que cada elemento presente nele seja responsável por técnicas de filtragem e seleção específicas, possibilitando assim a aplicação de variadas técnicas e a seleção cada vez mais eficiente dos conteúdos relevantes ao usuário. Na Figura 12 é apresentada a arquitetura deste sistema.

Aliado ao SRPC, há o SESP, que será abordado a subseção seguinte. É através do SESP que o SRPC irá iniciar o seu processo, consultando os dados resultantes do processamento de enriquecimento semântico presentes no outro sistema.

Após o acesso a esses dados, o sistema de recomendação tem a tarefa de selecionar os usuários para realizar a sugestão de conteúdo. A recuperação de dados realizado pelo SRPC no SESP leva em consideração os conteúdos ligados ao usuário, os dados de cadastro, localização, relações com outras pessoas, conteúdos que o usuário gostou ou não, aceitação ou recusa da recomendação, relações semânticas etc.

De posse destes dados, é iniciado o processamento, realizado em camadas, das técnicas de recomendação. Inicialmente ocorre a execução da Recomendação Colaborativa (RC) e da Recomendação Baseada em Conteúdo (RBC). A partir da RC, é gerada uma Lista de Colaboradores, que irá servir como entrada para o processamento da Recomendação Colaborativa Ponderada (RCP). A RCP irá gerar uma Lista Colaborativa Ponderada (LCP). Ao final do seu processamento, a RBC gera uma lista de conteúdo de domínio semelhante ao perfil do usuário.

Figura 12 – Arquitetura do Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdo



Fonte: Costa (2015)

Na próxima etapa, há o cruzamento dos resultados da RCP e da RBC, onde essa junção é usada como entrada para a execução da Recomendação Híbrida Ubíqua (RHU). Finalmente, o resultado da RHU é processado pela Recomendação Conjunta (RCJ), buscando relações entre os seus itens e o interesse do usuário, gerando um conjunto de conteúdos finais a serem recomendados ao usuário.

Logo depois da RCJ é utilizado um Algoritmo Genérico (AG) para selecionar o conjunto de conteúdos que se adequa às necessidades do usuário, de modo que atinja uma solução aceitável dentro de um tempo hábil. Assim, é utilizada a abordagem de um cromossomo (conjunto) contendo três conteúdos. No final da execução do AG, será indicado um cromossomo como o indivíduo mais apto, ou seja, como a melhor solução levando-se em consideração os critérios da função *fitness*¹. Portanto, não seria interessante recomendar apenas um conteúdo, mas sim um conjunto dentre o qual o usuário portador de doença crônica pudesse escolher aquele que lhe fosse mais conveniente. Diante do contexto apresentado, o modelo de AG foi desenvolvido com as seguintes características:

- a) **Gene:** Cada gene é representado por uma recomendação de conteúdo para o usuário alvo, escolhidos a partir da Lista Híbrida Ubíqua (LHU);
- b) **Cromossomo (indivíduo):** É um conjunto de genes que representam uma possível recomendação conjunta;
- c) **População Inicial:** É gerada a partir da LHU, escolhendo-se aleatoriamente recomendações de conteúdo que serão os genes que formarão cada indivíduo;

¹ Função de avaliação, que mede o quão adaptado está o indivíduo ao ambiente

- d) **Função *Fitness*:** Avalia um cromossomo ou indivíduo, considerando os critérios de IRH, evitando as características conflitantes (subtipo, autor, tempo), e reduzindo a avaliação dos cromossomos com defeitos genéticos (genes repetidos);
- e) **Cruzamento:** Para melhorar o processo, foi utilizado o conceito de dominância entre os genes, onde um gene (recomendação) com maior *rating* será dominante sobre um de menor;
- f) **Seleção:** Os critérios de seleção foram estabelecidos com base em Estado Estacionário e Elitismo, onde metade da população (melhor avaliada) sobrevive e gera mais uma metade de população nova (nova geração);
- g) **Mutação:** A mutação se dá pela troca de posições de genes de um mesmo cromossomo, evitando assim a amarração em falsos máximo da função *fitness*.

O resultado final é disponibilizado em uma interface chamada Camada de Serviço de Integração, onde o MobiLEHealth faz acesso na busca por conteúdos recomendados. A próxima Seção tem a descrição do Sistema de Enriquecimento Semântico de Perfil do Usuário.

4.2 SISTEMA DE ENRIQUECIMENTO SEMÂNTICO DE PERFIL DO USUÁRIO

A descrição deste sistema tem como base a especificação do mesmo presente no trabalho de Moreira (2015). O SESPU tem como objetivo prover meios para determinar os interesses do usuário relacionados à sua saúde, considerando o seu contexto diário. Esse sistema funciona como um componente com interfaces externas bem definidas, de modo que ele não possa sofrer interferências externas, ou seja, a integração com os demais componentes ocorre por meio dessas interfaces.

A integração do SESPU com o MobiLEHealth é realizada de duas formas: através de um serviço que irá disponibilizar métodos que retornam a relação do usuário ou conteúdo com um domínio; e através de agentes computacionais que analisam a base de dados do MobiLEHealth na busca de informações que necessitam ser enriquecidas e acrescentadas ao perfil semântico do usuário.

Este sistema apresenta uma arquitetura modular, fornecendo uma interface que se integra ao MobiLEHealth de forma coesa, isolando o componente e garantindo a consistência do seu funcionamento. O SESPU tem como função enriquecer semanticamente o perfil de um usuário com base nos domínios de conhecimentos registrados no repositório semântico.

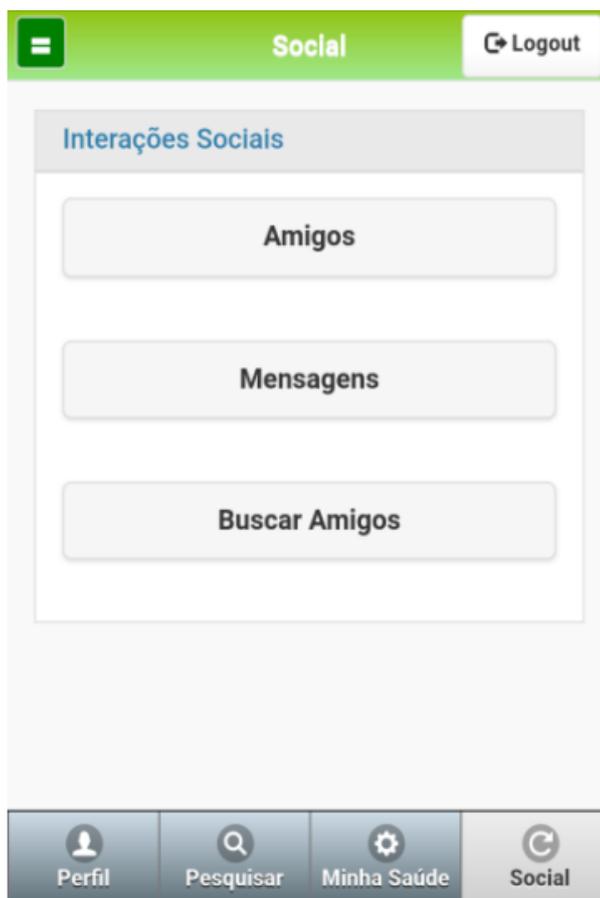
Através de Localizadores de Recursos especializados, os Traços Digitais (TDs) que necessitam do processamento semântico são identificados. Estes TDs são carregados, onde é realizado um tratamento prévio dos recursos, verificando sua integridade e a conformidade com os pré-requisitos do sistema. Dentro da estrutura do SESP, há o Analisador de Conteúdo. Este analisador realiza o processamento de um determinado conteúdo, por vezes utilizando as técnicas de Processamento de Linguagem Natural, e busca por termos semelhantes nas ontologias de domínio. Após esse processamento, as informações são enviadas para o Enriquecedor Semântico, que por sua vez irá gerar as anotações semânticas para as correspondências encontradas e as armazenar na ontologia de perfil de usuário.

O SESP apresenta ainda um Repositório Semântico. A função deste repositório é fornecer ontologias de domínio, que representam a modelagem dos conceitos relacionados às doenças crônicas que compõem o sistema, e a ontologia de perfil de usuário. O motor de inferência presente no SESP é responsável por responder as solicitações vindas do *MobiLEHealth*. Essas solicitações podem ser para um usuário, de forma que o sistema deverá determinar qual a relação entre o usuário e um domínio de conhecimento, ou para um conteúdo, onde será definida a relação entre este conteúdo e um domínio de conhecimento. Dessa forma, o SESP proporciona ao SRPC informações para que seja feita a recomendação de conteúdos aos usuários através do *MobiLEHealth*.

4.3 REDE SOCIAL SEMÂNTICA

A Rede Social Semântica oferece um ambiente onde o paciente com diabetes possa realizar pesquisas a respeito da sua saúde, acessar conteúdos recomendados para si, compartilhar conteúdos com seus amigos e trocar experiências com eles. Ela mantém a característica do *MobiLEHealth* de ser multiplataforma, uma vez que, qualquer que seja o sistema operacional do dispositivo móvel ou do computador, ele poderá ser acessado, basta que o dispositivo tenha acesso à internet e possua uma aplicação para navegar na Web (SILVA, 2017).

Figura 13 – Tela de Rede Social Semântica



Fonte: Silva (2017)

O usuário pode gerenciar suas interações sociais dentro do sistema. Assim, pode buscar amigos, receber a recomendação de amizades, ver quais são os seus amigos e trocar informações com eles, através de mensagens dentro da própria ferramenta. Todas as informações coletadas no ambiente da Rede Social Semântica são enviadas a um repositório de dados. Neste repositório de dados há uma ontologia de classificação de usuário, que oferece informações para realizar a classificação dos pacientes. Através desta tecnologia é possível inferir relações entre os usuários da rede social. Essas relações são inferidas levando em consideração alguns aspectos entre os usuários: Tipo de diabetes, tempo que o paciente possui diabetes, idade do paciente, gênero, afinidade com tecnologia e quantidades de amigos em comum. A partir destes aspectos, a ontologia desenvolvida os analisa e, ao identificar as informações semelhantes entre dois ou mais usuários, faz a recomendação um ao outro.

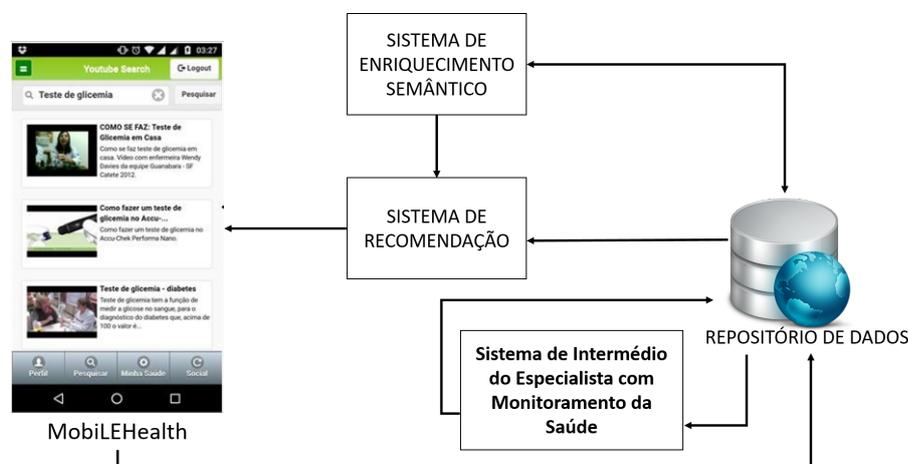
5 Sistema de Intermédio do Especialista com Recomendação Personalizada Baseada em Dados da Saúde

A solução desenvolvida neste trabalho é um Sistema de Intermédio do Especialista que, além do acompanhamento dos dados de saúde dos pacientes pelos especialistas, tem um ambiente de Recomendação Personalizada de Conteúdos, funcionando de forma integrada com o MobiLEHealth, descrito no Capítulo 4. O sistema também infere a quantidade de unidades de insulinas necessárias para o paciente, levando em consideração alguns fatores como Peso, Situação Alimentar e o Nível da Glicose.

5.1 VISÃO GERAL

O Sistema de Intermédio do Especialista tem interface semelhante a do MobiLEHealth, visto que eles funcionam de forma simultânea. A Figura 14 apresenta a integração existente no MobiLEHealth. Assim, tem-se a integração do Sistema Especialista com o MobiLEHealth, ambos funcionam em conjunto; a coleta de dados que é direcionada ao repositório semântico; o enriquecimento do perfil do usuário com base nos dados avaliados e a recomendação dos conteúdos através do Sistema de recomendação que envia as informações de volta para a interface do MobiLEHealth e apresenta aos usuários.

Figura 14 – Arquitetura do MobiLEHealth após a integração do Sistema de Intermédio do Especialista

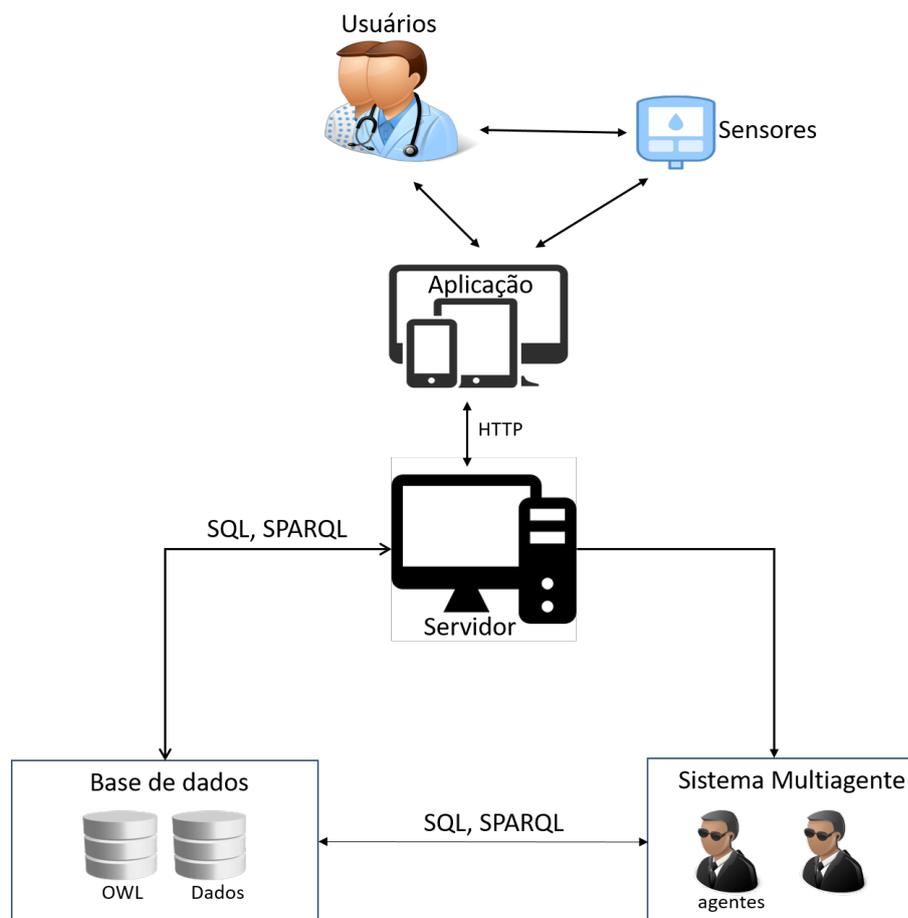


Fonte: Autoria Própria

5.2 ARQUITETURA DA APLICAÇÃO

A arquitetura do sistema proposto divide-se em quatro componentes. A camada de aplicação, sensores, base de dados e o Sistema Multiagente (SMA). A Figura 15 ilustra a arquitetura do sistema, mostrando que os elementos do sistema se comunicam para que a aplicação funcione de maneira adequada.

Figura 15 – Visão Geral do Sistema



Fonte: Autoria Própria

Os sensores são responsáveis por coletar os dados da saúde dos pacientes. Eles serão utilizados juntamente com a aplicação. A camada de aplicação apresenta o *software*, apesar dele manter a característica do MobiLEHealth de ser multiplataforma, ele tem um aplicativo Android para fazer a comunicação com os sensores.

Na camada de base de dados estão inseridos a ontologia e os dados do usuário. Esta ontologia foi construída por meio da linguagem OWL (*Web Ontology Language*). Ela tem a responsabilidade de armazenar dados como Peso, Níveis glicêmicos e situação alimentar. Assim, ela infere a quantidade de insulina necessária para o usuário. Outra camada, a base de dados, é responsável por armazenar dados vindo da ontologia, da aplicação e dos sensores.

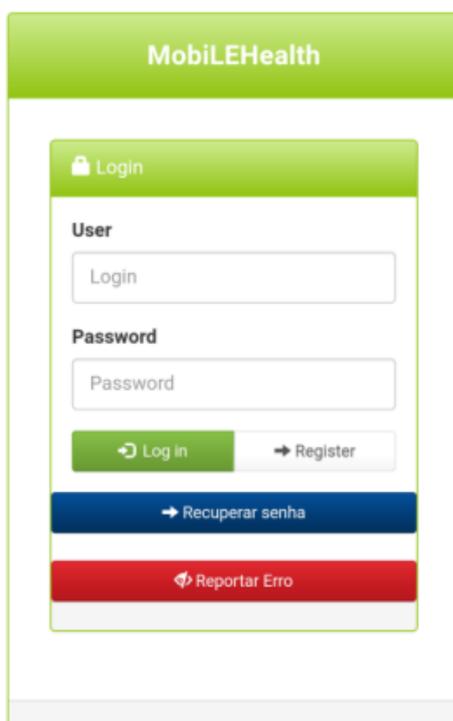
Finalmente, a camada do sistema multiagente contém os agentes responsáveis por coordenar toda a aplicação. Nesta camada, tem-se o agente responsável por verificar os usuários sem dados cadastrados e por carregar os dados na ontologia. Tem também o agente responsável por verificar a alteração dos dados e atualizar o algoritmo de recomendação de modo a armazenar os dados atualizados para que a aplicação faça uso quando necessário.

5.3 SISTEMA DE INTERMÉDIO DO ESPECIALISTA

Esta seção descreve as interfaces do Sistema de Intermédio do Especialista. O sistema provê uma aplicação Android, que o usuário utiliza para acessar o sistema, e o módulo de monitoramento da saúde, onde dispõe de uma aba para conexões de sensores para capturar dados da saúde. O Sistema também provê o Módulo de Gerenciamento da Saúde e, para os Diabéticos, provê a inferência da quantidade necessária de unidades de Insulina para o usuário.

Inicialmente, o usuário deve fazer seu cadastro acessando a aplicação¹ e clicando no botão “Register” da tela inicial, sendo direcionado à página onde serão inseridos os seus dados. A Figura 16 apresenta a interface gráfica da Tela inicial da aplicação.

Figura 16 – Tela inicial



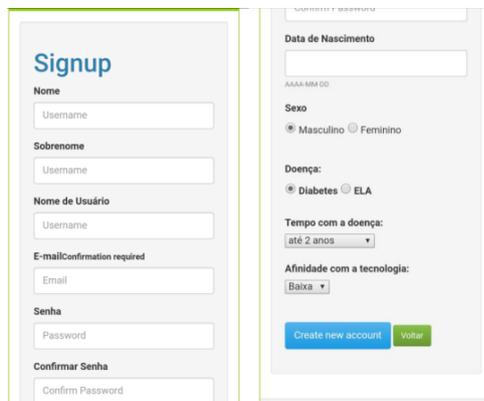
Fonte: Autoria Própria

Ao acessar a opção de registro, o paciente insere suas informações, como nome,

¹ <http://les.ufersa.edu.br/mobilehealth/public>

sexo, data de nascimento, tempo que está com diabetes, afinidade com a tecnologia, entre outras. A Figura 17 apresenta a tela de cadastro do paciente.

Figura 17 – Tela de cadastro

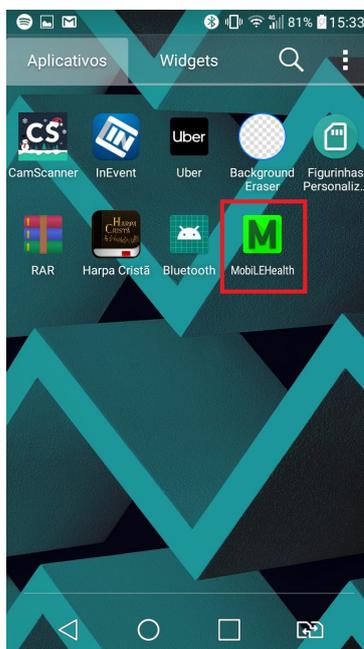


Fonte: Autorial Própria

5.3.1 Módulo de Monitoramento da Saúde

Uma vez cadastrado, o usuário poderá utilizar o aplicativo Android, desenvolvido para, além de poder acessar a aplicação, acessar o módulo de monitoramento da saúde. A Figura 18 apresenta o MobiLEHealth instalado em um *Smartphone*.

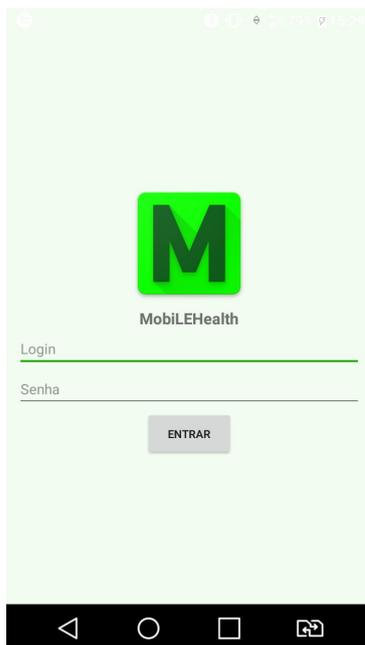
Figura 18 – MobiLEHealth instalado no Android



Fonte: Autorial Própria

A Figura 19 apresenta a interface gráfica do login do usuário, que é a porta de entrada para o módulo de monitoramento do ambiente.

Figura 19 – Interface Gráfica do *Login*



Fonte: A autoria Própria

Para o processo de autenticação ocorrer com sucesso é necessário que o usuário informe seu *login* e sua senha que foi cadastrada e em seguida acione o botão “ENTRAR” presente na interface. Feito esse processo e o procedimento ocorrendo com sucesso, o usuário será encaminhado à interface principal do ambiente. A Figura 20 mostra a tela após fazer o *login*.

Figura 20 – Tela Principal da Ferramenta



Fonte: A autoria Própria

Assim, o usuário terá acesso a uma aba que acessa o MobiLEHealth e todas as suas funcionalidades, onde serão apresentados os conteúdos recomendados para si e as demais funcionalidades, e outra aba que é o módulo de monitoramento da saúde. A Figura 21 apresenta a aba do monitoramento da saúde.

Figura 21 – Tela do monitoramento da saúde



Fonte: Autoria Própria

Como pode ser visto na Figura 21, na parte superior da tela temos a opção de inserir os dados utilizando sensores de monitoramento da saúde, apesar de ter a opção de Pressão Arterial, Temperatura Corporal e Glicose, foi desenvolvida de forma que seja possível inserir outros tipos de sensores. Ao Clicar, por exemplo, na opção “GLICOSE”, aparece a tela para conexão via *bluetooth* com o sensor. A Figura 22 apresenta a tela da conexão via *bluetooth*.

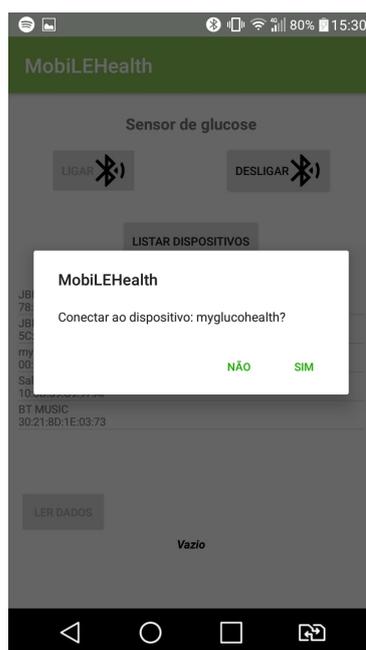
Figura 22 – Tela de conexão *bluetooth*



Fonte: Autoria Própria

Nesta tela, tem a opção de ligar ou desligar o *bluetooth* e listar os dispositivos disponíveis. Ao listar os dispositivos aparece uma lista de dispositivos disponíveis. Quando selecionamos o dispositivo ele pergunta querendo confirmar a conexão com o sensor. A Figura 23 mostra um exemplo.

Figura 23 – Tela de confirmação da conexão com um sensor



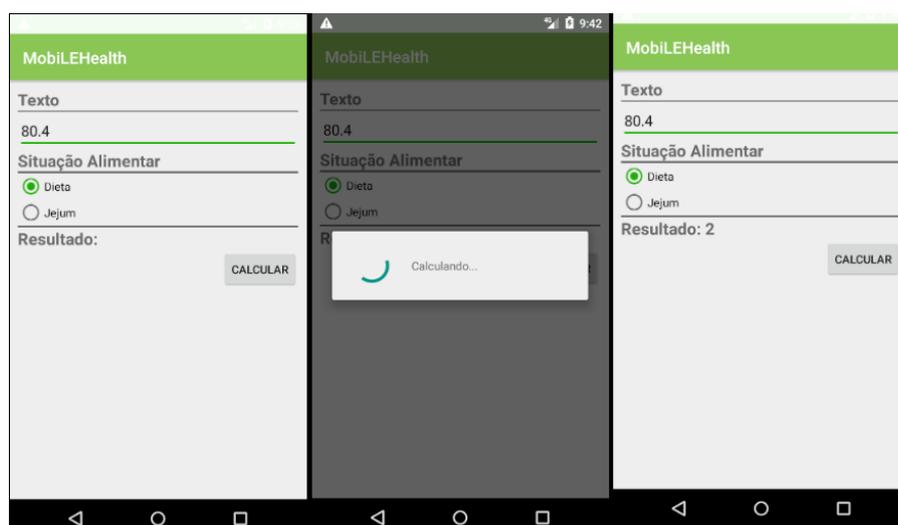
Fonte: Autoria Própria

Com uma conexão bem sucedida, o botão “LER DADOS” é ativado. Ao clicá-lo, o

dado é lido e armazenado no banco de dados.

Na aba de monitoramento da saúde (Figura 21), na parte inferior, tem as opções de inserção de dados de forma manual, caso a conexão com o sensor não tenha sido bem sucedida. Cada opção que tem a opção com sensores, também tem a manual. A diferença é a opção “GLICOSE”, ao clicar nela, abrirá uma tela para ser calculada a quantidade de insulina necessária para o paciente. A Figura 24 ilustra o processo para obtenção da quantidade necessária de insulina que o paciente necessita.

Figura 24 – Obtenção da quantidade de insulina para o paciente



Fonte: Autoria Própria

Assim, como pode ser visto na Figura 24, na tela Glicose o primeiro campo é para inserir o valor aferido da glicose (mg/dL), logo abaixo você seleciona a situação alimentar, Jejum (não alimentado) ou Dieta (alimentado). Outro fator, que leva em consideração para calcular a quantidade de insulina, é o Peso, mas isso já é buscado automaticamente da base de dados. Realizada a inserção desses dados, clica em “CALCULAR”. Feito isso, ele vai calcular e mostrar o resultado em Unidades de Insulina, que na Figura 24 o resultado são Duas Unidade de Insulina. O processamento dessa funcionalidade é realizada pela ontologia que está descrita na Seção 5.4. A próxima subseção descreve o Módulo de Gerenciamento da Saúde para acompanhamento dos dados de saúde do usuário.

5.3.2 Módulo de Gerenciamento da Saúde

Para o especialista acompanhar melhor a saúde dos pacientes, foi desenvolvido um módulo de acompanhamento dos exames mais exigidos pelos especialistas que acompanham pacientes com doenças crônicas, em especial a Diabetes. Partindo da Figura 20 (Tela Principal do MobiLEHealth) temos a opção “Minha Saúde”. Ao clicar nessa opção, vai

abrir a tela para receber os exames. A Figura 25 mostra a tela com os campos para inserção dos dados pelos pacientes.

Figura 25 – Tela Minha Saúde

A imagem mostra uma interface web com o título "Cadastro de Informações". Abaixo do título, há um campo de seleção rotulado "Selecione o paciente" com uma seta para baixo. Abaixo disso, há uma lista de exames, cada um em uma linha com um ícone de seta para baixo à direita:

- Fundo de Olho
- Glicemia de Jejum
- Hemoglobina Glicada
- Microalbuminúria
- Colesterol Total
- Pressão Arterial
- IMC
- Alergia

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 25, pode ser visto que temos vários tipos de exames que compõe o módulo, são eles: Fundo de Olho, Glicemia de Jejum, Hemoglobina Glicada, Microalbuminúria, Colesterol Total, Pressão Arterial, IMC, Alergia, HDL, LDL e Triglicerídeos. Estes exames foram escolhidos baseados em reuniões feitas com especialistas. Ao clicar em nome de cada exame abre uma opção para inserção do dado. A Figura 26 mostra a tela com uma opção de exame aberta para inserção do dado.

Figura 26 – Tela de inserção de dados de Exames

The screenshot shows a mobile application interface titled "Cadastro de Informações". At the top, there is a dropdown menu labeled "Selecione o paciente". Below this, there is a list of exam types, each with a dropdown arrow: "Fundo de Olho", "Glicemia de Jejum", "Hemoglobina Glicada", "Microalbuminúria", and "Colesterol Total". Below the list, there is a text input field labeled "Medição (mg):". Underneath the input field is a button labeled "SALVAR". At the bottom of the form, there is a status bar that reads "Transferindo dados de 0.0.0.0...".

Fonte: Autoria Própria

Ao inserir o dado e clicar em “SALVAR”, o paciente salva esses dados no banco de dados. Assim, estes dados irão servir para recomendar conteúdos que outras pessoas, que tenham resultados parecidos tenham, por exemplo, compartilhado.

No Módulo de Gerenciamento da Saúde tem a opção de calcular a quantidade de insulina necessária para o paciente. A Figura 27 ilustra o processo para obtenção da quantidade necessária de insulina que o paciente necessita no Módulo de Gerenciamento da Saúde.

Figura 27 – Obtenção da quantidade de insulina no Módulo de Gerenciamento

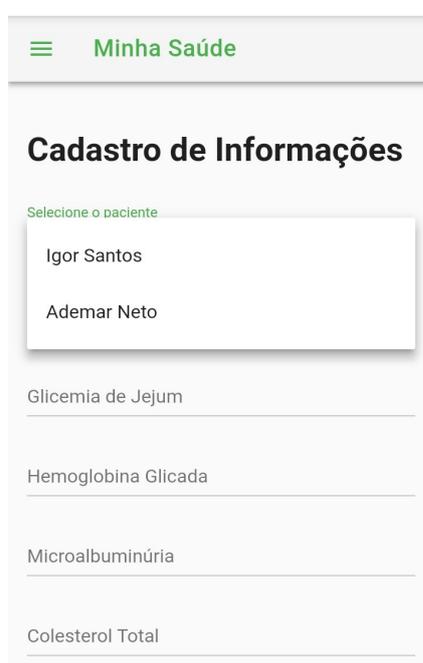
The figure consists of three sequential screenshots of a mobile application interface. The first screenshot shows a form titled "Minha Saúde" with fields for "Peso" (80), "Valor da Glicose" (101), and "Situação Alimentar" (Dieta). The second screenshot shows the same form with "Situação Alimentar" set to "Jejum" and buttons for "CALCULAR" and "LIMPAR". The third screenshot shows the result of the calculation: "Quantidade de Insulina: 3 unidades".

Fonte: Autoria Própria

Na tela para obter a quantidade de insulina pelo Módulo de Gerenciamento da Saúde tem o campo Peso, que já vem do banco de dados, tem o campo de Valor da Glicose para ser inserido e tem um seletor para ser possível escolher a Situação Alimentar (Dieta ou Jejum). Com os campos preenchidos, o próximo passo é clicar em “CALCULAR”, logo em seguida aparece o resultado. Esse processo pode ser observado na Figura 27.

O especialista, por sua vez, pode ter acesso aos dados dos seus pacientes. A opção **Selecionar paciente** ficará acessível para ele, sendo possível escolher o paciente para ter o acompanhamento. A Figura 28 mostra a tela do especialista escolhendo um paciente.

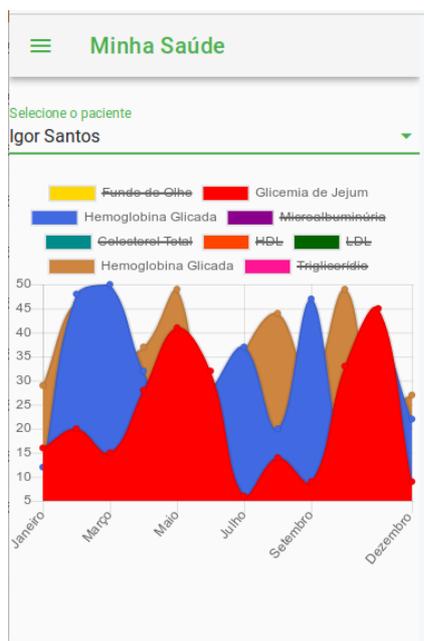
Figura 28 – Tela Escolha do Paciente



Fonte: Autoria Própria

Ao escolher o paciente, logo aparecerá um gráfico com todos os valores dos exames por período. Sendo possível escolher quais dados que ele quer ver. A Figura 29 mostra o paciente selecionado e o seu gráfico com os valores dos exames e o período.

Figura 29 – Tela Escolha do Paciente



Fonte: Autoria Própria

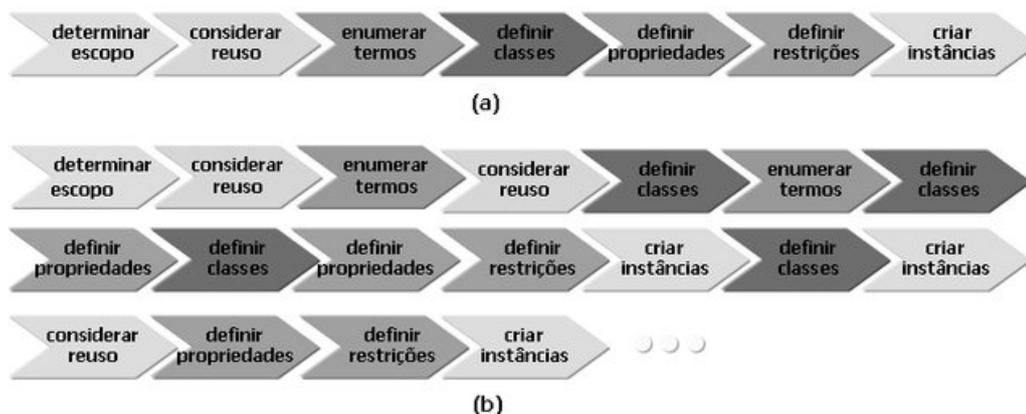
Este Módulo de Gerenciamento da Saúde está integrado à Ferramenta MobiLEHealth, descrita no Capítulo 4. Assim, para o especialista manter contato com o paciente pode fazer uso do chat disponível na Rede Social mostrada no Capítulo 4. Na próxima seção tem a descrição da ontologia utilizada para inferir a quantidade de insulina necessária para normalizar a glicose do paciente.

5.4 ONTOLOGIA DE DOMÍNIO

Tendo em vista a necessidade de armazenar dados que descrevem os fatores levados em consideração para inferir a quantidade de insulina que o paciente necessita, percebeu-se a viabilidade da construção de uma ontologia que descreve esses fatores.

De acordo com Noy e McGuinness (2001a), não existe um modo correto ou metodologia de desenvolvimento de ontologias. Por isso, os autores sugerem apenas um processo para tal, denominado *Ontology Development 101*. Este processo consiste em um guia de passos iterativos executados livremente no desenvolvimento de ontologias. A Figura 30 (a) ilustra os sete passos sugeridos pelos pesquisadores e a Figura 30 (b) um exemplo de como os passos podem ser empregados durante o desenvolvimento de uma ontologia.

Figura 30 – Processo *Ontology Development 101*



Fonte: Adaptado de Noy e McGuinness (2001a)

Sucintamente, os sete passos do guia *Ontology Development 101* são:

1. **Determinar o domínio e o escopo da ontologia:** deve-se identificar claramente o propósito e os cenários de utilização da ontologia a ser desenvolvida. "O que abrange o domínio da ontologia?", "para que se utilizará a ontologia?", "que questões a ontologia deveria responder?", "quem utilizará e manterá a ontologia?" são exemplos de questões que norteiam a determinação do domínio e escopo no desenvolvimento de uma ontologia;
2. **Considerar o reuso de ontologias existentes:** nesse passo deve verificar a existência de ontologias que podem ser reutilizadas em um novo projeto de ontologia, para que se possa analisar o reuso de componentes, sua extensão, entre outros;
3. **Enumerar termos importantes do domínio da ontologia:** relacionar uma lista de termos presentes no discurso do domínio da ontologia. A relação de termos é importante para os passos subsequentes do guia, como definir classes, definir propriedades e definir instâncias;
4. **Definir as classes do domínio e a hierarquia de classes:** a partir da lista de termos, extraem-se aqueles que descrevem objetos, os quais genericamente representam classes. Com um conjunto de classes definidas, deve-se organizar as classes de forma hierárquica, considerando um nível de abstração mais geral em direção as classes específicas;
5. **Definir as propriedades das classes:** nesta etapa, deve definir as propriedades que irão relacionar as classes da ontologia. A importância desta etapa reside no fato de que as classes, por si só, não podem responder às questões determinadas na etapa 1. A partir disso, pode-se descrever a estrutura interna dos conceitos utilizando as propriedades;

6. **Definir as restrições das propriedades:** caso uma propriedade de classe seja de dados, observa-se o tipo de dado que a propriedade comporta (string ou número, por exemplo). Caso a propriedade seja uma relação, deve-se definir a que classes a relação aponta. Restrições sobre cardinalidade e valores válidos para as propriedades também devem ser considerados neste passo;
7. **Criar as instâncias do domínio:** este último passo consiste na criação de instâncias das classes da hierarquia de classes. Estas instâncias devem pertencer às classes da ontologia apresentando as especificações das mesmas.

O desenvolvimento da ontologia se deu pela ferramenta Protégé², *software* criado pela universidade de Stanford com a finalidade de modelar ontologias. A linguagem utilizada na especificação foi a OWL (*Web Ontology Language*), sendo esta uma linguagem bem difundida no âmbito de desenvolvimento de ontologias. A ontologia é descrita na subseção seguinte.

5.4.1 Ontologia HyperglycemiaPolicy

5.4.1.1 Definição do Domínio e Escopo

Seguindo o processo *Ontology Development 101*, utilizando o primeiro passo, definiu o domínio e o escopo da ontologia. O domínio trata-se da Saúde, em específico, a Diabetes, no controle da glicemia. O escopo é armazenar as características utilizadas para a determinar a dose de insulina necessária para o paciente diabético. Para a ontologia foram definidas as seguintes questões de competências, ou seja, as questões que a ontologia deve ser capaz de responder:

- QC1: A partir de um conjunto de características, como peso, nível de glicose e situação alimentar, quantas unidades de insulina são necessárias para o paciente?
- QC2: Em qual classificação das características, como peso, nível de glicose e situação alimentar, o paciente está?

As respostas dessas questões são fundamentais para o funcionamento da aplicação, uma vez que as mesmas são utilizadas pelo SMA para aplicar a quantidade de insulina necessária para cada usuário. O segundo caso, no processo, é considerar ontologias já existentes que atuam no mesmo domínio definido. Assim sendo, não foram encontradas ontologias para serem reutilizadas para as tarefas a qual são necessárias.

² Disponível em <http://protege.stanford.edu>

5.4.1.2 Enumeração dos Termos

Para levantamento dos termos da ontologia, foi utilizado o Protocolo para Controle Glicêmico em Paciente Não Crítico³ da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) e o documento de Controle da Hiperglicemia⁴ da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). Destes documentos foram levantadas as características utilizadas, que são: Peso, Nível de glicose e a Situação alimentar do paciente.

Os pesos são divididos em cinco categorias, descritas na Tabela 2. O Nível de glicose em 11 categorias, numeradas de 0 a 11, ilustradas na Tabela 3. Finalizando, a Situação alimentar é somente Dieta ou Jejum.

Tabela 2 – Classificação dos Pesos

Classificação	Valores (Kg)
A	≤ 60
B	61 - 80
C	81 - 100
D	101 - 120
E	≥ 121

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3 – Níveis de Glicose

Nível	Valores (mg/dL)
0	70 - 100
1	101 - 140
2	141 - 170
3	171 - 200
4	201 - 230
5	231 - 260
6	261 - 290
7	291 - 320
8	321 - 350
9	351 - 380
10	≥ 381

Fonte: Autoria Própria

Com essas três informações, a ontologia é capaz de inferir a quantidade de unidades de insulinas necessárias para o usuário. A Tabela 4 apresenta as combinações para cada quantidade.

³ Disponível em <http://www.endocrinologiausp.com.br>

⁴ Disponível em <http://www.diabetes.org.br>

Tabela 4 – Política de Hiperglicemia

Pesos GC (mg/dL)	A		B		C		D		E	
	Dieta	Jejum	Dieta	Jejum	Dieta	Jejum	Dieta	Jejum	Dieta	Jejum
<70	Política de hipoglicemia									
70-100	0	0	2	0	4	0	6	0	8	0
101-140	1	0	3	0	5	0	7	0	9	0
141-170	2	0	4	0	7	1	8	2	10	2
171-200	3	1	5	1	8	2	10	3	10	3
201-230	3	1	5	1	9	3	10	4	12	4
231-260	4	2	6	2	10	4	12	5	12	5
261-290	4	2	6	2	11	5	12	6	12	6
291-320	5	3	7	3	12	6	14	7	14	7
321-350	5	3	7	3	13	7	14	8	14	8
351-380	6	4	8	4	14	8	16	9	16	9
>=381	7	5	9	5	15	9	16	10	16	10

Fonte: Autoria Própria

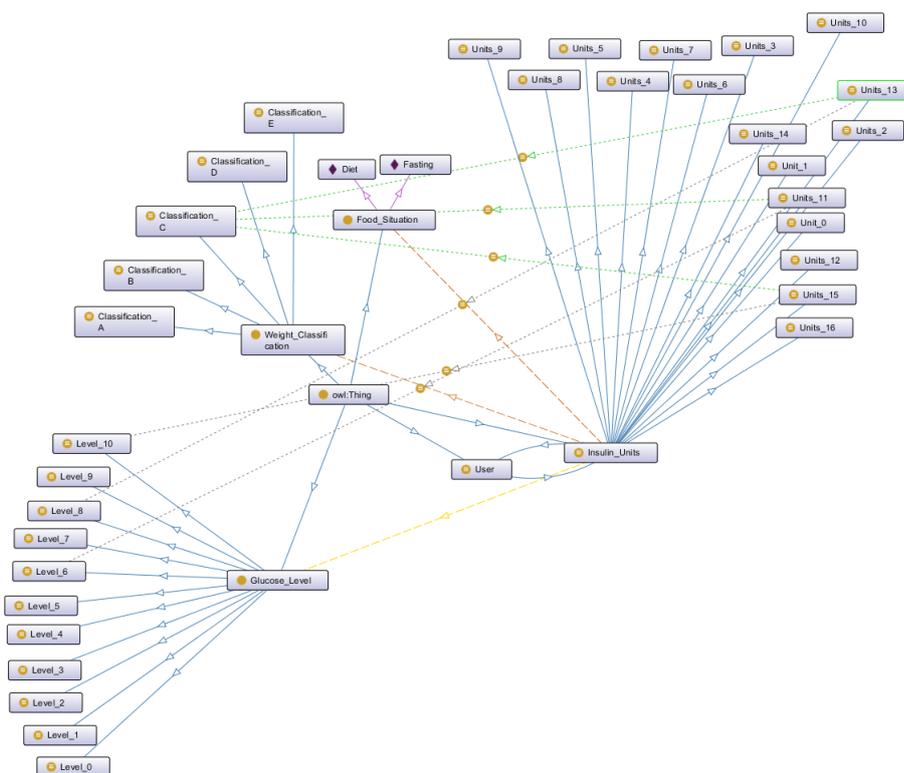
Como explicado anteriormente, para inferir a quantidade de unidade de insulina que o usuário precisa tomar, a ontologia leva em consideração as três características: Peso, Glicemia e Situação alimentar. Para exemplificar, vamos supor que o indivíduo tenha peso na classificação D, a taxa da sua glicemia foi verificada entre 171-200 e a situação alimentar dele é Jejum. Para um indivíduo com essas características, serão necessárias três unidades de insulinas para normalizar seu nível de glicose, como pode ser visto na Tabela 4.

5.4.1.3 Definição das Classes e Hierarquia de classes

A partir das informações contidas na documentação apresentada anteriormente, foi construída a ontologia *HyperglycemiaPolicy* que engloba todas essas características. A mesma possui cinco classes: *Food_Situation*, *Glucose_Level*, *Insulin_Units*, *User* e *Weigth_Classification*. As mesmas são especificadas a partir da classe *owl:thing* sendo que todas as classes presentes em uma ontologia derivam desta classe.

A primeira delas é uma classe primitiva que representa a situação alimentar: Dieta ou Jejum. A segunda, *Glucose_Level*, é uma classe definida que contém subclasses que representam os níveis de glicose, são estas: *Level_0*, *Level_1*, *Level_2*, *Level_3*, *Level_4*, *Level_5*, *Level_6*, *Level_7*, *Level_8*, *Level_9*. A *Insulin_Units* também é uma classe definida e nela contém as subclasses que inferem a quantidade de insulina necessária, são estas: *Unit_0*, *Unit_1*, *Unit_2*, *Unit_3*, *Unit_4*, *Unit_5*, *Unit_6*, *Unit_7*, *Unit_8*, *Unit_9*, *Unit_10*, *Unit_11*, *Unit_12*, *Unit_13*, *Unit_14*, *Unit_15*, *Unit_16*. A classe definida *Weigth_Classification* contém as subclasses que descreve as classificações dos pesos, são estas: *Classification_A*, *Classification_B*, *Classification_C*, *Classification_D*, *Classification_E*. A classe *User* representa o usuário e assim armazena os dados glicêmicos do mesmo, além de outros dados pessoais, como, por exemplo, nome, idade e sexo. A Estrutura da Ontologia ser vista na Figura 31.

Figura 31 – Hierarquia de Classe



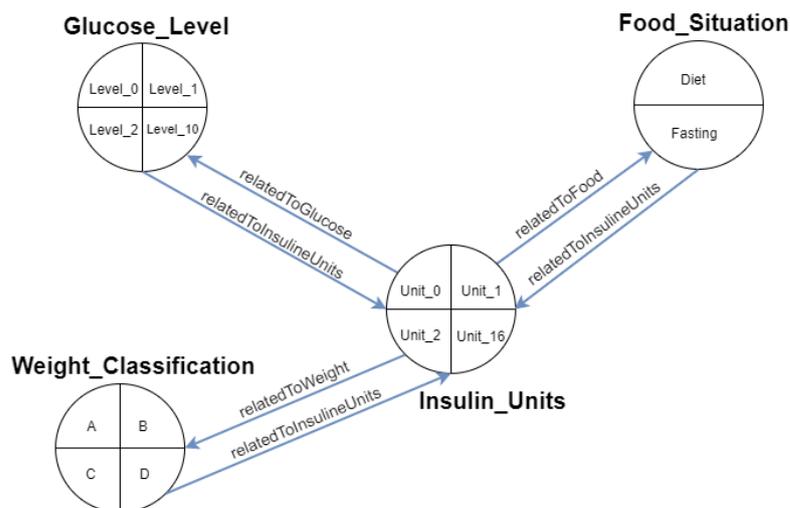
Fonte: Autoria Própria

5.4.1.4 Definição das Propriedades das Classes

Para relacionar as classes e os indivíduos na ontologia, foram especificadas quatro *Object Property*. Os *Object Property* são: *relatedToFood*, *relatedToGlucose*, *relatedToWeight* e *relatedToInsulineUnits*. O primeiro, o segundo e o terceiro *Object Property* relacionam objetos do tipo *Insulin_Units*, respectivamente, com os objetos do tipo *Food_Situation*, *Glucose_Level* e *Weight_Classification*. A última propriedade é a inversa, que relaciona os três objetos: *Food_Situation*, *Glucose_Level* e *Weight_Classification* a objetos do tipo *Insulin_Units*.

De acordo com a Figura 32, é possível notar que as classes que estão do lado esquerdo da seta fazem parte do domínio da propriedade. Já as classes que estão no lado direito representam a imagem da propriedade. Em outros termos, quando uma classe é domínio ou imagem de uma propriedade significa que indivíduos de uma classe só podem se ligar a indivíduos de outra classe através da propriedade que as tem como domínio e imagem. A Tabela 5 ilustra todas as *Object Property* da ontologia e seu significado.

Figura 32 – Domínio e Imagem das *object property*



Fonte: Autorial Própria

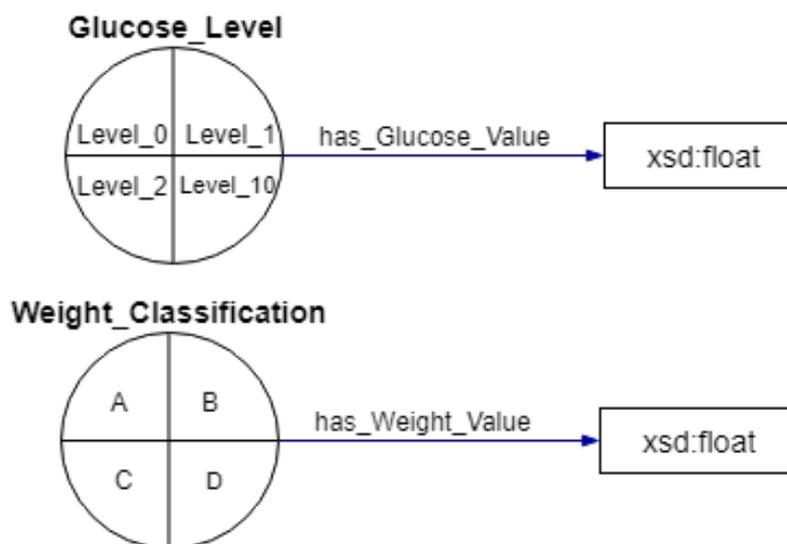
Tabela 5 – *Object Properties* da ontologia

Object Property	Domínio	Imagem	Descrição
relatedToFood	Insulin_Units	Food_Situation	Esta propriedade indica a situação alimentar do paciente para relacionar com a quantidade de insulina
relatedToGlucose	Insulin_Units	Glucose_Level	Esta propriedade indica o nível de Glicose do paciente para relacionar com a quantidade de insulina
relatedToWeigth	Insulin_Units	Weigth_Classification	Esta propriedade indica o peso do paciente para relacionar com a quantidade de insulina
relatedToInsulineUnits	Food_Situation, Glucose_Level, Weigth_Classification	Insulin_Units	Esta propriedade é a inversa das propriedades relatedToFood, relatedToGlucose e relatedToWeigth

Fonte: Autorial Própria

Também foram especificados dois *Datatype Property*: *has_Glucose_Value* e *has_Weight_Value*. Elas são utilizadas para relacionar a quantidade de insulinas com atributos valorados. A Figura 33 ilustra um esboço do domínio e imagem das *Datatype Property*. A Tabela 6 demonstra a descrição das propriedades.

Figura 33 – Domínio e Imagem das *Datatype Property* da ontologia



Fonte: Autoria Própria

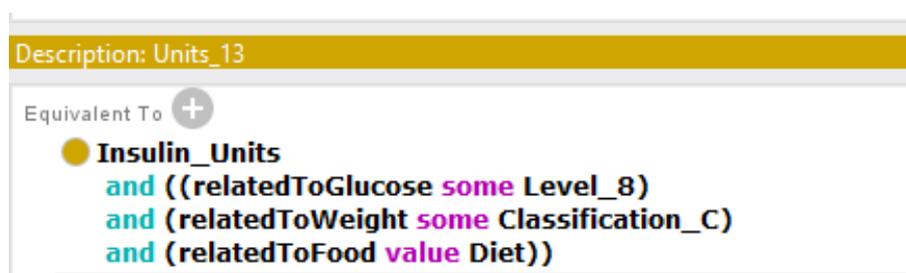
Tabela 6 – *Datatype Property* da ontologia

Datatype Property	Domínio	Imagem	Descrição
has_Glucose_Value	Glucose_Level	xds:float	Esta propriedade permite associar o valor do nível da glicose com o indivíduo que o representa
has_Weight_Value	Weight_Classification	xds:float	Esta propriedade permite associar o valor do peso com o indivíduo que o representa.

Fonte: Autoria Própria

A presente ontologia possui a capacidade de inferir, a partir das características dos pacientes, qual a quantidade de unidades de insulinas descritas na Tabela 4. Para isso foram descritas condições lógicas que combinam as classes *Food_Situation*, *Glucose_Level* e *Weight_Classification*. Essas combinações são descritas nas subclasses da classe *Insulin_Units*. A Figura 34 ilustra a combinação lógica para 13 unidades de insulinas.

Figura 34 – Condições Lógicas da subclasse *Units_13*



Fonte: Autoria Própria

A próxima subsecção apresenta as restrições definidas para todas as propriedades da ontologia.

5.4.1.5 Definição das Restrições das Propriedades

As restrições das propriedades desta ontologia são do tipo funcional, assimétrica e irreflexiva. Quando uma propriedade é funcional, isto indica que um indivíduo *a* pode relacionar-se a exatamente um indivíduo *b* a partir da propriedade (HORRIDGE *et al.*, 2004). Uma propriedade assimétrica indica que, se um indivíduo *a* se relaciona a um indivíduo *b* através de determinada propriedade, então o indivíduo *b* não pode relacionar-se ao indivíduo *a* pela mesma propriedade (HORRIDGE *et al.*, 2004). Já a propriedade irreflexiva indica que um indivíduo não pode relacionar-se a si mesmo através da propriedade. A Tabela 7 indica as propriedades e suas restrições.

Tabela 7 – Restrição das Propriedades da ontologia

Propriedade	Restrição
relatedToFood	Funcional, Assimétrica e Irreflexiva
relatedToGlucose	Funcional, Assimétrica e Irreflexiva
relatedToWeigth	Funcional, Assimétrica e Irreflexiva
relatedToInsulineUnits	Funcional, Assimétrica e Irreflexiva
has_Glucose_Value	Funcional
has_Weight_Value	Funcional

Fonte: Autoria Própria

5.4.1.6 Criação de Instâncias

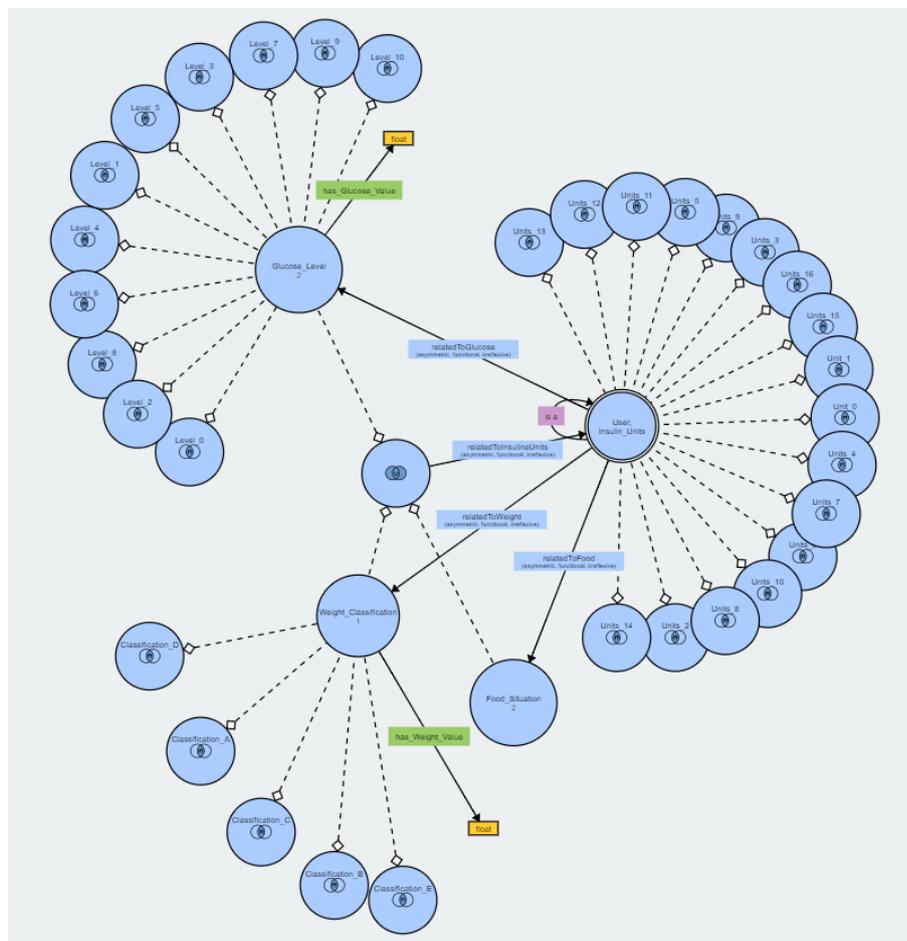
Nesta etapa, a ontologia, no seu ponto inicial, consta com dois indivíduos alocados nas classes. Estes indivíduos são instâncias das definições de *Food_Situation*, que são: *Diet* e *Fasting*. Posteriormente, a ontologia é populada com instâncias dos pacientes que forem utilizando a aplicação, sendo relacionadas às instâncias que representam a definição da classe *Food_Situation*.

5.4.1.7 Visualização Gráfica da Ontologia

Para visualizar graficamente a ontologia, e se a mesma se encontra hiperconectada com classes, propriedades e indivíduos bem ligados, utilizou-se a ferramenta VOWL⁵ (*Visual Notation for OWL Ontologies*). A partir da Figura 35 é possível notar que não há classes, propriedades ou indivíduos que não estejam conectados. Desta maneira, a ontologia HyperglycemiaPolicy é hiperconectada, que utiliza todas as classes criadas e todos os elementos de sua estrutura.

⁵ Disponível em <http://vowl.visualdataweb.org/webvowl.html>

Figura 35 – Visualização gráfica da ontologia no VOWL



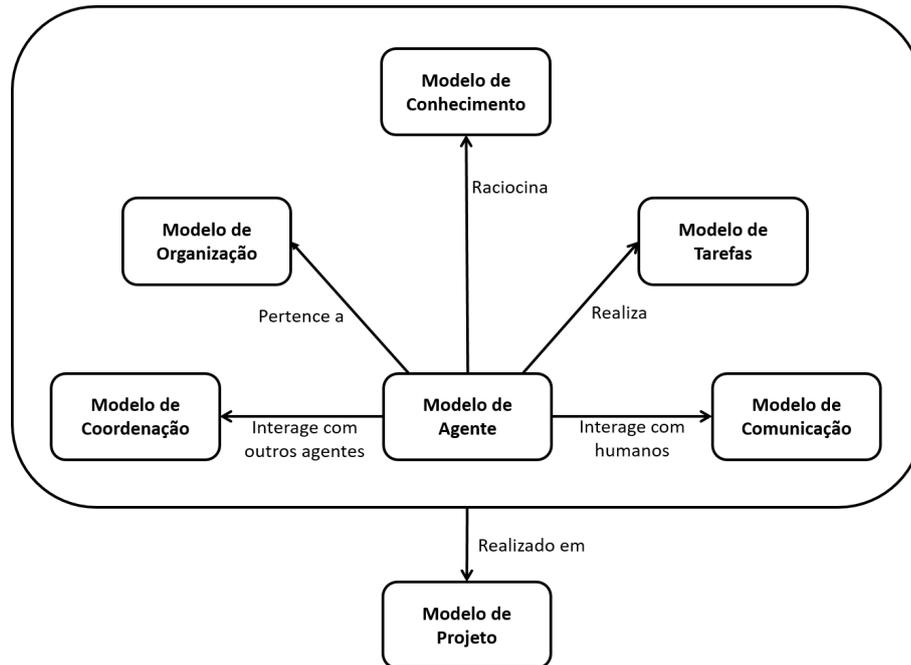
Fonte: Autoria Própria

Portanto, a partir dessa ontologia é possível inferir, para qualquer usuário, a quantidade de insulina necessária para normalizar a glicose. Na Seção seguinte tem a descrição do SMA para que manipula a base de dados na ontologia.

5.5 SISTEMA MULTIAGENTE

Diante da necessidade de ficar verificando os dados de saúde do paciente, atualizar a base de dados e manipular os dados na ontologia foi definido um Sistema Multiagente para auxiliar na realização destas atividades. Esta seção trata de explanar sobre o SMA e as operações inseridas nesse componente. O mesmo foi especificado seguindo a metodologia MAS-CommonKADS+. Esta metodologia é uma extensão da MAS-CommonKADS, que por sua vez trata-se de uma abordagem de Engenharia de Software Orientada a Agentes (SILVA, 2012). Segundo a MAS-CommonKADS, para que se descreva as características e comportamentos de um SMA é necessário a definição de sete modelos (FONTES, 2013). A Figura 36 ilustra os sete modelos.

Figura 36 – Modelos da metodologia MAS-CommonKADS

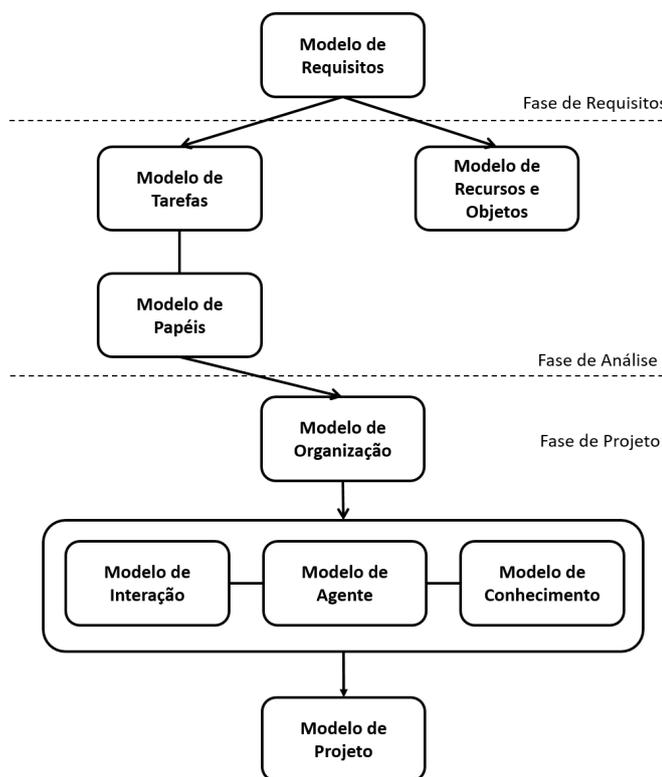


Fonte: Adaptado de Fontes (2013)

O modelo de tarefas contém todas as atividades necessárias para o agente alcançar seus objetivos. O modelo de conhecimento molda as capacidades de raciocínio dos agentes que serão utilizadas para a realização das tarefas. O modelo de organização demonstra os relacionamentos existentes entre os agentes (estáticos ou estruturais). O de coordenação mostra os relacionamentos dinâmicos que há entre os agentes, como, por exemplo, mensagens trocadas entre si. O modelo de comunicação contém as interações que podem ocorrer entre um agente humano e um agente de *software*. Por fim, o modelo de projeto reúne todos os outros previamente definidos, incluindo o modelo de rede, no qual estão aspectos sobre a infraestrutura de redes dos agentes, o projeto de agentes, no qual determina a arquitetura mais adequada para cada agente e o projeto de plataforma no qual define a plataforma mais adequada para o desenvolvimento dos agentes (FONTES, 2013).

A metodologia MAS-CommonKADS+, por sua vez, mantém alguns modelos da MasCommonKADS. Entretanto, há alterações e adição de novos conceitos, resultando em nove modelos. Foram adicionados o modelo de requisitos, o de papéis e o de recursos. Já os modelos de organização, de interação e de projeto foram alterados, visando complementar a especificação dos diagramas da AML (*Agent Modeling Language*). O modelo de agentes também sofreu alterações, sendo possível demonstrar como o agente pode perceber e atuar no ambiente de acordo com seus comportamentos e planos. A Figura 37 demonstra a arquitetura da MASCommonKADS+.

Figura 37 – Arquitetura da MAS-CommonKADS+



Fonte: Adaptado de Fontes (2013)

O modelo de requisitos descreve todos os pressupostos do sistema, podendo ser representado através de modelos de caso de uso, cenários, entre outros. O modelo de papéis tem a finalidade de identificar e também de representar os papéis do sistema que detêm as funções descritas no modelo de tarefas. Um papel nada mais é que uma retratação que define as atividades a serem realizadas pelos agentes dentro de uma organização. O modelo de recursos e objetos possibilita a modelagem dos mesmo, utilizados dentro do SMA. O modelo de organização descreve a estrutura organizacional dos papéis do sistema. O modelo de interação corresponde à união dos modelos de coordenação e comunicação da MASCommonKADS, descrevendo todas as interações entre os agentes. O modelo de agentes tem por responsabilidade especificá-los, por quais papéis são responsáveis, as percepções, os atuadores, as condições de ativação e parada e também a arquitetura do agente. O modelo de projeto deve especificar as características do local onde o sistema será implantado, os diagramas de implantação, entre outros. Por fim, os modelos de tarefa e conhecimento permanecem como especificados na MAS-CommonKADS (MORAIS II, 2010 apud FONTES, 2013).

O desenvolvimento e execução do SMA se deu através da ferramenta JADE (*Java Agent Development Framework*). Este framework é implementado na linguagem JAVA dispondo de um Middleware para execução e comunicação dos agentes (BELLIFEMINE *et al.*, 2005). A comunicação dos agentes nesta plataforma segue o modelo FIPA (*Foundation*

for Intelligent Physical Agents) ACL (*Agent Communication Language*) que é um conjunto de padrões da IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) cujo objetivo é promover as tecnologias baseadas em agentes, a interoperabilidade desses padrões com outras tecnologias, a interoperação de agentes heterogêneos e os serviços que eles podem representar (SILVA, 2012). Além disso, o JADE também possui uma interface gráfica que pode ser utilizada durante as fases de desenvolvimento e de teste dos agentes. As seguintes subseções descrevem a criação dos modelos do SMA do projeto.

5.5.1 Modelagem do SMA

Seguindo-se o passo a passo da metodologia MAS-COMMONKADS+, esta subseção demonstra a modelagem do SMA do Sistema Especialista apresentando alguns dos modelos. Serão expostos os Modelos de Tarefa, Modelo de Recurso e Objetos, Modelo de Papéis, Modelo de Organização, Modelo de Interação, Modelo de Agentes e Modelo de Projeto. Para modelagem utilizou-se uma extensão para o software StarUML, que auxilia no projeto de SMAs utilizando a metodologia MAS-CommonKADS+ (MORAIS II, 2010).

5.5.1.1 Modelo de Tarefas

Tomando como base a necessidade de armazenar, atualizar e verificar alguma alteração nos dados de saúde do indivíduo, o SMA deve realizar algumas tarefas que podem ser verificadas no Modelo de Tarefas na Figura 38.

Figura 38 – Modelo de Tarefas



Fonte: Autoria Própria

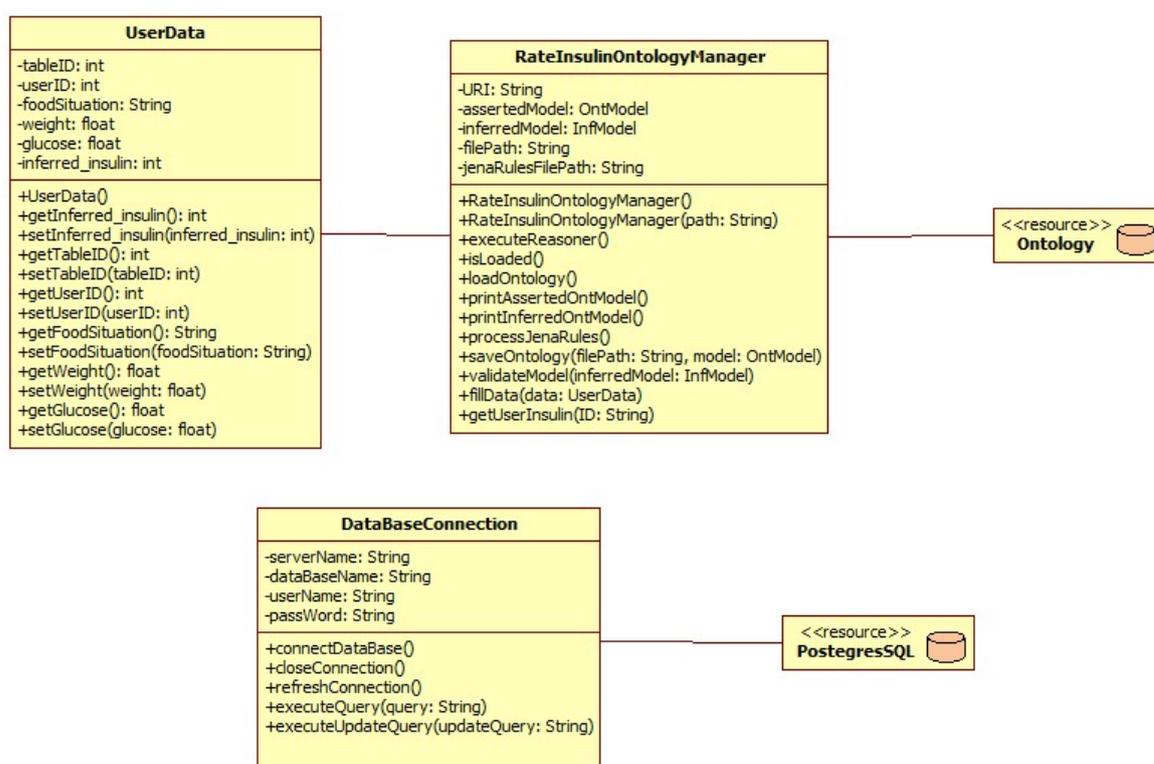
A tarefa *Consulta de Indivíduos sem Dados* foi definida levando-se em conta novos cadastros. A partir desses Dados, pode-se então ter um melhor acompanhamento do especialista, como melhorar a recomendação de conteúdos para o paciente. Para isso, é preciso consultar na base de dados os usuários que ainda não possuem dados de saúde cadastrados.

A tarefa *Consulta de Dados*, sua responsabilidade é, para cada alteração de dados, vindo dos sensores ou inseridos manualmente, analisá-los e inseri-los para uma nova recomendação de conteúdos. Feita essa alteração, por fim, tem a tarefa *Definir a quantidade de Insulina para o Indivíduo*, que sua função é pegar alguns dados, como Peso, Situação Alimentar e Nível de Glicose alterados e inseri-los na ontologia para classificar a quantidade de insulina necessária para o paciente.

5.5.1.2 Modelo de Recursos e Objetos

Após a definição das tarefas, realizou-se a criação do Modelo de Recursos e Objetos, onde estão inseridos os objetos e recursos utilizados pelo SMA. Neste modelo há quatro objetos e dois recursos. Três classes representam os objetos responsáveis pelo gerenciamento das informações da ontologia e classificação da quantidade de insulina necessária para o paciente. A quarta classe é classe responsável pelo gerenciamento da base de dados PostgreSQL. Os recursos são as bases de dados PostgreSQL e a Ontologia que são acessadas pelo SMA. A Figura 39 ilustra o Modelo de Recursos e Objetos.

Figura 39 – Modelo de Recursos e Objetos



Fonte: Autoria Própria

A classe *RateInsulinOntologyManager* é responsável por objetos que realizam a comunicação com a ontologia *HyperglycemiaPolicy* que é provida pela base de dados *Ontology*. Cada um de seus métodos possui consultas SPARQL pré-definidas que se adaptam somente aos parâmetros de entrada. Dessa forma, os agentes podem invocar seus métodos, podendo passar objetos para serem armazenados, ou então buscar informações já armazenadas.

A classe *DataBaseConnection* representa o objeto que se comunica com a base de dados PostgreSQL. Este objeto mantém informações da localização da base de dados, usuário de acesso, senha, entre outras. Seus métodos se referem ao estabelecimento da

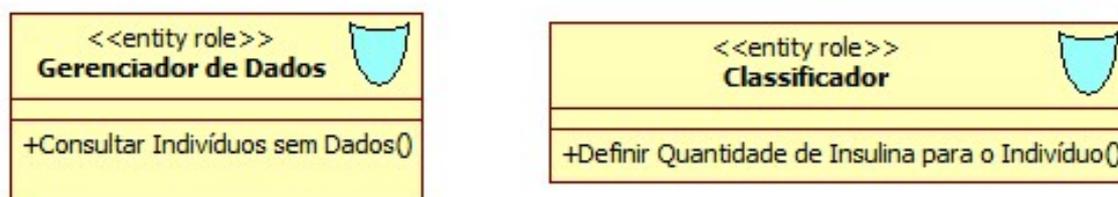
conexão, realização de consultas e recuperação de informações. Os agentes que necessitarem comunicar-se com a base de dados PostgreSQL devem fazer uso de objetos dessa classe.

Por fim, os Recursos desse modelo tratam-se da base de dados PostgreSQL e Ontology. A primeira contém as informações cadastrais dos usuários, apresentando dados como login, senha, nome, idade, dados de saúde, entre outras. O segundo recurso trata-se da ontologia *HyperglycemiaPolicy*, a qual pode fornecer e receber informações via consultas SPARQL.

5.5.1.3 Modelo de Papéis

O próximo modelo definido na metodologia é o Modelo de Papéis. Este modelo consiste em definir quais papéis cada agente deverá realizar no sistema. Vale salientar que um único agente pode ser responsável por vários papéis em um SMA. Cada papel por sua vez pode conter diversas tarefas do Modelo de Tarefas. A Figura 40 ilustra o Modelo de Papéis definido para o SMA em questão.

Figura 40 – Modelo de Papéis



Fonte: Autoria Própria

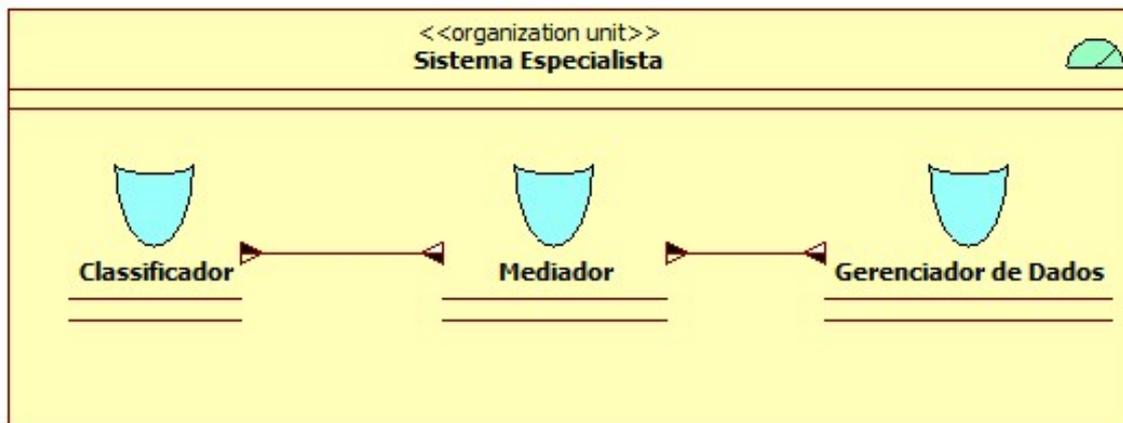
Pode ser verificado, na Figura 40, que o papel Gerenciador de Dados detém a tarefa relativa às consultas nas bases de dados sobre indivíduos que não possuem dados de saúde. Para este papel foi definido o Agente Gerenciador de Dados (AgGD).

O papel Classificador detém uma única função, sendo esta a de, a partir dos dados de saúde do paciente, definir a quantidade de insulina necessária para o paciente. Para este papel foi definido o Agente Classificador (AgC).

5.5.1.4 Modelo de Organização

Depois de construir o Modelo de Papéis, o próximo modelo a ser desenvolvido é o Modelo de Organização, sendo este uma descrição da estrutura organizacional dos papéis no sistema. Em outras palavras, este modelo demonstra o relacionamento entre os papéis. A Figura 41 mostra o modelo de Organização correspondente aos papéis ilustrados na Figura 40.

Figura 41 – Modelo de Organização



Fonte: Autoria Própria

Como pode ser visto na Figura 41, há um papel a mais, o Mediador. Este papel permite que agentes se comuniquem sem a necessidade de, inicialmente, haver conhecimento de uma agente sobre o outro. O mesmo não participa do Modelo de Papéis por não realizar nenhuma tarefa que compõe a finalidade principal do SMA. Sua importância reside no fato de que através dele os agentes podem conseguir informações a respeito dos serviços dos demais agentes e assim conseguem se comunicar. Em outras palavras, o Mediador trata-se de um intermediador permitindo que agentes insiram suas informações e pesquisem por informações de outros agentes. Esse papel é atribuído ao Agente DF (*Directory Facilitator*) (AgDF) disponibilizado pelo *framework* JENA conforme exigência da especificação FIPA⁶.

Para realizar as operações, os agentes necessitam de informações presentes nas bases de dados. Então, para que cada agente possa executar suas tarefas, estes, por meio do Mediador, podem encontrar as informações sobre os demais agentes e dados necessários para finalização das tarefas.

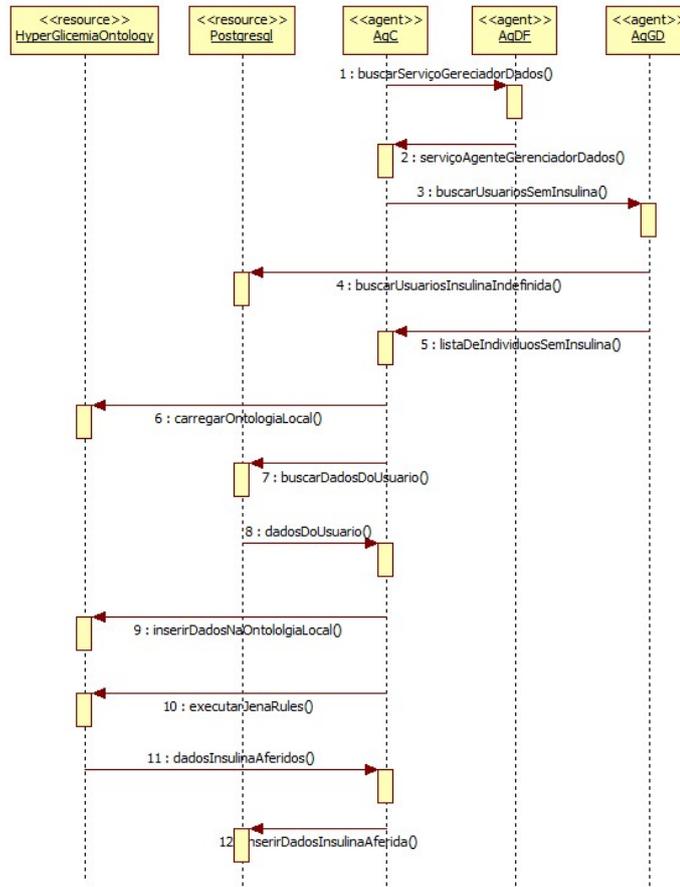
5.5.1.5 Modelo de Interação

Seguindo a metodologia, o modelo seguinte é o Modelo de Interação. Este modelo apresenta a visão do comportamento dinâmico do SMA. A Figura 42 apresenta o Modelo de interação entre os agentes.

Como pode ser visto na Figura 42, inicialmente o AgC consulta o AgDF sobre informações de agentes que forneçam o serviço de gerenciamento de dado. Então, o AgDF retorna informações acerca do AgGD. A partir de então, o AgC solicita junto ao AgGD informações de usuários sem dados de insulina. Então, o AgGD realiza uma consulta na base de dados PostgreSQL quais usuários estão sem valores de insulina.

⁶ <http://www.fipa.org>

Figura 42 – Modelo de Interação



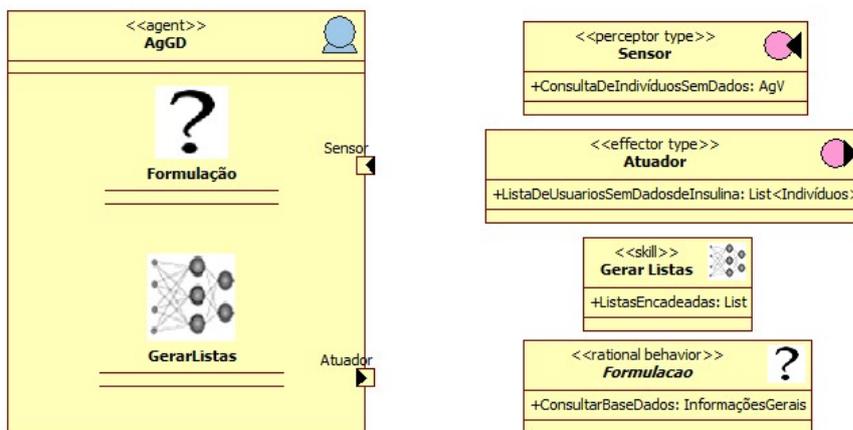
Fonte: Autoria Própria

Logo após, o AgGD obtém os id's dos usuários que não possuem valores de insulina. Já em posse da lista de id's, o AgC carrega um modelo da ontologia *HyperGlicemiaOntology*, presente no servidor de ontologias. Depois o AgC busca os dados do usuário na base de dados, presente no servidor PostegreSQL. O AgC, em posse dos dados e da ontologia, insere os dados na ontologia local e executa o *reasoner*, por meio da linguagem SPARQL, para obter a quantidade de insulina necessária para o usuário. A partir de então, o AgC insere os dados inferidos na base de dados PostegreSQL.

5.5.1.6 Modelo de Agente

Nesta subsecção serão demonstrados os modelos de agentes para o SMA desenvolvido. Resumindo, cada agente apresenta em seu modelo a descrição de sensores, atuadores, habilidades (*skills*) e comportamento. A Figura 43 apresenta o modelo de agente do AgGD.

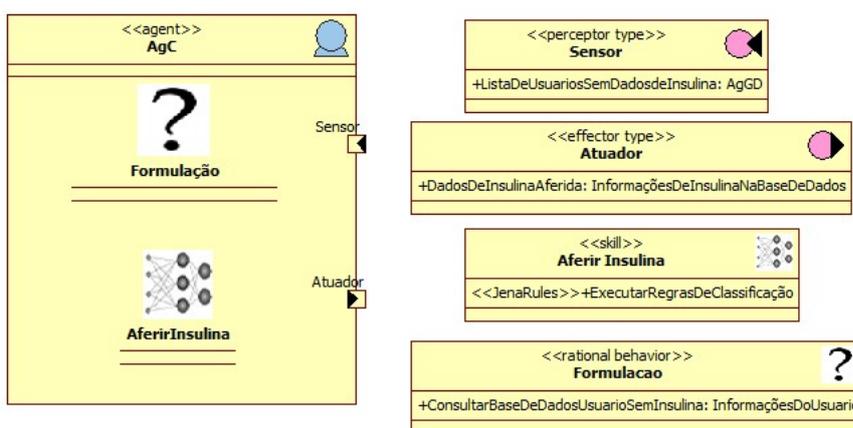
Figura 43 – Modelo de Agente AgGD



Fonte: Autoria Própria

O sensor apresenta as condições de ativação do agente. No caso do AgGD, sua ativação se dá a partir de mensagens recebidas do AgC. Essas mensagens são para verificar indivíduos sem quantidade de insulina classificada. A partir destas mensagens, o AgGD realiza o que está em sua formulação, consultar a base de dados acerca das informações requisitadas pelos agentes. Como habilidade, o mesmo gera listas encadeadas com estas informações. Ao final, este agente atua no ambiente enviando a lista de informações para o agente que ativou o processamento. A Figura 44 ilustra as características inerentes ao AgC.

Figura 44 – Modelo de Agente AgC



Fonte: Autoria Própria

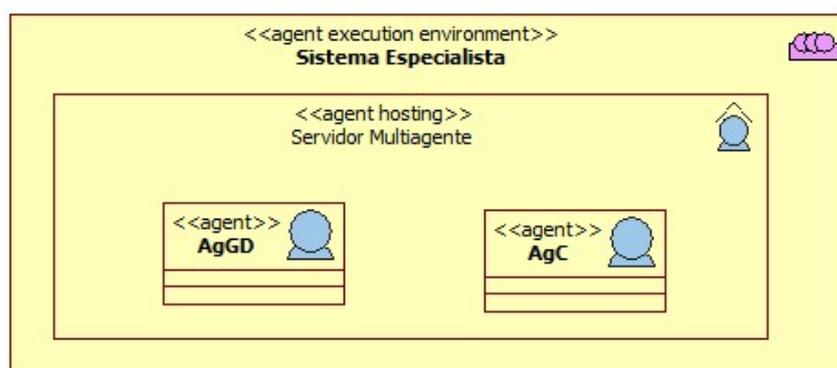
De acordo com a Figura 44, pode ser verificado que este agente percebe mensagens vindas do AgGD. Neste caso, a mensagem trata-se de um conjunto de dados dos usuários que não tem quantidade de insulina inferida. Como comportamento, o AgC infere a quantidade para os usuários da lista recebida, executando as regras de classificação. O

atuador, no ambiente deste agente, atualiza, na base de dados, os dados inferidos pela ontologia.

5.5.1.7 Modelo de Projeto

Este modelo trata de demonstrar os elementos relativos à implantação do SMA no ambiente de execução. Seu objetivo é facilitar o entendimento da infraestrutura que dá suporte ao SMA. A Figura 45 ilustra o Modelo de Projeto e como os agentes estão organizados neste modelo. Assim, todos os agentes executam no mesmo ambiente e no mesmo servidor. O servidor de agentes é o framework JADE, que fornece todo o suporte para execução, comunicação e controle destes. Este framework executa em um único servidor, não precisando enviar requisições externas para outros. Em outras palavras, toda comunicação e troca de informação entre eles ocorre em um mesmo ambiente, onde através do JADE os agentes podem realizar todas as suas operações.

Figura 45 – Modelo de Projeto



Fonte: Autoria Própria

A próxima seção apresenta um componente essencial no funcionamento do Sistema Especialista. Este componente é a Recomendação Personalizada Baseada em Dados da Saúde. É através desse recurso que será possível recomendar conteúdo de pessoas que tenham dados de saúde parecidos com o usuário alvo.

5.6 RECOMENDAÇÃO PERSONALIZADA BASEADA EM DADOS DA SAÚDE

Neste trabalho, foi implementado o algoritmo de Recomendação Baseado em Dados da Saúde e junto com os algoritmos de recomendação já existente no MobiLEHealth fornece apoio à aprendizagem informal a pessoas portadoras de doenças crônicas, provendo

conhecimento ao usuário no intuito de ajudá-lo a conviver melhor com sua doença e, por consequência, adquirir melhoria na sua qualidade de vida.

Junto a arquitetura já existente, que foi desenvolvida em camadas, de forma que cada elemento seja responsável por técnicas de filtragem e seleção específica, foi adicionada a Recomendação Baseada em Dados da Saúde (RBDS).

A RBDS consiste na análise das escolhas e avaliações de usuários semelhantes ao usuário alvo, formando uma Lista Baseada em dados da Saúde e vinculando-o ao Índice de Semelhança entre Dados da Saúde (ISDS).

5.6.1 Lista Baseada em dados da Saúde

Esta lista é criada baseada na técnica colaborativa. É executada uma rotina onde escolhe, para todos os usuários, quem são seus respectivos colaboradores, ou seja, pessoas com o maior grau de semelhança, ordenando-os na Lista Baseada em dados da Saúde e vinculando-os ao ISDS.

Para cálculo do ISDS, leva-se em consideração os seguintes aspectos:

- a) **Metadados (S1):** Analisa os dados de ambos os usuários, como idade, sexo, doença crônica, nível educacional de forma que dados coincidentes acrescentam o índice de semelhança de metadados, enquanto que os dados divergentes decrescem este índice;
- b) **Relações (S2):** As relações existentes entre dois usuários podem ser: amizade, requisitou amizade, amizade requisitada, rejeitou amizade, amizade rejeitada, deletou amizade, amizade deletada, visualizou usuário e usuário visualizado. Neste item o sistema analisa quais tipos de relações existem entre os usuários alvo, assim como as relações em comum destes com outros. Usuários onde ambos possuem relação “amigos” referente à relação entre eles acrescentará a pontuação na semelhança de relações entre eles, enquanto que se um usuário possui uma relação “amigos” e o outro uma relação “amizade deletada” isso decrescerá o índice entre ambos;
- c) **Alergia (S3):** Analisa se há semelhança entre as alergias entre os usuários. A análise é feita verificando se as alergias são semelhantes;
- d) **Altura (S4):** Analisa se há semelhança entre as alturas dos usuários. A análise é feita comparando e verificando se há uma diferença de 10cm para mais ou para menos entre os usuários;
- e) **Peso (S5):** Analisa se há semelhança entre os valores de Peso dos usuários. A análise é feita comparando e verificando se há uma diferença de 5Kg para mais ou para menos entre os usuários;

- f) **Colesterol (S6):** Analisa se há semelhança entre os valores do colesterol total dos usuários. A análise é feita comparando e verificando se há uma diferença de 10% para mais ou para menos entre os usuários;
- g) **IMC (S7):** Analisa se há semelhança entre os valores do IMC entre os usuários. A análise é feita comparando e verificando se há uma diferença de 10% para mais ou para menos entre os usuários;
- h) **Insulina (S8):** Analisa se há semelhança entre as unidades de insulinas que os usuários tomam. A análise é feita comparando e verificando se há uma diferença de 2 Unidade de Insulina para mais ou para menos entre os usuários.

O ISDS entre o usuário “i” e o usuário “j” é calculado sendo a média ponderada de cada uma das semelhanças descritas nos itens anteriores, de acordo com a Equação abaixo.

$$ISDS_{i,j} = \frac{S1*P1+S2*P2+S3*P3+S4*P4+S5*P5+S6*P6+S7*P7+S8*P8}{P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8}$$

Temos que $S_{i,j}$ representa o nível de semelhança das características e $P_{i,j}$ representa o peso dessa característica na avaliação. Na primeira recomendação, o peso é definido com valor 5,0. Depois, baseado nas ações de aceitação e rejeição do usuário em relação à recomendação, os valores incrementam ou decrementam 1,0 ponto. Os maiores resultados de ISDS, vinculados aos respectivos pares de usuários são armazenados na Lista Baseada em dados da Saúde de tamanho n de um usuário. Todo esse processo é executado no servidor periodicamente sobre todos os usuários, sempre atualizando sua Lista Baseada em dados da Saúde.

Os passos do processo de obtenção da Lista Baseada em dados da Saúde e do ISDS são descritos no Algoritmo 1, na Figura 46.

Figura 46 – Pseudocódigo da Recomendação Baseada em Dados da Saúde

Algoritmo 1: Gera a Lista Baseada em Dados da Saúde através do Índice de Semelhança entre Dados da Saúde.

Entrada: Lista de todas as pessoas com os dados da Saúde

Variáveis: *aparenciaFinal[i][j]*, *aparenciaMetadados*, *aparenciaAlergia*, *aparenciaAltura*, *aparenciaIMC*, *aparenciaPeso*, *aparênciaColesterol*, *aparenciaInsulina*

```

{
    lerTodasPessoas(): Realiza a leitura dos metadados de todas as pessoas
    inseridas no banco de dados.

    comparaTodasPessoas() { Faz a comparação entre a pessoa i e j buscando a
    semelhança entre elas sob os seguintes aspectos:

        comparaMetadados(): Analisa metadados (como idade, sexo,
        doença crónica, nível educacional) entre dois usuários.

        comparaAmigos(): Analisa, na lista da relaçãoPessoaPessoa, o
        relacionamento de amizade entre duas pessoas.

            se tiver relação com Status = Amigos então
                adiciona aparenciaAmigos na relacaoPessoaPessoa

            fimse

        comparaAlergia(): Analisa, na lista PessoaAlergia, a semelhança
        entre as alergias de duas pessoa i e j.

            se tiver semelhança com Status = AlergiaSemelhante
            então
                adiciona aparenciaAlergia na PessoaAlergia

            fimse

        comparaAltura(): Analisa, na lista PessoaAltura, a semelhança
        entre os valores da altura de duas pessoa i e j.

            se tiver semelhança com Status = AlturaSemelhante
            então
                adiciona aparenciaAltura na PessoaAltura

            fimse

        comparaPeso(): Analisa, na lista PessoaPeso, a semelhança entre
        os valores do Peso de duas pessoas i e j.

            se tiver semelhança com Status = PesoSemelhante então
                adiciona aparenciaPeso na PessoaPeso

            fimse

        comparaColesterol(): Analisa, na lista PessoaColesterol, a
        semelhança entre os valores do colesterol de duas pessoa i e j.

            se tiver semelhança com Status = ColesterolSemelhante
            então
                adiciona aparenciaColesterol na PessoaColesterol

            fimse

        comparaIMC(): Analisa, na lista PessoaIMC, a semelhança entre
        os valores do IMC de duas pessoa i e j.

            se tiver semelhança com Status = IMCSemelhante então
                adiciona aparenciaIMC na PessoaIMC

            fimse

        comparaInsulina(): Analisa, na lista PessoaInsulina, a semelhança
        entre os valores da última medição da quantidade de insulina
        necessária para duas pessoas i e j.

            se tiver semelhança com Status = InsulinaSemelhante
            então
                adiciona aparenciaInsulina na PessoaInsulina

            fimse

    }

    calculaSemelhança() { Calcula através de média ponderada a semelhança (todas
    as aparências) entre a pessoa i e a pessoa j.

        aparenciaFinal[i][j] = aparenciaMetadados + aparenciaAmigos +
        aparenciaAlergia + aparenciaAltura + aparenciaPeso +
        aparenciaColesterol + aparenciaIMC + aparenciaInsulina

    }

    listaBaseadaDadosSaude = MaioresISDS: Na lista Pessoa, seleciona os mais
    semelhantes entre si para compor a lista baseada em dados da saúde.

    \\ Retorna a listaBaseadaDadosSaude como resultado

    Retorna listaBaseadaDadosSaude: Mostra a lista baseada em dados da saúde
    que servirá como entrada para a Recomendação Híbrida.

}

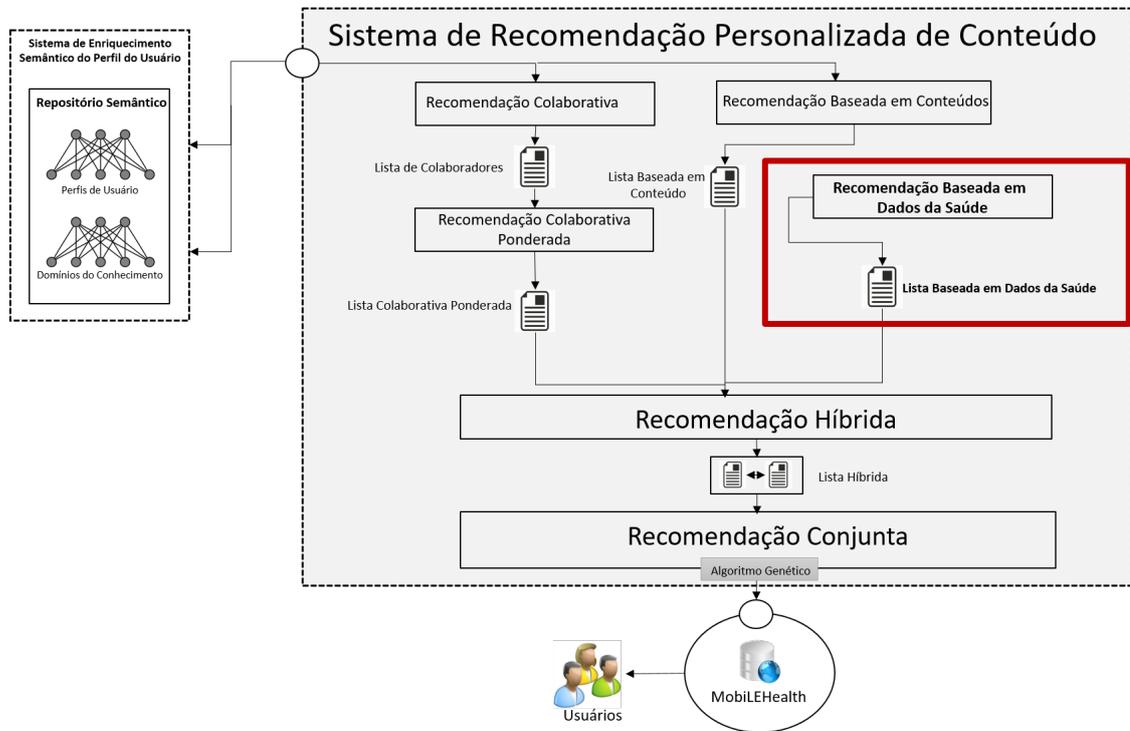
```

Saída: Lista de pessoas que se assemelham pelos dados da saúde.

Resultado: O resultado deste algoritmo, que é a Lista Baseada em Dados da Saúde, é usado no Cálculo da Recomendação Híbrida.

Assim, na recomendação dos conteúdos para os usuários (pacientes) foi acrescentado outro critério, os dados da saúde. A Figura 47 mostra como ficou a Arquitetura do SRPC depois da inserção da Recomendação Baseada em Dados da Saúde.

Figura 47 – Arquitetura do SRPC com Recomendação Baseada em Dados da Saúde



Fonte: Autoria Própria

6 Resultados e Discussões

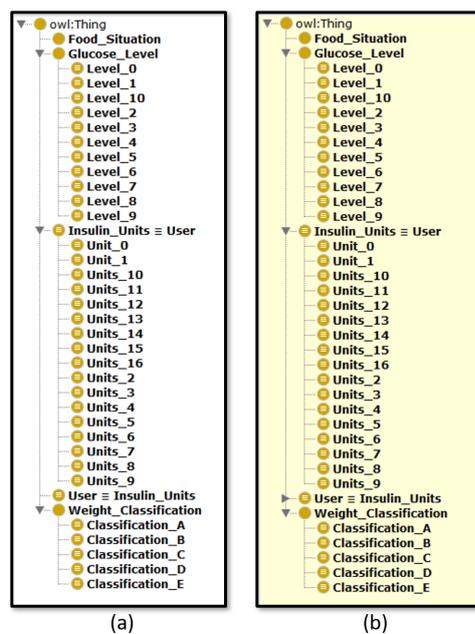
Este capítulo demonstra os resultados obtidos da validação da ontologia e da execução da Recomendação Baseada em Dados da Saúde, ambos, realizado em ambiente simulado.

6.1 VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA

A validação da ontologia se faz verificando a corretude da mesma, averiguando se atende aos requisitos propostos. A verificação levou em consideração os aspectos de completude e consistência da ontologia. Para esta ontologia, a validação foi realizada de forma teórica com cenários hipotéticos.

Para verificar a consistência, utilizamos o *reasoner* presente na ferramenta Protégé. Utilizou-se o *reasoner* FaCT++, o padrão do Protégé. Ao se executar o FaCT++, notou-se que a hierarquia de classes inferida continuou igual a de classes definidas. Isto indica que as classes da ontologia estão consistentes, não apresentando nenhum erro nas definições que cause comportamento anormal da mesma. A Figura 48 ilustra a hierarquia de classes definida e inferida.

Figura 48 – (a) Hierarquia de classes definida; (b) Hierarquia de classes inferida

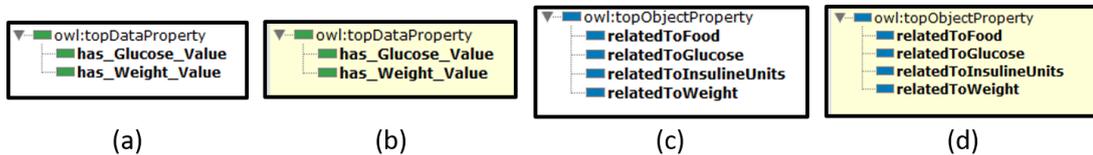


Fonte: Autoria Própria

Foi verificado também que tanto as *object properties* como as *data properties* permaneceram com sua hierarquia definida igual a inferida. Isto indica a consistência

destas propriedades, não havendo classificação errônea destes elementos. A Figura 49 ilustra a hierarquia das *object properties* e *data properties* definida e inferida.

Figura 49 – (a) Modelo definido das *data properties*; (b) Modelo inferido das *data properties*; (c) Modelo definido das *object properties*; (d) Modelo inferido das *object properties*



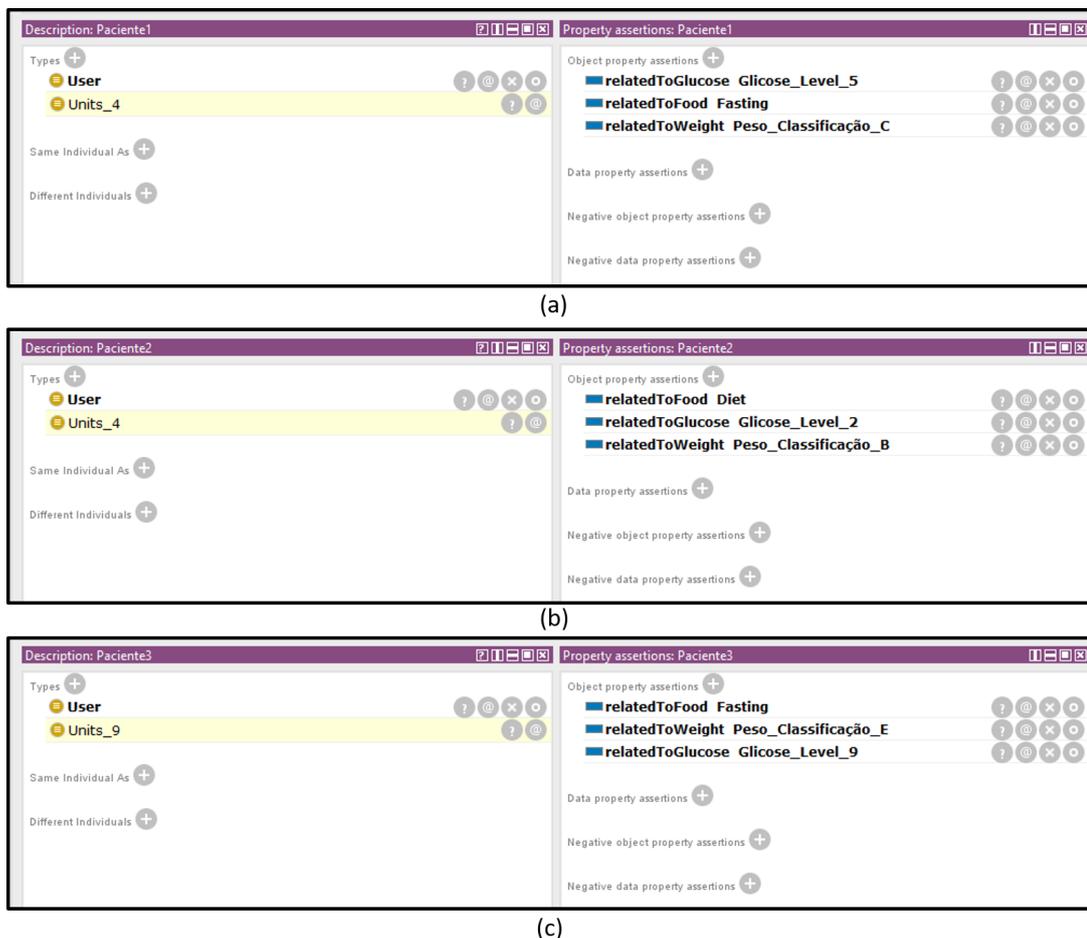
Fonte: Autoria Própria

Este resultado demonstra que a ontologia é consistente, pois nenhuma classificação inesperada aconteceu às classes e propriedades da mesma. Seguindo, foi verificada a completude da ontologia. Isto é, se a mesma responde às questões de competências definidas. A primeira questão (Q1) indagava: *Quantas Unidades de Insulina o paciente precisa de acordo com Peso, Nível de Glicose e sua situação alimentar?*

Para Verificação desta questão, criou-se três pacientes hipotéticos denominados *paciente1*, *paciente2* e *paciente3*. O *paciente1* possui relações com o Peso de Classificação_C (95 Kg), Glicose Level_5 (254 mg/dL) e a Situação Alimentar em Jejum. O *paciente2* possui relações com o Peso de Classificação_B (72 Kg), Glicose Level_2 (150 mg/dL) e a Situação Alimentar em Dieta. Por fim, o *paciente3* possui relações com o Peso de Classificação_E (125 Kg), Glicose Level_9 (365 mg/dL) e a Situação Alimentar em Jejum.

Para o *paciente1*, espera-se Quatro Unidades de Insulina, de acordo com o Protocolo para Controle de Pacientes Glicêmicos. O *paciente2*, também espera-se Quatro Unidades de Insulina. Já o *paciente3*, seguindo o mesmo protocolo, espera-se Nove Unidades de Insulina. A Figura 50 ilustra o resultado da inferência dos três pacientes a partir de suas relações.

Figura 50 – (a) Resultado da inferência do paciente1; (b) Resultado da inferência do paciente2; (c) Resultado da inferência do paciente3



Fonte: Autoria Própria

Partindo da Figura 50, pode-se perceber que os resultados das unidades de insulinas respondem à Q1. Além disso, para os pacientes inseridos, a inferência retornou o resultado desejado, sendo o *paciente1* necessitando de quatro unidades de insulina, o *paciente2* também necessitando de quatro e, finalizando, o *paciente3* necessitando de nove unidades de insulina.

As respostas da segunda (Q2) e a terceira questão (Q3) trata-se das próprias informações inseridas dos pacientes na ontologia. A Q2 e Q3 são descritas abaixo:

- **Q2:** Qual a Classificação de Peso do paciente?
- **Q3:** Qual o Nível da glicose do paciente de acordo com a quantidade de glicose aferida?

6.2 VALIDAÇÃO DA RBDS

O experimento validado e os resultados obtidos se mostraram condizentes com o que se propõe. Na subseção seguinte, será apresentado o experimento realizado, no ambiente simulado, a validação e os resultados da execução da RBDS desenvolvido.

6.2.1 Simulação

Para o experimento, o algoritmo foi adaptado para funcionar somente com a recomendação desenvolvida por esta pesquisa. Dessa forma, foi definido, para o experimento, a Diabetes como domínio e realizada a criação de dados fictícios de usuários e os conteúdos utilizados. Estes conteúdos são sobre o domínio citado anteriormente. Os dados dos usuários foram inseridos levando em consideração os aspectos necessários para a execução do algoritmo.

Dito isto, foram instanciados 10 usuários, todos do sexo masculino e com a faixa de idade de 25 a 40 anos. Assim, todos sendo amigos mutuamente um dos outros. A Tabela 8 mostra as descrições dos dados dos usuários criados. Os conteúdos escolhidos, num total de 50, foram todos no domínio de Diabetes. A lista destes conteúdos pode ser consultada no Apêndice A.

Tabela 8 – Usuários fictícios com os dados da Saúde

Usuário	Alergia (tipo)	Altura (cm)	Peso (Kg)	Colesterol (mg/dl)	IMC (Kg/m ²)	Insulina (UI)
User1	10	140	50	100	25,5	0
User2	10	150	55	110	24,5	2
User3	20	160	60	120	23,4	4
User4	20	170	65	130	21,6	6
User5	30	180	70	140	20,8	8
User6	30	190	75	150	20,0	10
User7	40	185	80	160	23,4	12
User8	40	175	85	170	27,8	14
User9	50	190	90	180	24,9	16
User10	50	190	95	190	26,3	18

Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 8, cada usuários tem o tipo de alergia em números, pois o algoritmo trabalha com números. A altura que é em centímetros, o Peso em quilogramas, o Colesterol em *mg/dl*, o IMC em *Kg/m²* e, por fim, a insulina que é por Unidade de Insulina.

6.2.2 Análise dos resultados da simulação

Sistemas de recomendação, normalmente, são avaliados sob a satisfação do utilizador, pois, tipicamente, há a preocupação em perceber o grau de aceitação das recomendações, ou seja, quantificar o número de aceitação ou rejeição dos utilizadores sobre os itens recomendados (HERLOCKER *et al.*, 2004). A qualidade de um sistema de recomendação pode ser avaliada comparando as recomendações a um conjunto de teste conhecidos do

utilizador. Esta avaliação é efetuada recorrendo a um conjunto de métricas conhecidas como *predictive accuracy metrics* (HERLOCKER *et al.*, 2004).

Assim, foi possível obter o número de ocorrências enquadradas nas categorias vinculadas à aceitação e rejeição, utilizando Verdadeiro-Positivo (VP), referentes a conteúdos recomendados e “preferidos” pelo usuário, e Falso-Positivo (FP), considerados como recomendados e “não preferidos”. Neste sentido, na simulação, foi utilizada a aplicação da métrica *Precision*, que tem a tarefa de medir a probabilidade de um item recomendado ser relevante (HERLOCKER *et al.*, 2004). A referida métrica é calculada através da Equação abaixo:

$$Precision = \frac{n^{\circ}deVP}{n^{\circ}deVP + n^{\circ}deFP}$$

Baseado nas características do algoritmo, a *Precision* foi escolhida, pois atende ao que se propõe o algoritmo de recomendação. Como pode ser visto na equação acima, não há possibilidade de fazer análise de conteúdos considerados Negativos (Falso-Negativo ou Verdadeiro-Negativo), assim como nosso algoritmo não tem conteúdos negativos. Diante disso, justifica-se a escolha da métrica *Precision*, que não utiliza conteúdos Negativos, descartando a *Recall*, *False Positive Rate* e a *F-measure* (F1), que são encontradas em Herlocker *et al.* (2004).

A análise dos resultado da execução do algoritmo, com os dados descritos, por meio da métrica *Precision* está apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultado da simulação do algoritmo RBDS

Número de Recomendações	Quantidade de Conteúdos	Verdadeiros Positivos (VP)	Falsos Positivos (FP)
50	50	2306	194

Fonte: Autoria Própria

Feito isso, aplicamos a métrica *Precision*:

$$Precision = \frac{n^{\circ}deVP}{n^{\circ}deVP + n^{\circ}deFP} = \frac{2306}{2306 + 194} = 0.9224(92, 24\%)$$

Apesar de os experimentos terem sido realizados em uma base com dados simulados, por meio da métrica *Precision*, apresentou um satisfatório resultado. Resultado esse superior a 90%. Dito isto, a melhora deste percentual pode ser obtida se aplicado em um ambiente com um maior números de usuários e relações validados com usuários reais, aplicando outras métricas para garantir a qualidade do algoritmo de recomendação.

7 Considerações Finais

Este capítulo apresenta as conclusões obtidas da realização da pesquisa, as limitações existentes no trabalho e as direções futuras.

7.1 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o Sistema de Intermédio do Especialista com Recomendação Personalizada Baseada em Dados da Saúde, integrado ao MobiLEHealth. Apresenta o módulo de Monitoramento da Saúde, onde os pacientes fazendo uso de sensores (ou manualmente) são capazes de enviar para ferramenta as informações da saúde. E mais, neste módulo também é possível inferir a quantidade de insulina necessária para os portadores de Diabetes que necessitam de insulina no seu tratamento, fazendo uso de uma ontologia que descreve a política de hiperglicemia. Para manipular a ontologia e a inferência da quantidade de insulina, foi desenvolvido um SMA.

Assim, foi apresentado o Módulo de Gerenciamento da Saúde, onde as informações dos pacientes ficam a disposição do especialista, permitindo que o especialista acompanhe a evolução do tratamento e tenha um melhor acompanhamento do estado da saúde do paciente. Apresenta ainda um algoritmo de Recomendação Personalizada Baseada em Dados da Saúde, que funcionará como uma camada no Sistema de Recomendação Personalizada de Conteúdos, apoiando o aprendizado informal no contexto da Saúde 2.0. Continuando, foi apresentado que é possível uma taxa de acerto de mais 90% na recomendação de conteúdos, se baseando nos dados da saúde, por meio do algoritmo desenvolvido.

7.2 LIMITAÇÕES

Este trabalho apresenta as seguintes limitações:

1. A ontologia apresentada não foi validada por meio de casos práticos com usuários reais. A validação aconteceu somente com casos teóricos e exemplos hipotéticos, não sendo realizada a validação com especialistas da área e informações de usuários reais. Além disso, como a aplicação não foi verificada com usuários reais, não foi possível verificar a usabilidade, aceitação e utilidade da ontologia;
2. O algoritmo não foi validado com pacientes reais. O mesmo foi validado utilizando dados fictícios. Portanto, não pôde-se analisar a satisfação de usuários. Verificou-se

que a taxa de recomendação, utilizando o *Precision*, foi satisfatória e tem potencial para cumprir com seus objetivos;

3. Apesar de termos solicitados vários sensores de monitoramento da saúde, não foi recebido a tempo de ser utilizado na pesquisa. Assim, não foi possível fazer testes com outros sensores dos mais variados exames.

7.3 TRABALHOS FUTUROS

Embora se tenha alcançado contribuições significativas com o desenvolvimento deste trabalho, identificou-se aspectos que permitem a produção de novos trabalhos. Destacam-se, como trabalhos futuros, os seguintes pontos:

- Realizar, por meio do ambiente de aprendizagem MobiLEHealth, o estudo de caso com pessoas portadoras de doenças crônicas, a priori, usuários com Diabetes. Nessa ocasião, os usuários utilizarão a ferramenta para avaliar a utilidade e facilidade de uso da ferramenta, bem como o preenchimento de dados de sua saúde, além de verificar a relevância do conteúdo recomendado;
- Realizar a validação real com os usuários diabéticos, podendo-se utilizar outras métricas que forneçam resultados satisfatórios, comprovando, desta forma, que os resultados obtidos nas simulações foram condizentes ao que se propôs nesta dissertação;
- Realizar a validação da ontologia com usuários reais e analisar as inferências junto com os especialistas para assegurar a eficiência e eficácia da mesma;
- Realizar a inserção de outros Agentes para gerenciar as notificações do sistema.

Referências

- ACOSTA, O. C.; REATEGUI, E. B. Recomendação de conteúdo em ambientes de aprendizagem baseados em questionamento. *RENOTE*, v. 10, n. 1, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 30, 31 e 32.
- ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação, Brasília*, SciELO Brasil, v. 32, n. 3, p. 7–20, 2003. Citado na página 27.
- ARTERO, A. *Inteligência Artificial: Teoria e Prática*, Editora Livraria da Física, 1^a. [S.l.]: Edição, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.
- ASSOCIATION, A. D. *et al.* Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*, Am Diabetes Assoc, v. 37, n. Supplement 1, p. S81–S90, 2014. Citado na página 19.
- ASSOCIATION, A. T. *et al.* What is telemedicine. Retrieved form <http://www.americantelemed.org/learn>, 2013. Citado na página 26.
- BAKER, D. W. *et al.* Health literacy, cognitive abilities, and mortality among elderly persons. *Journal of general internal medicine*, Springer, v. 23, n. 6, p. 723–726, 2008. Citado na página 23.
- BELLIFEMINE, F. *et al.* Jade—a java agent development framework. In: *Multi-Agent Programming*. [S.l.]: Springer, 2005. p. 125–147. Citado na página 73.
- BELT, T. H. V. D. *et al.* Definition of health 2.0 and medicine 2.0: a systematic review. *Journal of medical Internet research*, JMIR Publications Inc., v. 12, n. 2, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 25.
- BURKE, R. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. *User modeling and user-adapted interaction*, Springer, v. 12, n. 4, p. 331–370, 2002. Citado na página 33.
- CASTLETON, G. *et al.* *Improving workplace learning: Emerging international perspectives*. [S.l.]: Nova Science Publishers New York, NY, 2006. Citado na página 24.
- CAZELLA, S. C.; NUNES, M.; REATEGUI, E. A ciência da opinião: Estado da arte em sistemas de recomendação. *André Ponce de Leon F. de Carvalho; Tomasz Kowaltowski..(Org.). Jornada de Atualização de Informática-JAI*, p. 161–216, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 31.
- CHANG, S.-H. *et al.* A context-aware, interactive m-health system for diabetics. *IT Professional*, IEEE, v. 18, n. 3, p. 14–22, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 43.
- COELLO, J. M. A.; YUMING, Y.; TOBAR, C. M. A memory-based collaborative filtering algorithm for recommending semantic web services. *IEEE Latin America Transactions*, IEEE, v. 11, n. 2, p. 795–801, 2013. Citado na página 28.
- COSTA, A. *Mecanismo de Recomendação Personalizada de Conteúdos para apoiar um Ambiente de Aprendizagem Informal no contexto da Saúde*. 2015. 92 f. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado)-Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação . . . , 2015. Citado na página 47.

- COSTA, E. B. *et al.* Sistema de recomendação híbrido para bibliotecas digitais que suportam o protocolo oai-pmh. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 1, n. 1. Citado na página 29.
- DA SILVA, L. C. N.; MENDES NETO, F. M.; JÁCOME JÚNIOR, L. Mobile: Um ambiente multiagente de aprendizagem movel para apoiar a recomendacao sensível ao contexto de objetos de aprendizagem. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 1, n. 1. Citado na página 28.
- DIABETES CONTROL; RESEARCH GROUP, C. T. *et al.* The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*, Mass Medical Soc, v. 1993, n. 329, p. 977–986, 1993. Citado na página 36.
- DOLAN, B. *FDA clears WellDoc for diabetes management*. [S.l.]: Mobihealthnews, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 43.
- DONALDSON, J. A hybrid social-acoustic recommendation system for popular music. In: ACM. *Proceedings of the 2007 ACM conference on Recommender systems*. [S.l.], 2007. p. 187–190. Citado na página 33.
- FONTES, L. *Uma Arquitetura Multiagente de Apoio à Aprendizagem Baseada em Problema*. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado). Mossoró: UFERSA/UERN, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 71, 72 e 73.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. In: *Métodos e técnicas de pesquisa social*. [S.l.: s.n.], 2015. Citado na página 20.
- GISLASON, B. *et al.* Introducing glucofit: An assistive technology for monitoring and managing diabetes. In: *2012 Seventh International Conference on Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 414–419. Citado 3 vezes nas páginas 39, 40 e 43.
- GRUNINGER, M. Designing and evaluating generic ontologies. In: *Proceedings of the 12th European Conference of Artificial Intelligence*. [S.l.: s.n.], 1996. v. 1, p. 53–64. Citado na página 27.
- GUARINO, N. *et al.* Formal ontology and information systems. In: *Proceedings of FOIS*. [S.l.: s.n.], 1998. v. 98, n. 1998, p. 81–97. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- GUDOLLE, L. S.; ANTONELLO, C. S.; FLACH, L. Aprendizagem situada, participação e legitimidade nas práticas de trabalho. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, Universidade Presbiteriana Mackenzie, v. 13, n. 1, 2012. Citado na página 45.
- HÉDER, M. Semantic web for the working ontologist, second dition: Effective modeling in rdfs and owl by allemangdean and hendlerjames, morgan kaufmann, 384 pp., 55, isbn 0-123-85965-4. *The Knowledge Engineering Review*, Cambridge University Press, v. 29, n. 3, p. 404–405, 2014. Citado na página 27.
- HENDERSON-SELLERS, B. *Agent-oriented methodologies*. [S.l.]: IGI Global, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 36.

- HERLOCKER, J. L. *Understanding and improving automated collaborative filtering systems*. [S.l.]: Citeseer, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 32.
- HERLOCKER, J. L. *et al.* Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, ACM, v. 22, n. 1, p. 5–53, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 88 e 89.
- HIDALGO, J. I. *et al.* glucodel: A monitoring and modeling system for chronic diseases applied to diabetes. *Journal of biomedical informatics*, Elsevier, v. 48, p. 183–192, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 43.
- HORRIDGE, M. *et al.* A practical guide to building owl ontologies using the protégé-owl plugin and co-ode tools edition 1.0. 2004. Citado na página 70.
- HUGHES, B.; JOSHI, I.; WAREHAM, J. Health 2.0 and medicine 2.0: tensions and controversies in the field. *Journal of medical Internet research*, JMIR Publications Inc., v. 10, n. 3, 2008. Citado na página 26.
- JACOPETTI, A. Práticas sociais e de comunicação de pacientes renais no facebook da fundação pró-rim. *Revista de Estudos da Comunicação*, v. 12, n. 27, 2017. Citado na página 26.
- JIUGEN, Y.; RUONAN, X.; XIAOQIANG, H. Constructing informal learning mode based on social software. In: IEEE. *Computer Science & Education (ICCSE), 2011 6th International Conference on*. [S.l.], 2011. p. 1227–1230. Citado na página 24.
- KOCH, S. Home telehealth—current state and future trends. *International journal of medical informatics*, Elsevier, v. 75, n. 8, p. 565–576, 2006. Citado na página 19.
- LAUFER, C. Guia de web semântica. *São Paulo*, 2015. Citado na página 26.
- LESSER, V. R. Cooperative multiagent systems: a personal view of the state of the art. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 11, n. 1, p. 133–142, Jan 1999. ISSN 1041-4347. Citado na página 36.
- LOPES, J. L. *et al.* Uma abordagem baseada em ontologias para sensibilidade ao contexto na computação pervasiva. In: *Anais do I Workshop on Pervasive and Ubiquitous Computing (WPUC)*. Citado na pág. [S.l.: s.n.], 2007. v. 15. Citado na página 27.
- LUSTOSA, M. A.; ALCAIRES, J.; COSTA, J. C. d. Adesão do paciente ao tratamento no hospital geral. *Revista da SBPH*, v. 14, n. 2, p. 27–49, 2011. Citado na página 23.
- MACHLES, D. Situated learning. *Professional safety*, American Society of Safety Engineers, v. 48, n. 9, p. 22–28, 2003. Citado na página 24.
- MAIA, F. F.; ARAÚJO, L. R. Impacto do sistema de monitorização contínua da glicose em pacientes diabéticos. *Rev Assoc Med Bras*, v. 52, n. 6, p. 395–400, 2006. Citado na página 37.
- MALERBI, D. *et al.* Brazilian diabetes society consensus statement: intensive insulin therapy and insulin pump therapy. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, SciELO Brasil, v. 50, n. 1, p. 125–135, 2006. Citado na página 37.

- MALTA, D. C. *et al.* A vigilância e o monitoramento das principais doenças crônicas não transmissíveis no brasil-pesquisa nacional de saúde, 2013. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, Directory of Open Access Journals, v. 18, n. A00101s1, p. 3–16, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 21.
- MAMYKINA, L. *et al.* Mahi: investigation of social scaffolding for reflective thinking in diabetes management. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2008. p. 477–486. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.
- MCARTHUR, S. D. *et al.* Multi-agent systems for power engineering applications—part i: Concepts, approaches, and technical challenges. *IEEE Transactions on Power systems*, IEEE, v. 22, n. 4, p. 1743–1752, 2007. Citado na página 35.
- MENDES NETO, F. M. *et al.* An approach for recommending personalized contents for homecare users in the context of health 2.0. In: *Proceedings of the 7th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (EATIS '14), p. 33:1–33:2. ISBN 978-1-4503-2435-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2590651.2590684>>. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 45.
- MERRIAM, S. B.; CAFFARELLA, R. S.; BAUMGARTNER, L. M. *Learning in adulthood: A comprehensive guide*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2012. Citado na página 23.
- MONSOD, T. P. *et al.* Do sensor glucose levels accurately predict plasma glucose concentrations during hypoglycemia and hyperinsulinemia? *Diabetes Care*, Am Diabetes Assoc, v. 25, n. 5, p. 889–893, 2002. Citado na página 37.
- MORAES NETO, M. A. d. *et al.* Abordagem combinada para recomendação personalizada utilizando o guia de programação eletrônico. 2011. Citado na página 33.
- MORAIS II, M. J. O. Mas-commonkads+: Uma extensão a metodologia mas-commonkads para suporte ao projeto detalhado de sistemas multiagentes racionais. *Universidade Estadual do Ceara.*, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 36, 73 e 74.
- MOREIRA, J. *Enriquecimento semântico de perfil de usuário para apoio a um modelo de aprendizagem informal no contexto da saúde. 2015. 92 f.* Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado)-Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação . . . , 2015. Citado na página 48.
- MOUGIAKAKOU, S. G. *et al.* Smartdiab: a communication and information technology approach for the intelligent monitoring, management and follow-up of type 1 diabetes patients. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, IEEE, v. 14, n. 3, p. 622–633, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 43.
- NACINOVICH, M. *Defining mHealth*. [S.l.]: Taylor & Francis, 2011. Citado na página 26.
- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. D. (2001) “*Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*,”. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL0105 and Stanford . . . , 2001. Citado 2 vezes nas páginas 62 e 63.
- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880, Stanford, CA, 2001. Citado na página 27.

OH, H. *et al.* What is ehealth (3): a systematic review of published definitions. *Journal of medical Internet research*, JMIR Publications Inc., v. 7, n. 1, 2005. Citado na página 26.

PYNADATH, D. V.; TAMBE, M. An automated teamwork infrastructure for heterogeneous software agents and humans. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Springer, v. 7, n. 1-2, p. 71–100, 2003. Citado na página 34.

QUINN, C. C. *et al.* Welldoc™ mobile diabetes management randomized controlled trial: change in clinical and behavioral outcomes and patient and physician satisfaction. *Diabetes technology & therapeutics*, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801-5215 USA, v. 10, n. 3, p. 160–168, 2008. Citado na página 39.

RAFSANJANI, A. H. N. *et al.* Recommendation systems: a review. *International Journal of Computational Engineering Research*, v. 3, n. 5, p. 47–52, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 30, 31 e 32.

REATEGUI, E. B.; CAZELLA, S. C. Sistemas de recomendação. In: *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 306–348. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 31.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. *Artificial intelligence: a modern approach*. [S.l.]: Malaysia; Pearson Education Limited,, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

SANTOS, K. *et al.* Sisped 2.0: An extension of a system to monitor diabetic patients. In: *2012 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–8. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.

SAÚDE, M. da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da. *Saúde Brasil 2014: Uma análise da situação de saúde e das causas externas*. [S.l.]: Ministério da Saúde Brasília, 2015. Citado na página 22.

SBD, D. Diretrizes da sociedade brasileira de diabetes. 2012. *Diabetes*, v. 1, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

SILVA, B. E. C. R. d. Desenvolvimento de uma rede social semântica e um sistema de intermédio do especialista para pacientes diabéticos. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 49 e 50.

SILVA, L. d. *MobiLE-Um Ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel para Apoiar a Recomendação Ubíqua de Objetos de Aprendizagem. 2012. 108 f.* Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)—Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 34, 35, 71 e 74.

SOMBRA, E. L. Mobilehealth: Um ambiente de apoio à saúde 2.0. *Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN e Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Mossoró-RN*, 2015. Citado na página 45.

TORRES, R. Personalização na internet: como descobrir os hábitos de consumo de seus clientes, fidelizá-los e aumentar o lucro de seu negócio. *São Paulo: Novatec*, 2004. Citado na página 30.

- TUZHILIN, A. Towards the next generation of recommender systems. In: *Proceedings of the 1st International Conference on E-Business Intelligence (ICEBI2010)*, Atlantis Press. [S.l.: s.n.], 2010. Citado na página 33.
- VIEIRA, F. J. R.; NUNES, M. A. S. N. Dica: Sistema de recomendação de objetos de aprendizagem baseado em conteúdo. *Scientia Plena*, v. 8, n. 5, 2012. Citado na página 29.
- VIGITEL, B. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. *SVS/Ministério da Saúde e NUPENS/Universidade de São Paulo*, 2017. Citado na página 21.
- VILLARREAL, V. *et al.* A proposal for mobile diabetes self-control: towards a patient monitoring framework. In: SPRINGER. *International Work-Conference on Artificial Neural Networks*. [S.l.], 2009. p. 870–877. Citado 3 vezes nas páginas 40, 41 e 43.
- WANG, M.; SHEN, R. Message design for mobile learning: Learning theories, human cognition and design principles. *British Journal of Educational Technology*, Wiley Online Library, v. 43, n. 4, p. 561–575, 2012. Citado na página 23.
- WHO *et al.* Health promotion glossary. Geneva: World Health Organization, 1998. Citado na página 23.
- WHO, W. H. O. *et al.* *Global report on diabetes*. [S.l.]: World Health Organization, 2016. Citado na página 22.
- WOOLDRIDGE, M. Introduction to multiagent systems. *Cell*, Wiley, v. 757, n. 239, p. 8573, 2002. Citado na página 34.
- ZWAR, N. *et al.* A systematic review of chronic disease management. Canberra, ACT: The Australian National University. Australian Primary Health Care Research Institute, 2017. Citado na página 18.

Apêndices

APÊNDICE A – LISTA DE CONTEÚDOS

Lista de Conteúdos (sites de saúde: **Diabetes**) usados na simulação do algoritmo de Recomendação Baseado em Dados da Saúde (RBDS):

Site	URL
01	https://www.tiabeth.com/index.php/2013/08/21/fadiga-cronica-e-comum-no-diabetes-tipo-1/
02	http://www.diabetenet.com.br/conteudocompleto.asp?idconteudo=7938
03	https://saude.abril.com.br/blog/futuro-do-diabete/medo-cura-e-outras-falhas-de-percepcao-sobre-o-diabetes/
04	http://www.abc.med.br/p/diabetes-mellitus/22360/diabetes+mellitus.htm
05	http://www.anutricionista.com/previna-se-contr-a-diabetes.html
06	http://www.minhavidacom.br/saude/temas/diabetes
07	http://www.anutricionista.com/alimentacao-para-diabeticos.html
08	https://saude.novartis.com.br/diabetes-tipo2/saiba-a-diferenca-entre-diabetes-tipo-1-e-tipo-2/
09	http://revistas.pucsp.br/RFCMS/article/view/31638/pdf
10	http://www.anutricionista.com/diabetes-tipo-2-creatina-ajuda-a-controlar.html
11	http://www.mudandodiabetes.com.br/mudandodiabetes/
12	http://www.diabetes.med.br/diabetes/
13	http://novembrodiabetesazul.com.br/diabetes/educacao-e-prevencao
14	https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/diabetes.pdf
15	https://www.todamateria.com.br/diabetes-mellitus/
16	https://medicoresponde.com.br/diabetes-tem-cura/
17	https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/farmacia/o-diabetes-e-a-lipodistrofia/17486
18	https://www.tuasaudef.com/como-e-a-gravidez-da-mulher-diabetica/
19	https://drauziovarella.uol.com.br/diabetes/diabetes/
20	http://bloginfogeeks.blogspot.com.br/2010/12/conceitos-de-arvores.html
21	https://www.tuasaudef.com/diabetes/
22	http://www.rio.rj.gov.br/web/sms/hipertensao-e-diabetes
23	https://saude.novartis.com.br/diabetes-tipo2/diabetes-tipo-2-e-os-problemas-de-visao/
24	https://brasil.elpais.com/brasil/2016/11/11/ciencia/1478868926_958173.html
25	https://www.swissinfo.ch/por/su%C3%AD%C3%A7o-desenvolve-nova-terapia-contr-a-diabetes/6936962
26	https://controlardiabetes.pt/educacao-multimedia/falamos-de-diabetes
27	https://www.infoescola.com/doencas/diabetes-mellitus/
28	http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1511
29	http://www.saudeemmovimento.com.br/conteudos/conteudo_frame.asp?cod_noticia=47
30	https://www.programaviva.com.br/patologias/diabetes/
31	https://medicoresponde.com.br/quais-os-riscos-da-diabetes-gestacional-e-qual-o-tratamento/
32	https://www.sophiederam.com.br/lp-contagem-de-carboidratos-no-diabetes-de-tipo-1/
33	http://web.diabetes.org/link/link_for_life/main.html
34	http://www.sboportal.org.br/links.aspx?id=6
35	http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2009000200005
36	https://revistas.ufg.br/REF/article/view/5367/4415
37	http://bvsm.saudef.gov.br/bvs/publicacoes/estrategias_cuidado_pessoa_diabetes_mellitus_cab36.pdf
38	http://www.scielo.br/pdf/rlae/v25/pt_0104-1169-rlae-25-e2882.pdf
39	http://www.telessaudef.mt.gov.br/Arquivo/Download/2134
40	https://periodicos.ufsm.br/revistasaudef/article/download/14905/pdf
41	http://www.aem-sbem.com/media/uploads/7608_ABEM_52_6_pg_940.pdf
42	https://www.scielosp.org/pdf/csp/2003.v19suppl1/S29-S36/pt
43	http://www.scielo.br/pdf/%0D/abem/v46n1/a04v46n1.pdf
44	http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/9173/1/S0004-27302002000500009.pdf
45	http://www.scielo.br/pdf/rlae/v9n3/11499
46	http://www.periodicos.usp.br/rlae/article/view/1770/1815
47	http://www.scielo.br/pdf/%0D/prc/v18n1/24819.pdf
48	https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21036/000621848.pdf?sequence=1&isAllowed=y
49	http://www.scielo.br/pdf/tce/v16n1/a13v16n1
50	http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcf/v41n2/28034.pdf