



Programa de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Doutorado Acadêmico

Andrêsa Vargas Larentis

Salus: Um Modelo para Assistência Educacional Ubíqua
em Doenças Crônicas não Transmissíveis

São Leopoldo, 2022

Andrêsa Vargas Larentis

**SALUS: UM MODELO PARA ASSISTÊNCIA EDUCACIONAL UBÍQUA
EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS**

Tese apresentada como requisito para a obtenção
do título de Doutor, pelo Programa de Pós-
Graduação em Computação Aplicada da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

Orientador: Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

Coorientadora: Dra. Débora Nice Ferrari Barbosa

São Leopoldo

2022

L321s Larentis, Andrêsa Vargas.
Salus : um modelo para assistência educacional ubíqua em
doenças crônicas não transmissíveis / Andrêsa Vargas Larentis. –
2022.
186 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos,
Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2022.
“Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Barbosa
Coorientadora: Profa. Dra. Débora Nice Ferrari Barbosa.”

1. Computação Ubíqua. 2. Doenças crônicas não transmissíveis.
3. Educação Ubíqua. 4. Histórico de contextos. 5. Mapa conceitual.
I. Título.

CDU 004

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Silvana Dornelles Studzinski – CRB 10/2524)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 / *This study was financed in part by the* Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - *Finance Code 001.*

Para Vilmar, Sônia, Adriano, Sérgio, Giulia, Carla e Joaquim.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e saúde. Por me fazer acreditar que com dedicação, esforço, perseverança e determinação é possível atingir nossos objetivos. Os imprevistos e obstáculos que surgiram com a pandemia do Coronavírus impactaram diretamente no desenvolvimento da tese, mas os objetivos foram redefinidos e novos caminhos desenhados para finalizar este trabalho.

À minha família, em especial ao meu marido, pelas contribuições técnicas importantes para a avaliação do modelo.

Ao Dr. Jorge Luis Victória Barbosa, meu orientador, pela orientação, motivação e incentivo durante os quatro anos que se passaram.

À Dra. Débora Nice Ferrari Barbosa, minha coorientadora, pelas dicas e contribuições assertivas junto a temática desenvolvida neste trabalho.

Aos professores da banca por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições que ajudaram no aprimoramento deste trabalho.

Aos colegas, professores e funcionários do PPGCA que sempre foram solícitos as questões levantadas e deram sua sabia e valorosa contribuição.

À FAPERGS e CAPES pelo apoio financeiro junto a realização deste doutorado.

À Carla Rosana da Silva, Gerente Administrativa da AMO Criança, que abriu as portas da entidade e nos recebeu com muito carinho, contribuindo significativamente no planejamento do escopo inicial deste trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) são a principal causa de mortalidade no mundo, ou seja, 41 milhões de pessoas morrem a cada ano, abrangendo 74% de todas as mortes. Estas doenças crônicas necessitam de tratamento de longo prazo e contínuo que demanda o conhecimento sobre as doenças, exige adaptação às necessidades do tratamento, incorre em gastos e atrasa ou impede o desenvolvimento, principalmente de famílias de baixa e média renda. Ações para a prevenção e acompanhamento das DCNTs devem ser promovidas através do uso de tecnologias de computação ubíqua para fornecer serviços aos indivíduos que auxiliem na educação em saúde, incluindo a autogestão e autocuidado das suas condições de saúde. Através da computação ubíqua é possível integrar tecnologias ao cotidiano dos indivíduos, fazendo uso de *smartphones* e *tablets*. Por sua vez, a educação ubíqua torna possível a integração do indivíduo com o seu contexto, auxiliando na aprendizagem contínua e contextualizada. Neste cenário, esta tese propõe o SALUS, um modelo computacional que utiliza históricos de contextos de indivíduos como mecanismo para auxiliar na assistência educacional ubíqua no âmbito da prevenção e acompanhamento das DCNTs. Estas tecnologias permitem ao SALUS adaptar-se aos recursos disponíveis e fornecer serviços personalizados para auxiliar os indivíduos na melhora das suas condições de saúde específicas. O modelo utiliza uma ontologia para representação do conhecimento no domínio da assistência educacional ubíqua em DCNTs. Além disso, explora elementos do contexto dos indivíduos que são utilizados na composição de históricos de contextos. Por fim, a análise de históricos de contextos é usada para personalizar serviços que entregam informações úteis para a educação em saúde dos indivíduos. Estas características são as contribuições do SALUS na área da educação ubíqua aplicada às DCNTs. Para avaliar o modelo, foi criado um protótipo com serviços de recomendação de conteúdo e lugar para indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares. A avaliação teve como objetivo avaliar a corretude das recomendações de conteúdo e lugar indicadas pelo serviço. Uma base de dados pública contendo dados de 4239 indivíduos foi utilizada na avaliação, com resultados mostrando uma ocorrência de 28,8% onde o escore de recomendação para conteúdo está entre as faixas alto (escore >60 e ≤ 80) e muito alto (escore >80), onde 96,18% destes registros possuem escore de risco para doença cardiovascular (CVD) nominal entre *elevated* e *risk* $>30\%$ (classificação indicada através do cálculo do escore de risco de 10 anos para CVD, definidos no *Framingham Heart Study*). Em relação ao escore de recomendação para lugar, 25,4% dos registros tiveram valor entre as faixas alto e muito alto, onde 100% destes registros possuem escore de risco para CVD nominal entre *elevated* e *risk* $>30\%$. Os resultados obtidos reforçam a hipótese de que *é possível definir um modelo computacional para suporte a assistência ubíqua na educação de um indivíduo voltado a prevenção e acompanhamento das DCNTs*.

Palavras-Chave: Doenças Crônicas Não Transmissíveis. Computação Ubíqua. Educação Ubíqua. Mapa Conceitual. Ontologia. Contexto. Históricos de Contextos.

ABSTRACT

Noncommunicable Chronic Diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide, meaning 41 million people die each year, accounting for 74% of all deaths. These chronic diseases need long-term and continuous treatment that requires knowledge about diseases, requires adaptation to treatment needs, incurs cost and delays or hinders the development, especially of low- and middle-income families. Actions for the prevention and monitoring of NCDs should be promoted through the use of ubiquitous computing technologies to provide services to individuals that assist in health education, including self-management and self-care of their health conditions. Through ubiquitous computing it is possible to integrate technologies to the daily life of individuals, making use of smartphones and tablets. In turn, ubiquitous education makes possible the integration of the individual with their context, helping in continuous and contextualized learning. In this sense, this thesis proposes SALUS, a computational model that uses context histories of individuals' as a mechanism to assist in ubiquitous educational assistance in the prevention and monitoring of NCDs. These technologies allow SALUS to adapt to available resources and provide personalized services to assist individuals in improving their specific health conditions. The model uses an ontology to represent knowledge in the domain of ubiquitous educational assistance in NCDs. In addition, it explores elements of the context of individuals that are used in the composition of context histories. Finally, the analysis of context histories is used to customize services that deliver useful information for the health education of individuals. These characteristics are the contributions of SALUS in the area of ubiquitous education applied to NCDs. In order to evaluate the model, a prototype with services for recommending content and place for individuals with or without a diagnosis of cardiovascular diseases was created. The evaluation aimed to assess the correctness of the content and place recommendations indicated by the service. A public database containing data from 4239 individuals was used in the evaluation, with results showing an occurrence of 28.8% where content recommendation is between high (score >60 and ≤ 80) and very high (score >80) ranges, where 96.18% of these records have a score of risk for nominal cardiovascular disease (CVD) between elevated and risk $>30\%$ (classification indicated by calculating the 10-year risk score for CVD, defined in the Framingham Heart Study). Regarding the place recommendation score, 25.4% of the records had a value between high and very high, where 100% of these records had a nominal CVD risk score between elevated and risk $>30\%$. The results obtained reinforce the hypothesis that it is possible to define a computational model to support ubiquitous assistance in the education of an individual aimed at the prevention and monitoring of NCDs.

Keywords: Noncommunicable Chronic Diseases. Ubiquitous Learning. Ubiquitous Computing. Concept Map. Ontology. Context. Contexts Histories.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do processo de pesquisa.....	52
Figura 2. Total de artigos por doença crônica.	55
Figura 3. Distribuição dos artigos por base de dados e local de publicação ao longo dos anos (os números nas figuras indicam o ID na Tabela 3).	58
Figura 4. Etapas do processo de pesquisa entre 2019 e 2021.....	59
Figura 5. Total de artigos por ano de publicação e DCNTs.	72
Figura 6. Visão geral do SALUS.....	76
Figura 7. Arquitetura do SALUS.....	81
Figura 8. Exemplo de dados de históricos de contextos de indivíduos.	82
Figura 9. Modelo de dados.	84
Figura 10. Mapa conceitual dos principais conceitos da OntoSALUS.	93
Figura 11. Conceito Educação e elementos adjacentes.	94
Figura 12. Conceitos Doenças crônicas não transmissíveis, Pessoa e elementos adjacentes...95	
Figura 13. Conceitos Acompanhamento, Prevenção e elementos adjacentes.	96
Figura 14. Visão geral do mapa conceitual.	96
Figura 15. Etapas definidas na construção da OntoSALUS.....	97
Figura 16. Representação formal da OntoSALUS através de classes.	100
Figura 17. Representação OWL da OntoSALUS no Protégé.....	100
Figura 18. Classes <i>Context</i> , <i>ContextHistories</i> , <i>Person</i> , <i>PersonProfile</i> , <i>ChronicDisease</i> e subclasses.	102
Figura 19. Classes <i>Education</i> , <i>Interaction</i> , <i>Learning</i> , <i>Recommendation</i> , <i>Notification</i> e subclasses.	103
Figura 20. Classes <i>ChronicDisease</i> , <i>RiskFactors</i> e subclasses.	105
Figura 21. Hierarquia de classes, relacionamentos e atributos incluídos no Protégé.....	107
Figura 22. Principais classes da OntoSALUS e seus relacionamentos.	108
Figura 23. Expressões lógicas que descrevem o axioma de equivalência para (1) <i>low</i> , (2), <i>moderate</i> e (3) <i>high</i> do risco para doenças cardiovasculares.	109
Figura 24. Exemplos de instâncias criadas no Protégé.....	111
Figura 25. Resultado da execução do <i>plugin</i> Pellet.....	114
Figura 26. Exemplo do resultado do processo de inferência do nível de risco para doenças cardiovasculares.....	115
Figura 27. Resultado do processo de inferência de conteúdo para as instâncias <i>Person4Profile</i> e <i>Person5Profile</i>	115

Figura 28. Consulta SPARQL para as instâncias <i>Person</i> , <i>PersonProfile</i> , <i>ClinicalData</i> e <i>Sociodemographic</i>	116
Figura 29. Resultado da consulta SPARQL.	117
Figura 30. Resultado das consultas SPARQL para as questões QC13 e QC14.	119
Figura 31. Resultado das consultas SPARQL para as questões QC20 e QC22.	120
Figura 32. Resultado das consultas SPARQL para as questões QC23, QC24 e QC25.....	120
Figura 33. Etapas da avaliação do SALUS.	124
Figura 34. Troca de mensagens de texto entre o SALUS e o indivíduo via @WhatsApp (especificação).	125
Figura 35. Troca de mensagens de texto e acesso à dica de leitura (especificação).	126
Figura 36. Visão geral do funcionamento do SALUS <i>Bot</i>	126
Figura 37. Visão geral do funcionamento do SALUS <i>Forwarder</i>	127
Figura 38. Visão geral do funcionamento do SALUS <i>Content</i>	128
Figura 39. Visão geral do funcionamento do SALUS <i>Geo</i>	128
Figura 40. Total de registros de indivíduos por faixa etária.	133
Figura 41. Top 10 domínios mais acessados de conteúdo.....	135
Figura 42. Exemplo de uma página de conteúdo, domínio “saude.gov.br”.	136
Figura 43. Exemplo de uma página de conteúdo, domínio "mdsaude.com".....	137
Figura 44. Exemplo de uma página de conteúdo, domínio "cardiol.br".	137
Figura 45. Mapa extraído do @Google Maps com a localização dos lugares.	139
Figura 46. Distribuição do resultado da regressão linear para conteúdo.....	144
Figura 47. Escore de recomendação para conteúdo x escore de risco para CVD.	147
Figura 48. Distribuição do resultado da regressão linear para lugar.	148
Figura 49. Escore de recomendação para lugar x escore de risco para CVD.....	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Questões de pesquisa.	50
Tabela 2. Customizações da <i>string</i> de busca nas bases de dados.	51
Tabela 3. Lista dos artigos selecionados.	53
Tabela 4. Características dos experimentos com resultado mensurável.	56
Tabela 5. Comparação dos trabalhos relacionados.	70
Tabela 6. Exemplos de tarefas do SALUS <i>Scheduler</i>	79
Tabela 7. Comparação das ontologias relacionadas e a OntoSALUS.	90
Tabela 8. Perguntas e respostas ao tema focal.	92
Tabela 9. Lista de propriedades da OntoSALUS.	106
Tabela 10. Exemplos de regras SWRL para inferência de conteúdo.	110
Tabela 11. Métricas da OntoSALUS.	111
Tabela 12. Dados de vinte indivíduos extraídos da base de dados de demonstração do MIMIC-III e escore de risco para doenças cardiovasculares calculado.	112
Tabela 13. Dados de nove conteúdos extraídos da base de conteúdo do SALUS.	113
Tabela 14. Consultas SPARQL para as questões de competência.	117
Tabela 15. Relação entre o cadastro de domínios SALUS x Internet.	127
Tabela 16. Exemplo de dados de históricos de contextos contidos na base de dados.	131
Tabela 17. Distribuição dos dados de indivíduos da base de dados pública.	132
Tabela 18. Distribuição das palavras-chave aos temas correspondentes.	133
Tabela 19. Distribuição dos conteúdos por temas.	134
Tabela 20. Exemplos de conteúdo inseridos na base de conteúdo.	135
Tabela 21. Exemplo de código criado para a busca por parque.	138
Tabela 22. Exemplos de lugares inseridos na base de lugar.	139
Tabela 23. Distribuição dos dados de indivíduos com o escore de risco de 10 anos para CVD.	140
Tabela 24. Dados de contexto dos indivíduos selecionados para treino do modelo de conteúdo.	141
Tabela 25. Dados de contexto dos indivíduos selecionados para treino do modelo de lugar.	142
Tabela 26. Coeficientes extraídos da regressão linear para conteúdo.	143
Tabela 27. Coeficientes extraídos da regressão linear para lugar.	143
Tabela 28. Resultado (escore de risco para CVD x escore de recomendação para conteúdo).	145
Tabela 29. Resultado (escore de risco para CVD x escore de recomendação para lugar).	148

LISTA DE SIGLAS

AA	Alcoólicos Anônimos
AADE	<i>American Association of Diabetes Education</i>
AI	<i>American Indians</i>
AIML	<i>Artificial Intelligence Mark-up Language</i>
API	<i>Application Resource Locator</i>
AVC	Acidente Vascular Cerebral
BFO	<i>Basic Formal Ontology</i>
CC	<i>Common Cartridge</i>
CDC	<i>Center for Disease Control and Prevention</i>
CDSS	<i>Clinical Decision Support Systems</i>
CDPEO	<i>Chronic Disease Patient Education Ontology</i>
CE	Critérios de Exclusão
CI	Critérios de Inclusão
CVDs	Doenças Cardiovasculares
DAC	Doença Arterial Coronariana
DO	<i>Human Disease Ontology</i>
DCNTs	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DDO	<i>Diabetes Mellitus Diagnosis Ontology</i>
DILIGENT	<i>Distributed, Loosely-controlled and Evolving Engineering of Ontologies</i>
DINTO	<i>Drug Interactions Ontology</i>
DPOCs	Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas
DMTO	<i>Diabetes Mellitus Treatment Ontology</i>
DTW	<i>Dynamic Time Warping</i>
FA	Fibrilação Atrial
FHS	<i>Framingham Heart Study</i>
FO	<i>OntoFood Ontology</i>
FRS	<i>Framingham Risk Score</i>
ICD	<i>International Classification of Diseases</i>
ID	Identificação
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i>
JMIR	<i>Journal of Medical Internet Research</i>

KAON	<i>Karlsruhe Ontology and Semantic Web Tool Suite</i>
LOINC	<i>Logical Observation Identifiers Names and Codes</i>
NCCN	<i>National Comprehensive Cancer Network</i>
NCIt	<i>National Cancer Institute Thesaurus</i>
NDF-RT	<i>National Drug File – Reference Terminology</i>
NEON	<i>Network Ontology</i>
NHLBI	<i>National Heart, Lung, and Blood Institute</i>
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
OBO	<i>Open Biomedical Ontologies</i>
OCRV	<i>Ontology for Cancer Research Variables</i>
ODS	<i>Objetivos de Desenvolvimento Sustentável</i>
OGMS	<i>Ontology for General Medical Science</i>
OMDP	<i>Ontology-Based Model for Diabetic Patients</i>
ONG	<i>Organização não Governamental</i>
OTKM	<i>On-to-Knowledge Methodology</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PDS	<i>Pre-post-design Study</i>
PELS	<i>Patient e-learning system</i>
PS	<i>Pilot Study</i>
QC	<i>Questões de Competências</i>
QE	<i>Questões Específicas</i>
QF	<i>Questões Focais</i>
QG	<i>Questões Gerais</i>
QP	<i>Questões de Pesquisa</i>
RCT	<i>Randomized Controlled Trials</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>Resource Description Framework Schema</i>
RO	<i>OBO Relation Ontology</i>
RPS	<i>Randomized Pilot Study</i>
SABiO	<i>Systematic Approach for Building Ontologies</i>
SBD	<i>Sociedade Brasileira de Diabetes</i>
SBIE	<i>Simpósio Brasileiro de Informática na Educação</i>
SEO	<i>Search Engine Optimization</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>

SNOMED-CT	<i>Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms</i>
SPCD	Sintomas Psicológicos e Comportamentais de Demência
SUS	Sistema Único de Saúde
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
SYMP	<i>Sympton Ontology</i>
TEO	<i>Time Event Ontology</i>
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
TOVE	<i>Toronto Virtual Enterprise</i>
UN	<i>United Nations</i>
UBS	Unidade Básica de Saúde
UO	<i>Units of Measurement Ontology</i>
UPON	<i>Up for Ontology</i>
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VDMS	<i>Virtual Diabetes Management System</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
WEBMEDIA	Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web
WHO	<i>World Health Organization</i>
WS	Web Semântica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Motivação	23
1.2 Definição do Problema e Questão de Pesquisa	24
1.3 Objetivos	27
1.3.1 Objetivo Geral	27
1.3.2 Objetivos Específicos	27
1.4 Método	28
1.5 Organização da Tese	29
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
2.1 Educação Ubíqua	31
2.2 Contexto e Históricos de Contextos	33
2.3 Computação Ubíqua	35
2.4 Web Semântica	37
2.5 Ontologias	38
2.5.1 Classificação das Ontologias	40
2.5.2 Metodologias, Ferramentas e Motores de Inferência	40
2.5.3 Aplicações de Ontologias	42
2.6 Doenças Crônicas não Transmissíveis	43
2.6.1 DCNTs e Fatores de Risco	43
2.6.2 Saúde Ubíqua	46
2.7 Considerações Finais	46
3 TRABALHOS RELACIONADOS	49
3.1 Questões de Pesquisa	49
3.2 Processo de Pesquisa	50
3.3 Critérios para Seleção dos Textos	51
3.4 Execução das Análises e Classificação dos Textos	53
3.4.1 QG1: Como a computação pode promover a assistência educacional em DCNTs?	54
3.4.2 QG2: Quais tecnologias estão sendo utilizadas para apoiar a assistência educacional em DCNTs?	55
3.4.3 QG3: Quais são as DCNTs priorizadas na assistência educacional dos sistemas educacionais?	55
3.4.4 QG4: Quais estratégias de avaliação estão sendo usadas para medir os resultados de experimentos com pessoas?	56
3.4.5 QF1: Existem sistemas computacionais que aplicam a educação ubíqua no processo de aprendizagem?	57
3.4.6 QF2: Existem sistemas computacionais adaptáveis às necessidades do indivíduo (personalização)?	57
3.4.7 QE1: Qual a distribuição dos artigos por base de dados e o local de publicação a cada ano? ..	57
3.5 Pesquisa Bibliográfica	58
3.6 Trabalhos Selecionados e Comparativo	60
3.6.1 <i>Time2Focus</i>	61
3.6.2 <i>DEAP</i>	62
3.6.3 <i>MyDESMOND</i>	62
3.6.4 <i>My Care Hub</i>	63
3.6.5 <i>DTC</i>	63
3.6.6 <i>Yi Tang Yun Qiao</i>	64
3.6.7 <i>MyLung</i>	64
3.6.8 <i>ColorApp</i>	65
3.6.9 <i>Care4myHeart</i>	65
3.6.10 <i>PELS</i>	66
3.6.11 <i>VDMS</i>	66
3.6.12 <i>MyPath</i>	67
3.6.13 <i>Mobile Diabetes Self-Care System</i>	67
3.6.14 <i>SeeCare System</i>	68
3.6.15 <i>glUCModel</i>	68

3.6.16 Content's personalized recommendation for implementing ubiquitous learning in health 2.0...	69
3.6.17 Comparativo entre os trabalhos relacionados e o SALUS.....	69
3.7 Considerações Finais	74
4 SALUS: UM MODELO PARA ASSISTÊNCIA EDUCACIONAL UBÍQUA EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS.....	75
4.1 Visão geral do modelo	75
4.2 Arquitetura	80
4.3 Modelo de Dados.....	83
4.4 Considerações Finais	85
5 ONTOSALUS: UMA ONTOLOGIA PARA ASSISTÊNCIA EDUCACIONAL UBÍQUA EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS.....	87
5.1 Trabalhos Relacionados às Ontologias para DCNTs	87
5.2 Construindo o Mapa Conceitual	91
5.3 Construindo a Ontologia	97
5.3.1 Determinar o domínio e o escopo da OntoSALUS	98
5.3.2 Considerar a reutilização de ontologias existentes.....	99
5.3.3 Enumerar os termos importantes da ontologia	99
5.3.4 Definir as classes e hierarquia de classes	99
5.3.5 Definir as propriedades das classes	106
5.3.6 Definir as regras (restrições de propriedades).....	108
5.3.7 Criar as instâncias.....	110
5.4 Avaliação da Ontologia.....	112
5.5 Considerações Finais	120
6 ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO	123
6.1 Especificação do Modelo e Construção do Protótipo.....	124
6.2 Objetivo da Avaliação, Bases de Dados e Ferramentas	129
6.3 Seleção de Base de Dados Pública.....	130
6.4 Levantamento de Palavras-Chave.....	133
6.5 Criação da Base de Dados de Conteúdo	134
6.6 Criação da Base de Dados de Lugar	138
6.7 Cálculo do Escore de Risco para CVD.....	140
6.8 Seleção da Amostra para Treino do Modelo	140
6.9 Indicação das Recomendações de Conteúdo e Lugar (Treino)	142
6.10 Execução do Método Estatístico	142
6.11 Avaliação das Recomendações de Conteúdo e Lugar	144
6.12 Considerações Finais	151
7 CONCLUSÕES	153
7.1 Considerações finais	153
7.2 Contribuições	155
7.3 Limitações.....	156
7.4 Trabalhos Futuros	157
7.5 Publicações.....	158
REFERÊNCIAS.....	159
ANEXO.....	186

1 INTRODUÇÃO

Em 2019, a *World Health Organization* (WHO) estimou que 41 milhões de pessoas morreram devido às doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), o equivalente a 74% de um total de 55,4 milhões de pessoas que morreram em todo o mundo (WHO, 2020). De acordo com a WHO (2020), a maioria destas mortes (30,6 milhões dos 41 milhões) foi causada por seis grupos de DCNTs (24,5 milhões). Essas estão entre os dez grupos de doenças classificadas com maior número de mortes: as doenças cardiovasculares (CVDs) representaram 15,1 milhões de mortes (49% do total de mortes por DCNTs), as doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC) representaram 3,2 milhões (10%), câncer de pulmão, brônquio e traqueia corresponderam a 1,8 milhões (6%), doença de Alzheimer e outras demências representaram 1,6 milhões (5%), diabetes 1,5 milhões (5%) e, doença renal crônica 1,3 milhões (4%). Outras DCNTs representaram 16,5 milhões de mortes (WHO, 2020).

Em Março de 2020, o surgimento de uma nova doença infecciosa, a COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*), causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) acometeu a população mundial como um todo (WHO, 2021b). Essa doença, responsável por mais de 5,8 milhões de mortes ao redor do mundo até 16 de Fevereiro de 2022 (WHO, 2022a), gerou um alerta adicional para os cuidados em DCNTs, uma vez que pessoas com essas doenças e suas comorbidades têm maior risco de desenvolver quadros graves da COVID-19 (WHO, 2022b).

As DCNTs representam o principal problema de saúde pública em nível mundial e brasileiro, o que requer altos investimentos em saúde dos setores público e privado (FRANKE, 2017). Os países de alta renda são os mais atingidos, onde 85% das mortes prematuras são causadas por doenças cardiovasculares e demência (WHO, 2021b). O tabagismo, o uso nocivo de bebidas alcoólicas, uma dieta pouco saudável e a falta de atividade física são os principais fatores de risco das DCNTs (WHO, 2013; WHO, 2018a). A redução dos fatores de risco tem sido o principal objetivo da WHO (WHO, 2018a) para prevenção e o controle das mortes causadas pelas DCNTs. Ações têm sido propostas para reduzir o nível de exposição dos indivíduos a estes fatores e, ao mesmo tempo, fortalecer a capacidade das pessoas de fazer escolhas mais saudáveis e seguir padrões de estilo de vida que favoreçam a boa saúde. Desta forma, a prevenção e o controle das DCNTs estão associados à redução dos seus impactos (WHO, 2013; WHO, 2018b). Dados extraídos de uma publicação recente da WHO (2021b), mostram que a mortalidade prematura de indivíduos com idade de 30 a 70 anos, medida pela probabilidade de morrer por umas das DCNTs, teve um quinto de decréscimo, ou seja, diminuiu de 22,9% em 2000 para 17,8% em 2019 (WHO, 2021b). Além de salvar vidas, a redução das mortes ocasionará um impulso ao desenvolvimento econômico dos países (WHO, 2018a).

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) têm um papel importante no desenvolvimento de ações que oportunizam a autogestão e o autocuidado das condições de saúde. *Eletronic Health (e-Health)*, *Ubiquitous Health (u-Health)* ou *Telehealth* referem-se a “serviços e informações de saúde prestados ou aprimorados por meio da Internet e tecnologias relacionadas” (EYSENBACH, 2001). Por sua vez, *Mobile Health (m-Health)* pode ser definido como “o uso de tecnologias de computação e comunicação móvel aplicadas no cuidado à saúde dos indivíduos e cuidado à saúde pública” (FREE et al, 2013). Estas tecnologias podem fornecer aos pacientes serviços para educação em saúde, monitoramento remoto das condições de saúde, comunicação e treinamento, rastreamento de doenças e surtos e apoio à decisão de diagnóstico e tratamento (KIM e XIE, 2017). Além disso, as TICs

possibilitam o acesso às informações através de diferentes recursos digitais em qualquer local e tempo. Neste cenário, a computação ubíqua surge como um modelo computacional que está sempre presente para atender às necessidades do indivíduo, de forma natural e imperceptível. Para isso, o modelo deve estar ciente do contexto (DEY, 2001; DEY et al., 2001), ou seja, deve conhecer informações relativas ao usuário e seu ambiente (WEISER, 1991; SATYANARAYANAN, 2001; BARBOSA, 2015). Esta abordagem tem sido aplicada em diferentes áreas, tais como educação (BARBOSA et al., 2011; BARBOSA et al., 2014; GÓMEZ et al., 2014; HUANG e CHIU, 2015; PU et al., 2016; HEIDRICH et al., 2018), saúde (VIANNA e BARBOSA, 2014; PETRY et al., 2019; VIANNA e BARBOSA, 2019; BAVARESCO et al., 2020; DIAS et al., 2020; MACHADO et al., 2021), bem-estar (VIANNA et al., 2017), acessibilidade (TAVARES et al., 2016; BARBOSA et al., 2018; DA ROSA TAVARES e VICTÓRIA BARBOSA, 2021), agricultura (OLIVEIRA et al., 2014; DE SOUZA et al., 2019; HELFER et al., 2020) e privacidade de dados (LOPES et al., 2020; LUCCA, et al., 2020).

Na área da educação voltada à saúde, desenvolver sistemas educacionais para apoiar atividades de aprendizagem envolvendo as tecnologias da computação ubíqua tem sido um tema de pesquisa (QUINDE et al., 2018; SEYS et al., 2018; QUINDE et al., 2020). A assistência médica ao indivíduo vai além dos consultórios e hospitais. Locais públicos e o lar das pessoas também são espaços onde serviços de saúde e educação podem ser ofertados. Por sua vez, a educação ubíqua (CÁRDENAS-ROBLEDO e PEÑA-AYALA, 2018) tem se mostrado como uma possibilidade no desenvolvimento de sistemas educacionais que suportem atividades de aprendizagem ubíqua (CHEN et al., 2002; BARBOSA, 2007; DA SILVA et al., 2021), levando-se em consideração o contexto do indivíduo (DEY, 2001; DEY et al., 2001). A partir da captura e armazenamento dos dados de contexto é possível criar históricos de contextos (MAYRHOFER, 2005; SILVA et al., 2010; BARBOSA et al., 2016; BARBOSA et al., 2018; BARBOSA, 2019; LIMA et al., 2022) e disponibilizá-los para análise futura (BARBOSA, 2019; FILIPPETTO et al., 2021). Um sistema de educação ubíqua deve ser capaz de entender o comportamento do indivíduo e os parâmetros do mundo real, incluindo tempo e localização, onde a aprendizagem deve ocorrer de forma contínua, contextualizada e significativa (BARBOSA, 2007; HWANG et al., 2008; CÁRDENAS-ROBLEDO e PEÑA-AYALA, 2018; BARBOSA e BARBOSA, 2019).

Ontologias têm sido utilizadas no desenvolvimento de sistemas e pesquisadores têm interesse na sua aplicação devido à necessidade de troca e reuso de informações entre os sistemas e as pessoas. Com ontologias é possível criar terminologias únicas para definir o conhecimento sobre um domínio, de modo que este possa ser compartilhado e reutilizado (GRUBER, 1993). Uma vez definida a ontologia, um sistema pode se comunicar com outro para troca de informações de maneira eficaz e eficiente, característica esta que recebe o nome de interoperabilidade. Um exemplo de ontologia na área da saúde é a *The National Cancer Institute Thesaurus* (NCI Thesaurus - NCI), uma ontologia biomédica desenvolvida de forma colaborativa que fornece uma terminologia de referência sobre doenças relacionadas ao câncer, atendimento clínico, pesquisa em diferentes áreas, informações públicas e atividades administrativas (HARTEL et al., 2005). A colaboração de profissionais de diferentes áreas corroborou para seu desenvolvimento que inclui as definições da *International Classification of Diseases* (ICD-11) da WHO (TUDORACHE, et al., 2013). Algumas aplicações de ontologias na área da saúde são voltadas para sistemas de apoio à decisão para reabilitação de pacientes com doenças crônicas (STEINER et al., 2021), base de conhecimento para pacientes com transtorno do espectro do autismo (MUGZACH et al., 2015), sistemas de recomendação nutricional (ESPÍN et al., 2016; ALIAN et al., 2018; SUBRAMANIASWAMY et al., 2019), sistema de apoio à decisão para ambiente domiciliar (de vida) assistido

(SPOLADORE, 2017; SPOLADORE et al., 2021) e sistema de apoio à decisão clínica para pacientes com diabetes (MADHUSANKA et al., 2020).

1.1 Motivação

No estudo realizado por Cárdenas-Robledo e Peña-Ayala (2018) oportunidades foram destacadas quanto à transformação e disseminação da educação baseada em tecnologia, considerando a disponibilidade de interfaces e recursos acessíveis para incentivar adultos e idosos a praticar a aprendizagem ao longo da vida, considerando qualquer domínio de conhecimento. Além disso, os autores destacaram que o desenvolvimento de aplicativos (*apps*) e conteúdos pode enriquecer as experiências de aprendizagem, explorando ambientes e artefatos como configurações e objetos educacionais, incorporando o aprendizado a tendências como *Cloud*, *Internet of Things* e *Smart Cities*. Os autores ainda mencionam desafios quanto à possibilidade do indivíduo ter uma aprendizagem autêntica e situada através de cenários de aprendizagem híbridos. Nestes cenários, os sistemas devem ser capazes de adaptar e personalizar a aprendizagem de maneira inteligente e aplicar paradigmas de aprendizagem para aprimorar o conhecimento e as habilidades dos indivíduos (CÁRDENAS-ROBLEDO e PEÑA-AYALA 2018).

Sistemas educacionais ubíquos podem ser utilizados para fornecer assistência médica em salas de aula para estudantes, em hospitais para profissionais e pacientes, locais públicos, para indivíduos de um modo geral e lar das pessoas (CÁRDENAS-ROBLEDO e PEÑA-AYALA 2018). Sistemas que suportam a educação ubíqua em saúde de profissionais envolvidos em trabalhos de visita domiciliar, por exemplo, podem ser utilizados no apoio à prática clínica para a formação do indivíduo (GÓMEZ et al., 2014; PU et al., 2016). Outros exemplos de aplicação são destacados em (WEAL et al., 2012; WU et al., 2012; HUANG et al., 2014). Aliado a isso, ontologias podem ser utilizadas para descrever o conhecimento no domínio da assistência educacional em DCNTs, para descrever os elementos e componentes necessários para o desenvolvimento de serviços educacionais, para descrever ações para suporte a prevenção, acompanhamento e tratamento das DCNTs, para descrever os dados sociodemográficos, de saúde e hábitos de vida do indivíduo e para descrever ações de avaliação e feedback para a construção do conhecimento sobre as DCNTs.

Um estudo realizado por Kim e Xie (2017) sobre literacia em saúde na era do *e-Health*, identificou lagunas quanto ao uso de serviços *e-Health* por indivíduos com limitada literacia em saúde, são elas: 1) legibilidade da informação em saúde disponível em *websites*, aplicativos web e aplicativos móveis; 2) opções de tradução dos conteúdos e informações; 3) confiabilidade do sistema; 4) confiabilidade da informação; 5) conteúdo que atenda às necessidades do público-alvo. Nutbeam (1998) descreve uma definição da WHO sobre literacia em saúde como o conjunto de “competências cognitivas e sociais e a capacidade dos indivíduos para ganharem acesso a compreenderem e a usarem a informação de formas que promovam e mantenham a boa saúde” (NUTBEAM, 1998).

Segundo Kim e Xie (2017), a limitada literacia em saúde está associada a fatores pessoais, tais como demográficos e condições de saúde, bem como na dificuldade da utilização dos serviços de *e-Health* disponíveis. Segundo os autores, os indivíduos com pouca literacia em saúde devem ser providos de suporte tecnológico e prático na utilização dos serviços de *e-Health*, sendo estes os que menos utilizam computadores e Internet para obter informações em saúde. Já os indivíduos com limitada literacia em saúde dispendem muito

tempo com informações irrelevantes, não adequadas para sua saúde. Os indivíduos com alta literacia em saúde tendem a não possuir habilidades para busca *online* de informações ou não possuem certeza sobre a qualidade da informação disponível. Em relação às tecnologias, os aplicativos móveis são os mais aceitos pelos indivíduos, considerados fáceis de usar, fornecendo a comunicação e educação em saúde. *Websites* e aplicativos web requerem melhorias nas interfaces e funções disponíveis para facilitar sua utilização (KIM e XIE, 2017). Os serviços de *e-Health* devem ser capazes de oferecer serviços personalizados considerando o nível de conhecimento do indivíduo, além de fornecer informações sobre como acessar os recursos disponíveis seja para obter informações sobre a saúde ou para gerenciamento de doenças. A possibilidade de pesquisar informações úteis e avaliar a qualidade da informação sobre saúde disponível, também devem ser considerados (KIM e XIE, 2017).

Um estudo mais recente realizado por Larentis et al. (2019b) demonstrou que, na última década, pesquisas na área da educação em saúde em DCNTs têm chamado a atenção da comunidade científica principalmente no desenvolvimento de soluções (sistemas) que potencializem a alfabetização da saúde em DCNTs de pacientes com diagnóstico. Este estudo indicou a prevalência de diabetes (60,78%) como doença crônica alvo das pesquisas, seguida de doenças cardiovasculares (8%) e câncer (6%). Além disso, o estudo destacou que 49,02% das soluções utiliza dados dos indivíduos para personalização da assistência educacional, e por outro lado, 50,98% não utilizam (LARENTIS et al., 2019b). Um dos motivos pode ter relação com a capacidade das soluções em capturar estes dados, seja de forma automática e/ou manual. Por fim, o estudo indicou somente um artigo relacionado a educação ubíqua, porém, este não explora a utilização de elementos do contexto do indivíduo. Os autores incentivam pesquisadores da área a explorar oportunidades quanto ao uso da educação ubíqua na assistência em DCNTs.

1.2 Definição do Problema e Questão de Pesquisa

Em setembro de 2015, lideranças mundiais se reuniram na cúpula da *United Nations* (UN) em Nova York e definiram 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) incluídos na 2030 *Agenda for Sustainable Development*¹. De acordo com o compromisso firmado entre os líderes mundiais, nos próximos 15 anos todos os países devem mobilizar esforços para assegurar o cumprimento aos objetivos, de forma a acabar com a pobreza, combater desigualdades sociais e mudanças climáticas (UNITED NATIONS, 2022). Um dos objetivos, que trata da saúde e bem-estar, o ODS 3 tem como objetivo “assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades” (BRASIL.UN.ORG, 2015, p.21). Tratando-se das DCNTs, a meta 3.4, deste objetivo, descreve que “até 2030, reduzir em um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis via prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar” (BRASIL.UN.ORG, 2015, p. 22). Para tanto, ações para reduzir os fatores de risco, incluindo o tabagismo, poluição do ar, dieta pouco saudável, falta de atividade física e uso nocivo do álcool, através da prevenção e tratamento das doenças crônicas devem ser estabelecidas, além da promoção da saúde e do bem-estar mental (WHO, 2018a).

¹ <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Na WHO *Global Conference on NCDs*² foram endereçadas lacunas para aprimorar a coerência das políticas a serem elaboradas para a prevenção e controle das DCNTs, sendo uma delas a importância do uso das TICs para a promoção da *e-Health* e *m-Health* como forma de acelerar a implantação de ações para alcançar a meta 3.4 (WHO, 2017). Destacou-se também que o acesso à educação que promova a alfabetização da saúde em todos os níveis da sociedade e em todos os contextos é um fator importante para a promoção da saúde. A alfabetização em saúde pode incluir o ambiente escolar, que está propício a fornecer uma educação lúdica, onde através de brincadeiras, experimentações e estímulos pode-se promover já na infância e adolescência uma cultura de saúde, que pode ser carregada por toda a vida. A conscientização dos indivíduos sobre a importância da prevenção e controle das DCNTs, apoiada por campanhas públicas também são meios para favorecer e impulsionar mudanças comportamentais e sociais dos indivíduos rumo a uma melhora na sua qualidade de vida (WHO, 2017).

A prevenção e o controle das DCNTs envolvem ações estratégicas incluindo a educação em saúde, modificações dos hábitos de vida e, quando necessário a orientação ao uso de medicamentos, orientação de alimentação equilibrada e saudável, prática de atividade física de modo apropriado e seguro e subtração de fatores de risco, tornando os indivíduos mais autônomos em seu cuidado (FRANKE, 2017). A incorporação destas ações estratégicas tanto de forma individual como coletiva, é fundamental para a melhora da saúde dos indivíduos. Os indivíduos devem tornar-se autônomos em seu cuidado, replicando conhecimentos e atitudes saudáveis. A subjetividade do indivíduo deve ser levada em consideração, assim como a pluralidade que o permeia no contexto da saúde.

Exemplos de soluções encontradas na literatura para a educação em saúde, incluindo as DCNTs foram extraídas do estudo de Larentis et al. (2019b) e estão descritas a seguir. Os exemplos ajudam a contextualizar o problema de pesquisa que esta tese se propõe endereçar. Mendes Neto et al. (2014) propuseram um modelo que fornece conteúdo educacional (oriundos de *sites* da Internet) para portadores de doenças crônicas. O modelo faz uso de uma ontologia (GRUBER, 1993) como repositório semântico para conteúdo e informações de usuários. Hidalgo et al. (2014) criaram o *gIUCModel*, uma aplicação para autogestão de diabetes. A aplicação fornece conteúdo educacional através de um módulo *e-learning* (curso em espanhol sobre diabetes) e serviços para o paciente. Guo et al. (2015) desenvolveram o *Mobile Diabetes Self-Care System*, um sistema que disponibiliza um conjunto de recursos incluindo conteúdo educacional. Vorderstrasse et al. (2015) disponibilizaram uma solução que utiliza comunidades virtuais para que indivíduos interajam com pares e profissionais da área da saúde. Guo (2017) criou um *e-book* que contém oito módulos de conteúdo sobre diabetes. O conteúdo é oriundo de diretrizes definidas por instituições parceiras do projeto. Jacobs et al. (2018) criaram o *MyPath*, um sistema que fornece conteúdo educacional (oriundos de *sites* da Internet e parceiros do projeto) para pacientes com câncer. Hussain e Athula (2018) desenvolveram o *Virtual Diabetes Management System*, um *chatbot* que fornece informações sobre diabetes e ajuda na autogestão dos cuidados com a doença. Uma base de conhecimento foi criada através da extração de informações de textos não estruturados. Cenários contendo diálogos foram construídos para suportar os questionamentos dos pacientes. Almotairi et al. (2018) criaram o *Patient e-learning System*, um sistema que disponibiliza objetos de aprendizagem através de um plano de estudo personalizado para pacientes com doenças crônicas.

² https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13807:who-global-conference-on-ncds-montevideo-uruguay-18-20-october-2017&Itemid=1969&lang=en

Trabalhos mais recentes apontam para uma maior diversidade quanto às soluções para as DCNTs. A solução *Care4myHeart* proposta por Woods et al. (2019) disponibiliza ao indivíduo informação sobre condições, sintomas comuns e tratamentos para insuficiência cardíaca. O indivíduo pode efetuar acompanhamento com equipe médica e um plano de cuidados personalizado é disponibilizado para autogestão. Mohamad Marzuki et al. (2019) propuseram o *ColorApp*, uma solução para educação da comunidade sobre o câncer colorretal. O conteúdo educacional está disponível por meio de texto e vídeo. O aplicativo personaliza recomendações quanto aos níveis de açúcar, pressão arterial e colesterol. Giannoula et al. (2020) desenvolveram um aplicativo para fornecer informações sobre o câncer de tireoide, oriundas de setenta e um artigos utilizados para compor a base de conhecimento. Alharbey e Chatterjee (2019) desenvolveram uma solução para DPOC contendo módulos para educação, redução de riscos e monitoramento da doença. Ainda que, outras doenças crônicas tenham sido consideradas pela comunidade científica, soluções que se propõem a tratar especificamente da diabetes são a maioria (ADU et al., 2020; HADJICONSTANTINO et al., 2020; HUANG et al., 2020; BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021).

De modo geral, observa-se que as soluções apresentadas contêm elementos (conteúdo educacional, material educacional, plano de estudo, plano de cuidado, comunidades virtuais, questionários de avaliação do conhecimento, questionários para avaliação quanto ao uso da solução, chat, envio de e-mail e envio de mensagens) disponíveis na forma de serviços que auxiliam o indivíduo nos cuidados com as doenças crônicas, incluindo a autogestão e autocuidado. Estes elementos se destacam através da personalização que considera informações do indivíduo (sociodemográficas e saúde). Porém, informações sobre hábitos de vida, histórico familiar e histórico de informações do indivíduo são muito pouco exploradas. As informações sociodemográficas são limitadas ao uso da solução. O mesmo ocorre para as informações de saúde, limitadas a dados clínicos, sinais vitais e ingestão de medicamentos. As informações de hábitos de vida e histórico familiar sobre as doenças crônicas são mais exploradas quando as soluções são direcionadas para diabetes. Histórico de informações do indivíduo não são mencionados nos trabalhos citados. A oferta de recursos via solução é limitada dentro da sua proposta, uma vez que recursos disponíveis no entorno do indivíduo (capturados através da sua mobilidade) não são explorados. O uso de informações do indivíduo para personalizar os serviços mostra-se como uma tendência. Aliado a isso, histórico de informações do indivíduo poderiam ser capturados e analisados, através de algoritmos, para auxiliar na gestão proativa das soluções quanto aos cuidados com a saúde do indivíduo. Um exemplo de aplicação seria a oferta de serviços para assistência em saúde por meio de um modelo computacional de educação ubíqua (CHEN et al., 2002; BARBOSA, 2007; DA SILVA et al., 2021).

Diante de um cenário no qual é possível considerar que o conhecimento sobre as DCNTs pode auxiliar e minimizar os impactos dos seus fatores de risco associados, que há uma escassez de soluções na área da educação ubíqua aplicada às DCNTs e que um conjunto de recursos tecnológicos podem ser explorados e utilizados, de maneira integrada, em busca de um objetivo em comum, esta tese propõe um modelo computacional para assistência educacional ubíqua em DCNTs. Os desafios que sustentam a criação deste modelo referem-se a personalização de serviços educacionais para o indivíduo, a utilização das TICs na promoção da saúde, a adesão ao uso de aplicativos móveis pelo indivíduo, a troca e reuso de informações entre sistemas e pessoas, a representação do conhecimento sobre a assistência educacional em DCNTs, a criação de ações para o indivíduo prevenir e/ou evitar a exposição aos fatores de risco das DCNTs e adotar hábitos de vida saudáveis, a criação de ações para

acompanhar o indivíduo no longo prazo, e a formação de um histórico de informações do indivíduo para análise e correlação futura.

O ineditismo desta tese está em apresentar um modelo capaz de fornecer suporte a educação ubíqua (CHEN et al., 2002; BARBOSA, 2007; DA SILVA et al., 2021) em DCNTs incluindo a prevenção e o acompanhamento. A prevenção se refere à criação de ações que visam prevenir o desenvolvimento dos fatores de risco associados às DCNTs, considerando que o indivíduo não tenha o diagnóstico da doença. O acompanhamento considera o desenvolvimento de ações que visam minimizar os impactos da doença existente e que o indivíduo tenha o diagnóstico da doença. A presente tese descreve um modelo computacional que utiliza análise de históricos de contextos (MAYRHOFER, 2005; SILVA et al., 2010; BARBOSA et al., 2016; BARBOSA et al., 2018; BARBOSA, 2019) de indivíduos como mecanismo para auxiliar na assistência educacional ubíqua para atender suas necessidades a longo prazo. A análise de históricos de contextos fornece informações que podem ser utilizadas de forma preventiva no controle aos fatores de risco das doenças. Após o diagnóstico, estas informações são direcionadas ao acompanhamento a longo prazo para a manutenção das condições de saúde incluindo tratamento e medicação.

A partir disso, a presente pesquisa busca responder a seguinte **questão de pesquisa**:

*“Existe a possibilidade de um modelo computacional de **educação ubíqua** baseado em **históricos de contextos** de indivíduos auxiliar na prevenção e no acompanhamento de DCNTs?”.*

Após a definição da questão de pesquisa é defendida a seguinte **hipótese**:

Hipótese de pesquisa – *“É possível definir um modelo computacional para suporte a assistência ubíqua na educação de um indivíduo voltado a prevenção e acompanhamento das DCNTs”.*

1.3 Objetivos

A Seção 1.3.1 apresenta o objetivo geral desta tese e a Seção 1.3.2 descreve os objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo Geral

Considerando a questão de pesquisa e a hipótese apresentadas, o objetivo geral desta tese consiste em definir um modelo computacional, intitulado SALUS³, para assistência educacional ubíqua no âmbito da prevenção e acompanhamento das DCNTs.

1.3.2 Objetivos Específicos

³ O nome SALUS refere-se na mitologia romana como a deusa da saúde, assim como Hígia, a deusa da saúde na mitologia grega (WIKIPEDIA, 2022). No dicionário de Latim, SALUS tem como significado saúde, bem-estar físico e cura (DICIONARIODELATIM, 2022).

Nesse sentido busca-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar um estudo sobre educação ubíqua, contextos e históricos de contextos, computação ubíqua, ontologias, DCNTs e seus fatores de risco e como estes estão relacionados com o objetivo geral desta tese;
- b) Identificar trabalhos que utilizam TICs na assistência educacional ubíqua em DCNTs com objetivo de conhecer as tecnologias utilizadas, doenças crônicas alvo dos estudos, abrangência da assistência educacional e resultados obtidos;
- c) Especificar um modelo computacional para assistência educacional ubíqua em DCNTs. O modelo deve considerar informações sociodemográficas, de saúde, hábitos de vida e histórico familiar e utilizá-las como parâmetros para compor históricos de contextos de indivíduos;
- d) Identificar trabalhos relacionados a ontologias na área da educação em DCNTs através de uma pesquisa bibliográfica para conhecer as metodologias, ferramentas e motores de inferência utilizados na construção das ontologias, assim como avaliações realizadas e resultados obtidos;
- e) Especificar uma ontologia para representar o conhecimento no domínio da assistência educacional ubíqua em DCNTs;
- f) Avaliar a ontologia através da verificação de consistência e completude. A verificação de consistência se dá por meio da utilização de motores de inferência. Já a verificação de completude é realizada por meio de consultas SPARQL, que respondem um conjunto de questões de competências formuladas para o domínio da ontologia;
- g) Avaliar o modelo através da construção de um protótipo com elementos que tornem possível seu uso na avaliação;
- h) Apresentar as conclusões, incluindo as considerações finais e contribuições do modelo, suas limitações e trabalhos futuros e, por fim as publicações obtidas.

1.4 Método

A partir da definição do modelo computacional para assistência educacional ubíqua no âmbito da prevenção e acompanhamento de DCNTs e da construção de um protótipo foi possível fazer uma avaliação para o teste da hipótese definida na Seção 1.2. A avaliação foi direcionada a indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares. Para tanto foi utilizado o seguinte método de pesquisa para desenvolvimento desta tese:

- a) Primeiramente foi realizado um estudo sobre os temas estratégicos da pesquisa, incluindo educação ubíqua, contexto e históricos de contextos, computação ubíqua, web semântica, ontologias, DCNTs e seus fatores de risco e saúde ubíqua. O estudo foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica em base de dados públicas;

- b) A segunda etapa envolveu a pesquisa dos trabalhos relacionados. Um mapeamento sistemático (COOPER, 2016) da literatura foi realizado através de palavras-chave relacionadas aos temas estratégicos. O resultado do mapeamento possibilitou identificar lacunas e oportunidades de pesquisa na aplicação da computação na educação para assistência em DCNTs. Adicionalmente, uma pesquisa bibliográfica complementar (incluindo trabalhos entre os anos de 2019 e 2021) foi realizada. A partir dos artigos e resultados obtidos, foram elencados os trabalhos relacionados ao modelo SALUS. Um quadro comparativo foi elaborado para apresentar as semelhanças e diferenças entre os trabalhos;
- c) Na terceira etapa foi especificado o modelo, incluindo a definição conceitual, sua arquitetura e o modelo de dados;
- d) Na quarta etapa foi especificada a ontologia para uso no modelo, incluindo o levantamento dos trabalhos relacionados as ontologias para DCNTs, a construção do mapa conceitual, a especificação e implementação da ontologia. Por fim, foi conduzida uma avaliação através de motores de inferência e consultas SPARQL;
- e) A quinta etapa consistiu em avaliar o modelo por meio de um protótipo para teste de funcionalidade referente à criação de um serviço para recomendação de conteúdo e lugar para indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares. A avaliação foi realizada com dados extraídos de uma base de dados pública constituída de dados históricos de saúde de indivíduos;
- f) Na última etapa foram documentados os resultados obtidos e consolidadas as publicações da tese. As conclusões foram destacadas, assim como as contribuições e limitações do modelo e os trabalhos futuros.

1.5 Organização da Tese

Esta tese está organizada em setes capítulos, sendo o primeiro constituído da introdução. Os demais capítulos são descritos a seguir:

- a) Capítulo 2: Fundamentação Teórica – apresenta o referencial teórico que sustenta esta tese;
- b) Capítulo 3: Trabalhos Relacionados – descreve o estudo do mapeamento sistemático, uma pesquisa bibliográfica complementar ao estudo, descreve de forma resumida os trabalhos relacionados, apresenta um comparativo incluindo as características, funcionalidades, diferenciais e considerações finais;
- c) Capítulo 4: SALUS – contém a descrição conceitual do modelo, arquitetura, modelo de dados e considerações finais;
- d) Capítulo 5: OntoSALUS – apresenta os trabalhos relacionados a ontologia, a metodologia de desenvolvimento, uma avaliação contendo inferências e consultas e considerações finais;

- e) Capítulo 6: Aspectos de desenvolvimento e avaliação – apresenta a metodologia utilizada no desenvolvimento da avaliação do modelo, incluindo as etapas, atividades realizadas, resultados obtidos e considerações finais;
- f) Capítulo 7: Conclusões – descreve as considerações finais, as contribuições, limitações, trabalhos futuros e publicações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo sistematiza os principais conceitos utilizados no desenvolvimento do modelo apresentado nesta tese, intitulado SALUS. Primeiramente é apresentada uma síntese sobre educação ubíqua e algumas pesquisas associadas quanto à sua aplicação. Posteriormente, são abordados os conceitos de contexto e históricos de contextos, temas considerados estratégicos no desenvolvimento de sistemas ubíquos. Em seguida é apresentada uma breve descrição sobre computação ubíqua para reforçar a inserção desta tese no desenvolvimento de sistemas ubíquos. Uma apresentação dos conceitos principais sobre Web Semântica e Ontologias é descrita na sequência. Por fim, são abordados os fundamentos teóricos das DCNTs, apresentando seus fatores de riscos, bem como o conceito de saúde ubíqua, com o objetivo de contextualizar a importância das TICs na área da saúde.

2.1 Educação Ubíqua

As crescentes transformações impulsionadas pelas TICs trazem consequências importantes, assim como desafios nos processos de ensinar e aprender, seja nos contextos formais (escolas) e não formais (empresa) de educação. Mudanças e transformações atingem a sociedade, as organizações e as empresas como um todo (SACCOL et al., 2010). Novas possibilidades surgem no contexto educacional através do uso de dispositivos móveis, tecnologias de comunicação móvel sem fio, sensores e mecanismos de localização. Mudanças no paradigma de ensino e aprendizagem são identificadas através da educação a distância (ou *e-learning*), da educação móvel (ou *m-learning*) e, mais recentemente, da educação ubíqua (ou *u-learning*) (SACCOL et al., 2010).

Segundo Saccol et al. (2010), na educação a distância, a aprendizagem ocorre através do uso de ambientes de aprendizagem acessíveis por redes de computadores. Já a educação móvel permite ao indivíduo o acesso às informações em qualquer lugar, apoiado pelas TICs, tendo como elemento principal a mobilidade do indivíduo. O uso de dispositivos móveis sem fio promove a comunicação e a interação *on-line* entre indivíduos e destes com o seu contexto. Por sua vez, na educação ubíqua é possível criar um ambiente de aprendizagem que utiliza recursos funcionais através de conexões sem fio, tecnologias de sensores e de localização.

Segundo Cárdenas-Robledo e Peña-Ayala (2018), o termo “educação ubíqua” é relativamente jovem, sendo um tema de pesquisa que converge para diversas disciplinas, tais como educação, pedagogia, psicologia, ciência da computação e TICs, cujo objetivo principal é o desenvolvimento de sistemas que apoiam as atividades de aprendizagem do indivíduo em qualquer momento, qualquer lugar e qualquer modo.

Na literatura, diversos autores conceituam a educação ubíqua. Segundo Barbosa (2007), a educação ubíqua integra o indivíduo com o ambiente em seu entorno, conectando objetos reais e virtuais, pessoas e eventos, auxiliando na aprendizagem contínua, contextualizada e significativa (BARBOSA, 2007; BARBOSA e BARBOSA, 2019).

Segundo Hwang et al. (2008, p. 3), a educação ubíqua representa,

aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer tempo, onde o ambiente de aprendizagem permite aos aprendizes acessar conteúdo em qualquer localização e qualquer tempo, não importando se os dispositivos móveis e de comunicação estão funcionando ou não.

De acordo com Yahya et al. (2010, p. 120),

a educação ubíqua é um paradigma de aprendizagem que ocorre em um ambiente de computação ubíqua que possibilita aprender a coisa certa no tempo e lugar certos e da forma correta.

Alguns autores estabeleceram características do processo educacional em um contexto ubíquo (CHEN et al., 2002; CURTIS et al., 2002; OGATA e YANO, 2004; CHIU et al., 2008; HWANG et al., 2008; YAHYA et al., 2010). Yahya et al. (2010) analisaram estas características e identificaram similaridades e sobreposições. Sendo assim, propuseram uma combinação das ideias destes autores e definiram cinco características para sistemas voltados para a educação ubíqua (YAHYA et al., 2010):

- **Permanência:** a informação é mantida, a não ser que seja excluída pelo indivíduo, propositalmente;
- **Acessibilidade:** a informação está sempre disponível, sempre que o indivíduo precisar;
- **Imediatismo:** a informação pode ser recuperada imediatamente pelo indivíduo;
- **Interatividade:** os indivíduos podem interagir uns com os outros, com professores, com especialistas com eficiência e efetividade através de diferentes mídias;
- **Consciência do contexto:** o ambiente pode ser adaptável a situação real do indivíduo para fornecer informação que atenda às suas necessidades.

Os sistemas cientes do contexto devem considerar cinco dimensões para perceber o contexto do indivíduo e se adaptarem, ou seja, o sistema precisa saber Quem, O que, Quando, Onde e Por Quê (ABOWD e MYNATT, 2000). Um ambiente de educação ubíqua também deve considerar estas dimensões, apoiado por recursos computacionais proativos com suporte a ubiquidade. Além disso, o ambiente de aprendizagem deve se adaptar aos recursos, de forma contínua e transparente, e ser favorável para a aprendizagem (BARBOSA e BARBOSA, 2019).

Segundo Barbosa (2007), um ambiente voltado para a educação ubíqua deve suportar, ao menos, os quatro elementos listados a seguir:

- **Mobilidade do indivíduo e acesso aos recursos educacionais:** a mobilidade do aprendiz deve ser considerada através de vários contextos. Recursos educacionais devem estar acessíveis de qualquer lugar, disponíveis em vários formatos, considerando a heterogeneidade de dispositivos e redes de comunicação;

- **Consciência do contexto que envolve o indivíduo:** o suporte a ciência do contexto do indivíduo deve ser considerado. O sistema deve agir proativamente, sugerir e indicar objetos presentes no cenário em tempo real e que são de interesse do indivíduo. O processo educacional ocorre de forma contextualizada, permitindo o relacionamento de informações de contexto (por exemplo, um local de interesse do indivíduo pode estar próximo ao local que ele se encontra) com os objetivos educacionais do indivíduo (interesse por algum serviço no local indicado);
- **Adaptação:** as necessidades do indivíduo mudam em função dos seus objetivos, assim, devido à dinamicidade dos ambientes ubíquos, é importante que o sistema ofereça mecanismos de assistência ao indivíduo no ambiente, filtrando e fornecendo informações conforme suas preferências, ambientes que acessa e recursos tecnológicos utilizados, em direção a uma interação mais significativa;
- **Permanência do processo educacional:** o indivíduo, através da mobilidade, move-se entre vários ambientes e aprende de forma constante. Considerando isso, é importante identificar sua mobilidade e permitir que elementos em uso pelo indivíduo, estejam sempre presentes, onde quer que ele esteja.

Considerando a definição do termo Ubíquo (DICIO, 2022), que refere-se a algo “que é onipresente; que pode ser encontrado em todos os lugares; que está em toda e qualquer parte”, as características dos sistemas voltados para a educação ubíqua e seus elementos, espera-se que o indivíduo tenha autonomia sobre seu aprendizado e que o processo educacional ocorra de modo onipresente, ou seja, tanto ensino quanto aprendizagem devem ocorrer a qualquer lugar e hora, de forma contínua e adaptada com o contexto do indivíduo (CHEN et al., 2002; THOMAS, 2005).

2.2 Contexto e Históricos de Contextos

Considerando o cenário onde os sistemas computacionais devem considerar os elementos relacionados à localização de recursos e do usuário e tornar-se sensíveis a percepção da situação em que a computação está inserida, a adaptação surge como um elemento fundamental (SATYANARAYANAN, 2001). Para Satyanarayanan (2001), a mobilidade incentiva a adaptabilidade. A ciência da localização dos usuários e das informações do ambiente onde estão inseridos devem ser utilizadas, de forma dinâmica, na configuração dos sistemas (BARBOSA e BARBOSA, 2019). Por exemplo, um indivíduo carregando seu dispositivo móvel pode receber informações de oportunidades educacionais disponíveis no ambiente em que está inserido, como a indicação de informações sobre locais para realizar uma refeição e praticar esportes, e também a indicação de outros indivíduos que estão no ambiente e que podem auxiliá-lo na aprendizagem.

A chamada computação ciente do contexto (ou *Context-aware Computing*) surge como uma tecnologia que se adapta a explorar oportunidades, fazendo uso das características relacionadas ao usuário e ao ambiente (DEY, 2001; DEY et al., 2001). Desta forma, serviços podem ser ofertados usando informações de contextos específicos.

Segundo Dey (2001, p. 5),

contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, um lugar, ou um objeto que é considerado relevante para a interação entre o usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a aplicação em si.

Um sistema ciente do contexto deve ser capaz de obter as informações de contexto, processá-las e utilizá-las para aprimorar e personalizar os serviços ofertados, facilitando a interação do usuário com o sistema (BARBOSA e BARBOSA, 2019). Conforme Dey, “um sistema é ciente do contexto se utiliza o contexto para fornecer informações e/ou serviços relevantes para o usuário, onde a relevância depende da tarefa do usuário” (DEY, 2001, p. 5). O autor também define três categorias de recursos que um sistema ciente do contexto deve suportar: a) apresentação, ou seja, apresentação das informações e serviços para o usuário; b) execução, ou seja, execução automática de um serviço para o usuário; c) marcação, ou seja, marcação de contexto para informação, para suportar recuperação posterior (DEY, 2001).

Sistemas cientes do contexto também devem ser capazes de identificar, adquirir e tratar os elementos que caracterizam o contexto. Para obter as informações do contexto, Abowd e Mynatt (2000), descrevem cinco dimensões, sendo elas:

- **Quem.** Informações de contexto de outros usuários e aspectos sociais presente em um ambiente compartilhado devem ser utilizadas pelos sistemas;
- **O que.** Capacidade de perceber e interpretar as ações do usuário. Identificar o que um usuário está fazendo em um determinado instante de tempo é uma tarefa considerada bastante complexa;
- **Onde.** A localização é um elemento fundamental nos sistemas cientes do contexto. Essa informação é também associada às dimensões, tais como temporal (quando) e identificação (quem), provendo novas funcionalidades as aplicações. O uso destas informações possibilita inúmeras situações diferentes para o usuário;
- **Quando.** O aspecto temporal é utilizado para organizar os registros capturados ou para informar por quanto tempo um usuário esteve em um determinado local;
- **Porque.** Capacidade de entender o porquê da ação do usuário é um dos principais desafios da computação ciente do contexto e envolve o raciocínio sobre as demais dimensões.

Para Dey et al. (2001), o objetivo de conhecer o contexto é determinar qual atividade um usuário está tentando realizar, visto que é difícil determinar diretamente os objetivos do usuário, sendo assim, dados do contexto podem ajudar e inferir esta informação. Devido à diversidade de informações que podem compor o contexto Dey et al. (2001) propõem uma classificação dividida em quatro categorias: **identidade**, **localização**, **situação** ou **atividade** e **tempo**. A **identidade** refere-se à capacidade de atribuir um identificador único para cada entidade. Uma entidade refere-se a lugares, pessoas e coisas. **Localização** refere-se à posição atual da entidade, pode abranger dados de orientação, elevação, coordenadas relativas e absolutas. A **situação** ou **atividade** refere-se às características da entidade. Por exemplo, para lugares pode ser a temperatura ou a umidade, para pessoas pode ser seus sinais vitais ou uma

atividade a qual está envolvida e para coisas podem ser dados de sensores. Por fim, o **tempo** indica o momento em que uma situação ou atividade ocorreu ou ainda, o momento que os dados contextuais foram capturados. Este registro permite uma análise histórica dos dados contextuais registrados, para correlações futuras (DEY et al., 2001).

Os dados de contexto podem ser capturados e armazenados em estruturas computacionais, criando um histórico que pode ser tratado e analisado, gerando informações úteis. O armazenamento de históricos de contextos (ou *Context histories*) de uma entidade constitui o que alguns autores denominam de trilha (ou *Trail*) (MAYRHOFER, 2005; SILVA et al., 2010; BARBOSA et al., 2016; BARBOSA et al., 2018; BARBOSA, 2019). Segundo Mayrhofer (2005), históricos de contextos podem ser entendidos como uma coleção de contextos passados, associados às ações de indivíduos (entidade). Novas possibilidades podem ser vislumbradas para o desenvolvimento de sistemas computacionais que exploram o ambiente e a mobilidade do indivíduo. Tanto o contexto quanto suas informações contextuais possuem diversas fontes, tais como sensores de localização, sensores de temperatura, tecnologias vestíveis (ou *Wearables*) dentre outros.

Exemplos da aplicação de históricos de contextos incluem o modelo *eProfile*, apresentado por Wagner et al. (2014), que utiliza históricos de contextos para a geração dinâmica de perfis através de inferências de regras para diferentes tipos de aplicações. Rosa et al. (2015) desenvolveram um modelo chamado *MultCComp* para gerenciamento de competências de empregados, que utiliza dados de históricos de contextos para auxiliar no desenvolvimento de competências. O modelo *Oracon* proposto por Rosa et al. (2016) prevê contextos futuros de uma entidade a partir de inferências sobre históricos de contextos presentes e passados. O modelo *RecSim* proposto por Wiedmann et al. (2016) realiza recomendações de objetos de aprendizagem usando similaridade de sessões (armazenadas em históricos). O *RecSim* utiliza a técnica *Dynamic Time Warping* (DTW) para analisar a semelhança da sessão atual do usuário com históricos de sessões armazenadas em um repositório de históricos de sessões. Bavaresco et al. (2020) apresentaram o *RevitalMe*, um modelo para auxiliar na psicoterapêutica do comportamento humano. O modelo utiliza dados de históricos de contexto do indivíduo para classificar seu estado psicológico e associa este ao seu comportamento. O modelo gera *insights* visuais que auxiliam na assistência da saúde mental do indivíduo. O modelo *DCARE* apresentado por Machado et al. (2021) consiste em um ambiente inteligente baseado em IoT para auxiliar pessoas com doença de Alzheimer. O modelo utiliza dados de históricos de contextos para identificar semelhanças entre comportamentos de pacientes e relaciona com os Sintomas Psicológicos e Comportamentais de Demência (SPCD). O modelo acompanha as atividades diárias do paciente através da coleta de informações e gera predições de contextos analisando os dados históricos. Desta forma, o modelo fornece suporte aos cuidadores nas atividades de preservação da saúde e cuidado com o paciente. Nesta tese, será adotado o termo “históricos de contextos” para representar a base histórica de contextos que foram visitados por uma entidade.

2.3 Computação Ubíqua

Mark Weiser (1991) introduziu o termo computação ubíqua (ou *Ubiquitous Computing*) na década de 1990 na qual descreveu um ambiente computacional altamente distribuído e integrado, saturado de dispositivos, onde a noção de computação pessoal desaparece. Nesta abordagem, o computador torna-se parte da cultura, é algo comum, e está praticamente em toda parte, nos assistentes pessoais, roupas, utensílios domésticos e carros

(WEISER, 1991). Conforme dito por Mark Weiser (1991), “as tecnologias mais profundas e duradouras são aquelas que desaparecem. Elas dissipam-se nas coisas do dia-a-dia até tornarem-se indistinguíveis” (WEISER, 1991, p. 94-104).

Dez anos depois, Satyanarayanan (2001) descreveu a computação ubíqua como uma evolução dentro da computação, tendo sido precedida pelos campos de estudos de sistemas distribuídos e computação móvel. Posteriormente, Satyanarayanan (2010) afirma que a computação móvel tem sido considerada como a disponibilidade da “informação na ponta dos dedos a qualquer momento e em qualquer lugar” (SATYANARAYANAN, 2010, p. 1).

A computação móvel é o ponto de partida da computação ubíqua que herda os conceitos dos seus predecessores, e adiciona mais alguns, que segundo Satyanarayanan (2001) são:

- **Espaços inteligentes**, ou seja, o aproveitamento da infraestrutura computacional existente em um local;
- **Invisibilidade**, ou seja, a capacidade de um sistema ser utilizado e não ser percebido;
- **Escalabilidade localizada**, ou seja, utilização e demanda por recursos próximos;
- **Mascaramento de condições desiguais**, ou seja, a existência de espaços inteligentes com menor capacidade e riqueza de recursos que outros.

Em linhas gerais, a interação com uma variedade de dispositivos, sistemas e tecnologias para acesso e processamento da informação corrobora com a necessidade dos sistemas computacionais tornarem possível a interação entre esses elementos e fornecer aos indivíduos acesso imediato e transparente a informação, tornando possível a execução de tarefas (WEISER, 1991; SATYANARAYANAN, 2001; BARBOSA, 2015). Tornar a computação parte integrante do ambiente físico do usuário e ofertar serviços personalizados, é uma realidade possível. A evolução e o uso integrado das tecnologias concretizam as visões introduzidas por Weiser e Satyanarayanan acelerando a adoção da computação ubíqua (BARBOSA e BARBOSA, 2019).

Conforme Barbosa e Barbosa (2019),

na computação ubíqua, a computação e seus diversos sistemas podem interagir com o ser humano a todo o momento, não importando onde ele esteja, constituindo um ambiente altamente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel e interativo. Neste modelo, as aplicações precisam entender e se adaptar ao ambiente, compreender o contexto em que estão inseridas e estarem disponíveis ao usuário, em qualquer lugar onde este se encontre, a qualquer tempo, mantendo o acesso à rede e a seu ambiente computacional, independentemente de dispositivo. Em um cenário em que a informação encontra-se disponível de forma globalizada, o principal desafio de um sistema ubíquo é não somente disponibilizar a informação para qualquer pessoa, em qualquer lugar e com vários formatos, mas especificamente disponibilizar a informação certa, no momento certo e da maneira correta.

Um exemplo de aplicação da computação ubíqua na área da saúde é o U’Ductor proposto por Vianna e Barbosa (2014). O U’Ductor é um modelo para cuidado ubíquo de DCNT, cujo objetivo é facilitar a integração entre pacientes e recursos da comunidade e organizações de saúde. O modelo oferta recursos, considerando o suporte a comunicação e autogestão do paciente (VIANNA e BARBOSA, 2014). Petry et al. (2019) propôs um modelo

ubíquo para assistir o tratamento de pessoas com depressão. Vianna e Barbosa (2019) apresentaram um modelo escalável para construir aplicações para prevenção de DCNTs, e Dias et al. (2020) criaram um modelo para cuidado ubíquo de pacientes com sintomas de estresse, ansiedade e depressão.

2.4 Web Semântica

O termo Web Semântica (WS) surgiu no início do século 21, em 2001, quando Berners-Lee et al. (2001) introduziram o termo como uma extensão da *Word Wide Web*, ou simplesmente Web. Ao longo dos anos, uma imensurável quantidade de dados tem sido processada nas páginas da Internet, gerando informações. Para que os programas de computador pudessem entender as estruturas das páginas e o formato dos textos inseridos nelas, foi desenvolvida a WS (BERNERS-LEE et al., 2001). Uma proposta na qual tornaria a informação acessível e compreensível tanto para humanos quanto para máquinas.

A *Word Wide Web Consortium*⁴ (W3C) consórcio responsável por desenvolver padrões para a Web estabeleceu o uso do *eXtensible Markup Language*⁵ (XML) como um padrão para estruturação e padronização dos dados. Já para a tratativa da relação entre os indivíduos e a semântica dos dados, a W3C indica o uso de duas linguagens: *Resource Description Framework Schema*⁶ (RDFS) e *Web Ontology Language*⁷ (OWL).

O *Resource Description Framework* (RDF) refere-se ao modelo de dados independente de domínio (ANTONIOU et al., 2012, Capítulo 3). O RDF permite representar informações relacionadas aos dados por meio de triplas, formadas por sujeito (recurso), propriedade (predicado) e objeto (valor/declaração) (BERNERS-LEE et al., 2001). O RDF utiliza o XML para representações sintáticas, ou seja, os elementos definidos no RDF são mapeados para elementos XML. Já o RDFS é uma extensão semântica do RDF, utilizado para representar elementos de um domínio. O RDFS permite a definição de conceitos tais como classes, propriedades e suas restrições, hierarquia entre classes e declaração para propriedades (ANTONIOU et al., 2012, Capítulo 3).

A OWL é uma linguagem declarativa da WS capaz de descrever o conhecimento sobre “coisas” de forma lógica. A OWL permite a criação de um vocabulário para descrição de propriedades e classes, possibilitando a inclusão de relacionamentos entre classes, cardinalidade, igualdade, características, entre outros (SMITH et al., 2004). A W3C recomenda o uso da OWL 2⁸, uma versão estendida da OWL, como linguagem padrão para a codificação de ontologias, sendo esta uma extensão do RDF e RDFS (ANTONIOU et al., 2012).

A OWL está dividida em três sub-linguagens de acordo com sua expressividade. Sendo estas projetadas para uso por uma comunidade específica de programadores e usuários. A primeira, a OWL Lite, suporta valores de cardinalidade 0 ou 1 para restrições simples e

⁴ <https://www.w3.org/>

⁵ <https://www.w3.org/XML/>

⁶ <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

⁷ <https://www.w3.org/OWL/>

⁸ <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

permite classificação hierárquica. A segunda, a OWL DL, suporta máxima expressividade, garantindo completude e decidibilidade. Inclui todas as construções da OWL, mas requer a definição de restrições. Por fim, a OWL Full permite máxima expressividade e dá suporte a liberdade sintática do uso do RDF. Tanto a OWL Lite, quanto a OWL DL estão contidas dentro da OWL Full, ou seja, uma ontologia definida numa linguagem menos expressiva é aceita por uma linguagem mais expressiva (SMITH et al., 2004).

2.5 Ontologias

O termo ontologia ganhou popularidade na comunidade científica na década de 1990. Sua origem veio da filosofia, definido como uma disciplina dedicada à natureza e à existência dos elementos (GRUBER, 1993). Alguns autores discutiram e apresentaram suas definições tendo em vista que seu significado era muito vago e o termo era utilizado de diferentes maneiras (NECHES et al., 1991; GRUBER, 1993; GUARINO e GIARETTA, 1995; BORST, 1997; STUDER et al., 1998; GÓMEZ-PÉREZ, 1999).

Uma das primeiras definições encontradas na literatura é apresentada por Neches et al. (1991) sendo, “uma ontologia define os termos básicos e as relações que formam um vocabulário de tópicos de uma área, bem como as regras para combinar termos e relações definindo assim extensões para este vocabulário”.

Para Gruber (1993), uma ontologia pode ser definida como uma “especificação explícita de uma conceitualização”. Guarino e Giaretta (1995) discutem e apresentam diferentes sentidos para o termo ontologia em relação aos níveis de abstração. Rezgui (2007) descreve em seu artigo que uma boa definição para ontologias pode ser encontrada em Corcho et al. (2003). Corcho et al. (2003) apresentam uma definição que relaciona os conceitos apresentados pelos autores Gruber (1993) e Borst (1997), sendo esta a mais adotada pela comunidade científica e utilizada nesta tese, ou seja, “uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”.

Rezgui (2007, p. 379), em seu artigo, apresenta uma descrição mais detalhada contendo o significado dos termos utilizados na definição de Gruber (1993) e Borst (1997). Esta descrição foi extraída do artigo de Studer et al. (1998, p. 18),

conceitualização refere-se a um modelo abstrato que representa algum fenômeno no mundo real capaz de identificar os conceitos relevantes com este fenômeno. Explícita significa que os conceitos utilizados, suas relações e restrições de uso, devem ser definidos de forma clara e objetiva. Formal refere-se ao fato de que a ontologia deverá ser processada por máquinas, excluindo a linguagem natural. Compartilhada significa que a ontologia captura o conhecimento consensual, isto é, não é privado de algum indivíduo, mas aceito por um grupo.

De acordo com Gruber (1993), uma ontologia é formada por cinco elementos básicos: classes ou conceitos, relações, funções ou propriedades, axiomas e instâncias. Estes elementos são descritos com mais detalhes por Gómez-Pérez (1999) e apresentados a seguir:

- As **classes** são utilizadas para representar os conceitos de um domínio. As classes e uma hierarquia entre estas classes (subclasses) são organizadas através de uma taxonomia. Um exemplo de hierarquia entre as classes

“Pessoa”, “Mulher” e “Homem” é que as classes “Mulher” e “Homem” são subclasses da classe “Pessoa”;

- As **relações** representam as interações entre as classes, ou seja, a interação entre os conceitos de um domínio. Como exemplo, uma relação entre as classes “Homem” e “Mulher” é a relação “tem_esposa”;
- As **propriedades** são relações em que n elementos tem uma relação única com um outro elemento. Por exemplo, a relação “tem_esposa” também é uma propriedade que se refere a relação entre as classes “Homem” e “Mulher”;
- **Axiomas** são utilizados para modelar sentenças que sempre são verdadeiras. Um exemplo seria afirmar que toda pessoa tem uma mãe;
- **Instâncias** são usadas para especializar as classes, ou seja, representar os indivíduos. Exemplos de instâncias para as classes “Mulher” e “Homem” seriam “Maria” e “João”.

Gruber (1995) propõe cinco princípios de projeto que podem ser utilizados no desenvolvimento de ontologias cujo propósito é compartilhar o conhecimento e a interoperabilidade entre programas. Os princípios são apresentados a seguir:

- **Clareza:** a ontologia deve claramente descrever e comunicar o significado dos termos definidos. As definições devem ser objetivas e independentes do contexto social e computacional. Além disso, devem ser documentadas em linguagem natural;
- **Coerência:** a ontologia deve sancionar inferências que são consistentes com as definições, ou seja, uma vez definida uma regra, as inferências geradas devem estar de acordo com o que se espera sobre o domínio representado;
- **Extensibilidade:** os termos de uma ontologia devem ser projetados para que possam ser atualizados e/ou reutilizados. A extensibilidade refere-se à capacidade de incluir novos elementos sem a necessidade de rever os elementos existentes;
- **Mínima codificação:** a conceitualização da ontologia deve ser restrita ao nível de conhecimento, independente da linguagem de desenvolvimento;
- **Mínimo compromisso ontológico:** os termos de uma ontologia devem ser minimamente definidos para que o conhecimento possa ser compartilhado.

Seguindo as definições de Gruber (1995), Rezgui (2007) apresentou um conjunto de recomendações que podem ser utilizadas de forma mais geral a qualquer projeto de ontologias que são:

- a) A ontologia não deve ser desenvolvida do zero, deve-se reutilizar recursos semânticos pré-estabelecidos do domínio de conhecimento;
- b) A ontologia deve ser construída colaborativamente em um ambiente multiusuário;
- c) Deve-se garantir suporte total durante todo o ciclo de vida de desenvolvimento da ontologia, ou seja, uma informação produzida deve estar disponível para todos os envolvidos;

- d) A ontologia deve ser construída de modo incremental com o envolvimento dos usuários finais;
- e) A ontologia deve ser flexível e compreensível para acomodar diferentes cenários de negócios;
- f) A ontologia deve ser amigável, ou seja, fácil de usar e fornecer uma conceitualização do domínio que está representando;
- g) A ontologia deve permitir expansão futura.

2.5.1 Classificação das Ontologias

Quanto à classificação das ontologias encontradas na literatura pode-se destacar a classificação quanto ao conteúdo representado (VAN HEIJST et al., 1997) e quanto à hierarquia (GUARINO, 1997; GUARINO, 1998).

Van Heijst et al. (1997) destaca em seus estudos três categorias de ontologias para representação do conteúdo: ontologias terminológicas, ontologias de informação e ontologias para modelagem do conhecimento. As ontologias terminológicas especificam os termos que representam o conhecimento sobre um domínio. Estes termos referem-se, por exemplo, a tesouros. Um tesouro é uma lista classificada de termos sobre um domínio, podendo ser palavras-chave, sinônimos e traduções (VAN REES, 2003). As ontologias de informação especificam a estrutura de um registro de banco de dados. Já as ontologias para modelagem de conhecimento descrevem as conceitualizações do conhecimento e possuem uma estrutura interna complexa e semanticamente rica. São refinadas e podem ser estendidas para promover uma ampla utilização.

Guarino (1997, 1998) sugere uma classificação para ontologias de acordo com o nível de generalidade, ou seja, as ontologias podem ser classificadas como: ontologias de alto nível, ontologias de domínio e de tarefa e ontologias de aplicação. As ontologias de alto nível descrevem conceitos gerais como espaço, tempo, matéria, objeto, eventos e ações, sendo estes independentes de um domínio. As ontologias de domínio descrevem um vocabulário genérico sobre um domínio, tais como doenças crônicas e vírus. Já as ontologias de tarefa representam uma tarefa ou atividade genérica atribuída a um domínio, tais como diabetes e coronavírus. A partir de uma ontologia de alto nível é possível reutilizar e/ou especializar os termos definidos. As ontologias de aplicação descrevem um vocabulário sobre um domínio e/ou tarefa. Normalmente especializam uma ontologia de alto nível e seus conceitos correspondem ao domínio que representam.

2.5.2 Metodologias, Ferramentas e Motores de Inferência

Metodologias foram criadas ao longo dos anos e disponibilizadas para uso da comunidade científica. Não existe um consenso comum sobre qual metodologia deve ser utilizada ou qual é a mais apropriada ou adequada para uso. Nesta tese, a autora apresenta e descreve um pouco sobre cada uma destas metodologias, que são:

- a) Metodologia *Toronto Virtual Enterprise* (TOVE) de Grüninger e Fox (1995): a metodologia proposta por Grüninger e Fox em 1995 foi criada com base na

experiência do projeto TOVE. O projeto tinha como objetivo criar um modelo de senso comum sobre processos de negócios (empresarial), sendo assim, ontologias foram criadas para especificar modelos de atividades em organizações públicas e privadas. A proposta da metodologia é criar uma sequência linear de etapas, culminando com a entrega da ontologia;

- b) Método de Uschold e King (1995): proposto inicialmente por Uschold e King (1995), o método foi estendido por Uschold e Grüninger (1996) no desenvolvimento da *Enterprise Ontology*. A ontologia foi criada para descrever processos de modelagem no domínio corporativo. A metodologia segue a mesma definição da metodologia TOVE (GRÜNINGER e FOX, 1995), ou seja, uma sequência de etapas é definida para criar a ontologia;
- c) *Methontology* de Gómez-Pérez et al. (1996): a metodologia possibilita a construção de ontologias por reengenharia utilizando-se o conhecimento sobre um determinado domínio;
- d) Método *Ontology Development 101* de Noy e McGuinness (2001): o método foi desenvolvido a partir da construção de uma ontologia para vinhos e alimentos, projetada através do software Protégé⁹ (NOY et al., 2003; MUSEN, 2015). Este método é baseado num processo iterativo;
- e) Metodologia *DIstributed, Loosely-controlled and evolvinG Engineering of oNTologies* (DILIGENT) de Pinto et al. (2004): a metodologia possibilita criar um conjunto de ontologias que possam ser compartilhadas e expandidas;
- f) *On-to-Knowledge Methodology* (OTKM) de Sure et al. (2004): a metodologia possibilita a criação de ontologias na área de gestão de conhecimento para organizações;
- g) Metodologia *Up for Ontology* (UPON) de De Nicola et al. (2005): a metodologia foi utilizada para construção de ontologias derivadas do processo unificado (*Unified Process* - UP) de desenvolvimento de software;
- h) Metodologia *Network Ontology* (NeOn) de Suárez-Figueroa (2010): a metodologia tem como base o processo de desenvolvimento colaborativo de software;
- i) Metodologia *Systematic Approach for Building Ontologies* (SABiO) de Falbo (2014): a metodologia possibilita a criação de ontologias de domínio e propõe processos de suporte. A versão 2.0 é uma versão derivada da versão 1.0 de Falbo (1998).

Estas metodologias se preocupam com o processo ou forma de desenvolvimento, ou seja, descrevem um processo que envolve atividades e que na maioria das vezes consistem em uma especificação dos requisitos da ontologia e aquisição de conhecimento, conceituação, documentação, formalização e implementação (GRÜNINGER e FOX 1995; USCHOLD e KING 1995; USCHOLD e GRÜNINGER, 1996; GÓMEZ-PÉREZ et al., 1996; NOY e MCGUINNESS, 2001; SURE et al., 2004; DE NICOLA et al., 2005; SUÁREZ-FIGUEROA, 2010; FALBO, 1998; FALBO, 2014).

O desenvolvimento de ontologias pode ser realizado com o auxílio de ferramentas de software: Protégé (NOY et al., 2003; MUSEN, 2015), OntoEdit (SURE et al., 2002), KAON

⁹ <https://protege.stanford.edu/>

(*the Karlsruhe ONtology and semantic web tool suite*) (MAEDCHE et al., 2003) e WebODE (ARPÍREZ et al., 2003). O Protégé é uma ferramenta amplamente utilizada, de código aberto e gratuito, que auxilia na construção (edição) de ontologias através de uma interface de usuário amigável (NOY et al., 2003; MUSEN, 2015). O KAON consiste de uma suíte de ferramentas para ontologia e Web Semântica. Pode ser baixado gratuitamente sob uma licença de código aberto da Sourceforge¹⁰ (MAEDCHE et al., 2003). O WebODE fornece suporte ao desenvolvimento de ontologias modeladas através das metodologias *Methontology* (GÓMEZ-PÉREZ et al., 1996) e *On-To-Knowledge* (SURE et al., 2004). De uma forma geral, as ferramentas oferecem uma interface gráfica e mecanismos de verificação de consistência. É possível organizar os conceitos da ontologia sem se preocupar com os detalhes da sua linguagem. Além disso, na edição da ontologia, o usuário precisa inserir e editar nomes de classes, subclasses, propriedades de objetos, tipos de dados e restrições, caso necessário.

As ontologias desenvolvidas em OWL 2 podem ser utilizadas por *reasoners*, ou seja, motores de inferência. Os motores de inferência são ferramentas de software capazes de realizar uma verificação de consistência na ontologia. Além disso, podem gerar fatos ou associações a partir do conhecimento já formalizado. Dentre os motores de inferência disponíveis e mais utilizados pela comunidade científica, destacam-se o Pellet (SIRIN e PARSIA, 2004), FaCT++ (TSARKOV e HORROCKS, 2006), HermiT (GLIMM et al., 2014), e Raccoon (FILHO et al., 2017).

2.5.3 Aplicações de Ontologias

Ontologias são um dos principais pilares da WS, utilizadas para representar os conceitos e as relações que existem entre eles. Uma ontologia pode preservar as relações semânticas entre os conceitos e, portanto, apoiar na capacidade de processamento de informação dos Sistemas de Informação. As ontologias têm sido muito aplicadas em diversas áreas de conhecimento da computação, tais como intercâmbio e interoperabilidade semântica (AYADI et al., 2019; HORNE e MILED, 2020), ciência de contexto (SKILLEN et al., 2012; MALIK e JAIN, 2017; AGUILAR et al., 2018), detecção de atividades humanas em diferentes ambientes (NGUYEN et al., 2014), monitoramento de segurança interna (SPOLADORE et al., 2020), sistemas de apoio à decisão (BLOMQVIST, 2014; SPOLADORE e SACCO, 2018), sistemas de recomendação (WANG et al., 2020; ARAFEH et al., 2021) e mineração de textos (ARBABI et al., 2019).

Na área de sistema voltados para a área da saúde, ontologias podem ser utilizadas por meio de uma integração com as soluções para fornecer um vocabulário padrão de conceitos sobre um determinado domínio e/ou como uma aplicação central para sistemas de recomendação e sistemas de apoio à decisão, por exemplo. Exemplos de aplicação na área da saúde são destacadas a seguir: sistemas de apoio à decisão para reabilitação de pacientes com doenças crônicas (STEINER et al., 2021), integração de dados no domínio da eletrofisiologia cardíaca (KAZEMI-ARPANAHI et al., 2020), base de conhecimento para pacientes com transtorno do espectro do autismo (MUGZACH et al., 2015), sistemas de recomendação nutricional (ESPÍN et al., 2016; ALIAN et al., 2018; SUBRAMANIYASWAMY et al., 2019), sistema de apoio à decisão para ambiente domiciliar (de vida) assistido (SPOLADORE, 2017; SPOLADORE et al., 2021), sistema de apoio à decisão clínica para

¹⁰ <https://sourceforge.net/projects/kaon/>

pacientes com diabetes (MADHUSANKA et al., 2020), sistema de apoio à decisão clínica para reabilitação de pacientes (SUBIRATS e CECCARONI, 2011), mapeamento de conceitos médicos entre sistemas de prontuário eletrônico (MATE et al., 2015) e plano de cuidados personalizados para pacientes idosos (RIÑANO et al., 2012).

Além destes, outros exemplos de ontologias aplicadas às DCNTs podem ser destacados: assistência educacional em DCNTs (LARENTIS et al., 2021), gerenciamento de perfil de pacientes diabéticos (BRAVO et al., 2020), predição de risco, diagnóstico e tratamento de diabetes (CHEN et al., 2019), detecção de influência das relações sociais considerando os fatores de risco para DCNTs (VIANNA et al., 2018), auxílio no tratamento de diabetes tipo 2 (EL-SAPPAGH et al., 2018), base de conhecimento para câncer (ZHANG et al., 2018), diagnóstico de diabetes tipo 2 (EL-SAPPAGH e ALI, 2016) e predição de doenças cardiovasculares (DIVAKAR et al., 2019).

2.6 Doenças Crônicas não Transmissíveis

As DCNTs afetam pessoas de todas as faixas etárias de todas as regiões e países do mundo caracterizando-se como um dos principais desafios da saúde do século XXI (WHO, 2018b). Em 2019, dados indicaram que 47% das mortes por DCNTs, consideradas prematuras, ocorreram em adultos abaixo de 70 anos em países de baixa e média renda (WHO, 2022b). Cerca de 80% das doenças cardiovasculares prematuras, acidente vascular cerebral e diabetes podem ser evitados através de ações de prevenção. A cada ano, mais de 15 milhões de pessoas morrem devido às DCNTs na faixa etária entre 30 e 69 anos. Cerca de 77% de todas as mortes por DCNTs ocorrem em países de baixa e média renda (WHO, 2021c). A prevenção destas doenças, assim como o tratamento efetivo no caso de um diagnóstico podem reduzir o número de mortes causadas por estas doenças.

2.6.1 DCNTs e Fatores de Risco

As DCNTs são determinadas por diversos fatores, sejam estes sociais ou individuais. Também se desenvolvem no decorrer na vida do indivíduo e são de longa duração. Sua ocorrência se dá, na maioria das vezes, através de fatores de risco associados ao estilo de vida e comportamento (BRASIL, 2021). As DCNTs possuem quatro fatores de risco em comum, mais frequentes e considerados modificáveis, são eles: o tabagismo, o uso nocivo de bebidas alcoólicas, a falta de atividade física e dieta pouco saudável. Por sua vez, esses comportamentos resultam em alterações metabólicas/fisiológicas, tais como a hipertensão arterial, o sobrepeso, a obesidade, o aumento da glicose no sangue e aumento dos lipídios (gordura) (WHO, 2013; WHO, 2018b). Assim como estes fatores mencionados, a poluição do ar também é considerada como um fator de risco importante (WHO, 2018b). O gerenciamento, a prevenção e o controle das DCNTs podem ser feitos através do combate a estes fatores de risco. O combate a estes fatores de risco requer um enfoque de atenção integral, incluindo diferentes instituições da sociedade, incluindo as esferas federais, estaduais, municipais, empresas do setor privado, sociedade civil organizada e Organizações não Governamentais (ONGs). Assim como diferentes setores, tais como saúde, educação, agricultura, pecuária, desenvolvimento urbano e meio-ambiente (BRASIL, 2021).

O tabagismo é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de DCNTs, tais como câncer, doenças respiratórias e doenças cardiovasculares, representando uma enorme ameaça à saúde pública. Dados da WHO (2021a) apontam que o tabagismo mata mais de 8,7 milhões de pessoas a cada ano, sendo uma das causas isoladas de mortes que poderiam ser evitadas. Destes, mais de 7 milhões são resultado do uso direto de tabaco, enquanto que cerca de 1,2 milhão referem-se a não-fumantes, expostos ao fumo passivo. Dos estimados 1 bilhão de fumantes do mundo, 80% vivem em países de baixa e média renda (WHO, 2021a).

O uso nocivo de bebidas alcoólicas também é considerado como um importante fator de risco para mortes prematuras e deficiências no mundo todo. Pode causar doenças cardiovasculares, câncer, doenças hepáticas, além de transtornos mentais e comportamentais e outras doenças crônicas. Dados da WHO (WHO, 2018c) estimam que, em 2016, o uso nocivo de bebidas alcoólicas resultou em cerca de 3 milhões de mortes (5,3% de todas as mortes) em todo o mundo. Sendo o nível de consumo de álcool estimado em 6,4 litros de álcool puro por pessoa com 15 anos ou mais (WHO, 2018c).

A falta de atividade física, ou inatividade física, ou sedentarismo, pode ocasionar o desenvolvimento de doenças como diabetes, hipertensão arterial, câncer, doenças respiratórias e doenças cardiovasculares. Assim como o tabagismo, a falta de atividade física é um dos principais fatores de risco para DCNTs e é tratado como uma epidemia mundial pela WHO (WHO, 2018b). Quando um indivíduo é insuficientemente ativo fisicamente, seu risco de mortalidade aumenta, em comparação com aqueles que praticam ao menos 30 minutos de atividade física moderada, cinco vezes na semana. Em 2016, 28% dos adultos com 18 anos ou mais, eram insuficientemente ativos fisicamente. A prática de atividade física reduz o risco de doenças cardiovasculares, hipertensão arterial e depressão (WHO, 2018b).

Uma alimentação rica em sal contribuiu para o aumento da hipertensão arterial e o risco de desenvolver doenças cardiovasculares e derrames. A ingestão diária recomendada de sódio é inferior a 2 gramas ou 5 gramas de sal (WHO, 2018b). A ingestão de alimentos que contém alto teor de gordura e açúcar contribuiu para o desenvolvimento da obesidade e sobrepeso. A obesidade está relacionada com o aumento da hipertensão arterial e doenças como diabetes, cânceres e doenças cardiovasculares (WHO, 2018b). De acordo com a WHO (WHO, 2018b), em 2016 mais de 1,9 bilhões de pessoas com idade superior a 18 anos estavam acima do peso, sendo mais de 650 milhões consideradas obesas. As crianças e adolescentes com idade entre 5 a 19 anos totalizaram 340 milhões de casos com sobrepeso e obesidade e, as crianças com menos de 5 anos, 40 milhões (WHO, 2018b). Uma alimentação equilibrada e saudável, associada à prática regular de atividade física contribuiu para a manutenção do peso, prevenção e tratamento das DCNTs (SBD, 2019).

Atualmente, a *Diabetes Mellitus* (DM) é considerada um importante e crescente problema de saúde em todos os países do mundo. Em 2020, a Federação Internacional de Diabetes (*International Diabetes Federation*, IDF) estimou que 537 milhões de pessoas, com 20 a 79 anos de idade vivia com diabetes (IDF, 2021). Estima-se que no ano de 2045, esses índices alcancem 783 milhões de casos. Este aumento se dá principalmente ao crescimento e envelhecimento da população, ao crescente número de pessoas obesas e sedentárias, a maior urbanização e também a maior sobrevivência de pacientes com DM. O Brasil está entre os 10 países com o maior número de adultos, adolescentes e crianças com diabetes. De acordo com as estimativas, no ano de 2021, o Brasil teria cerca de 15,7 milhões de pessoas diabéticas. Tratando-se de crianças e adolescentes (idade menor que 20 anos), o Brasil teria 92.300 mil casos de diabetes tipo 1 (IDF, 2021).

O diabetes tipo 1 é caracterizado pela deficiência na produção de insulina pelo corpo, ocasionado pela destruição parcial ou total das células beta pancreáticas. O diabetes tipo 2 é a mais frequente, correspondendo a 90% dos casos. Neste tipo, o organismo não processa adequadamente a insulina que produz, ou não produz insulina suficiente para controlar os índices glicêmicos. O diabetes gestacional, é caracterizado pelo aumento dos níveis de glicose do sangue durante o período gestacional, e quando não diagnosticado e tratado adequadamente, traz riscos para a saúde da mãe e do bebê. Já o pré-diabetes, é um termo que se utiliza quando os níveis de glicose estão maiores do que o normal, mas não o suficiente para o diagnóstico de diabetes tipo 2 (IDF, 2021).

Os fatores de risco para diabetes tipo 1 podem estar relacionados a predisposição genética e fatores ambientes, tais como infecções virais e componentes dietéticos, mas não existem estudos conclusivos. Dentre os principais fatores de risco para o diabetes tipo 2, destacam-se hábitos dietéticos, inatividade física, obesidade, sobrepeso, hipertensão arterial, colesterol alto ou alterações na taxa de triglicérides, predisposição genética e pré-diabetes. Os principais fatores de risco para diabetes gestacional incluem idade avançada, obesidade, sobrepeso, hipertensão arterial na gestação, ganho de peso na gestão e predisposição genética. O pré-diabetes pode ser silencioso e alguns fatores de risco devem ser observados, tais como hipertensão arterial, colesterol alto ou alterações na taxa de triglicérides e sobrepeso (IDF, 2021; SBD, 2019).

Prevenir o diabetes, significa dar atenção a aspectos relacionados à saúde do indivíduo, através da proteção ao indivíduo de desenvolver o diabetes, do agravamento das complicações agudas e crônicas ou ainda na reabilitação ocasionada pelas complicações da doença (SBD, 2019). O acesso às TICs favorece tanto a prevenção quanto o acompanhamento dos indivíduos diagnosticados ou não com diabetes. Profissionais da área da saúde, indivíduos, pacientes e familiares podem e devem ser incentivados a lidar com as informações sobre diabetes, compartilhar conhecimentos e suas experiências para melhor gerenciar o diabetes, com o objetivo de desenvolver e ampliar as habilidades necessárias para o autocuidado (SBD, 2019). A SBD (2019) define o termo educação em diabetes como “o processo de desenvolvimento dessas habilidades, com a incorporação das ferramentas necessárias para atingir as metas estabelecidas em cada etapa do tratamento” (SBD, 2019, p. 163). Este processo tem como principal objetivo promover mudanças comportamentais no indivíduo, e só pode ser considerado efetivo se estas mudanças forem positivas. As necessidades, os objetivos e as experiências de vida do indivíduo devem ser consideradas neste processo.

A SBD (2019) definiu cinco metas para a educação em diabetes, são elas: 1) reduzir obstáculos entre indivíduos com diabetes, incluindo a família, a comunidade e os profissionais da saúde; 2) desenvolver o autocuidado junto aos indivíduos diagnosticados com diabetes; 3) melhorar resultados clínicos; 4) prevenir ou retardar o diabetes e agravos; 5) oportunizar a qualidade de vida dos indivíduos (SBD, 2019). Para que essas metas sejam atingidas, ações devem ser endereçadas através de profissionais e equipes qualificadas. O uso das TICs pode contribuir com a educação em diabetes acelerando a implementação destas ações. Estas ações incluem, a capacitação dos indivíduos em reconhecer seu problema, complicações, e serem motivados a fazer escolhas adequadas nas diversas situações do dia a dia, desenvolvendo desta forma comportamento de autocuidado. Além destas, ações que visem alterações no estilo de vida, mudanças dos hábitos alimentares, incentivo a prática de atividades físicas adequada, monitoramento dos índices glicêmicos, redução do peso corporal, eliminação do fumo e álcool devem ser incorporadas para obter resultados efetivos (SBD, 2019).

2.6.2 Saúde Ubíqua

A computação ubíqua é uma realidade presente no dia a dia das pessoas, ambientes e objetos, através de dispositivos que interagem naturalmente sem serem notados. Estes dispositivos são capazes de auxiliar e monitorar os indivíduos nas suas atividades através de aplicações ubíquas (BARBOSA, 2015). Na área da saúde, também conhecida como *u-Health*, está voltada para monitorar e gerenciar a saúde das pessoas, incluindo aquelas diagnosticadas com DCNTs. As aplicações estão comumente distribuídas dentre as seguintes áreas: gerenciamento de rotinas hospitalares (ORWAT et al., 2010), monitoramento de pacientes (AGOULMINE et al., 2011; ORWAT et al., 2010), e suporte ao bem-estar (BUTTUSSI e CHITTARO, 2010). Outros autores fazem uso de informações do contexto em que o indivíduo está inserido para ajudar no cuidado à saúde, por exemplo: cuidado de pacientes com DCNTs (VIANNA e BARBOSA, 2014), elaboração de planos de cuidado para pacientes com asma (QUINDE et al., 2018; QUINDE et al., 2020), prevenção de DCNTs (VIANNA e BARBOSA, 2019), prognóstico de fatores de risco de DCNTs (PITTOLI et al., 2018) e tratamento de pacientes com depressão (PETRY et al., 2019).

O desenvolvimento de sistemas *u-Health* para gerenciar ou monitorar doenças crônicas são considerados úteis e eficazes, pois melhoram a condição de saúde do indivíduo, além de diminuir despesas médicas. Estes sistemas devem ser capazes de capturar dados de contexto relacionados a saúde, armazenar dados intermediários e se comunicar com dispositivos, tal como vestíveis (SONG et al., 2011).

2.7 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma revisão bibliográfica da literatura sobre os temas estratégicos desta tese, são eles: educação ubíqua, contexto e históricos de contextos, computação ubíqua, web semântica, ontologias e DCNTs. Conforme visto, os conceitos da computação ubíqua aplicados na área da educação tornam possível uma aprendizagem dinâmica, contínua e contextualizada, que recebe o nome de educação ubíqua. Nesta perspectiva, informações e recursos estão disponíveis no ambiente educacional em que o indivíduo está inserido, e esse tem a oportunidade de decidir qual (is) utilizar conforme suas necessidades. Os conceitos da computação ubíqua tornam possível a construção de sistemas computacionais que se integram ao ambiente físico do indivíduo. Aliado a isso, a computação ciente de contexto permite explorar e adaptar as possibilidades deste ambiente. Serviços personalizados são ofertados ao indivíduo de forma imperceptível. A interação do indivíduo com o sistema ocorre a qualquer tempo e em qualquer lugar. Na área da saúde a aplicação da computação ubíqua recebe o nome de *u-Health* e tem sido utilizada para desenvolver sistemas cujo objetivo é apoiar o indivíduo na gestão das suas condições de saúde. O uso da educação ubíqua expande as possibilidades de desenvolvimento de sistemas cada vez mais sensíveis às necessidades do indivíduo, principalmente em tempos de pandemia da COVID-19, onde os indivíduos tiveram que experimentar e vivenciar um novo estilo de vida e aderir ao isolamento social. Aliado a isso, sua aplicação na área da saúde pode auxiliar no fornecimento de informações úteis ao indivíduo e ajudá-lo na autogestão e autocuidado das suas condições de saúde, sem a necessidade de sair de casa.

Conceitos da web semântica e ontologias foram apresentados e explorados quanto à sua aplicação na representação de conceitos e suas relações. Uma ontologia pode ser utilizada por meio de uma integração com os sistemas para fornecer um vocabulário padrão de conceitos e também na modelagem do conhecimento sobre um determinado domínio, neste caso a educação ubíqua em DCNTs.

Por fim, o capítulo apresenta uma síntese sobre as principais DCNTs e seus fatores de risco. Comportamentos e hábitos não saudáveis influenciam diretamente e contribuem para o aumento dos fatores de risco. A prevenção pode contribuir para a redução desses fatores, e consequentemente reduzir o avanço dessas doenças. Sistemas *u-Health* utilizados em programas de gestão de doenças crônicas podem ser úteis e eficazes, pois ajudam a manter a aderência aos tratamentos prescritos contribuindo para a melhora da condição de saúde do indivíduo. O Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados ao modelo para assistência educacional ubíqua em DCNTs.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A seleção e avaliação dos trabalhos relacionados a esta tese ocorreu em duas etapas distintas. A primeira foi através de um mapeamento sistemático da literatura, e a segunda por meio de uma pesquisa bibliográfica complementar ao mapeamento sistemático em bases de dados públicas. O mapeamento sistemático considerou estudos até 2018 e a pesquisa ampliou o período incluindo estudos entre os anos de 2019 e 2021.

Neste capítulo será detalhada a metodologia aplicada no desenvolvimento do mapeamento sistemático, incluindo as definições das questões de pesquisa, o processo de busca, os critérios para seleção dos estudos e as análises realizadas na classificação dos mesmos. Posterior a isso, a pesquisa bibliográfica é descrita abrangendo suas definições incluindo os critérios de exclusão dos estudos e a seleção das bases de dados, o processo de execução da busca e elegibilidade dos estudos.

Primeiramente, o mapeamento sistemático da literatura foi realizado com o objetivo de identificar estudos que envolvam a aplicação da computação na educação para assistência em DCNTs. O estudo foi conduzido através das metodologias propostas por Cooper (2016) e Petersen et al. (2008, 2015). O objetivo do mapeamento sistemático é identificar a existência de evidências e tendências em estudos acadêmicos relacionados a temas de interesse da pesquisa. Sendo assim, o mapeamento sistemático apresentado nas seções a seguir foi publicado e está disponível para acesso online no *Journal Telemedicine and e-Health* (LARENTIS et al., 2020). Além disso, uma versão atualizada no mapeamento sistemático foi aceita para publicação e apresentação no XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (LARENTIS et al., 2019b). Sendo assim, os resultados obtidos em ambos mapeamentos sistemáticos da literatura apresentados por Larentis et al. (LARENTIS et al., 2019b; LARENTIS et al., 2020) foram consolidados e descritos nas Seções 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4. A Seção 3.5 descreve a pesquisa bibliográfica complementar.

O mapeamento sistemático da literatura utilizou as seguintes etapas na sua elaboração:

1. Definição das questões de pesquisa;
2. Definição do processo de pesquisa;
3. Definição dos critérios para seleção dos textos;
4. Execução das análises e classificação dos textos selecionados.

3.1 Questões de Pesquisa

Quatro questões gerais (QG), duas questões focais (QF) e uma questão estatística (QE), guiaram o estudo através do mapeamento sistemático. As QG buscam apresentar como a computação está contribuindo para a educação em DCNTs. As QF procuram duas tendências nos sistemas computacionais, a saber, educação ubíqua e gerenciamento de perfil dos indivíduos. Finalmente, a QE objetiva apresentar dados estatísticos sobre as publicações. As questões de pesquisa são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Questões de pesquisa.

Identificação	Questão de Pesquisa
QG1	Como a computação pode promover a assistência educacional em DCNTs?
QG2	Quais tecnologias estão sendo utilizadas para apoiar a assistência educacional em DCNTs?
QG3	Quais são as DCNTs priorizadas na assistência educacional dos sistemas computacionais?
QG4	Quais estratégias de avaliação estão sendo usadas para medir os resultados de experimentos com pessoas?
QF1	Existem sistemas computacionais que aplicam a educação ubíqua no processo de aprendizagem?
QF2	Existem sistemas computacionais adaptáveis às necessidades do indivíduo (personalização)?
QE1	Qual a distribuição dos artigos por base de dados e o local de publicação a cada ano?

Fonte: Larentis et al. (2019b).

3.2 Processo de Pesquisa

O processo de pesquisa foi conduzido através das seguintes etapas:

1. Especificar a *string* de busca;
2. Escolher as bases de dados para aplicar a *string*;
3. Executar a *string* e obter os resultados.

A *string* de busca foi composta com termos da área da computação, educação e saúde. Na área da computação, termos alternativos para *System* foram utilizados permitindo uma melhor assertividade no retorno da pesquisa. Na área da educação foi usado o sinônimo *Education* para o termo *Learning* do dicionário online Collins¹¹. Na área da saúde foram consideradas as DCNTs indicadas pela WHO (WHO, 2018a). A *string* de busca resultante é a apresentada a seguir:

((*"system"* OR *"application"* OR *"computational model"* OR *"architecture"* OR *"platform"* OR *"pervasive"* OR *"mobile"* OR *"ubiquitous"*) AND (*"learning"* OR *"education"*) AND (*"noncommunicable diseases"* OR *"chronic diseases"* OR *"risk factors"* OR *"chronic conditions"* OR *"diabetes"* OR *"cancers"* OR *"cardiovascular diseases"* OR *"respiratory diseases"*)).

Posteriormente, oito bases de dados foram definidas para execução da *string* de busca: *ACM Digital Library*¹², *IEEE Xplore Digital Library*¹³, *Journal of Medical Internet Research*¹⁴ (*JMIR*), *PubMed Central*¹⁵, *ScienceDirect*¹⁶, *Scopus*¹⁷, *SpringerLink*¹⁸ e *Wiley*

¹¹ <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english-thesaurus/learning>

¹² <https://dl.acm.org/>

¹³ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

¹⁴ <https://www.jmir.org/>

¹⁵ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

¹⁶ <https://www.sciencedirect.com/>

¹⁷ <https://www.scopus.com/home.uri>

*Online Library*¹⁹. Além disso, definiu-se os campos *Abstract*, *Title* e *Keyword* para a busca. Customizações na *string* de busca foram necessárias e realizadas para execução em cada uma das bases de dados, conforme apresentadas na Tabela 2. A *string* de busca foi executada em junho de 2019 considerando o período de 2008 a 2018.

Tabela 2. Customizações da *string* de busca nas bases de dados.

Base de Dados	Descrição dos campos para busca
<i>ACM Digital Library</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Advanced Search</i> . A <i>string</i> foi editada na opção <i>Edit Query</i> , considerando os campos <i>Title</i> , <i>Abstract</i> e <i>Keyword</i> .
<i>IEEE Xplore Digital Library</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Advanced Search</i> . A <i>string</i> foi editada na opção <i>Command Search</i> , considerando os campos <i>Document Title</i> , <i>Abstract</i> e <i>Author Keywords</i> .
<i>Journal of Medical Internet Research (JMIR)</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Search</i> . A <i>string</i> foi inserida na opção <i>Criteria</i> , considerando os campos <i>Article Title</i> , <i>Abstract</i> e <i>Keyword</i> .
<i>PubMed Central</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Advanced</i> . A <i>string</i> foi editada no <i>Builder</i> considerando o campo <i>Title/Abstract</i> .
<i>ScienceDirect</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Advanced Search</i> . A <i>string</i> foi inserida no campo <i>Title, abstract or author-specified keywords</i> . O filtro <i>Articles types</i> tipo <i>Research articles</i> foi utilizado para obter resultados mais relevantes.
<i>Scopus</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Search</i> . A <i>string</i> foi inserida no campo <i>Article title, Abstract, Keywords</i> . O filtro <i>Document type</i> tipo <i>Article</i> foi utilizado para obter resultados mais relevantes.
<i>SpringerLink</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Search</i> . Adicionalmente, foi necessário excluir conteúdo categorizado como <i>Preview-Only</i> e selecionar conteúdo da disciplina <i>Computer Science</i> , para obter resultados mais relevantes.
<i>Wiley</i>	A pesquisa foi realizada através da opção <i>Advanced Search</i> . A <i>string</i> foi executada para cada um dos campos <i>Title</i> , <i>Abstract</i> e <i>Keywords</i> .

Fonte: Adaptado de Larentis et al. (2020).

3.3 Critérios para Seleção dos Textos

Com o objetivo de selecionar artigos de maior relevância no que se refere às questões de pesquisa, foram definidos os critérios de inclusão (CI) a seguir:

- 1) O artigo deve estar publicado em uma conferência, *workshop* ou periódico;
- 2) O artigo deve estar relacionado ao uso da educação na assistência em DCNTs;
- 3) O artigo deve ser um texto original publicado integralmente.

Adicionalmente, critérios de exclusão (CE) foram considerados para filtrar melhor os resultados e eliminar artigos que não estejam relacionados às questões de pesquisa:

- 1) Artigos publicados antes de 2008;
- 2) Artigos que não estão escritos em inglês;
- 3) Textos que estão publicados em livros, dissertações ou teses;
- 4) Artigos não relacionados com as questões de pesquisa;
- 5) Artigos relacionados com educação, mas não com a área da saúde;

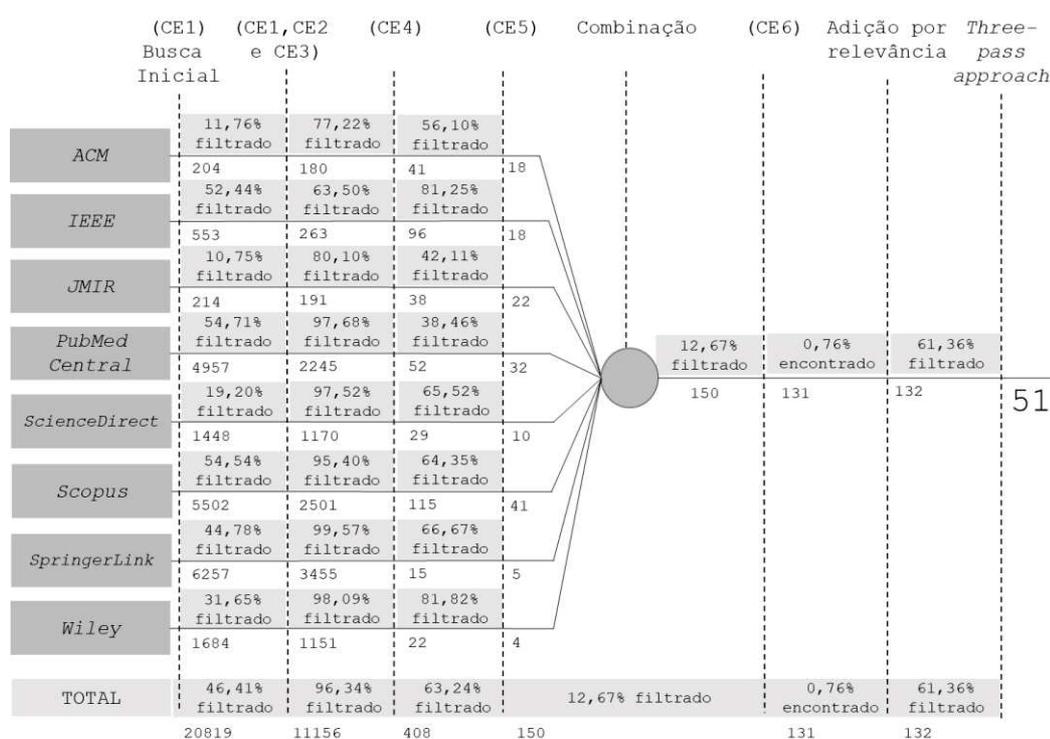
¹⁸ <https://link.springer.com/>

¹⁹ <https://onlinelibrary.wiley.com/>

6) Artigos duplicados.

A partir da seleção inicial, foram definidas as etapas atendendo os critérios de inclusão e exclusão dos textos. A Figura 1 resume as etapas do processo de pesquisa e apresenta o total de artigos resultantes em cada etapa por base de dados. Após a execução da *string* de busca foram encontrados 20819 artigos. Ao término da aplicação dos critérios CE1, CE2 e CE3 foram selecionados 11156. O próximo passo consistiu na verificação por título e palavras-chave aplicando-se o CE4, resultando em 408. Em seguida, os textos foram analisados por resumo aplicando-se o CE5, resultando em 150. Foram identificados 19 em duplicidade aplicando-se o CE6, os quais foram removidos, resultando em 131. O artigo de Mendes Neto et al. (2014) foi adicionado devido à sua relevância para a pesquisa, totalizando 132 artigos. O artigo foi selecionado na base de dados *IEEE Xplore Digital Library* e apesar de ter o título em inglês foi publicado em português. O artigo explora a assistência educacional em saúde e cita a educação ubíqua.

Figura 1. Etapas do processo de pesquisa.



Fonte: Larentis et al. (2019b).

O próximo filtro seguiu os passos da *Three-pass approach* introduzida por Keshav (2007). O primeiro passo consiste em: a) leitura do título, resumo e introdução; b) leitura do título das seções, incluindo as subseções; c) verificação do conteúdo matemático (caso aplicável); d) leitura das conclusões. O segundo consiste em analisar as figuras, diagramas e outras ilustrações no texto. Finalmente, o terceiro passo requer uma leitura de todo o texto. Os 132 artigos remanescentes foram analisados, sendo 51 selecionados para responder as questões de pesquisa, além de servirem como base para discussões sobre o tema de pesquisa abordado nesta tese.

3.4 Execução das Análises e Classificação dos Textos

A Tabela 3 apresenta os 51 artigos organizados por identificação (ID), base de dados, autores, ano de publicação, tipo de publicação (*Conference*, *Journal* ou *Workshop*). As categorias de promoção da educação são: *Custom Content*, *Educational Content*, *Games*, *Self-management and Educational Content*, *Self-management of Diabetes and Games* ou *Virtual Community*. Por sua vez, as categorias de abordagem tecnológicas são: *Computer application*, *Internet Protocol Television (IPTV)*, *Mobile Application*, *Mobile and Web Application*, *Mobile Games*, *Virtual Environments* ou *Web Application*. Além disso, a tabela apresenta os artigos categorizados por doença crônica e se a abordagem proposta utiliza dados do usuário para fornecer recursos personalizados.

Tabela 3. Lista dos artigos selecionados.

ID	Database	Autores	Ano	Tipo de publicação	Promoção da educação	Abordagem tecnológica	Doença crônica	Dados usuário
1	PubMed	Kumar et al.	2018	Journal	Self-management and educational content	Mobile application	Type 2 Diabetes	Yes
2	IEEE	Alotaibi	2015	Conference	Educational content	Mobile and web application	Type 2 Diabetes	No
3	IEEE	Alotaibi e Albalawi	2018	Conference	Self-management and educational content	Mobile and web application	Diabetes	Yes
4	ACM	Bomark et al.	2012	Conference	Games	Mobile and web application	Type 1 Diabetes	No
5	PubMed	Kerfoot et al.	2017	Journal	Educational content	Mobile application	Type 2 Diabetes	No
6	JMIR	Diefenbach et al.	2012	Journal	Educational content	Computer application	Prostate Cancer	No
7	JMIR	Janssen et al.	2016	Journal	Educational content	Web application	Lung Cancer	No
8	Scopus	Tani et al.	2013	Conference	Educational content	Web application	Transient Ischemic Attack	No
9	ACM	Stokes et al.	2011	Workshop	Self-management and educational content	Mobile application	Chronic Diseases	Yes
10	PubMed	Sirotinin e George	2010	Journal	Educational content	Computer application	Diabetes	No
11	PubMed	Maas et al.	2016	Journal	Games	Mobile games	Diabetes	Yes
12	IEEE	Mendes Neto et al.	2014	Journal	Custom content	Mobile application	Chronic Diseases	Yes
13	ACM	Mendu et al.	2018	Conference	Educational content	Mobile application	Cervical Cancer	No
14	Scopus	Guo	2017	Conference	Educational content	Mobile application	Diabetes	No
15	Scopus	Alvarado-Martel et al.	2015	Journal	Self-management and educational content	Web application	Type 1 Diabetes	Yes
16	IEEE	Winterlich et al.	2016	Conference	Self-management and educational content	Mobile and web application	Diabetes	Yes
17	PubMed	Vorderstrasse et al.	2015	Journal	Virtual community	Virtual environments	Type 2 Diabetes	No
18	PubMed	Baghaei et al.	2016	Journal	Games	Mobile games	Diabetes	No
19	PubMed	Boels et al.	2018	Journal	Self-management and educational content	Mobile application	Type 2 Diabetes	Yes
20	Scopus	Gustin et al.	2017	Conference	Self-management and educational content	Mobile application	Type 2 Diabetes	Yes
21	Scopus	Baek et al.	2018	Journal	Self-management and educational content	Mobile application	Cardiovascular Disease	Yes
22	PubMed	Wonggom et al.	2018	Journal	Self-management and educational content	Mobile application	Cardiovascular Disease	No
23	IEEE	Hussain e Athula	2018	Conference	Educational content	Web application	Diabetes	Yes
24	IEEE	Sultan e Mohan	2011	Conference	Self-management and educational content	Mobile application	Type 2 Diabetes	Yes
25	SpringerLink	Pesare et al.	2016	Journal	Games	Mobile application	Chronic Diseases	No

ID	Database	Autores	Ano	Tipo de publicação	Promoção da educação	Abordagem tecnológica	Doença crônica	Dados usuário
26	Scopus	Hidalgo et al.	2014	Journal	Self-management and educational content	Web application	Diabetes	Yes
27	ACM	Jiménez et al.	2018	Conference	Educational content	Mobile application	Diabetes	Yes
28	ScienceDirect	Guo et al.	2015	Journal	Self-management and educational content	Mobile application	Diabetes	Yes
29	IEEE	Almotairi et al.	2018	Conference	Educational content	Web application	Chronic Diseases	Yes
30	Scopus	Partridge et al.	2017	Journal	Educational content	Web application	Type 1 Diabetes	No
31	Wiley	Pulman et al.	2013	Journal	Educational content	Mobile application	Type 1 Diabetes	No
32	JMIR	Gray et al.	2014	Journal	Custom content	IPTV	Diabetes	Yes
33	Scopus	Finkelstein et al.	2010	Conference	Educational content	Mobile application	Hypertension	No
34	ACM	Akker et al.	2017	Conference	Self-management and educational content	Mobile and web application	Type 1 Diabetes	Yes
35	ACM	Orji et al.	2013	Journal	Games	Mobile and web application	Diabetes	No
36	ACM	Glasmann et al.	2010	Conference	Games	Mobile application	Diabetes	No
37	ACM	Bickmore et al.	2018	Conference	Self-management and educational content	Mobile application	Chronic Diseases	Yes
38	IEEE	Praditsangthong e Bhattarakosol	2015	Conference	Educational content	Mobile and web application	Asthma	No
39	Scopus	Finkelstein e Wood	2009	Conference	Educational content	Mobile application	Asthma	No
40	JMIR	Boyd et al.	2015	Journal	Educational content	Mobile application	Cardiovascular Disease	No
41	IEEE	Kikidis et al.	2015	Conference	Self-management and educational content	Mobile application	Asthma	Yes
42	ACM	Jacobs et al.	2018	Conference	Self-management and educational content	Mobile application	Breast Cancer	Yes
43	IEEE	Saad et al.	2018	Conference	Self-management and educational content	Mobile and web application	Obesity	No
44	PubMed	Smylie et al.	2018	Journal	Educational content	Web application	Cardiovascular Disease	No
45	IEEE	Sultan e Mohan	2012	Conference	Self-management and educational content	Mobile application	Diabetes	Yes
46	PubMed	Abaza et al.	2017	Journal	Educational content	Mobile application	Diabetes	No
47	ScienceDirect	Custodio et al.	2018	Journal	Self-management and educational content	Mobile application	Diabetes	No
48	JMIR	Nordfeldt et al.	2012	Journal	Self-management and educational content	Web application	Diabetes	Yes
49	Scopus	Capelo et al.	2015	Journal	Self-management and games	Web application	Diabetes	Yes
50	JMIR	Joshi et al.	2009	Journal	Educational content	Web application	Chronic Diseases	No
51	JMIR	Hanberger et al.	2013	Journal	Self-management and educational content	Web application	Diabetes	Yes

Fonte: Larentis et al. (2019b).

As seções seguintes apresentam as questões de pesquisa definidas na Seção 3.1 e uma análise sobre os artigos selecionados para responder a cada uma das questões.

3.4.1 QG1: Como a computação pode promover a assistência educacional em DCNTs?

Os artigos foram classificados em seis categorias de acordo com as funcionalidades disponíveis na solução para o uso da computação na promoção da educação: *Educational Content* (20 artigos, IDs = 2, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 23, 27, 29, 30, 31, 33, 38, 39, 40, 44, 46, 50), *Self-management and Educational Content* (21, IDs = 1, 3, 9, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 24,

26, 28, 34, 37, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 51), *Self-management of Diabetes and Games* (1, ID = 49), *Virtual Community* (1, ID = 17), *Games* (6, IDs = 4, 11, 18, 25, 35, 36) e *Custom Content* (2, IDs = 12, 32).

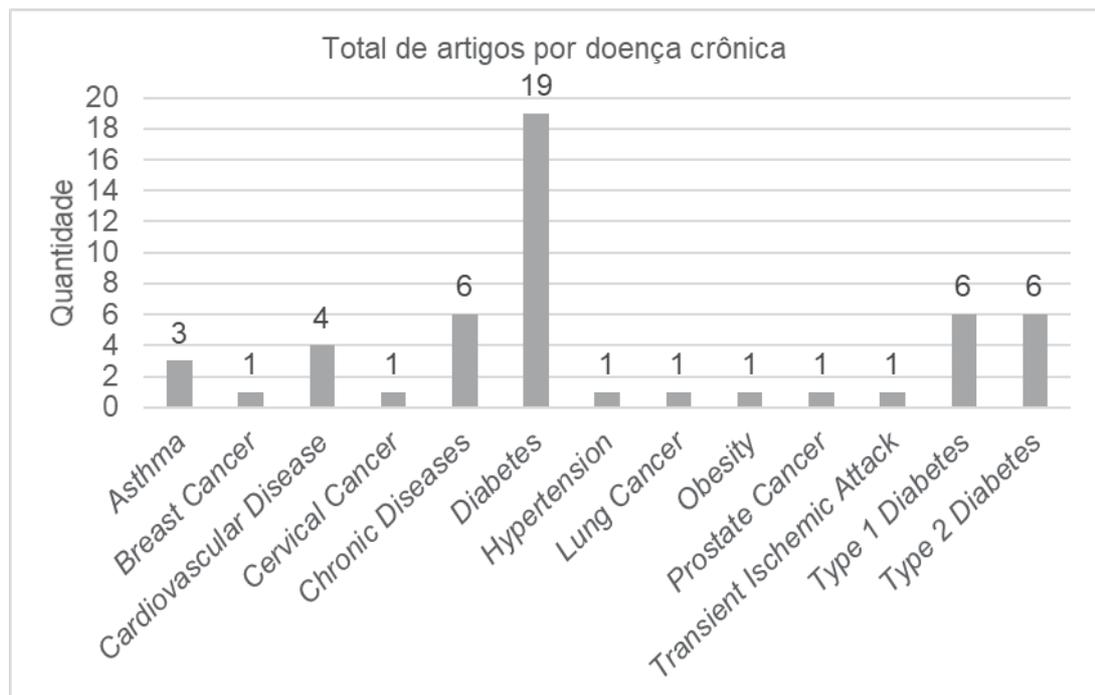
3.4.2 QG2: Quais tecnologias estão sendo utilizadas para apoiar a assistência educacional em DCNTs?

Os artigos foram classificados em sete categorias de acordo com a abordagem tecnológica utilizada no desenvolvimento da solução para apoiar a educação: *Computer Application* (2 artigos, IDs = 6, 10), *IPTV* (1, ID = 32), *Mobile Application* (25, IDs = 1, 5, 9, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 31, 33, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47), *Mobile Application* e *Web Application* (8, IDs = 2, 3, 4, 16, 34, 35, 38, 43), *Mobile Games* (2, IDs = 11, 18), *Virtual Environments* (1, ID = 17) e *Web Application* (12, IDs = 7, 8, 15, 23, 26, 29, 30, 44, 48, 49, 50, 51).

3.4.3 QG3: Quais são as DCNTs priorizadas na assistência educacional dos sistemas educacionais?

Esta questão refere-se ao tipo de doença crônica mencionada, sendo assim os artigos foram classificados em: *Asthma* (3 artigos, IDs = 38, 39, 41), *Transient Ischemic Attack* (1, ID = 8), *Prostate Cancer* (1, ID = 6), *Lung Cancer* (1, ID = 7), *Diabetes* (19, IDs = 3, 10, 11, 14, 16, 18, 23, 26, 27, 28, 32, 35, 36, 45, 46, 47, 48, 49, 51), *Type 1 Diabetes* (6, ID = 4, 15, 20, 30, 31, 34), *Type 2 Diabetes* (6, IDs = 1, 2, 5, 17, 19, 24), *Cardiovascular Disease* (4, IDs = 21, 22, 40, 44), *Chronic Diseases* (6, IDs = 9, 12, 25, 29, 37, 50), *Hypertension* (1, ID = 33), *Cervical Cancer* (1, ID = 13), *Breast Cancer* (1, ID = 42) e *Obesity* (1, ID = 43). A Figura 2 apresenta o total de artigos por tipo de doença crônica. O percentual de artigos relacionados aos três tipos de diabetes é de 60,78%, ou seja, 31 em um total de 51.

Figura 2. Total de artigos por doença crônica.



Fonte: Adaptado de Larentis et al. (2019b).

3.4.4 QG4: Quais estratégias de avaliação estão sendo usadas para medir os resultados de experimentos com pessoas?

Após análise dos artigos, identificou-se 30 (o equivalente a 58,82%) que produziram resultados através de experimentos com pacientes, profissionais de saúde ou pessoas em geral, sendo estes classificados em *Randomized Controlled Trials (RCT)* (8 artigos, IDs = 5, 19, 22, 37, 40, 46, 47, 51), *Randomized Pilot Study (RPS)* (1, ID = 6), *Pilot Study (PS)* (20, IDs = 1, 8, 10, 12, 13, 18, 21, 23, 25, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 42, 43, 45, 48, 50) e *Pre-post-design Study (PDS)* (1, ID = 44). Os demais não fizeram menção a resultados de experimentos conduzidos com pessoas, concentrando-se no processo de desenvolvimento do sistema e na apresentação das suas funcionalidades.

A Tabela 4 sumariza as principais características extraídas dos artigos que apresentaram resultados de experimentos envolvendo pessoas.

Tabela 4. Características dos experimentos com resultado mensurável.

Autores e IDs na Tabela 3	Estratégia	Participantes	Qtde	Resultado mensurável
Tani et al. [8]	PS	Alunos e professores	78	Conhecimento sobre acidente vascular cerebral
Sirotinin and George [10]	PS	Profissionais da saúde	126	Conhecimento dos profissionais sobre saúde
Mendes Neto et al. [12]	PS	Pacientes diabéticos	10	Recomendação por nível de dificuldade e afinidade
Baghaei et al. [18]	PS	Crianças (9-13 anos)	12	Conhecimento em saúde e percepções do sistema
Baek et al. [21]	PS	Adultos	8	Usabilidade do sistema
Pesare et al. [25]	PS	Pacientes e profissionais (hospital)	41	Satisfação, motivação e conhecimento
Guo et al. [28]	PS	Pacientes diabéticos	28	Conhecimento, comportamento e eficácia
Gray et al. [32]	PS	Pacientes diabéticos e cuidadores	13	Usabilidade e utilidade do sistema
Finkelstein et al. [33]	PS	Adultos saudáveis	9	Percepções do usuário com o sistema
Akker et al. [34]	PS	Pacientes diabéticos	14	Conhecimento dos pacientes
Orji et al. [35]	PS	Adultos	6	Eficácia do protótipo
Sultan and Mohan [45]	PS	Membros de uma clínica	21	Impressões do protótipo
Nordfeldt et al. [48]	PS	Profissionais	18	Experiência dos profissionais
Joshi et al. [50]	PS	Adultos	-	Aceitabilidade do sistema
Kerfoot et al. [5]	RCT	Pacientes diabéticos	456	Controle glicêmico (HbA1c)
Boyd et al. [40]	RCT	Pacientes idosos	6	Interação do paciente
Abaza et al. [46]	RCT	Adultos	73	Controle glicêmico (HbA1c)
Hanberger et al. [51]	RCT	Crianças/adolescentes diabéticos	484	Frequência de acesso ao portal, páginas visitadas e controle glicêmico (HbA1c)
Diefenbach et al. [6]	RPS	Pacientes com câncer de próstata	72	Aceitabilidade e viabilidade da intervenção
Hussain and Athula [23]	PS	Pacientes diabéticos ou não	10	Usabilidade e satisfação dos pacientes
Saad et al. [43]	PS	Crianças entre 6 e 12 anos	-	Opinião dos usuários e satisfação com o sistema
Mendu et al. [13]	PS	Mulheres hispânicas	66	Usabilidade e eficácia do sistema
Jiménez et al. [27]	PS	Especialistas em computação	6	Usabilidade do protótipo

Autores e IDs na Tabela 3	Estratégia	Participantes	Qtde	Resultado mensurável
Bickmore et al. [37]	RCT	Pacientes com fibrilação atrial	120	Usabilidade do sistema
Jacobs et al. [42]	PS	Pacientes com câncer de mama	12	Usabilidade e influência do sistema no uso na autogestão da saúde
Boels et al. [19]	RCT	Pacientes com diabetes	228	Controle glicêmico (HbA1c), status da saúde e satisfação com o uso do sistema
Smylie et al. [44]	PDS	Pacientes com doenças cardiovasculares	47	Conhecimento sobre medicamentos e literacia em saúde
Wonggom et al. [22]	RCT	Pacientes com insuficiência cardíaca	88	Conhecimento sobre insuficiência cardíaca e satisfação com o uso do sistema
Kumar et al. [1]	PS	Pacientes com diabetes	146	Controle glicêmico (HbA1c)
Custodio et al. [47]	RCT	Pacientes com diabetes	110	Controle glicêmico (HbA1c)

Fonte: Larentis et al. (2019b).

3.4.5 QF1: Existem sistemas computacionais que aplicam a educação ubíqua no processo de aprendizagem?

A resposta para esta questão deve considerar o artigo de Mendes Neto et al. (2014). Este propôs um modelo que fornece conteúdo personalizado para apoiar a educação ubíqua de acordo com o perfil do usuário. O perfil do usuário é gerenciado através da coleta manual de informações ou por meio de agentes de software. No primeiro caso, o sistema questiona o usuário sobre informações, tais como a prática de exercícios físicos ou a medição de pressão arterial. Por sua vez, os agentes monitoram o uso dos dispositivos (páginas e aplicativos acessados) e serviços web (redes sociais). Ontologias flexibilizam a integração dos serviços e um algoritmo genético suporta a recomendação de conteúdos, tais como informações sobre a doença, tratamentos e hábitos alimentares saudáveis. O sistema suporta aprendizagem personalizada e informações de contexto. Sendo assim, apesar do termo educação ubíqua ter sido citado, considera-se que o trabalho não contemplou essa tecnologia.

Nos demais artigos não foi identificado o uso da educação ubíqua na assistência educacional em DCNTs.

3.4.6 QF2: Existem sistemas computacionais adaptáveis às necessidades do indivíduo (personalização)?

Para responder esta questão foram identificados 25 artigos (o equivalente a 49,02%) que personalizam a solução através dos dados do perfil do indivíduo, tais como uso de medicamentos, atividades físicas, peso corporal, alimentação e dados clínicos. Destes, 19 artigos (IDs = 1, 3, 11, 12, 15, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 34, 41, 42, 45, 48, 49, 51) consideram dados clínicos entre outros dados, 2 (IDs = 24, 37) atividades diárias do indivíduo, 1 (ID = 32) hábitos e preferências e 3 (IDs = 9, 16, 23) não especificam quais tipos de dados foram utilizados na personalização das soluções.

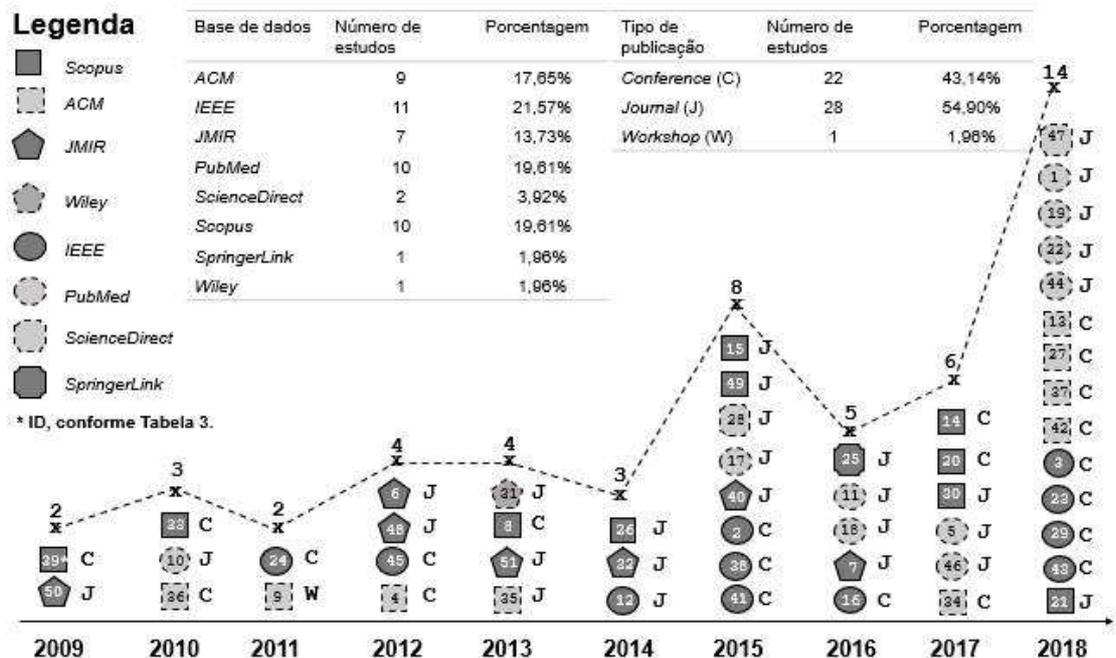
3.4.7 QE1: Qual a distribuição dos artigos por base de dados e o local de publicação a cada ano?

A sétima questão é respondida na Figura 3. A maior ocorrência dos artigos selecionados está nas bases de dados *IEEE*, *PubMed*, *Scopus*, *ACM* e *JMIR* (11, 10, 10, 9 e 7, respectivamente) e a menor nas bases de dados *ScienceDirect*, *SpringerLink* e *Wiley* (2, 1 e 1,

respectivamente). O número de artigos oscilou nos últimos dez anos, com um aumento significativo em 2018 (27,45%, 14/51).

Em termos do local de publicação, cada artigo foi classificado em conferência, *workshop* e periódico. Sendo assim, considerando o local de publicação, existe uma predominância de artigos publicados em periódicos (54,90%, 28/51) e conferências (43,14%, 22/51). Somente um artigo foi publicado em *workshop* (1,96%, 1/51).

Figura 3. Distribuição dos artigos por base de dados e local de publicação ao longo dos anos (os números nas figuras indicam o ID na Tabela 3).



Fonte: Larentis et al. (2019b).

3.5 Pesquisa Bibliográfica

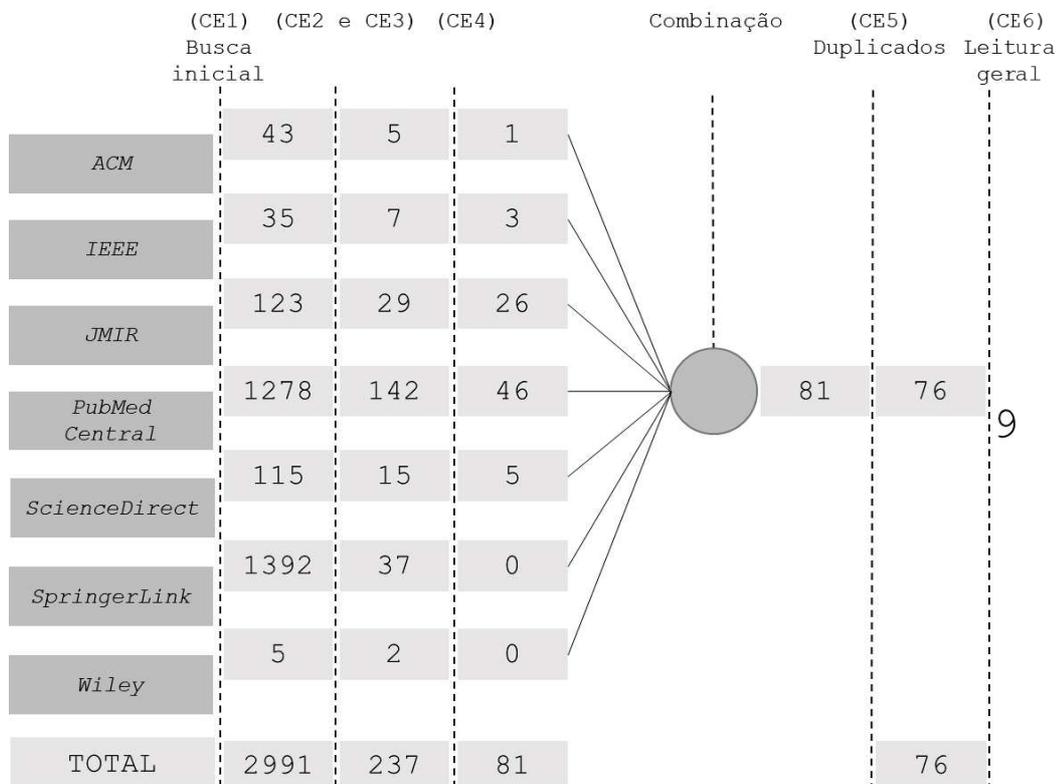
Uma pesquisa bibliográfica foi realizada com o objetivo de buscar estudos mais recentes, publicados entre os anos de 2019 e 2021. A pesquisa foi realizada utilizando a mesma *string* de busca definida no mapeamento sistemático (LARENTIS et al., 2019b; LARENTIS et al., 2020). Os campos contidos nas páginas das bases de dados e utilizados para a execução da *string* foram: *Abstract*, *Title* e *Keyword*. As bases de dados definidas para a seleção de trabalhos foram: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore Digital Library*, *JMIR*, *PubMed Central*, *ScienceDirect*, *SpringerLink* e *Wiley Online Library*.

Com o objetivo de filtrar artigos recentes relacionados a temática desta tese, foram utilizados os mesmos CIs do mapeamento sistemático (LARENTIS et al., 2019b; LARENTIS et al., 2020) que são: 1) o artigo deve estar publicado em uma conferência, *workshop* ou periódico; 2) o artigo deve estar relacionado ao uso da educação na assistência em DCNTs; 3) o artigo deve ser um texto original publicado integralmente. Os CEs utilizados foram: 1) artigos publicados antes de 2019; 2) artigos que não estão escritos em inglês; 3) textos que estão publicados em livros, dissertações ou teses; 4) artigos relacionados com educação, mas

não com a área da saúde; 5) artigos duplicados; 6) artigos não relacionados com educação para assistência em DCNTs.

A *string* de busca foi executada nas bases de dados entre os dias 08/12/2021 e 14/12/2021. A Figura 4 apresenta o resultado da pesquisa bibliográfica, incluindo o resultado inicial da busca com a aplicação do critério CE1, o total de artigos após a aplicação dos critérios CE2 e CE3, o total de artigos após o CE4, a combinação de todos os artigos para identificar e remover duplicidades e por fim, a quantidade total de artigos após a leitura de todo o texto. Um total de 2991 artigos resultaram da busca inicial (CE1). Após analisados os artigos pelos critérios CE2 e CE3, 237 artigos remaneceram. Destes, após a verificação do resumo dos artigos (CE4), 81 foram selecionados e mantidos para a próxima etapa. Cinco artigos duplicados foram excluídos e setenta e seis artigos remaneceram (CE5). Nove artigos foram selecionados após a análise detalhada que consistiu na leitura de todo o texto (CE6).

Figura 4. Etapas do processo de pesquisa entre 2019 e 2021.



Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado final indicou três artigos publicados no ano de 2019 (ALHARBEY e CHATTERJEE, 2019; MOHAMAD MARZUKI et al., 2019; WOODS et al., 2019), quatro do ano de 2020 (ADU et al., 2020; GIANNOULA et al., 2020; HADJICONSTANTINO et al., 2020; HUANG et al., 2020) e dois publicados em 2021 (BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021).

Sete artigos foram publicados na base de dados *JMIR* (BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021; GIANNOULA et al., 2020; HADJICONSTANTINO et al., 2020; ALHARBEY e CHATTERJEE, 2019; MOHAMAD MARZUKI et al., 2019; WOODS et al., 2019) e dois na *PubMed* (ADU et al., 2020; HUANG et al., 2020).

Cinco artigos tratam da doença de diabetes (BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021; HADJICONSTANTINO et al., 2020; ADU et al., 2020; HUANG et al., 2020), um câncer

de tireoide (GIANNOULA et al., 2020), um câncer colorretal (MOHAMAD MARZUKI et al., 2019), um trata de insuficiência cardíaca (WOODS et al., 2019) e um trata de DPOC (ALHARBEY e CHATTERJEE, 2019).

Os artigos também foram analisados em relação as funcionalidades disponíveis na solução para uso da computação na promoção da educação, sendo oito artigos classificados como *Self-management and Educational Content* (BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021; GIANNOULA et al., 2020; HADJICONSTANTINOU et al., 2020; ADU et al., 2020; HUANG et al., 2020; ALHARBEY e CHATTERJEE, 2019; WOODS et al., 2019) e um artigo classificado como *Educational Content* (MOHAMAD MARZUKI et al., 2019).

Em relação a abordagem tecnológica utilizada no desenvolvimento da solução para apoiar a educação, os artigos foram classificados como *Mobile Application* (BATCH et al., 2021; GIANNOULA et al., 2020; ADU et al., 2020; HUANG et al., 2020; ALHARBEY e CHATTERJEE, 2019; MOHAMAD MARZUKI et al., 2019; WOODS et al., 2019), *Mobile Application* e *Web Application* (HADJICONSTANTINOU et al., 2020) e *Web Application* (SABO et al., 2021). Os nove artigos resultantes desta pesquisa foram utilizados para completar a relação de artigos relacionados a esta tese.

3.6 Trabalhos Selecionados e Comparativo

A seleção de trabalhos relacionados a esta tese ocorreu em duas etapas. A primeira consistiu em extrair artigos do mapeamento sistemático (LARENTIS et al., 2019b) que definiu como um dos critérios de exclusão, artigos publicados antes de 2008. Porém, como o mapeamento foi realizado no ano de 2018, o mesmo considerou artigos publicados entre os anos de 2008 e 2018. A segunda considerou o resultado da pesquisa bibliográfica complementar. Essa pesquisa foi necessária para incluir trabalhos recentes, ou seja, entre os anos de 2019 e 2021.

O mapeamento sistemático identificou 51 trabalhos que respondem as questões de pesquisa elaboradas. Considerando este resultado, foram selecionados sete trabalhos que apresentassem uma proposta de assistência educacional para a autogestão dos cuidados com a saúde em DCNTs.

Os quarenta e quatro trabalhos excluídos apresentaram propostas que objetivam a educação do indivíduo como forma de apoiar a autogestão dos cuidados com a saúde, porém a assistência educacional personalizada, considerando dados pessoais e clínicos do indivíduo não é apontada nos estudos. Cinco trabalhos apresentaram uma proposta para envio de *Short Message Service* (SMS) e/ou e-mail contendo informações estruturadas sobre a doença crônica (ALOTAIBI, 2015; JANSSEN et al., 2016; ABAZA et al., 2017; BOELS et al., 2018; CUSTODIO et al., 2018). Dois trabalhos apresentaram uma proposta que disponibiliza informações sobre a doença no formato de CD-ROM (SIROTININ e GEORGE, 2010; DIEFENBACH et al., 2012).

Outros três trabalhos apresentaram propostas de *websites* de conteúdo com informações estruturadas sobre a doença (NORDFELDT et al., 2012; HANBERGER et al., 2013; PARTRIDGE et al., 2017). Quatorze trabalhos disponibilizam informações estruturadas sobre a doença através de recursos de áudio, vídeo, arquivo, texto e *link* (FINKELSTEIN e WOOD, 2009; FINKELSTEIN et al., 2010; STOKES et al., 2011; PULMAN et al., 2013; TANI et al., 2013; ALVARADO-MARTEL et al., 2015; BOYD et al., 2015; PRADITSANGTHONG e BHATTARAKOSOL, 2015; WINTERLICH et al., 2016; GUSTIN

et al., 2017; ALOTAIBI e ALBALAWI, 2018; BAEK et al., 2018; JIMÉNEZ et al., 2018; KUMAR et al., 2018). Nove trabalhos desenvolveram jogos para oportunizar o conhecimento sobre a saúde em DCNTs. De acordo com os autores, os jogos favorecem motivação e comunicação, técnicas de gamificação, tais como incentivos e recompensas são utilizadas para engajar os indivíduos na aprendizagem através de jogos (GLASEMANN et al., 2010; BOMARK et al., 2012; ORJI et al., 2013; BAGHAEI et al., 2016; MAAS et al., 2016; PESARE et al., 2016; AKKER et al., 2017; KERFOOT et al., 2017; SAAD et al., 2018).

Três trabalhos desenvolveram propostas que disponibilizam informações estruturadas através de um agente virtual que interage com o indivíduo (BICKMORE et al., 2018; MENDU et al., 2018; WONGGOM et al., 2018). Outros quatro trabalhos consideraram na solução proposta uma interface interativa para entrega de informações estruturadas sobre a doença, incluindo animações, botões, setas e imagens. Questões de múltipla escolha são utilizadas para avaliação do conhecimento (JOSHI et al., 2009; CAPELO et al., 2015; KIKIDIS et al., 2015; SMYLIE et al., 2018). Os trabalhos de Sultan e Mohan (2011) e Sultan e Mohan (2012) fazem parte do mesmo projeto, o Mobile DSMS é um sistema para favorecer a aprendizagem informal sobre diabetes através do registro de informações e compartilhamento de experiências com outros indivíduos.

Um trabalho apresentou uma solução que inclui um *e-book* contendo oito módulos de conteúdo sobre diabetes (GUO, 2017). Outro apresentou uma solução que utiliza comunidades virtuais para favorecer a aprendizagem através da interação dos indivíduos com pares e profissionais da área da saúde (VORDERSTRASSE et al., 2015).

A pesquisa bibliográfica complementar resultou em nove trabalhos relacionados a temática desta tese, ou seja, os trabalhos apresentaram uma proposta de assistência educacional para a autogestão dos cuidados com a saúde em DCNTs. Considerando este resultado, os trabalhos foram selecionados na sua totalidade.

Os dezesseis trabalhos selecionados, sendo sete oriundos do mapeamento sistemático e nove da pesquisa bibliográfica, são apresentados e comparados em relação às características que apresentam quanto ao suporte a autogestão e autocuidado, auxílio no conhecimento sobre a doença, suporte ao conteúdo personalizado, método utilizado para seleção de conteúdo, se considera a sensibilidade ao contexto, uso de ontologias para representação do conhecimento e para qual doença crônica a solução é aplicada. Os critérios de comparação foram selecionados de acordo com os temas considerados estratégicos para esta tese. Os trabalhos selecionados são apresentados nas seções a seguir.

3.6.1 *Time2Focus*

Batch et al. (2021) realizaram uma avaliação do aplicativo *Time2Focus*, desenvolvido pela empresa ®MicroMass Communications, Inc (Car, NC). A avaliação considerou engajamento, alterações clínicas e cognitivas dos indivíduos. O objetivo do *Time2Focus* é auxiliar indivíduos com diabetes tipo 2 no desenvolvimento de habilidades de autocuidado por meio de uma educação orientada por tópicos que incluem alimentação saudável, atividade física, autogestão e automonitoramento da doença. Os tópicos foram divididos em doze níveis criados para melhorar as habilidades e motivar os indivíduos na gestão dos cuidados com a doença. O conteúdo não é personalizado, mas é fundamentado por evidências comportamentais e gamificação para oferecer uma experiência de aprendizado diferenciada ao indivíduo. A experiência do aprendizado incluiu a definição de metas pessoais, resolução de

problemas, feedback e entrevista motivacional. O conteúdo está disponível no formato de artigos e vídeos. O indivíduo pode incluir dados sobre atividades físicas realizadas, alimentação e níveis de HbA1c. O aplicativo também disponibiliza desafios na forma de jogos e uma ferramenta de rastreamento. A comunicação com o indivíduo se dá através de mensagens de texto e e-mail. O estudo concluiu que após o uso do aplicativo, os indivíduos melhoraram sua capacidade de realizar tarefas e diminuíram suas percepções em relação à doença, ou seja, uma melhora na autoeficácia em diabetes, sendo esta considerada uma habilidade necessária no cuidado com a doença após o diagnóstico. A diminuição dos níveis de HbA1c foi observada durante o período de doze semanas de acompanhamento. Por fim, os autores concluem que mais pesquisas são necessárias para incentivar o aumento do engajamento dos indivíduos e a diminuição dos níveis de HbA1c através da autogestão incentivada pelo uso de aplicativos.

3.6.2 DEAP

Sabo et al. (2021) desenvolveram uma ferramenta denominada *Diabetes Engagement and Activation Platform* (DEAP), com o objetivo de fornecer suporte a educação e autogestão de indivíduos com diabetes tipo 2. A ferramenta é acessada através de um portal e está integrada com prontuários eletrônicos de pacientes e *data warehouse*, que fornecem dados sociodemográficos (sexo, idade, raça, etnia, idioma, tipo de seguro de saúde) e dados clínicos (níveis de HbA1c, pressão arterial e índice de massa corporal (IMC)). O conteúdo educacional contém nove módulos que endereçam os domínios de educação em diabetes da *The American Diabetes Association* (ADA). A ferramenta proporciona o conhecimento através de leituras educativas autoguiadas, vídeos e questões sobre a doença. Além disso, é possível avaliar o conhecimento do indivíduo sobre cada domínio. Uma equipe multidisciplinar fornece suporte as necessidades de cada indivíduo, caso necessite. O conteúdo foi extraído a partir de materiais publicados e validados da ADA, *National Diabetes Education Program*, *American Association of Diabetes Educators*, *Mayo Clinic*, *MedlinePlus* e outras fontes. Uma equipe formada por dois educadores certificados em diabetes, um educador comunitário e dois indivíduos com diabetes tipo 2 ajudaram a equipe de pesquisa na seleção dos materiais. O estudo concluiu que o conhecimento dos indivíduos após o uso da ferramenta foi aprimorado. Alguns indivíduos solicitaram ajuda da equipe de cuidado. Dados de HbA1c e pressão arterial não sofreram alterações durante o período de três a seis meses de teste, mas os dados de IMC dos indivíduos tiveram uma redução durante o período de uso da ferramenta.

3.6.3 MyDESMOND

Hadjiconstantinou et al. (2020) apresentaram o processo de desenvolvimento de uma plataforma digital para autogestão de diabetes tipo 2 denominada *MyDESMOND*²⁰. A plataforma teve como origem um programa não digital implantado para autogestão de diabetes para indivíduos recém diagnosticados e outros dois programas digitais denominados *BabySteps* e *MyWellbeing*. *BabySteps* foi criado para promover a prática de atividade física em mulheres com histórico de diabetes gestacional. Já o *MyWellbeing* foi desenvolvido para

²⁰ <https://www.mydesmond.com/home/>

auxiliar no apoio emocional de indivíduos com diabetes tipo 2. O desenvolvimento do programa foi guiado pelo framework *Intervention Mapping* (IM) que contém seis passos incluindo: avaliar as necessidades, especificar os objetivos e resultados esperados, desenhar o projeto, desenvolver o projeto, implementar e avaliar. O conteúdo foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar e incluiu informações gerais sobre diabetes tipo 2, complicações, escolhas alimentares, atividade física, sedentarismo, aspectos emocionais, sofrimento relacionado com diabetes, definição de objetivos e recaída do diabetes. O conteúdo foi disponibilizado no aplicativo por meio de textos, vídeos e questionários. O aplicativo permite que os indivíduos registrem suas atividades diárias, alimentação, peso, HbA1c, pressão arterial, colesterol e hábitos de fumar. O acompanhamento da saúde do indivíduo é realizado através de mensagens com profissionais da saúde. O indivíduo pode definir metas diárias e interagir com outras pessoas participantes do programa. O estudo concluiu e demonstrou no artigo o projeto de desenvolvimento do programa através do protótipo de um aplicativo. A avaliação através de um experimento será realizada como trabalhos futuros.

3.6.4 *My Care Hub*

Adu et al. (2020) implementaram um aplicativo denominado *My Care Hub* para autogestão de diabetes tipo 1 e tipo 2. Uma revisão da literatura identificou necessidades e preferências dos indivíduos e estas foram incorporadas no desenvolvimento, além de recursos e conteúdo educacional. O aplicativo possui três módulos educacionais divididos em: visão geral sobre gestão de diabetes, feedback personalizado sobre os dados informados da glicose no sangue (inclui histórico dos dados) e informação textual sobre a quantidade de carboidratos e calorias de alimentos comuns da culinária Australiana. Estas informações foram obtidas do banco de dados *Australian Food, Supplement and Nutrient* (AUSNUT 2011-13)²¹. O conteúdo sobre diabetes foi estruturado na forma de mensagens categorizadas e orientadas para uma ação. Estas mensagens são utilizadas para conscientizar sobre os benefícios associados à autogestão de diabetes e engajar o indivíduo. O indivíduo pode informar os dados de glicose no sangue, peso, atividades físicas, quantidade de carboidratos consumidos e a localização que uma atividade ocorreu ou a sua própria localização. Gráficos permitem ao indivíduo visualizar um histórico dos dados informados. O estudo concluiu que uma melhora na apresentação das mensagens é necessária para fins de usabilidade, mas em geral os resultados indicaram um bom índice de satisfação dos indivíduos.

3.6.5 *DTC*

Giannoula et al. (2020) desenvolveram um aplicativo denominado *Differentiated Thyroid Cancer* (DTC) para fornecer informações sobre o câncer de tireoide, testes de diagnósticos e terapia apropriada para indivíduos com diagnóstico. O conteúdo disponível no aplicativo foi extraído através de uma revisão da literatura nas bases de dados *PubMed*, *Highwire* e *Google Scholar*. O banco de dados do aplicativo contém setenta e um artigos resultantes desta revisão. As informações sobre o câncer de tireoide foram estruturadas em diversas questões para facilitar a compreensão do público alvo. O indivíduo seleciona as

²¹ <https://www.foodstandards.gov.au/science/monitoringnutrients/ausnut/pages/default.aspx>

questões que melhor correspondem às necessidades. O texto contém figuras e tabelas que facilitam o entendimento por parte dos indivíduos. O conteúdo inclui informações sobre a glândula da tireoide, câncer de tireoide e os carcinomas diferenciados da tireoide (CDT). O indivíduo pode inserir seus dados demográficos, clínicos, lembretes para medicação e tornar disponível para cuidadores e médicos. Todo o texto do aplicativo foi escrito na linguagem grega. Os autores planejam realizar um estudo quase-experimental para avaliar a qualidade de vida de indivíduos com CDT.

3.6.6 *Yi Tang Yun Qiao*

Huang et al. (2020) implementaram um aplicativo denominado *Yi Tang Yun Qiao* para fornecer educação automatizada e individualizada e melhorar as habilidades de autogestão de indivíduos com diabetes tipo 1. O conteúdo disponível inclui informações gerais sobre diabetes tipo 1, complicações relacionadas e tratamentos com insulina. Um programa de educação estrutura está disponível para os indivíduos, dividido em duas partes. O primeiro é referente ao programa individualizado onde notificações *push* fornecem recomendações de materiais que combinam com as necessidades de cada indivíduo. As recomendações levam em consideração o conhecimento sobre a doença informado no *assessment*. Já o segundo é referente ao banco de dados que inclui materiais desenvolvidos pela equipe de pesquisa. Os indivíduos podem pesquisar e navegar pelo material disponível de acordo com seu interesse. O aplicativo inclui funcionalidades para gestão dos níveis de HbA1c, conhecimento científico sobre diabetes, materiais do programa de educação estruturada, serviços para registro de informações sociodemográficas, dados clínicos, diagnóstico e tratamento, avaliação do conhecimento sobre diabetes e comunicação com profissionais da área da saúde. O aplicativo foi desenvolvido no idioma chinês. Os autores planejam realizar um ensaio clínico randomizado para avaliar mudanças nos níveis de HbA1c, triglicerídeos, colesterol, pressão arterial, IMC, qualidade de vida, atividades de autocuidado, autoeficácia, depressão, ansiedade e satisfação dos indivíduos.

3.6.7 *MyLung*

Alharbey e Chatterjee (2019) apresentaram um aplicativo denominado *MyLung* para melhorar a qualidade de vida de pacientes com DPOC. O objetivo é aumentar a autoconsciência dos indivíduos e promover o autocuidado. A teoria do *Health Belief Model* (HBM) e os princípios do *Behavioral Change–Support System* (BCSS) foram utilizados para guiar o levantamento dos requisitos do projeto. A primeira consistiu em fazer uma revisão da literatura guiada por uma questão de pesquisa e identificar um conjunto de requisitos a serem avaliados posteriormente. A segunda foi utilizada como uma ferramenta de apoio para explorar e entender que mecanismos poderiam ser disponibilizados para o aprendizado dos indivíduos através de sistemas de informação. O aplicativo disponibiliza módulos de educação, redução de riscos e monitoramento da doença. O conteúdo disponível inclui informações sobre fatores de risco e consequências do DPOC. O estudo concluiu que após a utilização do aplicativo, os indivíduos tiveram mudanças para melhor nas avaliações sobre autoconsciência, autoeficácia e intenção comportamental. Este último é estimado através do envolvimento do indivíduo em realizar atividades físicas e evitar os fatores de risco relacionados com a doença.

3.6.8 ColorApp

Mohamad Marzuki et al. (2019) desenvolveram um aplicativo denominado *Colorectal Cancer Awareness Application* (ColorApp) para promover a educação da comunidade sobre o câncer colorretal. O conteúdo desenvolvido seguiu a teoria do *Health Belief Model* (HBM) e a técnica *The Nominal Group Technique* (NGT). A primeira consistiu em fazer uma revisão da literatura sobre câncer colorretal e identificar conteúdos relevantes para o público alvo. A segunda foi utilizada para explorar e encontrar respostas para as seguintes perguntas: Que informações são necessárias para o público alvo? Qual a garantia que as informações são autoexplicativas? Que recursos tornam o aplicativo amigável? A NGT consiste de uma reunião estrutura onde um grupo constituído por especialistas da área analisam as questões formuladas e chegam a um consenso sobre as respostas formuladas. Um ou mais indivíduos são instituídos moderadores da reunião. O conteúdo sobre câncer colorretal inclui introdução, sinais e sintomas, fatores de risco, medidas preventivas, programa de triagem e kit imunoquímico de sangue oculto. Todo conteúdo foi disponibilizado no formato de texto, vídeo e gráficos. O indivíduo pode calcular seu IMC no aplicativo e o mesmo faz recomendações personalizadas quanto aos níveis de açúcar, pressão arterial e colesterol. O aplicativo foi desenvolvido no idioma malaio. O estudo obteve uma pontuação média da usabilidade do aplicativo de 72 e conclui que o mesmo pode ser utilizado para educação da comunidade em câncer colorretal.

3.6.9 Care4myHeart

Woods et al. (2019) implementaram um aplicativo denominado *Care4myHeart* para autogestão de indivíduos com insuficiência cardíaca. O conteúdo sobre insuficiência cardíaca inclui uma visão geral sobre a condição, sintomas comuns e tratamentos. As informações foram obtidas do site St Vincent's Heart Health²² e incluídas no aplicativo considerando uma revisão por médicos e pacientes. Além disso, médicos, pacientes e cuidadores apoiaram o projeto e desenvolvimento do aplicativo. O aplicativo possui três seções: *home*, gestão da saúde e meu plano. A primeira contém os elementos prioritários para autogestão da insuficiência cardíaca (medicamentos, sintomas, exercícios e peso), resumo dos lembretes, informações sobre a condição e configurações. O aplicativo foi desenvolvido no idioma inglês. A segunda inclui informações médicas do indivíduo e interações com equipe médica. A última refere-se ao plano de cuidado do indivíduo incluindo medicação, sintomas, exercícios, peso, alimentação, ingestão de líquido, pressão arterial, bem-estar e objetivos futuros. O plano de cuidado é personalizado de acordo com as necessidades de cada um. O estudo concluiu e recomenda que as partes interessadas sejam envolvidas no projeto de aplicativos na área da saúde.

²² <https://www.svhhearthealth.com.au/>

3.6.10 PELS

Almotairi et al. (2018) propuseram um sistema chamado *Patient e-learning system* (PELS). O PELS é uma aplicação web desenvolvida para atender às necessidades de aprendizado do paciente sobre doenças crônicas. A aplicação fornece materiais para uma aprendizagem personalizada considerando as condições clínicas do paciente e suas necessidades. Os materiais de aprendizagem são armazenados em repositórios de objetos em nuvem, consultados semanticamente e entregues ao paciente. Além disso, utiliza as definições da ICD (ICD-9/ICD-10) da WHO (CDC, 2021) para determinar se um objeto de aprendizagem é genérico, por exemplo *body system*, ou específico, por exemplo diabetes. Os objetos de aprendizagem podem ser coletados de diversos sites de organizações, tal como *Center for disease control and prevention* (CDC), ou inseridos manualmente na aplicação.

A aplicação faz uso do padrão *Common Cartridge* (CC) para padronizar a criação dos objetos de aprendizagem e disponibilizá-los ao paciente. Para encontrar e indexar resultados similares ou relacionados as condições de saúde do paciente, a aplicação utiliza recursos de pesquisa semântica disponíveis no banco de dados *Microsoft SQL Server*. Dados do paciente são utilizados para personalizar as funcionalidades oferecidas pela aplicação, tais como informações demográficas (nome, data de nascimento e sexo), preferências do paciente (conteúdo por texto, vídeo ou áudio, preferência por linguagem e nível de conhecimento sobre a doença), sinais vitais (temperatura, frequência respiratória, pressão arterial e saturação de oxigênio (atualizadas regularmente)), sintomas observados e doenças que o paciente pode ter (utiliza o histórico familiar e sintomas existentes). Após a inclusão dos dados do paciente na aplicação, um plano de estudos é gerado contendo a lista de materiais de aprendizagem indicados para o paciente. Uma vez atualizados os dados do paciente, por exemplo a adição de um novo sintoma ou doença, o plano de estudos é atualizado e disponibilizado ao paciente.

3.6.11 VDMS

Hussain e Athula (2018) desenvolveram um *chatbot* nomeado *Virtual Diabetes Management System* (VDMS) para usuários diagnosticados ou não com diabetes. O objetivo do *chatbot* é fornecer informações sobre a doença e ajudar os usuários na autogestão da doença. A base de conhecimento do *chatbot* foi construída manualmente utilizando *tags* do padrão *Artificial Intelligence Mark-up Language* (AIML). Primeiro, foram utilizados *websites* da área da saúde contendo informações sobre diabetes no formato de perguntas e respostas, tais como *Webmd.com* e *website* de saúde do governo australiano. Segundo, foram extraídas manualmente informações de textos não estruturados dos mesmos *websites* mencionados anteriormente. As perguntas e respostas formuladas foram verificadas por profissionais médicos da área. Diferentes cenários de diálogos com usuários foram construídos também através da ajuda de profissionais médicos. Quando o *chatbot* não possui a resposta a questão do usuário, a resposta é consultada na *Wikipedia* através do uso da *MediaWiki API*. Tanto pergunta quanto resposta são escritas utilizando linguagem natural. O *chatbot* pode ser utilizado por usuários portadores ou não de diabetes para educação e gerenciamento da doença.

3.6.12 MyPath

Jacobs et al. (2018) desenvolveram uma aplicação *mobile* denominada *MyPath* que disponibiliza conteúdo personalizado e dinâmico para pacientes diagnosticados e em tratamento de câncer. O conteúdo foi obtido através de *sites* indicados por profissionais parceiros do projeto da área da saúde, tais como *American Cancer Society*²³, *Breastcancer.org*²⁴ e *Cancer.net*²⁵. Além destes, foram utilizados *sites* de fontes locais, incluindo *cancer navigation organization* e clínicas de câncer. A maioria dos recursos foram disponibilizados *off-line*, exceto o fórum de discussão e algum *hiperlink* relacionado ao conteúdo disponível. Informações sobre diagnóstico e tratamento realizados pelo paciente são incluídas no perfil. Estas informações são utilizadas para disponibilizar conteúdo personalizado aos interesses e necessidades do paciente. Além disso, a aplicação utiliza um formulário de questões preenchidas pelo paciente obtidas e adaptadas da pesquisa de angústia do *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN) para atualizar os conteúdos recomendados para os problemas indicados pelo paciente. Este formulário pode ser atualizado a qualquer momento que o paciente achar conveniente. A pesquisa organiza os problemas dos pacientes com câncer em cinco categorias: problemas práticos, familiares, emocionais, preocupações espirituais e religiosas e problemas físicos. No *MyPath*, as categorias foram ajustadas para melhor adequação dos conteúdos, sendo: informações gerais da doença, tratamentos e saúde + bem-estar e recursos locais. O *MyPath* combina as necessidades dos pacientes com *tags* associadas aos recursos selecionados. As *tags* dos metadados servem para indicar se o conteúdo de um recurso pertence ao diagnóstico, tratamento ou resposta a uma questão da pesquisa, critérios estes utilizados na personalização do conteúdo.

3.6.13 Mobile Diabetes Self-Care System

Guo et al. (2015) desenvolveram uma aplicação *mobile* para pessoas com diabetes cujo objetivo é melhorar a capacidade de autocuidado incluindo três dimensões: aquisição de conhecimento, mudança de comportamento no autocuidado e eficácia no autocuidado. Os pacientes podem registrar informações, tais como peso, altura, tipo e quantidade de alimentos e bebidas consumidos, exercícios realizados, consumo de medicamentos e cuidado com os pés. Os pacientes podem testar seus conhecimentos usando questionários. O conteúdo disponível na aplicação contém informações, tais como indicação de níveis de glicose no sangue e fatores que influenciam na sua variação, informações e recomendação sobre consumo de alimentos e a importância dos cuidados com os pés. O conteúdo é fundamentado nas diretrizes da *American Association of Diabetes Education* (AADE), na literatura disponível e nas diretrizes da *Taiwan Association of Diabetes Educators*. A aplicação, através de um centro de serviços, monitora ativamente a saúde do paciente. Lembretes e/ou indicações de leitura de conteúdos são enviados ao paciente para ajudar no gerenciamento de suas condições de diabetes em uma abordagem menos intrusiva. Além disso, o centro de serviços pode ser contactado pelo paciente para dúvidas, preocupações ou dificuldades encontradas no autocuidado.

²³ <https://www.cancer.org>

²⁴ <https://www.breastcancer.org/>

²⁵ <https://www.cancer.net>

3.6.14 SeeCare System

Gray et al. (2014) desenvolveram um aplicativo denominado *SeeCare System* integrado a IPTV. O objetivo é fornecer informações personalizadas sobre diabetes através dos recursos da Web 2.0 tornando possível o acesso à informação sem sair de casa, por meio da interface de uma televisão e um controle remoto. O conteúdo sobre diabetes é personalizado através das informações obtidas, tais como necessidades específicas, objetivos e metas e condições de saúde. Uma interface web disponibiliza um conjunto de serviços acessíveis pelo usuário, por um familiar ou um cuidador, desta forma é possível gerenciar os cuidados do indivíduo com a saúde. Conteúdo em formato de vídeo, incluindo entrevistas com pessoas portadoras de diabetes e seus cuidadores relacionam aspectos da experiência com a doença versus aspectos relacionados aos sintomas, estilo de vida, exercício, dieta e saúde mental. As entrevistas são categorizadas com palavras-chave, tais como depressão, medicação e tratamento e, carregadas para visualização do indivíduo, de acordo com suas necessidades. O *SeeCare System* relaciona as palavras-chave com as informações constantes no perfil do indivíduo e disponibiliza o vídeo para visualização. Além disso, permite a criação de múltiplas contas de usuário, desta forma familiares e cuidadores podem assistir aos vídeos relacionados as suas atividades, tais como preparação de refeições e cuidados com ferimentos.

3.6.15 glUCModel

Hidalgo et al. (2014) apresentaram uma aplicação *web* denominada *glUCModel* para autogestão de diabetes. A aplicação ajuda na melhora da comunicação e interação entre pacientes e médicos. Os médicos são responsáveis por monitorar e acompanhar os pacientes, através dos dados pessoais e registros médicos informados, tais como níveis de glicemia, insulina injetada, carboidratos ingeridos, atividades físicas, peso e documentos contendo teste de olhos, pés e sangue. Os dados podem ser inseridos de duas maneiras: manualmente, através de uma interface ou automaticamente, por meio de arquivos *xml*. A aplicação utiliza um sistema de recomendação que utiliza soluções adotadas por estudos de casos. As características destes estudos devem ser discriminadas detalhadamente para uso futuro, a fim de evitar recomendações indevidas. Inicialmente, o sistema de recomendação foi carregado com regras criadas por médicos, baseadas nas suas experiências com pacientes. O paciente informa seus dados na aplicação e o sistema de recomendação compara estes dados com as regras existentes, encontra semelhanças e cria as recomendações ao paciente para melhora dos hábitos e conhecimentos sobre a doença.

Na assistência educacional, o sistema de recomendação avalia os resultados de um teste de conhecimento sobre a doença realizado pelo paciente. Sendo assim, pode ser recomendado o estudo ou revisão de algum tópico sobre a doença. No aspecto de monitoramento, o sistema de recomendação compara os dados de registros médicos informados pelo paciente e sugere mudanças no estilo de vida ou o estudo de algum tópico sobre a doença, disponível no módulo de *e-learning*. Os dados que influenciam no monitoramento são: IMC, visitas médicas, índices de hipoglicemia e hiperglicemia obtidas nos últimos sete dias. As recomendações são enviadas aos pacientes através de mensagens via *e-mail*. O curso *e-learning* está disponível na aplicação somente em espanhol.

3.6.16 Content's personalized recommendation for implementing ubiquitous learning in health 2.0

Mendes Neto et al. (2014) propõem um modelo que fornece conteúdo personalizado para assistência educacional de indivíduos portadores de doenças crônicas e em tratamento domiciliar utilizando informações, tais como hábitos alimentares, atividades físicas, dores, informações sobre tratamento, humor, localização, aplicativos utilizados e redes sociais acessadas. O perfil do usuário é gerenciado através da coleta manual de informações ou por meio de agentes de software. No primeiro caso, o sistema questiona o usuário sobre informações, tais como hábitos alimentares, prática de exercícios físicos, dores, tratamentos e histórico clínico. Por sua vez, os agentes monitoram o uso dos dispositivos (páginas, localização e aplicativos acessados) e serviços *web* (redes sociais e registros pessoais de saúde). Ontologias flexibilizam a integração dos serviços, utilizadas como repositório semântico do perfil do usuário e repositório semântico do domínio do conhecimento das doenças crônicas. Um algoritmo genético suporta a recomendação de conteúdos, tais como informações sobre a doença, tratamentos e hábitos alimentares saudáveis. O modelo aborda qualquer doença crônica, desde que esteja definida em uma ontologia de domínio e armazenada em um repositório semântico. Informações incluindo o nível de conhecimento sobre a doença crônica e o nível de dificuldade em relação ao conteúdo são utilizadas para fazer uma recomendação mais adequada ao indivíduo.

3.6.17 Comparativo entre os trabalhos relacionados e o SALUS

Para comparar os trabalhos relacionados com o SALUS, foram definidos critérios a partir de características e funcionalidades identificadas como essenciais no desenvolvimento de um modelo computacional para assistência educacional ubíqua, ver Seções 2.1, 2.2 e 2.3 (Capítulo 2). Os critérios também foram selecionados com base em pesquisas recentes sobre a aplicação da computação ubíqua na área da saúde (PITTOLI et al., 2018; VIANNA e BARBOSA, 2019; PETRY et al., 2019; BAVARESCO et al., 2020; DIAS et al., 2020; DA ROSA TAVARES e VICTÓRIA BARBOSA, 2021; MACHADO et al., 2021), onde o uso de históricos de contextos (SILVA et al., 2010; PITTOLI et al., 2018; PETRY et al., 2019; BAVARESCO et al., 2020; DIAS et al., 2020; MACHADO et al., 2021) é uma tendência e, portanto, um tema estratégico para esta pesquisa. Sendo assim, os trabalhos foram analisados através dos seguintes critérios:

- **Suporte a autogestão e autocuidado:** identifica se o estudo fornece suporte ao indivíduo para gerenciar seus dados sobre a saúde e também gerenciar suas atividades para cuidar de si próprio;
- **Auxílio na educação sobre a doença:** identifica se o estudo fornece apoio à educação sobre a doença crônica através do uso das tecnologias;
- **Fonte de informação:** verifica no estudo qual a fonte de informação utilizada para seleção de conteúdo sobre a doença crônica, tais como *sites* na Internet, profissionais da área da saúde e provedores de conteúdo;
- **Suporte ao conteúdo personalizado:** avalia na solução se o conteúdo utilizado para assistência educacional é personalizado de acordo com informações constantes no perfil do indivíduo;

- **Forma/técnica para seleção de conteúdo:** identifica na solução qual a forma (automática, manual ou ambas) e a técnica utilizada para a seleção de conteúdo, tais como algoritmo e pesquisa semântica;
- **Sensibilidade ao contexto / uso de históricos de contexto :** avalia se o estudo utiliza algum tipo de informação sobre contextos (DEY, 2001) e históricos de contextos (MAYRHOFER, 2005; SILVA et al., 2010; BARBOSA et al., 2016; BARBOSA et al., 2018; BARBOSA, 2019; LIMA et al., 2022), como por exemplo, a localização do indivíduo, data/hora e a atividade realizada;
- **Ontologia:** identifica no estudo se utiliza o conceito de ontologias para inferência de resultados, definição de consultas para respostas as questões de competências ou para a representação do conhecimento de domínio da solução tecnológica;
- **Doença crônica:** identifica no estudo para qual DCNT é aplicado, tais como câncer, doença cardiovascular, doença respiratória e diabetes, ou suas especialidades, diabetes tipo 1, diabetes tipo 2 ou câncer de mama, por exemplo.

A Tabela 5 apresenta os dezesseis trabalhos selecionados e os critérios de comparação mencionados anteriormente. As colunas foram preenchidas conforme informações constantes nos artigos. Além disso, a última linha traz o SALUS e os critérios preenchidos considerando suas definições e características.

Tabela 5. Comparação dos trabalhos relacionados.

Seção / Autores	Autogestão/ autocuidado	Educação DCNTs	Fonte de informação	Conteúdo personalizado	Seleção de conteúdo / formato	Contexto / Históricos de contexto	Ontologia	Doença crônica
3.6.1 (Batch et al., 2021)	Sim	Sim	Não mencionado	Funcionalidades do aplicativo	Manual. Seleção por educadores especialistas. Disponível por meio de artigos e vídeos	Não	Não	Diabetes tipo 2
3.6.2 (Sabo et al., 2021)	Sim	Sim	Sites na Internet	Não	Manual. Seleção por educadores especialistas	Não	Não	Diabetes tipo 2
3.6.3 (Hadiiconstantinou et al., 2020)	Sim	Sim	Não mencionado	Não	Manual. Seleção por equipe multidisciplinar. Disponível por texto vídeo e questionário	Não	Não	Diabetes tipo 2
3.6.4 (Adu et al., 2020)	Sim	Sim	Sites na Internet	Apenas feedback	Manual. Seleção por equipe multidisciplinar. Disponível por mensagens categorizadas	Não	Não	Diabetes tipo 1 e tipo 2
3.6.5 (Giannoula et al., 2020)	Não	Sim	Bases PubMed, Highwire e @Google Scholar	Não	Manual. Revisado por especialistas. Disponível em texto	Não	Não	Cancer de tireoide
3.6.6 (Huang et al., 2020)	Sim	Sim	Não mencionado	Sim	Manual. Seleção por equipe multidisciplinar. Disponível em texto	Não	Não	Diabetes tipo 1
3.6.7 (Alharbey e Chatterie e 2019)	Sim	Sim	Não mencionado	Não	Não identificada forma de seleção. Disponível em texto	Somente contexto (localização)	Não	Doença pulmonar obstrutiva crônica

Seção / Autores	Autogestão/ autocuidado	Educação DCNTs	Fonte de informação	Conteúdo personalizado	Seleção de conteúdo / formato	Contexto / Históricos de contexto	Ontologia	Doença crônica
3.6.8 (Mohamad Marzuki et al., 2019)	Não	Sim	Sites na Internet	Recomendações sobre IMC, pressão arterial e colesterol	Manual. Seleção por equipe multidisciplinar. Disponível por texto, gráficos e vídeo	Não	Não	Cancer colorretal
3.6.9 (Woods et al., 2019)	Sim	Sim	Site do St Vincent's Heart Health	Não	Manual. Seleção por médicos e pacientes. Disponível em texto	Não	Não	Insuficiência cardíaca
3.6.10 (Almotairi et al., 2018)	Não	Sim	Sites na Internet	Sim	Automática. Pesquisa semântica via SQL Server	Não	Não	Doenças crônicas
3.6.11 (Hussain e Athula 2018)	Não	Sim	Base de dados local e @Wikipedia	Sim	Automática. Pesquisa via interpretador AIML	Não	Não	Diabetes
3.6.12 (Jacobs et al., 2018)	Sim	Sim	Sites na Internet	Sim	Automática. Relação perfil x palavras-chave	Não	Não	Câncer de mama
3.6.13 (Guo et al., 2015)	Sim	Sim	Sites na Internet e literatura disponível	Sim	Manual. Profissionais do centro de serviços	Não	Não	Diabetes
3.6.14 (Gray et al., 2014)	Não	Sim	Entrevistas gravadas	Sim	Automática. Relação perfil x palavras-chave	Não	Não	Diabetes
3.6.15 (Hidalgo et al., 2014)	Sim	Sim	Estudos de caso e informações médicas de pacientes	Sim	Automática. Estudos de caso e regras	Não	Não	Diabetes
3.6.16 (Mendes Neto et al., 2014)	Não	Sim	Sites na Internet	Sim	Automática. Algoritmo genético x regras x perfil	Não	Sim	Doenças crônicas
SALUS	Sim	Sim	Sites, @Twitter, @Google Maps	Sim	Automática. Disponível através de links	Sim	Sim	Doenças crônicas

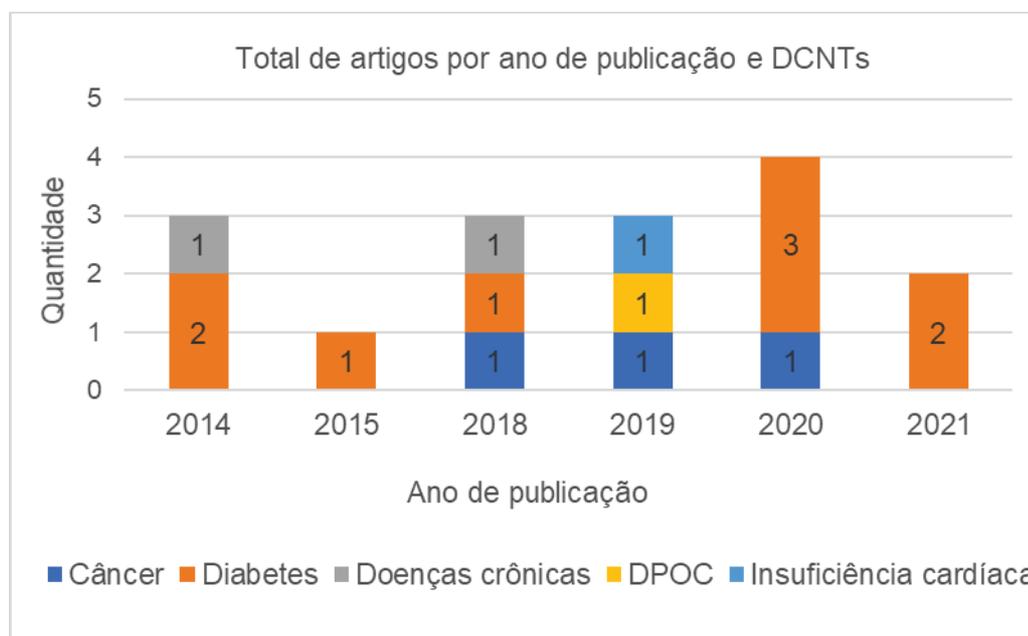
Fonte: Elaborado pela autora.

Os trabalhos relacionados têm como objetivo apoiar o indivíduo na educação sobre DCNTs proporcionando desta forma a autogestão dos cuidados com a saúde. Para isso, uma tendência identificada nos trabalhos selecionados é utilizar informações contidas no perfil do indivíduo. Essas informações são úteis para personalizar os serviços disponíveis nas soluções e atender devidamente as necessidades do indivíduo. A Figura 5 apresenta a distribuição dos trabalhos relacionados considerando o ano de publicação versus DCNTs.

Nove trabalhos têm como foco uma doença crônica, tal como diabetes (GRAY et al., 2014; HIDALGO et al., 2014; GUO et al., 2015; HUSSAIN e ATHULA, 2018; ADU et al., 2020). O trabalho de Huang et al. (2020) trata especificamente da diabetes tipo 1. Batch et al. (2021), Sabo et al. (2021) e Hadjiconstantinou et al. (2020), tratam em seus trabalhos a diabetes tipo 2. Já os trabalhos apresentados por Mendes Neto et al. (2014) e Almotairi et al. (2018) tratam de doenças crônicas. Mendes Neto et al. (2014) propõe um modelo que pode contemplar qualquer doença crônica, definida através de uma ontologia de domínio e armazenada em repositório semântico. Almotairi et al. (2018) utiliza um repositório de objetos de aprendizagem estruturados através de metadados. Três trabalhos são específicos

para câncer. Jacobs et al. (2018) propõe um modelo para atender indivíduos com câncer de mama, Giannoula et al. (2020) câncer de tireoide e Mohamad Marzuki et al. (2019) câncer colorretal. Alharbey e Chatteriee (2019) desenvolveram uma solução para DPOC e Woods et al. (2019) para insuficiência cardíaca.

Figura 5. Total de artigos por ano de publicação e DCNTs.



Fonte: Elaborado pela autora.

Seis dos dezesseis trabalhos propõem na solução a seleção e indicação de conteúdo de forma automática (GRAY et al., 2014; HIDALGO et al., 2014; MENDES NETO et al., 2014; ALMOTAIRI et al., 2018; HUSSAIN e ATHULA, 2018; JACOBS et al., 2018). Outros nove de forma manual (GUO et al., 2015; WOODS et al., 2019; MOHAMAD MARZUKI et al., 2019; HUANG et al., 2020; GIANNOULA et al., 2020; ADU et al., 2020; HADJICONSTANTINO et al., 2020; BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021). Em Alharbey e Chatteriee (2019) não foi possível identificar a técnica utilizada na seleção de conteúdo. Diferentes técnicas são utilizadas para selecionar conteúdo educacional e relacionar ao perfil do indivíduo, tais como pesquisa semântica via @Microsoft SQL Server (ALMOTAIRI et al., 2018), pesquisa via interpretador AIML (HUSSAIN e ATHULA, 2018), perfil x palavras-chave (GRAY et al., 2014; JACOBS et al., 2018), estudo de caso x regras (HIDALGO et al., 2014), algoritmo genético x regra x perfil (MENDES NETO et al., 2014) e seleção por equipe multidisciplinar (WOODS et al., 2019; MOHAMAD MARZUKI et al., 2019; HUANG et al., 2020; GIANNOULA et al., 2020; ADU et al., 2020; HADJICONSTANTINO et al., 2020; BATCH et al., 2021; SABO et al., 2021). Na proposta de Guo et al. (2015) um centro de serviços monitora e acompanha as informações dos indivíduos incluídas no sistema. Profissionais da área da saúde avaliam as condições do indivíduo e indicam conteúdos que possam apoiar no conhecimento sobre a doença.

A sensibilidade ao contexto foi identificada em apenas dois trabalhos. Mendes Neto et al. (2014) explora a assistência educacional em saúde e cita a educação ubíqua, apesar de suportar a aprendizagem personalizada, não foi possível obter detalhes sobre o uso de informações de contexto. Os autores citam apenas que recomendações de conteúdos são personalizadas através de informações constantes no perfil do usuário e que este perfil é enriquecido através da sua interação com o sistema ou obtidos através de sensores que

monitoram o usuário no seu ambiente domiciliar. Alharbey e Chatteriee (2019) citam o uso de informações da localização do indivíduo para apresentar informações quanto à qualidade do ar. Os indicadores auxiliam o indivíduo a evitar os fatores de risco que ameaçam suas vidas. Sobre o uso de informações de históricos de contexto, nenhum dos trabalhos faz menção.

A ontologia foi um critério pouco explorado pelos trabalhos. Apenas o modelo apresentado por Mendes Neto et al. (2014) utilizou ontologia como repositório semântico dos dados de perfil do usuário e conteúdo sobre as doenças crônicas. Os demais trabalhos não caracterizam as representações dos conceitos, nem descrevem como os elementos são descritos no modelo junto a solução. O SALUS utiliza ontologias para a representação do conhecimento no domínio da assistência educacional ubíqua em DCNTs. Além disso, a ontologia apresenta as principais classes do modelo e um conjunto de regras são utilizadas para avaliar sua capacidade de realizar inferências sobre o domínio representado.

Considerando o resultado do comparativo entre os trabalhos relacionados, o modelo SALUS se diferencia nos seguintes aspectos:

- Armazenamento das informações contextuais do indivíduo em banco de dados, possibilitando a criação de uma base histórica de contextos do indivíduo;
- Uso de informações do perfil do indivíduo para indicação de serviços personalizados que atendam às condições de saúde do indivíduo;
- Uso de ontologias para representação do conhecimento no domínio da assistência educacional ubíqua em DCNTs;
- Captura automática de informações sobre conteúdos relacionados às DCNTs e informações sobre lugares para assistência à saúde, assistência educacional, prática de atividade física e alimentação saudável, através da integração com fontes externas;
- Suporta o acompanhamento a longo prazo dos indivíduos;
- A proposta não é restrita a uma única doença crônica, ou seja, o SALUS atende o indivíduo conforme suas necessidades em relação à prevenção e ao acompanhamento das DCNTs e seus fatores de risco.

Os aspectos apresentados estão diretamente relacionados a questão de pesquisa apresentada na Seção 1.2 (Capítulo 1). O primeiro diferencial do modelo SALUS é proporcionar ao indivíduo uma aprendizagem contextualizada na educação em DCNTs, para isso, as informações de contextos são capturadas, armazenadas em uma base de dados histórica e utilizadas para correlações futuras. Um exemplo de contexto em que um indivíduo está inserido pode ser uma consulta médica de rotina em consultório médico em uma determinada data. Nesta consulta, o médico avalia os resultados de dados clínicos do indivíduo, comparando com as informações registradas no seu histórico clínico e procede com as recomendações médicas de rotina. No SALUS, o indivíduo atualiza os dados existentes ou inclui novos e, posteriormente o modelo utiliza esses dados para ofertar os serviços disponíveis ao indivíduo.

O segundo diferencial refere-se à captura automática de informações de fontes externas. A integração com fontes externas é realizada para capturar informações de conteúdo e lugar. A automatização para ambos ocorre através da utilização de termos definidos por meio de palavras-chave, relacionadas aos fatores de risco das DCNTs. No caso de conteúdo, esta técnica é bastante utilizada para buscar na Internet quais os conteúdos mais acessados

para as palavras-chave utilizadas no critério de busca. No caso de lugar, a busca ocorre através da correlação entre a palavra-chave, descrição do lugar e localização.

O terceiro diferencial refere-se à representação do conhecimento do domínio do modelo através de ontologias. Esta representação torna o modelo flexível, onde conceitos e relações podem ser representados e novos conhecimentos podem ser inferidos através de regras. A ontologia também é utilizada como um repositório semântico dos dados do indivíduo, contexto e DCNTs. Além dos dados de conteúdo e lugar utilizados para os serviços de recomendação.

O quarto diferencial refere-se à criação de uma base de dados de históricos de contextos e a análise destes dados. O modelo efetua a análise dos dados através de um método estatístico para indicação de informações úteis para a promoção da educação em DCNTs. A criação da base de históricos de contextos de indivíduos fornece suporte ao acompanhamento a longo prazo. A base de históricos de contextos pode ser utilizada para a prevenção de doenças futuras e no acompanhamento dos indivíduos após o diagnóstico.

O quinto diferencial se refere a extensão do SALUS quanto às DCNTs. O modelo foi especificado para atender às DCNTs especificadas pela WHO e não uma única doença, como acontece na maioria das soluções apresentadas no comparativo com os trabalhos relacionados (Tabela 5).

Por último, o SALUS se destaca em relação aos demais trabalhos quanto à sua utilidade, ou seja, na prevenção e no acompanhamento da doença. O SALUS pode ser utilizado tanto pelo indivíduo sem o diagnóstico para uma DCNT quanto pelo indivíduo com diagnóstico. Esta característica do modelo é um diferencial, uma vez que as soluções são focadas em assistir ao indivíduo com diagnóstico, tratando este como um paciente. Através da criação de uma base de históricos de contexto do indivíduo é possível assisti-lo na prevenção e no acompanhamento das DCNTs a longo prazo.

3.7 Considerações Finais

Este capítulo teve como objetivo principal apresentar os trabalhos relacionados ao modelo para assistência educacional ubíqua em DCNTs definido nesta tese. Diante do tempo dedicado a elaboração desta tese, a elegibilidade dos trabalhos relacionados foi realizada em duas etapas. A primeira, executada no final de 2018, consistiu em realizar um mapeamento sistemático da literatura para buscar artigos inseridos na temática desta tese entre os anos de 2008 e 2018. A segunda etapa, executada no final de 2021, teve como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica complementar entre os anos de 2019 e 2021. Considerando os critérios elencados, foi possível construir uma tabela comparativa e preencher as características dos dezesseis trabalhos selecionados. Após analisar os trabalhos, foram identificadas características que foram exploradas e utilizadas na especificação do SALUS. O Capítulo 4 apresenta o modelo para assistência educacional ubíqua em DCNTs.

4 SALUS: UM MODELO PARA ASSISTÊNCIA EDUCACIONAL UBÍQUA EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS

Este capítulo apresenta a especificação do modelo SALUS, onde é abordado o uso de informações de históricos de contextos de indivíduos para promoção da educação em saúde. Primeiramente é apresentada uma visão geral do modelo (Seção 4.1). Uma versão simplificada do modelo foi aceita para publicação e apresentada no XXX SBIE (LARENTIS et al., 2019a). A arquitetura e suas representações são descritas na Seção 4.2. A Seção 4.3 apresenta o modelo de dados. Por fim, a Seção 4.4 descreve as considerações finais.

4.1 Visão geral do modelo

O SALUS é um modelo computacional para assistência educacional ubíqua em DCNTs. O SALUS foi definido para atender às necessidades do indivíduo de acesso à informação sobre DCNTs para a manutenção e melhoria da sua saúde. O modelo possibilita a criação de serviços para uso na recomendação de conteúdo sobre as doenças e seus fatores de riscos, meios de prevenção e acompanhamento após um diagnóstico, na recomendação de lugar para assistência à saúde, assistência educacional, locais apropriados para alimentação saudável e a prática de atividade física. Serviços de notificação contendo alertas, lembretes e mensagens, criação de grupos de pessoas, avaliação do conhecimento, feedback e avaliação de risco do desenvolvimento destas doenças. Além desses, indicação de textos e *links* de assuntos relacionados às DCNTs e indicação de pessoas, comunidades e organizações interessadas em promover ações de educação em saúde oriundas de redes sociais.

O SALUS utiliza informações de históricos de contextos (MAYRHOFER, 2005; SILVA et al., 2010; BARBOSA et al., 2016; BARBOSA et al., 2018; BARBOSA, 2019) dos indivíduos para auxiliar na assistência educacional ubíqua no âmbito da prevenção e acompanhamento das DCNTs. O modelo proporciona autonomia e independência ao indivíduo para uma aprendizagem direcionada às suas necessidades (BARBOSA e BARBOSA, 2019), empregando para isto técnicas que consideram dados históricos do indivíduo.

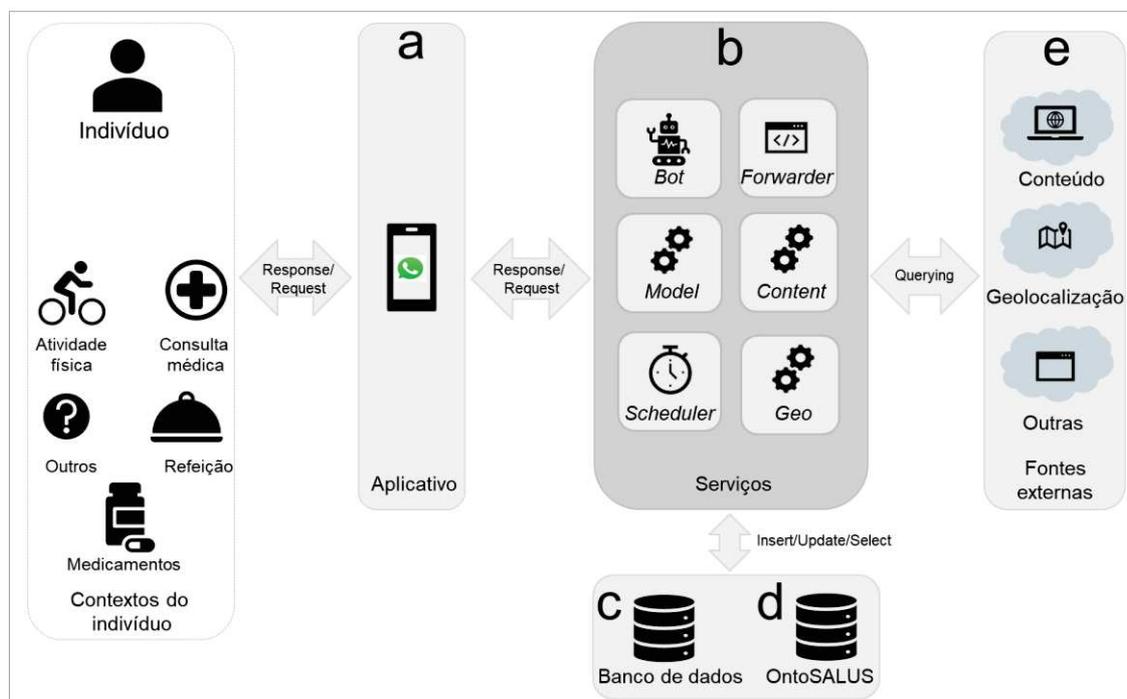
Analisando-se os trabalhos relacionados, observou-se que estes são sistemas que fornecem suporte educacional para indivíduos através do uso das TICs. Os sistemas, desenvolvidos para web e mobile, disponibilizam acesso às informações sobre as DCNTs por meio de informações textuais, artigos, vídeos, SMS e curso *e-learning*. As informações contidas no perfil do indivíduo são utilizadas para personalizar o acesso às informações sobre a doença e seus fatores de risco. As informações são atualizadas quando necessário. Uma vez atualizadas, as informações anteriores são substituídas, perdendo-se o histórico. Quando existe, este histórico é utilizado, na maioria das vezes, para mostrar ao indivíduo se ocorreu alguma mudança nos dados após algum tipo de intervenção. Diante disso, observou-se que nenhuma das propostas cita ou considera o uso de contextos nas definições dos sistemas e nem a geração de um histórico que pudesse servir para consultas futuras. A consulta aos dados contidos no histórico de contextos permite a entrega de informações personalizadas ao indivíduo, potencializando sua aprendizagem. Desta forma, o indivíduo pode atuar na prevenção dos fatores de risco associados às doenças ou acompanhar os fatores de risco pré-existentes.

O SALUS é apoiado nos seguintes princípios:

- Educar o indivíduo e acompanhá-lo a longo prazo, seja na prevenção (sem o diagnóstico) ou no acompanhamento após o diagnóstico. Para isso, o SALUS aplica análise de históricos de contextos, considerando dados sociodemográficos, de saúde, hábitos de vida e histórico familiar, para promover uma aprendizagem direcionada às suas necessidades (BARBOSA e BARBOSA, 2019) e aos seus interesses; e
- Melhorar a qualidade de vida e saúde dos indivíduos. O SALUS possibilita a criação de serviços para a formação de grupos de pessoas, criação de redes sociais espontâneas, recomendação de conteúdos educacionais em saúde, recomendações de lugares para alimentação saudável, prática de atividade física, assistência à saúde e assistência educacional, notificações através de alertas, mensagens e lembretes para motivar o indivíduo em atividades de saúde e bem-estar, avaliação de risco para DCNTs, indicação de textos e *links*, indicação de pessoas, comunidades e organizações oriundos de redes sociais.

A Figura 6 apresenta a visão geral dos elementos que compõem o modelo SALUS, são eles: a) Aplicativo (destaque em cinza claro); b) *Bot*, *Forwarder*, *Model*, *Content*, *Scheduler* e *Geo* (destacados em cinza escuro); c) Banco de dados (destaque em cinza claro); d) OntoSALUS (destaque em cinza claro); e) Fontes externas (destaque em cinza claro). Uma entidade no modelo é representada por um indivíduo. O indivíduo pode estar em ambientes com acesso às informações, podendo ser a casa, o trabalho, uma instituição de saúde ou um local de lazer.

Figura 6. Visão geral do SALUS.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Aplicativo tem como objetivo auxiliar o indivíduo no acesso às funcionalidades da aplicação. Através de uma interface simples e amigável, o indivíduo pode navegar com facilidade e agilidade. O aplicativo disponibiliza as funcionalidades para a assistência educacional ubíqua em DCNTs. Por meio de trocas de mensagens o indivíduo pode acessar às recomendações de conteúdos e lugares, indicações de pessoas e comunidades, verificar os lembretes para medicamentos e/ou prática de atividade física, acessar *links* para questionários de avaliação de conhecimento sobre a doença e consultar avaliações de risco para desenvolver uma doença.

O SALUS *Bot* trata-se de um programa de computador responsável por simular ações de interação com o indivíduo repetidas vezes de modo padrão, similares ao que um robô faria. É um módulo dedicado a fornecer uma experiência única, fazendo parecer que o indivíduo está interagindo com uma pessoa, um robô e não com uma máquina. A interação ocorre através da troca de mensagens de texto. As mensagens de texto correspondem a um conjunto de perguntas sobre dados sociodemográficos, comportamentais e de saúde do indivíduo, por exemplo: “Em que cidade você está?”, “Qual sua data de nascimento?”, “Você fuma ou já fumou? (0) Não (1) Sim (2) Ex-fumante”, “Você possui histórico familiar para diabetes? (0) Não (1) Sim”. As respostas são capturadas e salvas no perfil do indivíduo. A cada interação, o SALUS *Bot* pergunta ao indivíduo se existem atualizações e, em caso afirmativo, uma mensagem é enviada para atualização do dado solicitado. Esta comunicação ocorre de forma simples e rápida.

O SALUS *Forwarder* é responsável por redirecionar o domínio de um conteúdo indicado ao indivíduo pela aplicação para o domínio original disponível na Internet. Ou seja, no SALUS cada registro de conteúdo e lugar tem uma identificação. Esta identificação é apresentada ao indivíduo e após o click para visualização, o redirecionamento é realizado. O indivíduo acessa a informação disponível no *link*. Este redirecionamento é necessário para a aplicação registrar o interesse do indivíduo a uma recomendação ou indicação.

O SALUS *Model* é o elemento do modelo que contém as regras de negócio que definem como o modelo funciona. As regras são executadas conforme as solicitações via aplicação. Uma de suas funções é fazer a gestão das informações do indivíduo que compõem o seu perfil, ou seja, informações sociodemográficas, de saúde, hábitos de vida e histórico familiar. Através de mensagens de texto são coletadas as informações de e-mail, data de nascimento, idade, sexo, peso, altura, se fumante, se diabético, se hipertenso, se faz uso de bebida alcoólica, se pratica atividade física, índices glicêmicos, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, colesterol total, colesterol HDL, triglicerídeos, doenças crônicas pré-existentes, medicamentos de uso contínuo, atividades físicas realizadas, histórico de saúde de familiares, preferências e interesses. A aplicação armazena os dados de tal forma que não é possível identificar o indivíduo (anonimização). Cada indivíduo recebe um código exclusivo. Estes dados são utilizados para personalização das funcionalidades para promover a melhora da saúde do indivíduo.

Outra função do SALUS *Model* é gerenciar as informações de contexto e histórico de contextos do indivíduo, incluindo as informações de perfil, atividades realizadas, localização e tempo. A cada interação, um registro no histórico de contextos é inserido no banco de dados. Além disso, coletar informações sobre a situação ou atividade na qual o indivíduo está inserido no momento e torná-las disponíveis como contexto para uso futuro pela aplicação. Estes dados temporais expressam uma situação em que um indivíduo se encontra. Os dados são registrados em tabelas do banco de dados de forma sequencial, compondo uma base de históricos de contexto de uma entidade. O último registro armazenado representa o contexto mais recente. Os históricos de contextos representam a história dos indivíduos e estabelecem

uma base de dados viabilizando análises e correlações futuras. Os dados armazenados na base de dados são utilizados para obter informações para uso nos serviços oferecidos pelo SALUS *Model*.

O SALUS *Model* também é responsável por disponibilizar funcionalidades na forma de serviços para promover a prevenção de DCNTs, a promoção da saúde, o engajamento do indivíduo e sua participação em atividades de autogestão e autocuidado das suas condições de saúde. Os serviços ofertados são:

- a) Recomendação de conteúdo personalizado ao indivíduo, considerando suas vivências, suas necessidades e sua condição atual de saúde. Deve recomendar ao indivíduo conteúdos educacionais através de *links*, na forma de vídeo, arquivo ou imagem. O conteúdo é personalizado de acordo com as informações constantes no histórico de contextos do indivíduo. Por exemplo, recomendar conteúdos para leitura sobre diabetes tipo 1, sendo o indivíduo portador desta doença;
- b) Recomendação de lugares adequados para uma alimentação saudável: consiste em apresentar oportunidades ao indivíduo, de acordo com o contexto ao qual ele está inserido, ou seja, sua localização e condições de saúde atuais. Por exemplo, apresentar lugares para o indivíduo comprar produtos saudáveis e/ou fazer refeições adequadas para uma alimentação saudável;
- c) Recomendação de lugares apropriados para assistência a prática de atividades físicas: consiste em fornecer informações de lugares para prática de atividades físicas, incluindo academias, parques e pistas de corrida;
- d) Indicação de lugares para realizar consultas, exames e tratamentos: serve para indicar ao indivíduo a localização de consultórios médicos e clínicas para consulta, clínicas e laboratórios para a realização de exames e tratamentos indicados para a doença, indicação de pronto atendimento para o indivíduo coletar informações sobre pressão arterial, glicemia e fazer ingestão de insulina;
- e) Envio de notificações, incluindo alertas, lembretes e mensagens. Por exemplo, emitir alertas de zonas de riscos para a saúde, alertar o indivíduo sobre epidemias de vírus de doenças que possam trazer algum risco para a saúde, incluindo Sarampo, Zika, Febre Amarela e COVID-19. Enviar lembrete de informações sobre horários de medicamentos prescritos pelo médico, realização de exames e tratamentos, prática de hábitos saudáveis incluindo ingestão de líquidos, prática de atividades físicas, ingestão de alimentos saudáveis, evitar o consumo de sal e açúcar nas refeições e evitar o consumo de alimentos industrializados;
- f) Formação de grupos para educação e controle das DCNTs através da análise de informações que pode indicar o grau de similaridade entre os indivíduos e a localização entre eles;
- g) Avaliação de risco para DCNTs para auxiliar o indivíduo na adoção de hábitos saudáveis e no autocuidado das suas condições de saúde;
- h) Capacitação do indivíduo através de questionários, *quizzes* e avaliação do conhecimento sobre a doença crônica;
- i) Fornecer *feedback* das avaliações de conhecimento. O *feedback* é fornecido ao indivíduo a cada interação com a aplicação. O objetivo é motivar e engajar o indivíduo nas atividades de autogestão e autocuidado com a saúde e/ou doença;

- j) Indicação de textos e *links* contidos em *tweets*, oriundos do @Twitter²⁶, relacionados às DCNTs e seus fatores de risco;
- k) Indicação de pessoas, comunidades e organizações que possuam interesse em assuntos relacionados a educação em DCNTs, oriundos de redes sociais, tais como @Facebook²⁷, @Instagram²⁸ e @Pinterest²⁹.

O SALUS *Content* é responsável por efetuar a gestão dos conteúdos relacionados às DCNTs e seus fatores de risco associados. Seu objetivo é garantir a veracidade dos *links* dos conteúdos buscados na Internet para posterior uso pelo SALUS *Model*. A busca pelos conteúdos e locais na Internet se dá através da conexão do SALUS *Content* com fontes externas, que podem ser ferramentas de software de pesquisa, geolocalização, sites de provedores de conteúdo, de assistência médica e assistência educacional.

O SALUS *Scheduler* trata-se de um agendador ou escalonador de *Jobs*, responsável por gerenciar as tarefas realizadas pelos módulos do SALUS. As tarefas são executadas conforme uma programação, previamente cadastrada com a tarefa, data e hora. A programação é individualizada e personalizada para cada indivíduo. A Tabela 6 apresenta exemplos de tarefas agendadas na aplicação.

Tabela 6. Exemplos de tarefas do SALUS Scheduler.

Módulo	Tarefa	Programação
Salus <i>Content</i>	SALUS_CONTENT	1 x 10 dias
Salus <i>Geo</i>	SALUS_GEO	1 x 5 dias, deve-se indexar os lugares de interesse dos indivíduos atuais e novos cadastrados na aplicação.
Salus <i>Model</i>	SALUS_TRAIN	1 x dia
Salus <i>Model</i>	SALUS_SCORE	1 x dia
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_ASSESSMENT	1 x por semana
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_CONTENT	1 x dia, se score baixo, 1 x dia, se score médio, 1 x dia, se score alto
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_GEO	1 x dia, se score alto, 1 x 3 dias, se score médio, 1 x semana, se score baixo
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_ORG	1 x por semana
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_TWEETS	1 x por dia
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_REDES	1 x por semana
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_COMU	1 x por semana
Salus <i>Bot</i>	SALUS_BOT_PERSO	1 x por semana

Fonte: Elaborado pela autora.

O SALUS *Geo* é responsável por determinar a localização geográfica do indivíduo através do seu dispositivo. Uma vez mapeada a localização, é possível identificar as possibilidades de locais de interesse para alimentação saudável, prática de atividade física, assistência à saúde e assistência educacional.

O Banco de dados serve como um repositório para manter os dados capturados pela aplicação, incluindo dados de configuração, perfil, contexto, históricos de contextos e outros

²⁶ <https://twitter.com/>

²⁷ <https://www.facebook.com/>

²⁸ <https://www.instagram.com/>

²⁹ <https://br.pinterest.com/>

dados relacionados as funcionalidades existentes. A Seção 4.3 apresenta o modelo de dados incluindo tabelas, atributos e relações.

A OntoSALUS é uma ontologia criada para modelagem do conhecimento do modelo SALUS. A OntoSALUS, assim como o banco de dados, também serve como um repositório para manter os dados capturados pela aplicação. Além disso, tem como objetivo representar o conhecimento através da definição de uma taxonomia para o domínio das DCNTs para orientar os indivíduos em ações de promoção da saúde e prevenção das doenças. Com um motor de raciocínio é possível realizar inferências e utilizá-las para assistência educacional ubíqua em DCNTs. A metodologia utilizada no desenvolvimento da OntoSALUS é apresentada no Capítulo 5.

As Fontes externas são utilizadas para buscar informações atualizadas e completas de conteúdos e geolocalização. As buscas podem ser realizadas em fontes externas, tais como a Sociedade Brasileira de Diabetes³⁰, Instituto Nacional de Câncer³¹, Sociedade Brasileira de Cardiologia³² e Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia³³ (provedoras de conteúdo), localização de Unidades Básicas de Saúde (provedora de assistência médica ao indivíduo), localização de lugares para realizar alimentação saudável e localização de lugares para prática de atividades físicas. Ferramentas de software de pesquisa e geolocalização são utilizadas para auxiliar nesta funcionalidade.

O projeto do SALUS foi elaborado considerando as descrições a seguir:

- a) O modelo utiliza uma ontologia (GRUBER, 1993) para modelagem do conhecimento para assistência educacional ubíqua em DCNTs;
- b) O modelo foca na construção de uma solução *e-Health* para prevenção (sem o diagnóstico) ou no acompanhamento após o diagnóstico dos cuidados com a saúde e doença, contribuindo para pesquisas e implementações futuras;
- c) SALUS emprega na sua arquitetura tecnologias de desenvolvimento para dispositivos móveis (*smartphones*). Sua interface é simples e intuitiva, fácil de aprender e usar. Possibilita o acesso às informações de forma rápida e utiliza criptografia como mecanismo de segurança para armazenar os dados do indivíduo;
- d) O modelo analisa as informações contidas em históricos de contextos de indivíduos e utiliza na oferta de serviços personalizados;
- e) A arquitetura do modelo possibilita a integração com ferramentas disponíveis na Internet, para obtenção de dados externos.

4.2 Arquitetura

A representação da arquitetura do SALUS utiliza o modelo TAM (TAM, 2007), sendo definida como *client-server*, conforme apresentado na Figura 7. O modelo está organizado em quatro partes: *Client*, *Server*, *Database/Ontologia* e *Service Provider*.

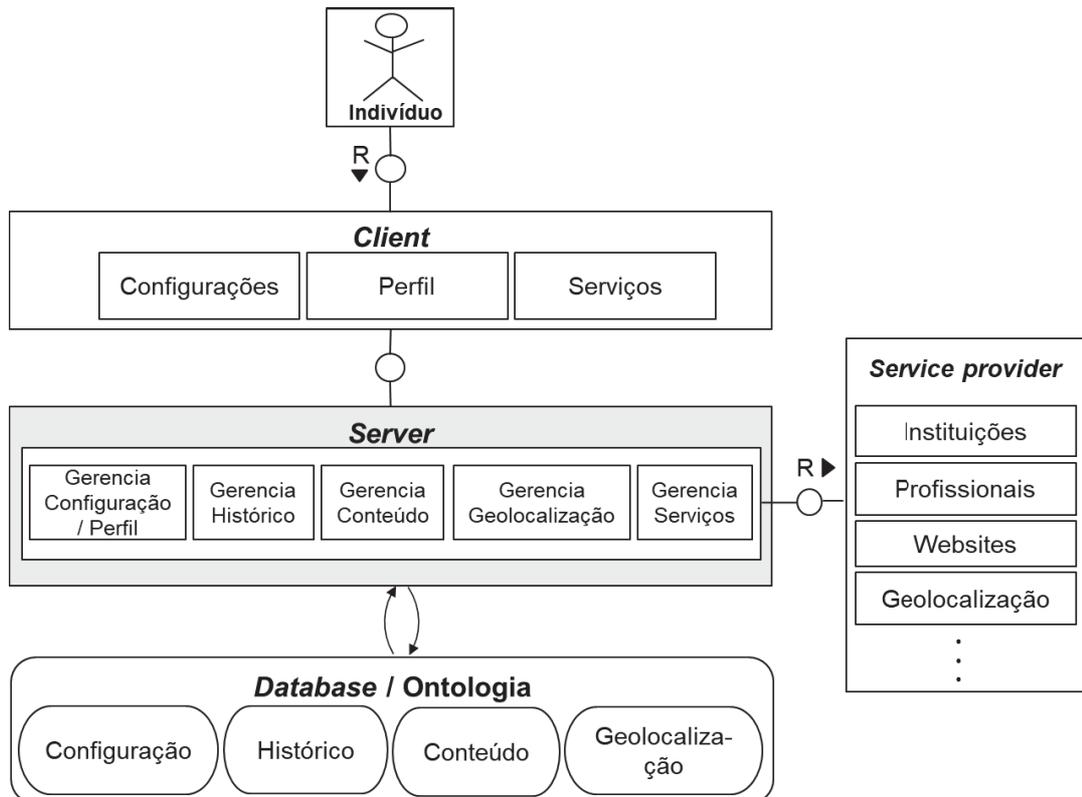
³⁰ <https://www.diabetes.org.br/>

³¹ <https://www.inca.gov.br/>

³² <https://www.cardiol.br/>

³³ <https://sbpt.org.br/portal/>

Figura 7. Arquitetura do SALUS.



Fonte: Elaborado pela autora.

O *Client* consome a informação contextual gerada, além de disponibilizar aplicações para a interação do indivíduo com o *Server*. O *Client* refere-se ao aplicativo para uso em dispositivos móveis e disponibiliza as funcionalidades para configurações da aplicação, captura das informações de perfil do indivíduo e funcionalidades disponíveis através de serviços.

O *Server*, por sua vez, suporta o gerenciamento das funcionalidades de assistência educacional em saúde. O *Server* é responsável por adquirir e processar os dados das entidades monitoradas, convertendo-os em informação contextual. O *Server* possui cinco elementos: a) Gerencia Configuração/Perfil; b) Gerencia Histórico; c) Gerencia Conteúdo; d) Gerencia Geolocalização; e) Gerencia Serviços.

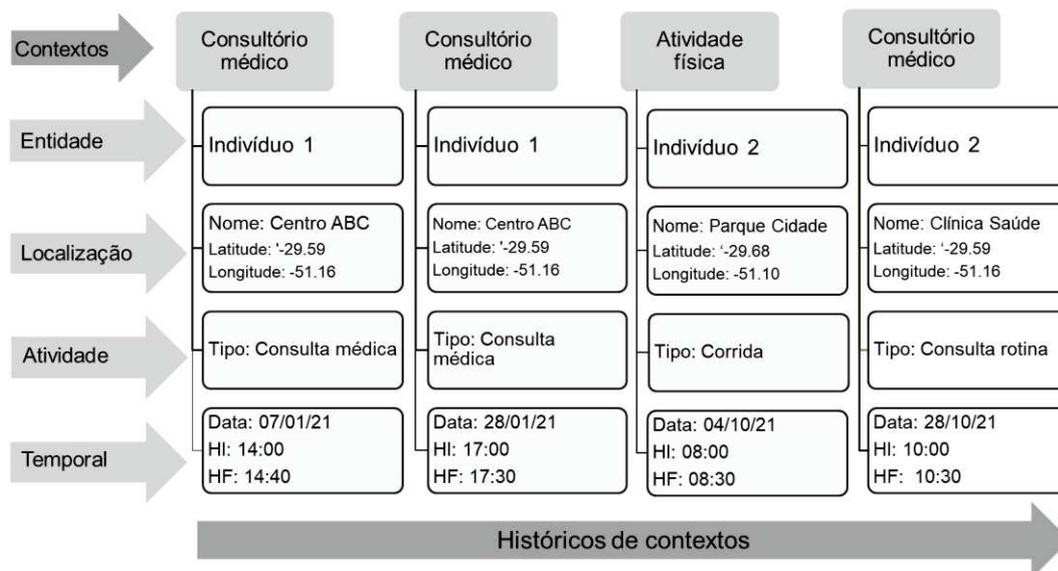
O Gerencia Configuração/Perfil gerencia as informações de configuração do aplicativo de acordo com as preferências informadas pelo indivíduo. Além disso, gerencia as informações do perfil do indivíduo, gerando e fornecendo informações para os demais elementos do SALUS. Sempre que uma informação for alterada, os demais elementos são notificados.

O Gerencia Histórico é responsável por coletar e armazenar as informações de contextos do indivíduo. A cada solicitação do indivíduo para incluir um dado no seu perfil ou atualizar um dado existente é gerado um registro e incluído no histórico. Este é composto por uma sequência de registros dos contextos do indivíduo, ordenados cronologicamente.

A Figura 8 apresenta um exemplo de dados de contextos de dois indivíduos. Na Figura existem dois contextos denominados “Consultório médico” cuja entidade refere-se ao “Indivíduo 1”. Ambos contêm informações de identificação do indivíduo, sua localização (nome do local, latitude e longitude), tipo da atividade realizada, data e hora que a atividade

ocorreu. Estes dois registros de contexto do “Indivíduo 1” formam uma sequência de históricos de contexto do “Indivíduo 1”. Além dos dados de contexto do “Indivíduo 1”, na Figura é possível observar que existem dados de contexto do “Indivíduo 2”. Estes dois registros do “Indivíduo 2” também formam uma sequência de históricos de contexto do “Indivíduo 2”. Os quatro registros de contextos de indivíduos (Indivíduo 1 e Indivíduo 2) compõem uma sequência de históricos de contextos de indivíduos.

Figura 8. Exemplo de dados de históricos de contextos de indivíduos.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gerencia Conteúdo é responsável por fazer a comunicação com o *Service Provider* para obter os conteúdos que devem ser incluídos e/ou atualizados na base de conteúdo do modelo.

O Gerencia Geolocalização é responsável por fazer a comunicação com o *Service Provider* para obter os lugares para alimentação saudável, prática de atividade física, assistência à saúde e assistência educacional e inserir e/ou atualizar na base de geolocalização do modelo.

O Gerencia Serviços é responsável por administrar as solicitações do cliente via aplicação e disponibilizá-las na forma de serviços. Os serviços referem-se a um conjunto de funcionalidades que são personalizadas de acordo com as informações constantes no perfil do indivíduo. As informações podem variar de acordo com o tipo de serviço ofertado pelo SALUS.

O *Database* armazena os dados de configuração da aplicação, do perfil do indivíduo, incluindo dados sociodemográficos, de saúde, hábitos de vida e histórico familiar e dos recursos disponíveis para uso, incluindo conteúdos e geolocalização. A Ontologia define a taxonomia para o domínio da assistência educacional ubíqua em DCNTs.

O *Service Provider* é responsável por gerenciar os provedores de serviços externos. Mecanismos de buscas são utilizados para localizar fontes externas na Internet relacionadas às DCNTs. Serviços de geolocalização são utilizados para determinar a localização de uma entidade e recursos oferecidos.

4.3 Modelo de Dados

A modelagem dos dados descritos no modelo conceitual do SALUS foi realizada através de um modelo Entidade Relacional (ER). A Figura 9 apresenta as tabelas, campos, tipos de dados e relacionamentos do modelo ER.

O modelo foi projetado para comportar as informações que compõem o histórico da vida do indivíduo e armazenar os dados do modelo. A ferramenta @dbdiagram³⁴ foi utilizada na elaboração do modelo ER. As principais entidades são representadas através das tabelas *users_profile*, *users_sociodemogra*, *users_clinical*, *users_activity*, *users_geo*, *users_content*, *users_notification*, *users_device*, *content*, *geo*, *users_assessment* e *assessment*.

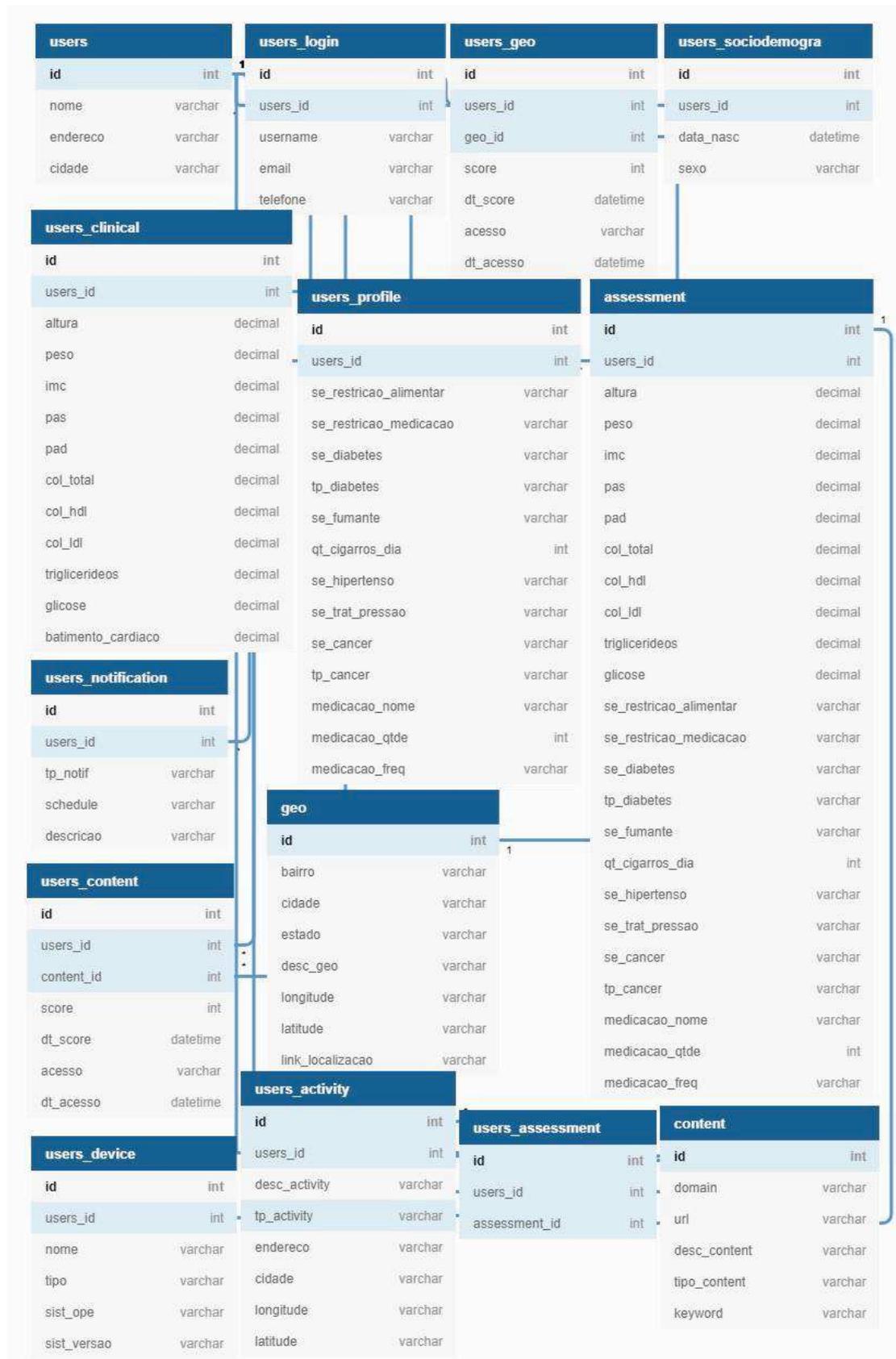
A tabela *users_profile* contém informações sobre as preferências do indivíduo, hábitos de vida, histórico familiar para doenças crônicas e seus fatores de risco e medicamentos. A tabela *users_sociodemogra* contém informações sobre idade, data de nascimento, escolaridade, ocupação profissional, naturalidade, estado civil, sexo e cor da pele. A tabela *users_clinical* mantém informações clínicas do indivíduo, ou seja, peso, altura, IMC, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, triglicérides, colesterol HDL, colesterol total e glicose. A tabela *users_activity* refere-se às atividades realizadas pelo indivíduo. A atividade caracteriza a ação do indivíduo no contexto, identificada através das seguintes informações: descrição da atividade, tipo de atividade, endereço, cidade, longitude, latitude, data e hora. A tabela *users_geo* contém as recomendações de lugares conforme perfil do indivíduo. A tabela *users_content* contém as recomendações de conteúdos conforme perfil do indivíduo. A tabela *users_notification* contém as notificações de alertas, lembretes e mensagens personalizadas para o indivíduo. A tabela *users_device* refere-se às informações do dispositivo móvel do indivíduo como nome, tipo, sistema operacional e versão do sistema operacional.

A tabela *content* armazena todos os conteúdos cadastrados na aplicação disponíveis para indicação ao indivíduo. A tabela *geo* armazena todos os lugares cadastrados na aplicação e que podem ser elegíveis na indicação ao indivíduo.

As tabelas *users_assessment* e *assessment* foram criadas para compor um conjunto de histórico de contextos do indivíduo. O histórico de contexto é composto pelos dados contidos nas tabelas *users_profile*, *users_sociodemogra*, *users_clinical* e *users_activity*. A cada interação do indivíduo com a aplicação, um registro é inserido na tabela *assessment* para consulta futura.

³⁴ https://dbdiagram.io/home?utm_source=dbdiagram

Figura 9. Modelo de dados.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.4 Considerações Finais

O presente capítulo apresentou o SALUS, um modelo computacional para assistência educacional ubíqua em DCNTs. O SALUS é executado como um aplicativo para *smartphones*. O SALUS contém seis elementos principais que trocam informações e são responsáveis por gerenciar o fluxo de dados entre eles: *Bot*, *Forwarder*, *Model*, *Content*, *Scheduler* e *Geo*. Uma ontologia, denominada OntoSALUS, foi criada para descrever os conceitos e relacionamentos existentes no SALUS. O conhecimento representado através da OntoSALUS foi utilizado na criação do modelo ER. Fontes externas foram definidas para uso na busca por informações atualizadas e completas. Esta busca é automática, e a informação deve estar disponível a qualquer instante para o indivíduo. Desta forma, elas podem ser utilizadas a partir do momento que são inseridas na aplicação. A arquitetura do SALUS foi desenvolvida considerando que o indivíduo terá acesso e conexão a Internet a qualquer momento, além de um dispositivo móvel, tal como *smartphone*. O Capítulo 5 apresenta a ontologia para assistência educacional em doenças crônicas não transmissíveis.

5 ONTOSALUS: UMA ONTOLOGIA PARA ASSISTÊNCIA EDUCACIONAL UBÍQUA EM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS

A ontologia “Ontologia para assistência educacional ubíqua em doenças crônicas não transmissíveis” (OntoSALUS), tem como finalidade representar o conhecimento no domínio da educação em DCNTs. Na definição do modelo SALUS, buscou-se diversificar a utilização de mecanismos que permitissem a representação de um conjunto de conceitos e os relacionamentos entre eles. Desta forma, optou-se pelo uso de ontologias, tendo em vista a possibilidade de representação do domínio de conhecimento ao qual a tese está inserida. Sendo assim, a definição da ontologia permite estruturar o conhecimento que é compartilhado entre os módulos do SALUS e facilita a visualização e compreensão das entidades que o compõem.

Os conceitos que existem nas relações entre as DCNTs e seus fatores de risco, bem como as informações do perfil de saúde do indivíduo, incluindo dados sociodemográficos, dados de saúde, histórico familiar e hábitos de vida podem ser descritos por ontologias. Nesse contexto, com o uso de ontologias é possível propor uma assistência educacional personalizada incluindo ações de prevenção e acompanhamento dos fatores de risco das DCNTs.

A OntoSALUS foi construída através da teoria dos mapas conceituais introduzido por Joseph Novak na década de 70 (NOVAK, 1981; NOVAK e CANÃS, 2010). O mapa conceitual é um instrumento para representar graficamente o conhecimento, ou parte dele, adquirido na definição do domínio de um campo conceitual. Esse mapa tem como objetivo representar relações significativas entre conceitos através de proposições. Uma proposição constitui um ou mais termos conceituais interligados através de *links* (palavra de ligação) (NOVAK e GOWIN, 1996). Como exemplo pode-se citar: o “Conceito A” relaciona-se ao “Conceito B”, onde, “Conceito A” e “Conceito B” referem-se ao termo conceitual e “relaciona-se ao” refere-se à proposição, ou seja, a relação entre os dois termos conceituais. A teoria dos mapas conceituais foi aplicada nesta tese para organizar e representar o conhecimento de forma geral.

Nas seções a seguir, serão apresentados os trabalhos relacionados as ontologias para DCNTs, a construção do mapa conceitual, a implementação da OntoSALUS e uma avaliação. A ontologia foi publicada em periódico internacional (LARENTIS et al., 2021). A Seção 5.1 apresenta os trabalhos relacionados a ontologias aplicadas às DCNTs. Após descrever os trabalhos relacionados, a construção do mapa conceitual é apresentada na Seção 5.2. Este foi elaborado a partir de um conjunto de perguntas e respostas relacionadas ao tema focal desta tese. A Seção 5.3 detalha o processo de desenvolvimento da OntoSALUS guiado pela metodologia *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINNESS, 2001). Uma avaliação foi conduzida através de instâncias criadas a partir de dados públicos e os resultados são apresentados na Seção 5.4. Por fim, a Seção 5.5 apresenta das considerações finais.

5.1 Trabalhos Relacionados às Ontologias para DCNTs

Na área de tecnologia aplicada à saúde em DCNTs, várias pesquisas têm se concentrado na criação de ontologias. Nesta Seção são descritas ontologias aplicadas na representação do conhecimento junto aos cuidados da saúde do indivíduo com DCNTs, seja

na prevenção, no acompanhamento ou no tratamento da doença. Os trabalhos apresentados foram extraídos de uma pesquisa bibliográfica no @Google, sendo utilizados os critérios: a) artigos publicados a partir de 2015 (inclusive); b) artigos publicados em conferência, *workshop* ou periódico.

As palavras-chave utilizadas na busca foram: (*ontolo** AND (*diabetes* OR *cancer* OR “*cardiovascular disease*” OR “*respiratory disease*” OR *NCD* OR “*non-communicable diseases*” OR “*noncommunicable diseases*” OR “*noncommunicable chronic diseases*”). Os artigos selecionados são descritos a seguir.

Bravo et al. (2020) implementaram uma ontologia para gerenciar o perfil de pacientes diabéticos. A ontologia considerou informações pessoais e clínicas do paciente, atividades físicas, dieta e medicamentos. Os autores consideraram o reuso de ontologias existentes para representação do conhecimento junto ao perfil do paciente, como *NDF-RT*, *DOID Ontology*, *SYMP Ontology* (SYMP) e *Logical Observation Identifiers Names and Codes* (LOINC) *system*. Quatorze questões de competência foram classificadas e classificadas em três grupos: perfil do paciente, diagnóstico de diabetes e diagnóstico clínico de diabetes. Três estudos de caso foram definidos e as instâncias criadas para verificar a consistência através do *reasoner*.

Madhusanka et al. (2020) desenvolveram uma ontologia para uso em sistemas de apoio à decisão clínica denominado *Clinical Decision Support Systems* (CDSS). A ontologia foi criada através de um modelo conceitual. Este modelo considerou as diretrizes clínicas para pacientes com diabetes tipo 1, diabetes tipo 2 e diabetes gestacional, sendo: *Clinical guidelines from the Ceylon College of Physicians*, *Clinical guidelines from the Sri Lanka College of Obstetricians* e *Gynecologists and Clinical guidelines from the Sri Lanka Diabetes Federation*. Duas questões de competência foram criadas para avaliação. As questões de competência foram respondidas através de consultas SPARQL. O sistema de apoio à decisão utilizou a ontologia como base de conhecimento para disponibilizar recomendações de dieta, exercícios e medicamentos considerando informações como idade, IMC, glicose plasmática em jejum, açúcar no sangue pós-prandial e hemoglobina glicada.

Wang et al. (2020) propuseram um sistema de recomendação de materiais educacionais para pacientes com doenças crônicas da China. O sistema utiliza uma ontologia denominada *Chronic Disease Patient Education Ontology* (CDPEO). A ontologia foi utilizada para representar os dados de paciente e material educacional. A ontologia descreve informações demográficas, dados fisiológicos (resultados de análises clínicas), histórico de doenças crônicas, medicamentos e estilo de vida. Os materiais educacionais são limitados a documentos chineses incluindo (websites, diretrizes (em arquivo eletrônico) e livros). Os autores definiram os termos da ontologia com base em pesquisas e análises de materiais educacionais e registros de dados dos pacientes. Técnicas de *Natural Language Processing* (NLP) foram utilizadas para extrair palavras-chave dos materiais educacionais. Restrições de propriedades foram definidas para complementar a semântica das classes e regras *Semantic Web Rule Language* (SWRL) codificadas para gerar inferências mais complexas. Um algoritmo foi desenvolvido para gerar as recomendações dos materiais educacionais combinando os dados dos pacientes e dos documentos. Uma avaliação foi conduzida com dados de 50 pacientes do *General Hospital of Ningxia Medical University*, sendo esta realizada de duas maneiras: avaliação de performance do sistema de recomendação e avaliação de performance da extração de palavras-chave. A avaliação foi conduzida com dois especialistas. De acordo com os autores, o sistema de recomendação alcançou uma precisão de 0,970 para a primeira recomendação e uma precisão média de 0,628. A ontologia foi implementada no Protégé.

Chen et al. (2019) apresentaram um modelo para predição de risco, diagnóstico e tratamento de diabetes com ontologia denominado *Ontology-Based Model For Diabetic Patients* (OMDP). A ontologia descreve informações pessoais e clínicas do paciente, exercícios, alimentação e medicamentos. Na construção da ontologia os autores consideraram o reuso de padrões existentes para conteúdo, medicamentos, sintomas, e genética como *Human Disease Ontology* (DO), *RxNorm Ontology*, *SYMP*, *Gene Ontology*, *Physical Ontology*, *Food Ontology* e *SNOMED CT*. Duas ontologias de alto nível foram combinadas na ontologia proposta: *BFO* e *OGMS definitions*. Regras semânticas foram criadas e testadas com 766 registros médicos de pacientes do *The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University*, sendo 269 com diagnóstico de diabetes. A ontologia foi implementada no Protégé.

Alian et al. (2018) desenvolveram um sistema de recomendação de dieta, exercícios e medicamentos para pacientes diabéticos com auxílio de ontologia. O sistema recomenda planos de dieta, exercícios e medicamentos através de regras criadas na ontologia. A ontologia constitui de uma base de conhecimento do paciente incluindo informações biológicas, culturais, socioeconômicas e ambientais do paciente que afetam seu bem-estar. A base de conhecimento foi construída através da utilização de diretrizes já consolidadas sobre bem-estar, incluindo quatro dimensões: *diabetes management general guidelines*, *food and nutrition guidelines*, *physical workout guidelines* e *American Indians (AI) related healthcare guidelines*. Os autores reutilizaram outras ontologias existentes sobre alimentação, nutrição e exercícios físicos. Regras de recomendação foram criadas e testadas com estudos de caso.

Em El-Sappagh et al. (2018) os autores descrevem uma ontologia para tratamento de diabetes tipo 2 denominada *Diabetes Mellitus Treatment Ontology* (DMTO). A ontologia foi construída seguindo os princípios da *OBO Foundry*. Duas ontologias de alto nível foram combinadas na ontologia proposta: *BFO* e *OGMS definitions*. Os autores incorporaram os conceitos previamente definidos na *DDO Ontology* (EL-SAPPAGH e ALI, 2016) e reutilizaram outras ontologias como *RxNorm Ontology*, *National Drug File – Reference Terminology* (NDF-RT), *Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms* (SNOMED CT), *OWL Time*, *Drug Interactions Ontology* (DINTO) e *OntoFood Ontology* (FO). A ontologia foi implementada no Protégé. Questões de competência foram criadas. Um estudo de caso foi elaborado e criado manualmente no Protégé para testes de inferências e respostas as questões de competência.

Vianna et al. (2018) propuseram uma ontologia para detectar a influência das relações sociais na disseminação dos fatores de risco para DCNTs. Informações como sexo, se fumante, se obeso, se feliz e as relações sociais da pessoa (amigo, parente ou conhecido) são descritas pela ontologia. Os conceitos modelados na ontologia foram extraídos de três estudos que analisaram a influência das redes sociais no aumento de peso, na disseminação da felicidade e também na cessação do tabagismo. Regras semânticas foram criadas para responder a doze questões de competência. Uma rede social contendo 6 indivíduos foi criada para avaliar a solução para uma das questões.

Zhang et al. (2018) criaram uma ontologia para especificar as variáveis utilizadas em pesquisas sobre câncer denominada *Ontology for Cancer Research Variables* (OCRV). A ontologia constitui uma base de conhecimento considerando fatores de risco individuais incluindo raça, sexo, tipo e estágio do tumor, além de fatores contextuais como status socioeconômico, estado civil, idioma, status de saúde física e mental adulta, taxa de consumo de tabagismo e álcool. A construção da ontologia utilizou as definições de outras ontologias como *BFO*, *NCI Thesaurus* (NCIt) e *Time Event Ontology* (TEO). Além destas, a ontologia foi criada através da integração semântica de cinco base de dados que apoiaram na definição dos fatores de risco individuais e contextuais dos pacientes com câncer. Consultas foram

criadas para apresentar a consistência entre as estruturas ontológicas e a integração entre as bases de dados. A ontologia foi implementada no Protégé.

El-Sappagh e Ali (2016) desenvolveram uma ontologia para diagnóstico de diabetes tipo 2 denominada *Diabetes Mellitus Diagnosis Ontology* (DDO). A ontologia foi construída seguindo os princípios da *Open Biomedical Ontologies* (OBO) *Foundry*. Duas ontologias de alto nível foram combinadas na ontologia proposta: *Basic Formal Ontology* (BFO) *definitions* e *Ontology for General Medical Science* (OGMS). As informações que compõem a ontologia são: resultados de testes de laboratório, dados sociodemográficos, complicações e sintomas existentes, resultados de exames físicos e ingestão de medicamentos. A ontologia não considera planos de tratamento, medicamentos e o histórico familiar do paciente. Os autores consideraram o reuso das ontologias DO, SYMP, *Units of Measurement Ontology* (UO), *OBO Relation Ontology* (RO) e *RxNorm Ontology*. A ontologia foi implementada no Protégé e um teste de consistência foi realizado através do *reasoner*.

Somodevilla et al. (2015) propuseram um sistema que integra seis ontologias (pessoa, atividade física, DCNTs, informações nutricionais, regiões geográficas e sintomas da doença crônica). Regras semânticas foram criadas para responder quatro questões de competência: 1) Quais são os principais fatores de risco para ter diabetes? 2) O risco de ter diabetes está relacionado com a alimentação rica em gordura? 3) Como é definido um padrão de estilo de vida nível médio? 4) Quais são as características da pessoa que possui alimentação rica em gordura?. Além disso, os autores definiram regras para classificar uma pessoa como adolescente e para classificar uma pessoa como sedentária. Testes de inferências consideraram 85 indivíduos instanciados no Protégé.

A Tabela 7 apresenta a comparação entre a OntoSALUS e os trabalhos relacionados. Os critérios utilizados referem-se à metodologia utilizada na construção da ontologia, elaboração de regras, criação e execução de consultas, reuso de outras ontologias, doenças crônicas consideradas na ontologia e como é o processo de avaliação da ontologia.

Tabela 7. Comparação das ontologias relacionadas e a OntoSALUS.

Autores/Critérios de comparação	Metodologia	Regras	Consultas	Reuso	Sensível ao contexto	Doença crônica	Avaliação / Dados
Bravo et al. (2020)	Bravo et al. (2019)	Não	Não	Sim	Não	Diabetes tipo 2	Interna (Pellet reasoner e regras SWRL). Estudo de caso para verificação de inferências.
Madhusanka et al. (2020)	Grüniger e Fox's (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2004)	Sim	Sim	Não	Não	Diabetes tipo 1, tipo 2 e gestacional	Interna (OOPS!, Pellet reasoner e consultas SPARQL). Instâncias criadas através de diretrizes clínicas. Avaliação externa (respostas as questões de competência) com profissionais da saúde.
Wang et al. (2020)	Noy e Mcguinness (2001)	Sim	Não	Não	Não	Doenças crônicas	Interna (Pellet reasoner e regras SWRL). Avaliação externa de performance do sistema foram realizadas com dois especialistas do <i>General Hospital of Ningxia Medical University</i> . Dados de 50 pacientes adultos foram coletados através do registro eletrônico

Autores/Critérios de comparação	Metodologia	Regras	Consultas	Reuso	Sensível ao contexto	Doença crônica	Avaliação / Dados
							de saúde e questionários.
Chen et al. (2019)	Própria, quatro fases	Sim	Não	Sim	Não	Diabetes tipo 1 e tipo 2	Interna (Pellet reasoner e regras SWRL) Instâncias criadas através de dados obtidos do The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University.
Alian et al. (2018)	Iterativa e incremental	Sim	Não	Sim	Sim	Diabetes	Interna (Reasoner e regras SWRL). Estudo de caso para verificação de inferências. Avaliação externa (recomendações) com médicos especialistas.
El-Sappagh et al. (2018)	Própria, três fases	Sim	Não	Sim	Não	Diabetes tipo 2	Interna (OOPS!, Pellet, Hermit, FaCT++ reasoner e regras SWRL). Estudo de caso para verificação de inferências.
Vianna et al. (2018)	Grüninger e Fox's (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2004)	Sim	Sim	Não	Não	DCNTs	Dados fictícios para responder uma questão de competência.
Zhang et al. (2018)	Não especificado	Não	Sim	Sim	Não	Câncer	Consultas SPARQL em cinco bases de dados públicas.
El-Sappagh e Ali (2016)	Própria, cinco etapas	Sim	Não	Sim	Não	Diabetes tipo 2	Interna (<i>Ontology Pitfall Scanner!</i> (OOPS!), Pellet, Hermit, FaCT++ reasoner e regras SWRL). A ontologia não foi avaliada com uma base de dados.
Somodevilla et al. (2015)	Bravo (2014)	Sim	Não	Sim	Não	DCNTs	Interna (Reasoner e regras SWRL). Instâncias criadas através de dados públicos.
OntoSALUS	Noy Mcguinness (2001)	Sim	Sim	Sim	Sim	DCNTs	Interna (Pellet e Hermit reasoner, regras SWRL e consultas SPARQL). Instâncias criadas através de dados públicos.

Fonte: Elaborado pela autora.

A OntoSALUS se destaca na modelagem do conhecimento direcionada ao cuidado com a saúde do indivíduo a longo prazo, seja na prevenção ou no acompanhamento das DCNTs. Este diferencial não é explorado nos trabalhos analisados, visto que consideram a pessoa com o diagnóstico da doença. Nenhum dos trabalhos relacionados enfoca a assistência educacional ubíqua em DCNTs.

5.2 Construindo o Mapa Conceitual

A construção do mapa conceitual foi realizada a partir da definição do tema focal, sendo: **Assistência educacional personalizada em doenças crônicas não transmissíveis**. Posteriormente, dezenove perguntas foram elaboradas a partir do estudo teórico (Capítulo 2),

e respondidas, portanto, tendo como base o estudo. O objetivo das perguntas foi auxiliar na construção do conhecimento. As perguntas foram respondidas através de uma pesquisa bibliográfica. As perguntas, respostas e referências são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Perguntas e respostas ao tema focal.

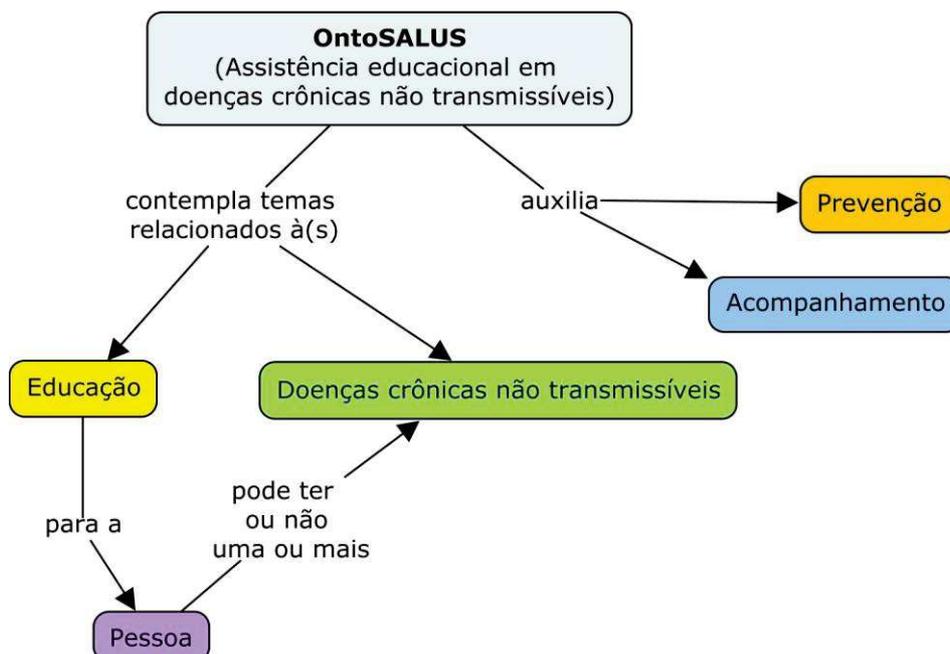
ID	Pergunta	Resposta	Referência
1	Quais são as DCNTs definidas pela WHO?	Câncer, Diabetes, Doenças cardiovasculares e Doenças respiratórias crônicas	WHO (2005, 2013)
2	Quais são as categorias dos fatores de risco associados às DCNTs?	Não modificáveis, Intermediários (metabólicos) e Modificáveis	WHO (2005)
3	Quais são os fatores de risco não modificáveis?	Idade, Genética e Sexo	WHO (2005)
4	Quais são os fatores de risco intermediários (metabólicos)?	Obesidade, Sobrepeso, Diabetes, Hipertensão e Dislipidemia	WHO (2005)
5	Quais são os fatores de risco modificáveis?	Tabagismo, Uso nocivo de álcool, Alimentação inadequada e Inatividade Física	WHO (2005, 2013)
6	Que variáveis sociodemográficas podem ser consideradas?	Naturalidade, Data de nascimento, Escolaridade, Estado Civil, Ocupação profissional, Cor da pele, Idade e Sexo	IBGE (2022)
7	Que variáveis normalmente são utilizadas para avaliar a saúde da pessoa com propensão a DCNTs?	Ingestão de medicamentos, Índice de massa corporal, Altura, Peso, Glicose, Triglicerídeos, Colesterol total, Colesterol HDL, Pressão arterial diastólica e Pressão arterial sistólica	FHS (2022b)
8	Quais são os vícios mais comuns a pessoas com propensão a DCNTs?	Tabagismo (cigarro, fumo ou cachimbo), Drogas ilícitas, Bebidas alcoólicas e remédios	WHO (2005)
9	Que locais podem ser indicados para a assistência à saúde?	Consultórios, Clínicas, Unidade Básica de Saúde (UBS), Unidade de Pronto Atendimento (UPA), Hospitais, Laboratórios, Farmácias e Alcoólicos Anônimos	DATASUS (2022)
10	Que locais podem ser indicados para a prática de atividade física?	Parques, Academias e Centros esportivos	Definidos pela autora
11	Que locais podem ser indicados para realizar uma alimentação saudável?	Restaurantes e Comércio de alimentos	Definidos pela autora
12	Que competências a aprendizagem pode desenvolver nas pessoas?	Atitude, Autoconhecimento, Conhecimento e Habilidade	BRASIL (2018)
13	Que tipos de notificações <i>push</i> de aplicativos podem ser enviadas para a pessoa?	Alertas, Lembretes e Mensagens	Definidos pela autora
14	Quais meios de entrega de conteúdo podem ser considerados?	Documento, Site e Vídeo	Definidos pela autora
15	Quais informações estão contidas no contexto?	Atividade, Dispositivo, Pessoa, Localização e Tempo	DEY (2001)
16	Quais são as formas de prevenção das DCNTs?	Acesso à informação e Controle dos fatores de risco modificáveis incluindo alimentação saudável (incentivo consumo de frutas, legumes e verduras, redução do sal dos alimentos industrializados), prática de atividade física, prevenção ao uso de tabaco e álcool	WHO (2005)
17	Quais são as formas de acompanhamento das DCNTs?	Acesso à informação, Consulta médica, Tratamento (medicação, dieta, terapia), Hábitos saudáveis (alimentação, prática de atividade física, cessação de tabagismo, prevenção ao uso nocivo do álcool) e Pronto Atendimento (urgência e emergência)	Definidos pela autora
18	Quais são as formas de interação social?	Criação de grupos de pessoas e criação de redes espontâneas	Definidos pela autora
19	Qual é a principal causa da mortalidade mundial?	Doenças crônicas não transmissíveis	WHO (2013)

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a elaboração das perguntas e respostas, foram escolhidas palavras para compor os conceitos. A escolha das palavras se deu através da utilização das perguntas e respostas formuladas. Por exemplo, a partir da pergunta ID1: Quais são as DCNTs definidas pela WHO? foi extraída a palavra “DCNTs”, a partir da questão ID2: Quais são as categorias dos fatores de risco associados às DCNTs? foi extraída a palavra “Fatores de risco” e, a partir da questão ID3: Quais são os fatores de risco não modificáveis? foi extraída a palavra “Não modificáveis”. As respostas foram utilizadas como que na sua totalidade. Por exemplo, a partir da resposta ID1: Câncer, Diabetes, Doenças cardiovasculares e Doenças respiratórias crônicas todas as palavras foram utilizadas, a partir da resposta ID2: Não modificáveis, Intermediários (metabólicos) e Modificáveis foram utilizadas todas as palavras com exceção de “metabólicos” por tratar-se de uma especificação para os fatores intermediários, a partir da resposta ID3: Idade, Genética e Sexo todas as palavras foram utilizadas. Posteriormente, proposições, ou seja, frases de ligação foram definidas para melhor representar a relação entre dois conceitos.

A ferramenta CmapTools³⁵ foi utilizada para organizar o conteúdo e apresentar os conceitos definidos para o tema focal. A Figura 10 apresenta os principais conceitos definidos no mapa conceitual sendo suas relações destacadas através das proposições. O mapa conceitual é composto pelos conceitos **Educação** (amarelo), **Doenças crônicas não transmissíveis** (verde), **Acompanhamento** (azul), **Prevenção** (laranja) e **Pessoa** (lilás) que contemplam os principais temas abordados pela ontologia. O conceito **Educação** relaciona-se com o conceito **Pessoa** através da relação “para a”. O conceito **Pessoa** relaciona-se com o conceito **Doenças crônicas não transmissíveis** através da relação “pode ter ou não uma ou mais”. Caso a pessoa não tenha um diagnóstico para DCNTs o SALUS auxilia no âmbito da prevenção, representada pelo conceito **Prevenção**, por outro lado, se a pessoa possui um diagnóstico para DCNTs, o auxílio é realizado através de acompanhamento, representado pelo conceito **Acompanhamento**.

Figura 10. Mapa conceitual dos principais conceitos da OntoSALUS.

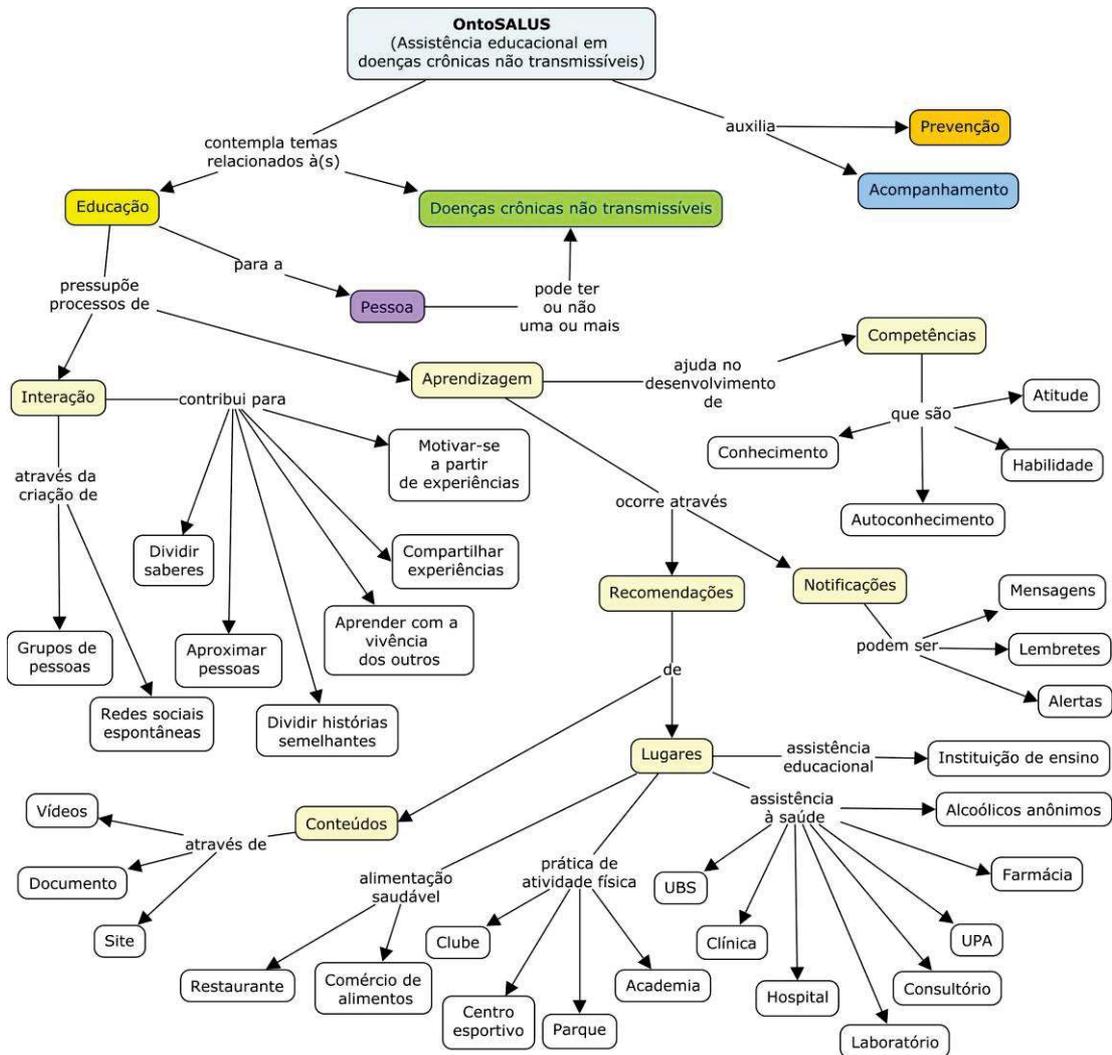


Fonte: Elaborado pela autora.

³⁵ <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>

A Figura 11 apresenta o conceito **Educação** (amarelo) e os elementos adjacentes dos conceitos **Interação** e **Aprendizagem** (destacados em amarelo claro). O conceito **Educação** no SALUS tem como objetivo descrever que elementos interferem diretamente na assistência educacional para a pessoa. O mapa conceitual descreve uma relação com processos de interação e outra com processos de aprendizagem. O conceito **Interação** descreve os meios que favorecem a interação entre as pessoas seja através da criação de grupos de pessoas com interesses em comum ou pela criação de redes sociais espontâneas para estimular interações entre as pessoas através de seus dispositivos móveis. A interação contribui para aproximar as pessoas, dividir saberes, compartilhar ideias e experiências da vida pessoal. O conceito **Aprendizagem** define uma aprendizagem favorecida por meio da recomendação de conteúdos e lugares. A aprendizagem estimula o desenvolvimento de competências da pessoa e proporciona o conhecimento sobre as condições que afetam a sua saúde. O interesse por recomendações de conteúdo e lugares personalizados e a visualização de notificações enviadas através de alertas, lembretes e mensagens contribuem para a pessoa desenvolver um papel mais ativo na promoção da sua saúde. Na Figura 11 pode-se observar os formatos de entrega de conteúdo para leitura e visualização e lugares para alimentação saudável, prática de atividade física, assistência à saúde e assistência educacional.

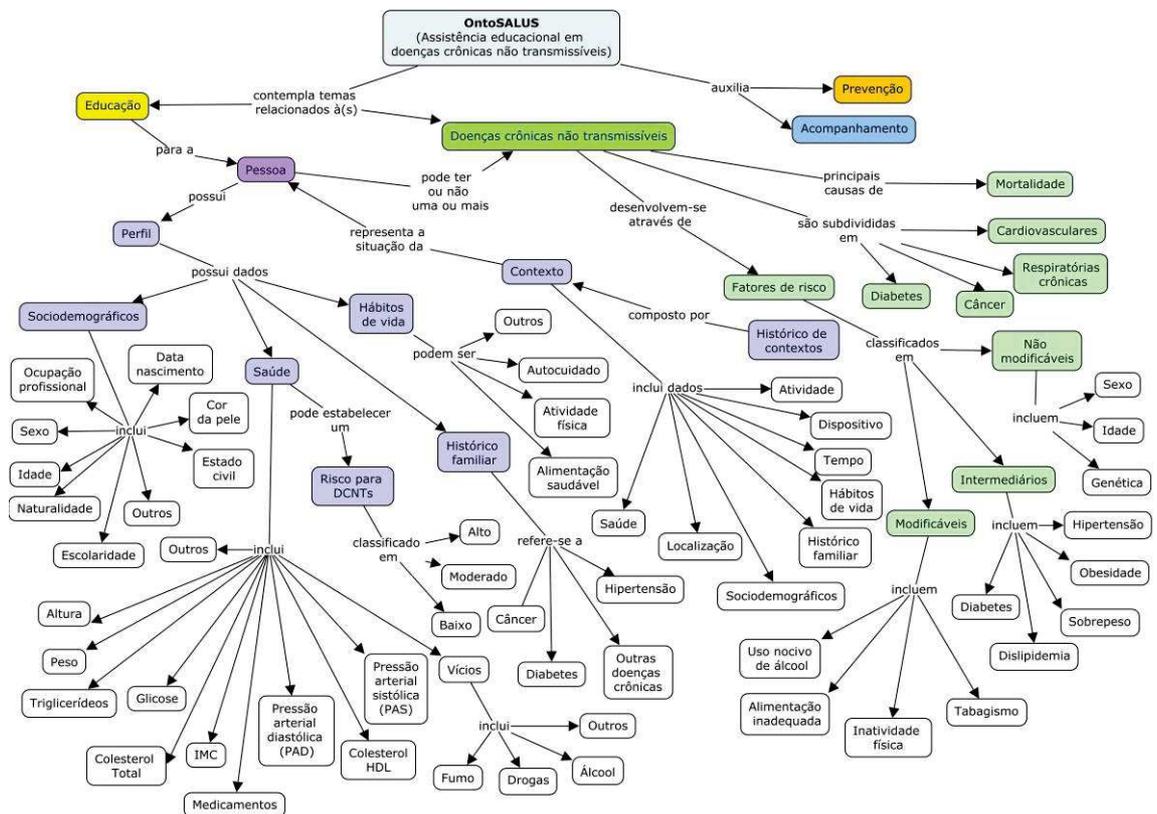
Figura 11. Conceito Educação e elementos adjacentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 12 refere-se aos conceitos **Doenças crônicas não transmissíveis** (verde) e **Pessoa** (lilás). O primeiro contempla as DCNTs, os fatores de risco e suas classificações de acordo com a WHO (WHO, 2013; WHO, 2018a; WHO, 2018b), todos destacados em verde claro. O segundo constitui uma classificação de informações da pessoa representados através do conceito **Perfil** (lilás claro), incluindo dados sociodemográficos, de saúde, histórico familiar e hábitos de vida, todos mapeados e sintetizados nos respectivos conceitos (todos destacados em lilás claro). O conceito **Contexto** (lilás claro) foi incluído para representar a situação de uma entidade, neste caso a pessoa, representada pelo conceito **Pessoa** no mapa conceitual. O objetivo é descrever quais são os elementos do contexto que caracterizam a interação da pessoa com o modelo, como uma atividade realizada, onde a atividade ocorreu, em que instante do tempo a atividade foi realizada, como dia e hora, e informações incluídas no perfil da pessoa, tais como colesterol total, pressão arterial sistólica, idade, sexo, se possui histórico familiar para hipertensão, se pratica atividade física e se é fumante ou diabético. A sequência de atividades realizadas ao longo do tempo pela entidade pessoa no modelo gera um histórico representado através do conceito **Histórico de contextos** (lilás claro).

Figura 12. Conceitos Doenças crônicas não transmissíveis, Pessoa e elementos adjacentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

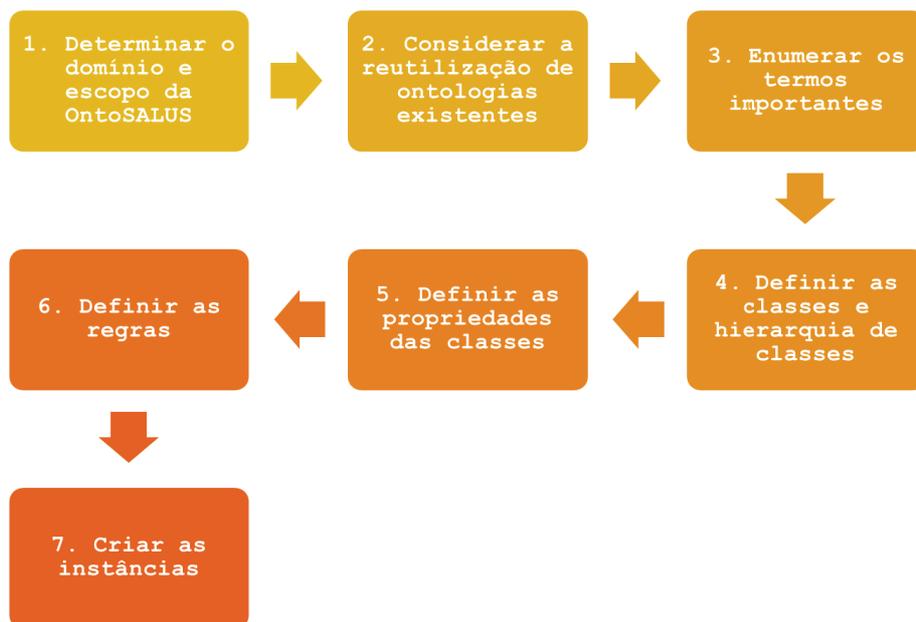
A Figura 13 apresenta os conceitos **Acompanhamento** (azul) e **Prevenção** (laranja). O conceito **Acompanhamento** refere-se aos aspectos considerados no SALUS quanto ao acompanhamento após o diagnóstico de uma DCNT, estes estão destacados em azul claro. A identificação e descrição de ações para a prevenção de uma DCNT são apresentados no conceito **Prevenção** e seus elementos adjacentes em laranja claro.

Após definidos os conceitos e relações para o desenvolvimento da OntoSALUS através da teoria dos mapas conceituais, a Seção 5.3 apresenta a metodologia para a construção da ontologia.

5.3 Construindo a Ontologia

A construção da OntoSALUS seguiu as diretrizes de uma das metodologias da engenharia de ontologias amplamente utilizada, a *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINNESS, 2001). Esta metodologia consiste de um processo iterativo dividido em sete etapas, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15. Etapas definidas na construção da OntoSALUS.



Fonte: Elaborado pela autora.

- 1) Determinar o domínio e o escopo da OntoSALUS: consiste na definição de qual domínio a ontologia irá cobrir e qual sua utilidade, que tipos de perguntas a ontologia deverá prover respostas e quem irá utilizar a manter a ontologia;
- 2) Considerar a reutilização de ontologias existentes: significa buscar ontologias similares para reaproveitar e estender as definições existentes;
- 3) Enumerar os termos importantes da ontologia: criar uma lista de todos os termos que fazem parte do domínio da ontologia;
- 4) Definir as classes e hierarquia de classes: a partir dos termos listados, identificar os termos gerais e os mais específicos, desta forma é possível estabelecer uma hierarquia e possíveis relações entre os termos;
- 5) Definir as propriedades das classes: significa definir as relações existentes entre as instâncias das classes. Além disso, atributos (*slots*) devem ser definidos e adicionados as classes;
- 6) Definir as regras: significa definir restrições que podem ser aplicadas aos atributos, tais como cardinalidade e tipos de dado (*String, Number, Integer e Boolean*);

- 7) Criar as instâncias: a última etapa é criar instâncias individuais para as classes, ou seja, escolher uma classe, criar uma instância e definir valores para os atributos.

5.3.1 Determinar o domínio e o escopo da OntoSALUS

O domínio de conhecimento da OntoSALUS é assistência educacional em DCNTs. O escopo da ontologia é definido no âmbito da prevenção e acompanhamento dessas doenças. A OntoSALUS pode ser utilizada por Sistemas de Informação que apoiem pessoas em seu processo de saúde e qualidade de vida, seja um indivíduo com ou sem DCNTs. O objetivo é fornecer um mapeamento de conceitos sobre educação e DCNTs para assistir educacionalmente a pessoa. Uma lista de questões de competência (QC) proposta na metodologia de Grüninger e Fox (1995) foi elaborada para avaliar se a ontologia satisfaz o domínio proposto.

As questões elaboradas para o domínio da assistência educacional em DCNTs são apresentadas a seguir:

- 1) Quais são as DCNTs existentes?
- 2) Que fatores de risco modificáveis são associados às DCNTs?
- 3) Que fatores de risco não modificáveis são associados às DCNTs?
- 4) Que fatores de risco intermediários são associados às DCNTs?
- 5) Que conteúdos são indicados de acordo com o perfil da pessoa (ou risco de desenvolver DCNT)?
- 6) Que lugares são indicados de acordo com o perfil da pessoa (ou risco de desenvolver DCNT)?
- 7) Quais são os lugares próximos a pessoa (considerando sua localização atual e perfil)?
- 8) Quais são os lugares visitados pela pessoa em um determinado período?
- 9) Quais são os lugares recomendados pela pessoa?
- 10) Quais são os conteúdos mais acessados pela pessoa em um determinado período?
- 11) Quais são as notificações de alerta da pessoa em um determinado período?
- 12) Quais pessoas possuem risco baixo para desenvolver doença cardiovascular?
- 13) Quais pessoas possuem risco alto para desenvolver doença cardiovascular?
- 14) Quais pessoas possuem risco moderado para desenvolver doença cardiovascular?
- 15) Quais são as notificações de mensagem da pessoa em determinado período?
- 16) Quais são as notificações de lembrete da pessoa em um determinado período?
- 17) Quais pessoas possuem risco para doenças respiratórias?
- 18) Quais pessoas possuem risco para câncer?
- 19) Quais pessoas possuem risco para diabetes?
- 20) Quais pessoas possuem risco para hipertensão?
- 21) Quais pessoas fazem parte de um ou mais grupos de pessoas?

- 22) Quais pessoas possuem histórico familiar para DCNTs?
- 23) Que conteúdos são indicados para pessoas com diabetes?
- 24) Que conteúdos são indicados para pessoas fumantes?
- 25) Que conteúdos são indicados para pessoas com hipertensão?

5.3.2 Considerar a reutilização de ontologias existentes

Nesta etapa foi considerado o reuso de outras ontologias. A OntoSALUS foi construída com base na ontologia CAMEOnto desenvolvida por Aguilar et al. (2018) e na ontologia de Skillen et al. (2012) ambas representam conceitos de contexto, ou seja, onde a pessoa se encontra e atividades realizadas. Aguilar et al. (2018) definem seis grupos de classes contextuais *Activity*, *Device*, *Location*, *Service*, *Time*, *User*. Já Skillen et al. (2012) definem as classes *Activity*, *Context*, *Location*, *Time*, *User* e *User_Profile* para a ontologia. Na representação dos conceitos das DCNTs foram utilizadas as ontologias OntoMex proposta por Somodevilla et al. (2015), Alian et al. (2018) e a *Human Disease Ontology* de Schriml et al. (2019). Na representação de Somodevilla et al. (2015) os conceitos foram reutilizados considerando as classes *Cancer*, *Cardiovascular*, *Diabetes* e *Respiratory*. Alian et al. (2018) representam na sua ontologia conceitos relacionados a pessoa, através das classes *Person*, *Profile*, conceitos estes reutilizados.

5.3.3 Enumerar os termos importantes da ontologia

Esta etapa consistiu em enumerar os termos importantes da ontologia. Para isso, os mapas conceituais elaborados e apresentados na Seção 5.2 serviram para apoiar na definição dos termos principais da OntoSALUS. Além destes, a reutilização da ontologia CAMEOnto desenvolvida por Aguilar et al. (2018), a ontologia de Skillen et al. (2012) e a OntoMex proposta por Somodevilla et al. (2015) também foram consideradas.

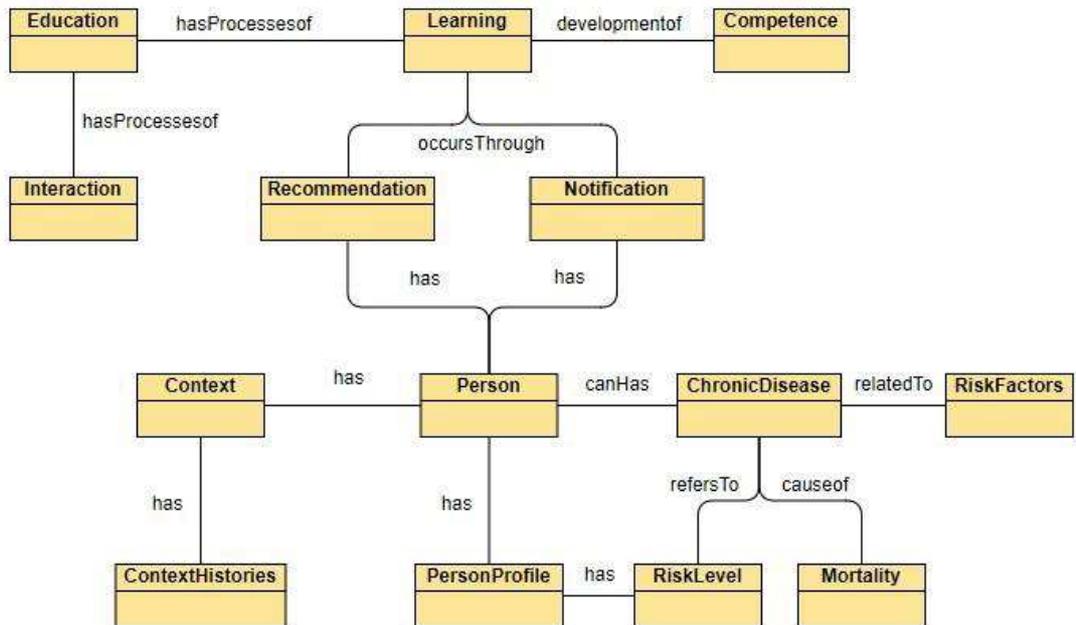
Os conceitos definidos nos mapas conceituais foram escritos no idioma português em linguagem natural, que é a linguagem utilizada no dia a dia. O uso da linguagem natural facilita a compreensão dos conceitos e as relações criadas entre eles. Os conceitos selecionados para compor as principais classes da OntoSALUS foram: **Aprendizagem**, **Competências**, **Contexto**, **Doenças crônicas não transmissíveis**, **Educação**, **Fatores de risco**, **Histórico de contextos**, **Interação**, **Risco para DCNTs** (Níveis de risco), **Notificações**, **Mortalidade**, **Perfil**, **Pessoa** e **Recomendações**. Outros conceitos foram selecionados e utilizados nas definições de subclasses da OntoSALUS.

5.3.4 Definir as classes e hierarquia de classes

A partir dos conceitos selecionados, foi realizada a tradução dos mesmos para o idioma inglês. O idioma inglês permite maior visibilidade e reuso da OntoSALUS. Esta definição teve como premissa não utilizar caracteres especiais, acentuação e preposição na edição da ontologia.

A Figura 16 ilustra as principais classes e relacionamentos da OntoSALUS, sendo esta uma representação formal do modelo conceitual definido na Seção 5.2. A ontologia é composta por 14 classes principais. Além destas, outras classes foram criadas e representadas através de subclasses que podem ser visualizadas com detalhes nas Figuras 18, 19 e 20.

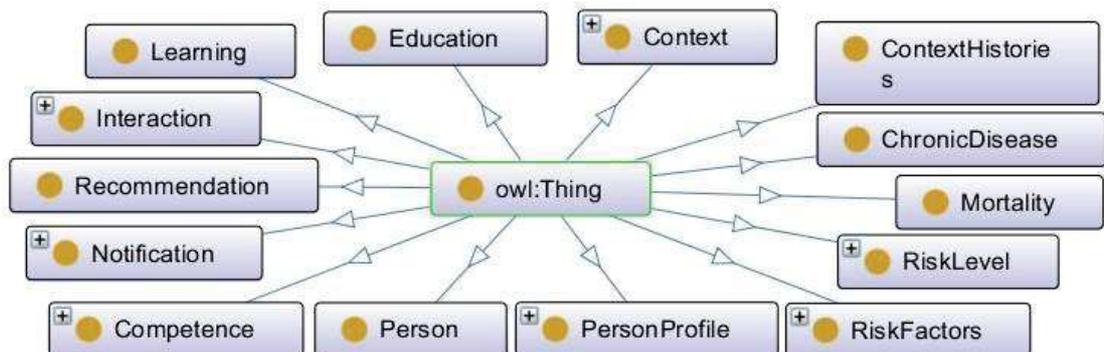
Figura 16. Representação formal da OntoSALUS através de classes.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 17 apresenta a OntoSALUS na sua versão desenvolvida na linguagem OWL no Protégé na versão 5.5.0 (NOY et al., 2003; MUSEN, 2015). Na Figura 17 observa-se que as classes e suas relações representam um conjunto de conceitos relacionados ao domínio da OntoSALUS, seja *Learning*, *Competence*, *Context*, *ChronicDisease*, *Education*, *RiskFactors*, *ContextHistories*, *Interaction*, *RiskLevel*, *Notification*, *Mortality*, *PersonProfile*, *Person* e *Recommendation*.

Figura 17. Representação OWL da OntoSALUS no Protégé.



Fonte: Larentis et al. (2021).

As classes foram definidas no singular. Cada classe pode representar uma ou mais instâncias. As classes e suas definições podem ser entendidas da seguinte forma:

- 1) *ChronicDisease*: Essa classe é constituída pelas DCNTs definidas pela WHO;
- 2) *Competence*: Classe constituída por competências de aprendizado como atitude, habilidade, conhecimento e autoconhecimento;
- 3) *Context*: Classe que representa o contexto da pessoa. O contexto da pessoa refere-se ao conjunto de informações que incluiu dados sociodemográficos, hábitos de

vida, saúde, histórico familiar, atividades realizadas, informações de tempo, localização e dispositivos utilizados;

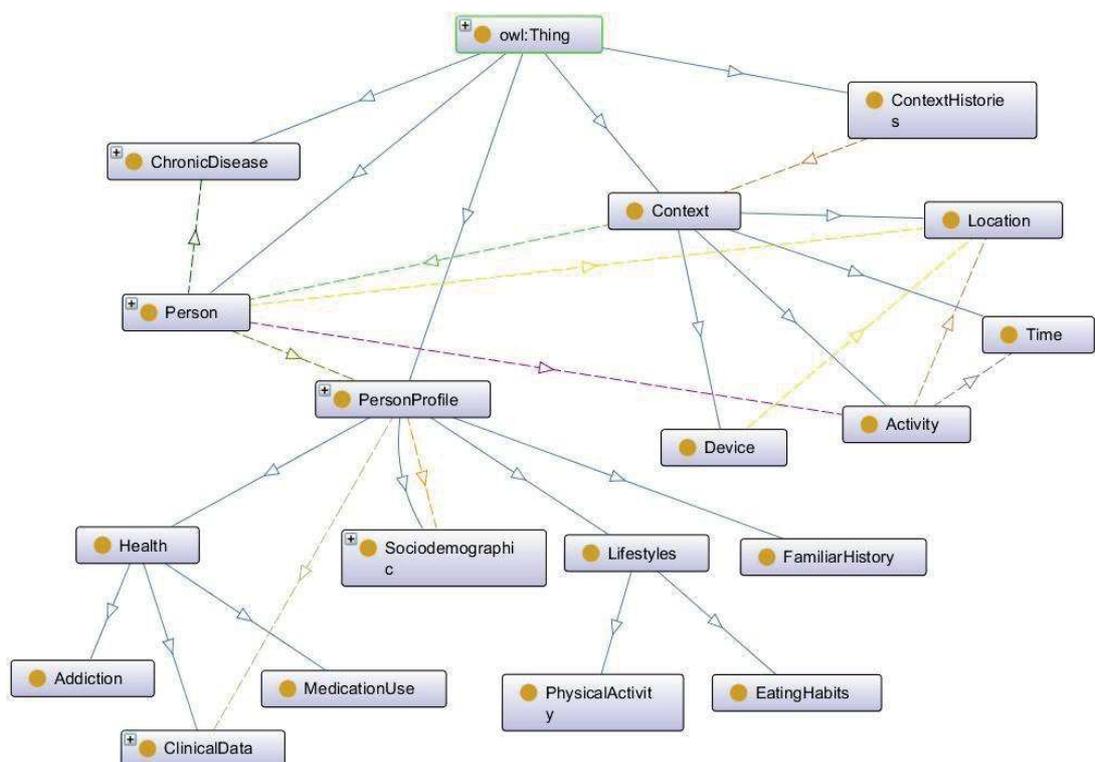
- 4) *ContextHistories*: Essa classe representa um conjunto de contextos registrados na linha do tempo;
- 5) *Education*: Essa classe conceitua o processo educacional na ontologia, que ocorre através da aprendizagem e interação;
- 6) *Interaction*: Classe que representa as interações entre duas ou mais pessoas através da criação de grupos de pessoas ou de redes sociais espontâneas;
- 7) *Learning*: Classe que representa os processos de aprendizagem na ontologia. A aprendizagem pode ocorrer através da recomendação de conteúdos, lugares ou de notificações contendo alertas, mensagens e/ou lembretes;
- 8) *Mortality*: Essa classe representa as taxas de mortalidade por DCNTs quando uma pessoa foi a óbito;
- 9) *Notification*: Essa classe consiste nas notificações enviadas para a pessoa através de alertas, mensagens e/ou lembretes;
- 10) *Person*: Classe que representa a pessoa que é assistida educacionalmente;
- 11) *PersonProfile*: Classe que inclui um conjunto de informações que caracterizam uma pessoa, como identificação, e-mail, informações de redes sociais, preferências alimentares, preferências de atividade física, preferências para esportes e restrições alimentares. Dados contendo o escore de risco para desenvolver uma doença cardiovascular, uma doença arterial coronariana (DAC), hipertensão e diabetes tipo 2 também são informados para a prevenção destas doenças. Além destas, informações contendo dados sociodemográficos, hábitos de vida, saúde e histórico familiar constituem o perfil da pessoa;
- 12) *Recommendation*: Essa classe constitui as recomendações realizadas através da indicação de conteúdos e/ou lugares;
- 13) *RiskFactors*: Essa classe inclui os fatores de risco para DCNTs, como por exemplo uso nocivo de álcool, alimentação inadequada, inatividade física, obesidade e sobrepeso. Os fatores de risco são subdivididos em modificáveis, não modificáveis e intermediários;
- 14) *RiskLevel*: Classe que inclui indicadores do escore de risco de uma DCNT, ou seja, baixo, moderado ou alto. Esta classificação pode variar de acordo com o método utilizado para calcular o risco do indivíduo desenvolver uma ou mais DCNTs. Por exemplo, a calculadora de risco disponível através do *Framingham Heart Study* (FHS, 2022a; FHS, 2022b) calcula o risco para o indivíduo desenvolver em 10 anos doenças cardiovasculares. Outras funções de risco estão disponíveis em FHS (FHS, 2022a).

Seguindo na definição das classes e subclasses, a Figura 18 apresenta a classe *Context* e subclasses e sua relação com a classe *Person* e ramificações. Informações mais específicas da pessoa são representadas nas subclasses de *PersonProfile*, tais como dados sociodemográficos, dados de saúde, histórico familiar e estilo de vida. A definição das subclasses de *Context* foram realizadas seguindo as definições de DEY (2001). A classe *Context* possui uma propriedade para identificação e descrição do contexto. As classes *Activity*, *Location*, *Time* e *Device* estão associadas à classe *Context*. A classe *Activity* refere-se

às atividades desenvolvidas pela pessoa, como por exemplo ingestão de medicação, atividade física, atividade de lazer e consulta médica de rotina. A atividade é registrada através das propriedades tipo de atividade e descrição. A classe *Location* registra a localização da pessoa no instante de tempo que ocorreu a atividade e contém uma descrição do local, latitude, longitude, cidade, estado, humidade do ar, nível de poluição e temperatura. A classe *Time* registra as informações de tempo em que a atividade ocorreu, ou seja, dia, mês, ano, hora, minuto e segundo. A classe *Device* contém informações sobre os recursos utilizados pela pessoa tais como *smartwatch* e *smartphone*, incluindo descrição, características e status. A classe *ContextHistories* constitui de um registro histórico de todas as ocorrências do contexto.

A classe *Person* define a entidade pessoa com informações de identificação tais como nome, endereço, cidade e estado. A classe *Person* possui uma relação com a classe *ChronicDisease* indicando que a pessoa pode ter ou não uma ou mais DCNTs. A classe *PersonProfile* contém informações da pessoa tais como e-mail, telefone, Facebook, restrição alimentar, restrição a medicamentos, preferência de atividade física, preferência alimentar, preferência de conteúdo, preferência de lugares, preferência para alertas, preferência de lembretes, preferência para mensagens, se a pessoa possui câncer, tipo de câncer, se é diabética (o), se é fumante, se toma medicamento para controle da pressão arterial, qual medicamento para pressão arterial, qual o escore de risco para doenças cardiovasculares, qual o escore de risco para DAC, qual o escore de risco para diabetes e qual o escore de risco para hipertensão.

Figura 18. Classes *Context*, *ContextHistories*, *Person*, *PersonProfile*, *ChronicDisease* e subclasses.



Fonte: Elaborado pela autora.

As classes *Sociodemographic*, *FamiliarHistory*, *Lifestyles* e *Health* são subclasses da classe *PersonProfile*. A classe *Sociodemographic* contém as propriedades naturalidade, data de nascimento, idade, escolaridade (ensino fundamental, ensino médio, ensino superior),

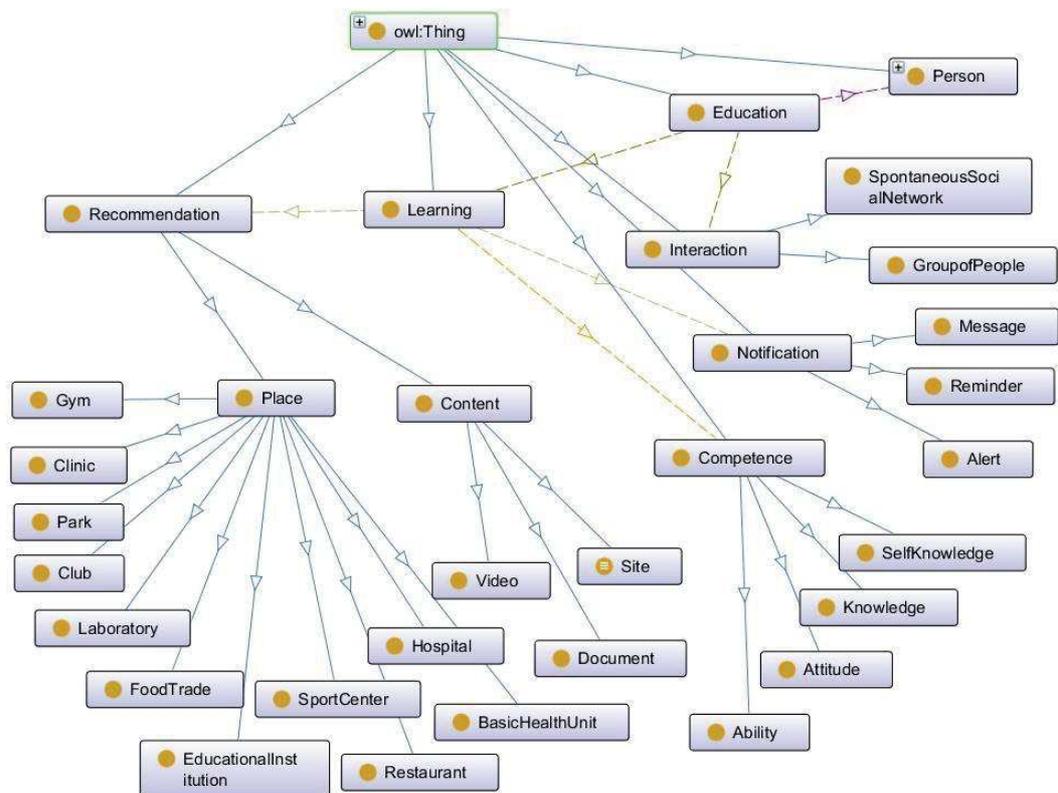
estado civil (casado, solteiro, separado, viúvo), ocupação profissional, cor da pele (branca, preta, parda, amarela, indígena) e sexo (feminino/masculino). A classe *FamiliarHistory* contém as propriedades histórico para diabetes, tipo de diabetes, histórico para hipertensão, tipo de hipertensão, histórico para câncer, tipo de câncer, histórico para doenças cardiovasculares, tipo de doença cardiovascular, histórico para doenças respiratórias, tipo de doença respiratória e histórico para outras doenças crônicas.

As classes *EatingHabits* e *PhysicalActivity* são subclasses da classe *Lifestyles*. A classe *EatingHabits* contém as propriedades descrição, tipo de alimentação e frequência. A classe *PhysicalActivity* contém as propriedades descrição, tipo de atividade, frequência e duração.

As classes *Addiction*, *ClinicalData* e *MedicationUse* são subclasses da classe *Health*. A classe *Addiction* refere-se aos tipos de vícios que a pessoa adquiriu ao longo da vida, como drogas, álcool, cigarro. As propriedades definidas são: descrição, duração e frequência (caso ainda possua o vício). A classe *ClinicalData* contém informações sobre medidas e exames laboratoriais realizados pela pessoa. As propriedades definidas para esta classe são: IMC, altura, peso, glicose, triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica. A classe *MedicationUse* contém informações dos medicamentos utilizados continuamente por indicação médica pela pessoa. As propriedades definidas são: descrição do medicamento, tipo de medicamento, dose e frequência diária.

Na OntoSALUS o conceito Educação pressupõe processos de aprendizagem e interação e está representado pela classe *Education*. A Figura 19 apresenta as classes *Education* e seus relacionamentos.

Figura 19. Classes *Education*, *Interaction*, *Learning*, *Recommendation*, *Notification* e subclasses.



Fonte: Elaborado pela autora.

A classe *Interaction* representa uma ação que pode ocorrer entre duas ou mais pessoas e possui as subclasses *GroupofPeople* e *SpontaneousSocialNetwork*. A classe *GroupofPeople* representa um conjunto de pessoas reunidas num mesmo lugar ou tempo com características similares e interesses em comum e possui as propriedades descrição, tipo de grupo (prática esportiva, alimentação saudável, prática lazer), tipo de atividade (caminhada, corrida, educação alimentar e nutricional, passeios), interesses, localização e frequência. A classe *SpontaneousSocialNetwork* constitui de uma rede social de pessoas com características contextuais similares que possibilita a interação das pessoas em qualquer lugar a qualquer hora. Possui as propriedades descrição, interesses, endereço de acesso, total de participantes.

A classe *Learning* representa as ações que podem ser realizadas no desenvolvimento das competências da pessoa. A competência está representada pela classe *Competence* e possui as subclasses *SelfKnowledge*, *Knowledge*, *Ability* e *Attitude*. A classe *SelfKnowledge* representa o conhecimento da pessoa sobre si mesma. A classe *Knowledge* refere-se ao conhecimento que uma pessoa tem sobre assuntos relacionados às DCNTs. A classe *Ability* representa a capacidade de uma pessoa para fazer algo. A classe *Attitude* representa a capacidade da pessoa em buscar o conhecimento sobre as DCNTs.

A classe *Recomendation* refere-se aos conteúdos e lugares que serão indicados a pessoa e possui as subclasses *Content* e *Place*. A classe *Content* possui as propriedades descrição, url, domínio e palavras-chave e as subclasses *Document*, *Video* e *Site*. A classe *Document* constitui de um registro de informações em um arquivo no formato “.PDF”. A classe *Video* representa uma forma visual de disponibilizar conteúdo na Internet através de gravações acompanhadas de som. A classe *Site* representa as informações contidas em uma página da Internet.

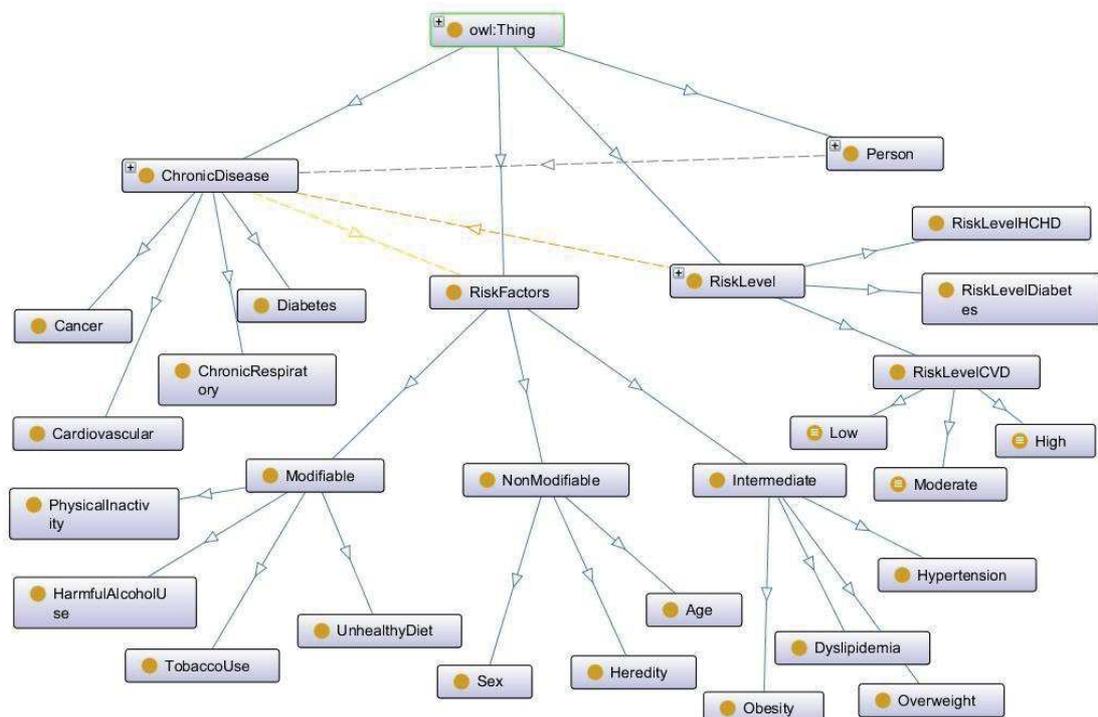
A classe *Place* possui as propriedades descrição, endereço, telefone, site e as subclasses *BasicHealthUnit*, *Clinic*, *Club*, *Drugstore*, *EducationalInstitution*, *EmergencyCareUnit*, *FoodTrade*, *Gym*, *Hospital*, *Laboratory*, *Park*, *Restaurant* e *SportCenter*. A classe *BasicHealthUnit* refere-se à unidade de atendimento também conhecida como “Unidade Básica de Saúde (UBS)” do Sistema Único de Saúde (SUS) responsável por atender aos problemas de saúde da pessoa. A classe *Clinic* refere-se ao lugar onde a pessoa pode efetuar uma consulta médica e exames para prevenção e acompanhamento de doenças. A classe *Club* constitui de um lugar destinado às atividades sociais, atividades culturais, recreação, lazer, prática de esportes, jogos, entre outras. A classe *Drugstore* representa um lugar onde a pessoa pode adquirir medicamentos, artigos de higiene entre outros que auxiliem na manutenção da sua saúde. Serviços são oferecidos em farmácias para aferição da pressão arterial, aferição da glicemia e aplicação de vacinas.

A classe *EducationalInstitution* representa um lugar (escola, colégio e/ou universidade) onde a pessoa pode realizar atividades como cursos, participar de palestras e/ou grupos de estudos. A classe *EmergencyCareUnit* refere-se à unidade de emergência também conhecida como “Unidade de Pronto Atendimento (UPA)” do SUS responsável pelos atendimentos de saúde de média complexidade. A classe *FoodTrade* constitui de um lugar para compra de produtos alimentícios variados. A classe *Gym* representa um lugar destinado à prática de atividade física sob supervisão de um profissional especializado. A classe *Hospital* representa o local destinado ao atendimento de pessoas doentes ou feridas. A classe *Laboratory* representa o local destinado à prestação de serviços de análises clínicas e exames de uma forma geral. A classe *Park* refere-se ao lugar destinado às atividades físicas e de lazer, caracterizado pela abundante presença de vegetação. A classe *Restaurant* representa um estabelecimento destinado ao preparo e comércio de refeições. A classe *SportCenter* representa um lugar para a prática de atividades físicas e de lazer.

A classe *Notification* descreve os tipos de notificações enviadas para a pessoa e está associada às classes *Alert*, *Reminder* e *Message*. A classe *Alert* possui as propriedades descrição, data, hora e frequência (1 x ao dia, 1 x semana). A classe *Reminder* contém as propriedades descrição, data, hora e frequência (1 hora antes, 1 x ao dia, 1 x semana). A classe *Message* possui as propriedades descrição, data, hora e frequência (1 x ao dia, 1 x semana).

A Figura 20 apresenta as classes relacionadas às DCNTs, fatores de risco e seus relacionamentos. A classe *ChronicDisease* representa as quatro principais DCNTs definidas pela WHO e possui as subclasses *Cancer*, *Cardiovascular*, *ChronicRespiratory* e *Diabetes*.

Figura 20. Classes *ChronicDisease*, *RiskFactors* e subclasses.



Fonte: Elaborado pela autora.

A classe *RiskFactors* representa as situações que interferem na probabilidade de uma pessoa desenvolver uma DCNT e possui as subclasses *Intermediate*, *Modifiable* e *NonModifiable*. A classe *Intermediate* representa os fatores de risco que devem ser acompanhados e tratados para prevenir complicações futuras e possui as subclasses *Dyslipidemia*, *Hypertension*, *Obesity* e *Overweight*. A classe *Modifiable* constitui dos fatores de risco que podem ser evitados através de ações de promoção e prevenção e possui as subclasses *HarmfulAlcoholUse*, *PhysicalInactivity*, *TobaccoUse*, *UnhealthyDiet*. A classe *NonModifiable* refere-se aos fatores de risco que são características genéticas da pessoa e possui as subclasses *Age*, *Heredity* e *Sex*.

A classe *RiskLevel* representa um indicador do nível de risco da pessoa ter uma DCNT e possui as subclasses *RiskLevelHCHD*, *RiskLevelDiabetes*, *RiskLevelCVD*. A classificação do indicador de risco pode variar conforme o método utilizado para cálculo do escore de risco. Para a classe *RiskLevelCVD* foram definidas três subclasses *Low*, *Moderate* e *High*.

5.3.5 Definir as propriedades das classes

Nesta etapa foram definidas as propriedades das classes. A Tabela 9 descreve as *properties* incluindo: *domain*, ou seja, o domínio da propriedade; *range*, ou seja, que classe pode ser classificada para aquele domínio e *inverse* (quando aplicável).

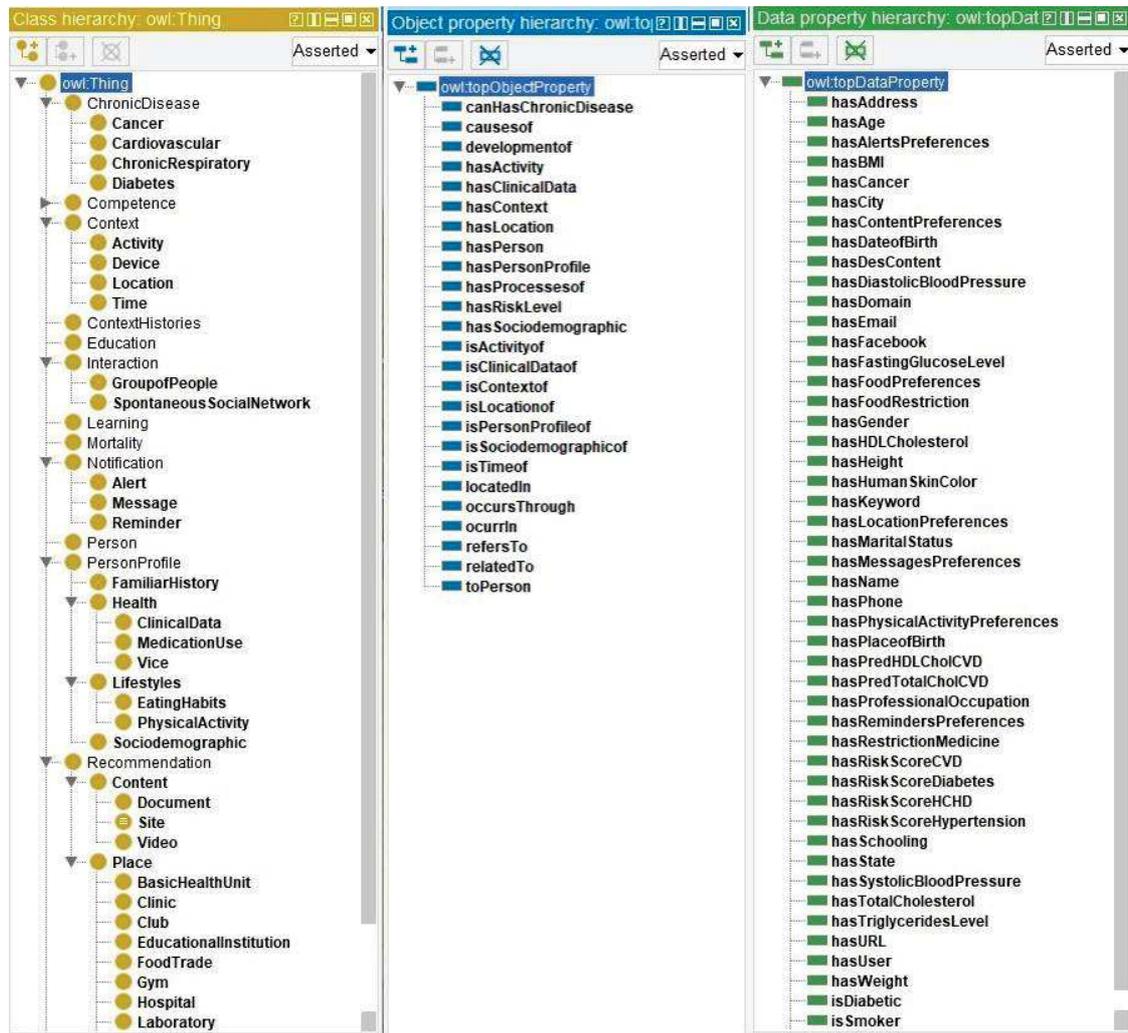
Tabela 9. Lista de propriedades da OntoSALUS.

OntoSALUS (properties)	Domain	Range	Inverse
<i>canHasChronicDisease</i>	<i>Person</i>	<i>ChronicDisease</i>	<i>not applicable</i>
<i>causeof</i>	<i>ChronicDisease</i>	<i>Mortality</i>	<i>not applicable</i>
<i>Developmentof</i>	<i>Learning</i>	<i>Competence</i>	<i>not applicable</i>
<i>hasActivity</i>	<i>Person</i>	<i>Activity</i>	<i>isActivityof</i>
<i>hasClinicalData</i>	<i>PersonProfile</i>	<i>ClinicalData</i>	<i>isClinicalDataof</i>
<i>hasContext</i>	<i>ContextHistories</i>	<i>Context</i>	<i>isContextof</i>
<i>hasLocation</i>	<i>Activity</i>	<i>Location</i>	<i>isLocationof</i>
<i>hasNotification</i>	<i>Person</i>	<i>Notification</i>	<i>isNotificationof</i>
<i>hasPerson</i>	<i>Context</i>	<i>Person</i>	<i>not applicable</i>
<i>hasPersonProfile</i>	<i>Person</i>	<i>PersonProfile</i>	<i>isPersonProfileof</i>
<i>hasProcessesof</i>	<i>Education</i>	<i>Interaction/Learning</i>	<i>not applicable</i>
<i>hasRecommendation</i>	<i>Person</i>	<i>Recommendation</i>	<i>isRecommendationof</i>
<i>hasRiskLevel</i>	<i>PersonProfile</i>	<i>RiskLevel</i>	<i>not applicable</i>
<i>hasSociodemographic</i>	<i>PersonProfile</i>	<i>Sociodemographic</i>	<i>isSociodemographicof</i>
<i>locatedIn</i>	<i>Person/Device</i>	<i>Location</i>	<i>isLocationof</i>
<i>occursThrough</i>	<i>Learning</i>	<i>Recomendation/Notification</i>	<i>not applicable</i>
<i>occurIn</i>	<i>Activity</i>	<i>Time</i>	<i>isTimeof</i>
<i>refersTo</i>	<i>RiskLevel</i>	<i>ChronicDisease</i>	<i>not applicable</i>
<i>relatedTo</i>	<i>ChronicDisease</i>	<i>RiskFactors</i>	<i>not applicable</i>
<i>toPerson</i>	<i>Education</i>	<i>Person</i>	<i>not applicable</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 21 apresenta uma visão hierárquica das classes da ontologia (*class hierarchy*) em amarelo, incluindo as subclasses. Os relacionamentos entre as classes estão destacados em azul (*object property*) e os atributos das classes destacados em verde (*data property*). Todos incluídos no Protégé.

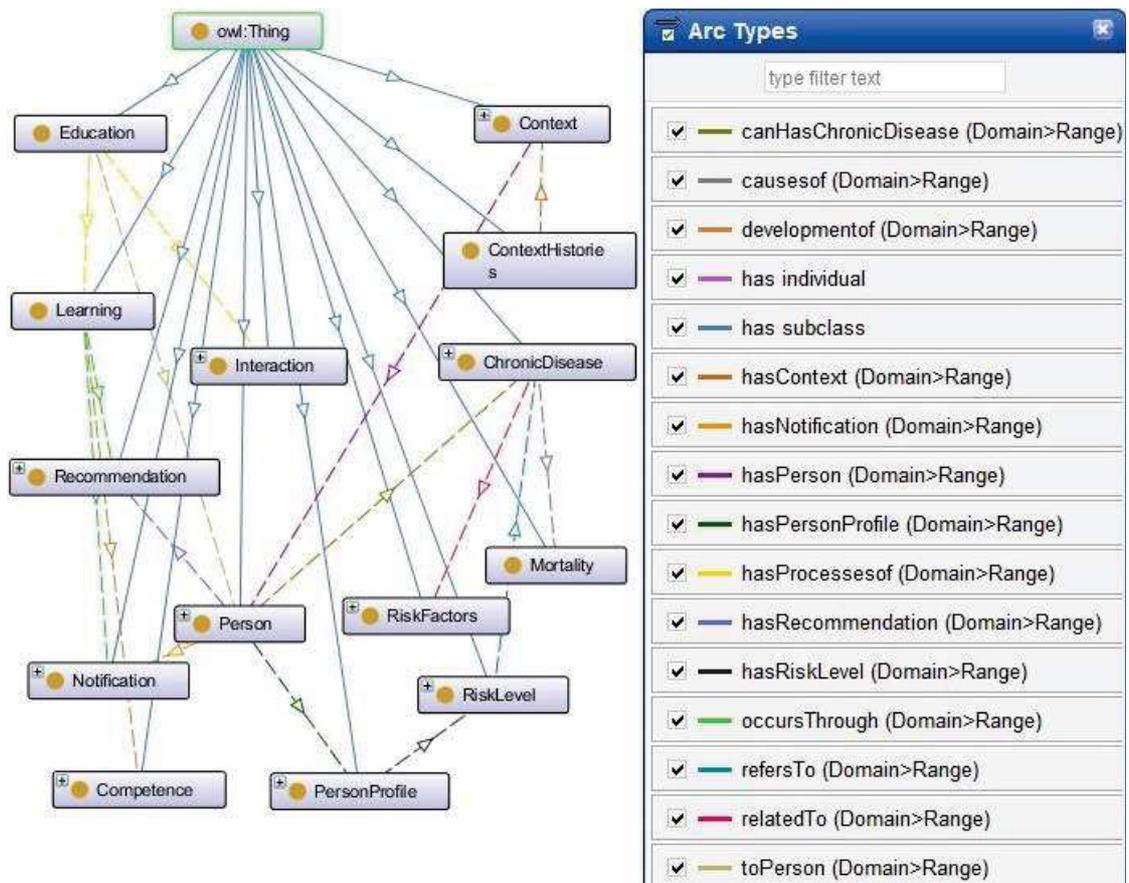
Figura 21. Hierarquia de classes, relacionamentos e atributos incluídos no Protégé.



Fonte: Elaborado pela autora.

À esquerda da Figura 22 apresenta as principais classes e seus relacionamentos. Os relacionamentos definidos na Tabela 9 e cadastrados no Protégé conforme constam na Figura 21 (em azul) podem ser visualizados através de uma representação gráfica gerada pelo OntoGraf versão 2.0.3, um *plugin* instalado e disponível na versão default do Protégé. À direita da Figura 22 é possível visualizar diferentes tipos de relacionamentos entre eles as subclasses existentes, instâncias criadas e *object property* (*domain*>*range*). Cada relacionamento definido entre as classes é representado por uma cor. As instâncias não foram incluídas na Figura 22, elas podem ser visualizadas na Figura 24.

Figura 22. Principais classes da OntoSALUS e seus relacionamentos.



Fonte: Larentis et al. (2021).

5.3.6 Definir as regras (restrições de propriedades)

Na OntoSALUS foram definidas regras de equivalência para a classe *RiskLevelCVD*. Uma vez que as questões de competência QC12, QC13 e QC14 definidas na Seção 5.3.1 referem-se às doenças cardiovasculares, foram criadas expressões lógicas para responder estas três QCs.

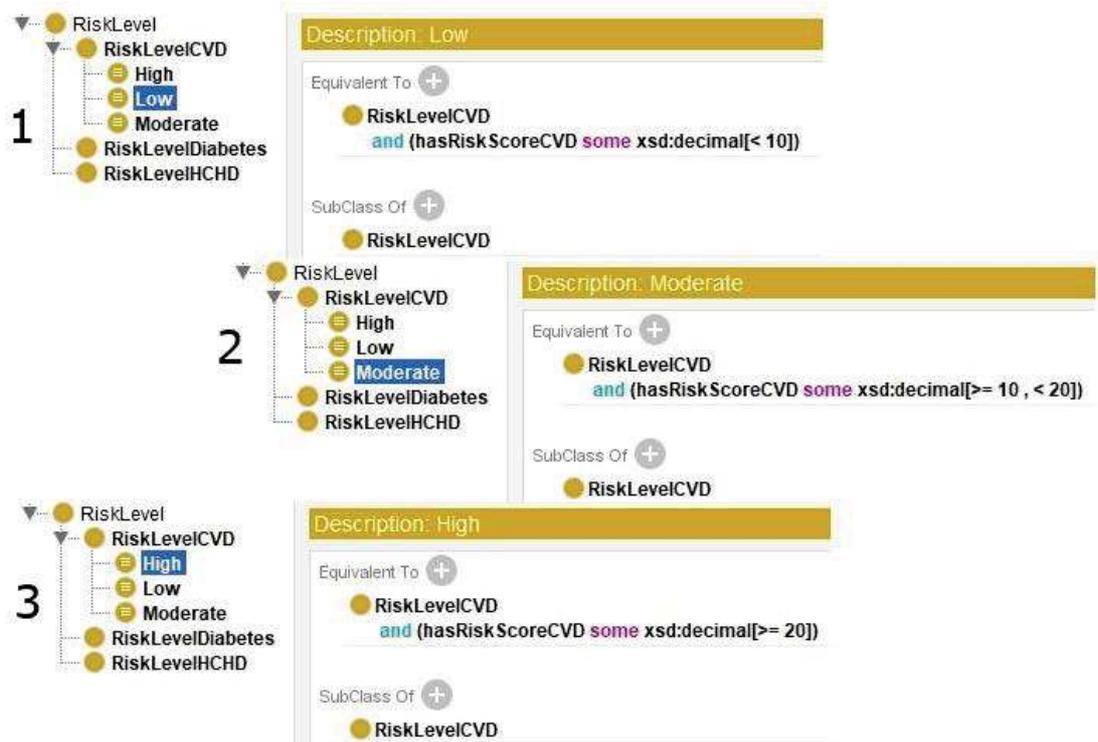
As expressões lógicas referem-se às faixas de escore de risco definidas pela calculadora *Framingham Risk Score* (FRS) disponível através do *Framingham Heart Study* (FHS, 2022a; FHS, 2022b). FHS é um projeto iniciado em 1948 conduzido pelo *National Heart, Lung, and Blood Institute* (NHLBI) dos Estados Unidos e pela Boston University. O objetivo do FHS foi identificar características e fatores comuns que contribuíam para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares através do acompanhamento de longo prazo de indivíduos. Ao longo dos anos de acompanhamento, o FHS mapeou os fatores de risco de maior incidência em doenças cardiovasculares, que são: hipertensão arterial, colesterol alto, tabagismo, obesidade, diabetes e inatividade física. Além destes, triglicérides e níveis de colesterol HDL, idade, sexo e questões psicossociais.

Atualmente, as funções de risco incluem doenças como diabetes, hipertensão, DAC, acidente vascular cerebral (AVC), fibrilação atrial (FA), insuficiência cardíaca, claudicação intermitente e gordura no fígado. O resultado obtido através da calculadora FRS pode ser utilizado na prevenção primária da doença, ou seja, no desenvolvimento de ações preventivas

para evitar seu surgimento, através da remoção dos fatores de risco. Sendo assim, quanto à classificação do escore de risco em níveis, um risco é considerado baixo (*low*) se o escore de risco é menor que 10%, moderado (*moderate*) se está entre 10% e 19%, e alto (*high*) se é maior que 20% (BOSOMWORTH, 2011).

A Figura 23 apresenta as três expressões lógicas criadas no axioma de equivalência para *low*, *moderate* e *high*. A primeira expressão na Figura pode ser lida da seguinte forma “Se o escore de risco para doença cardiovascular for menor que 10 o nível de risco é classificado como *low*”. A segunda como “Se o escore de risco para doença cardiovascular for maior ou igual a 10 e menor que 20 o nível de risco é classificado como *moderate*”. E a terceira como “Se o escore de risco para doença cardiovascular for maior ou igual a 20 o nível de risco é classificado como *high*”. As expressões foram criadas e associadas à classe *RiskLevel*, que por sua vez possui uma subclasse *RiskLevelCVD* e outras subclasses *Low*, *Moderate* e *High*. As regras podem variar de acordo com o uso da ontologia em função dos diferentes tipos de DCNTs. Para fins de avaliação, foram criadas somente estas três regras.

Figura 23. Expressões lógicas que descrevem o axioma de equivalência para (1) *low*, (2), *moderate* e (3) *high* do risco para doenças cardiovasculares.



Fonte: Larentis et al. (2021).

Regras também podem ser criadas através da SWRL. A SWRL permite criar regras para inferir novos conhecimentos para os indivíduos (instâncias) e possui suporte a cláusulas no formato de Horn (se $a \rightarrow b$, sentença de implicação), não suportada pela OWL (O’Connor et al., 2005).

As regras SWRL criadas na OntoSALUS para fins de avaliação permitem a inferência de conteúdo considerando os principais fatores de risco para DCNTs. Um conteúdo possui palavras-chave que se relacionam ao tema. Por meio dessas palavras-chave é possível verificar a relação do conteúdo com a DCNT. Para evitar redundâncias, o levantamento das palavras-chave foi detalhado apenas na Seção 6.4 (Capítulo 6).

A Tabela 10 apresenta seis regras para inferência de conteúdo na OntoSALUS. Indivíduos com diagnóstico de diabetes são relacionadas a três expressões SWRL, “R1_Diabetic_diabetes”, “R2_Diabetic_glicemia” e “R3_Diabetic_glicose”. As expressões podem ser lidas, respectivamente, como: “Um conteúdo cuja palavra-chave seja igual a diabetes será indicado para a pessoa que tenha diabetes”, “Um conteúdo cuja palavra-chave seja igual a glicemia será indicado para a pessoa que tenha diabetes” e “Um conteúdo cuja palavra-chave seja igual a glicose será indicado para a pessoa que tenha diabetes”.

Indivíduos com diagnóstico de hipertensão podem ser relacionados a expressão SWRL “R4_Hipertensao”. A expressão SWRL pode ser lida como “Um conteúdo cuja palavra-chave seja igual a hipertensão será indicado para a pessoa que tenha a pressão arterial sistólica maior que 140”. A classificação diagnóstica da hipertensão arterial foi extraída de Barroso et al. (2021). Expressões semelhantes para inferência de conteúdo foram definidas para fumantes “R5_Smoker_parar_fumar”, e “R6_Smoker_tabagismo”. Cabe ressaltar ainda, que outras expressões podem ser criadas de acordo com os fatores de risco associados às DCNTs.

Tabela 10. Exemplos de regras SWRL para inferência de conteúdo.

Nome da Regra	Expressão SWRL
R1_Diabetic_diabetes	Recommendation(?r) ^ hasKeyword(?r,"diabetes") ^ PersonProfile(?p) ^ isDiabetic(?p,"S") ->:PersonProfile(?r)
R2_Diabetic_glicemia	Recommendation(?r) ^ hasKeyword(?r,"glicemia") ^ PersonProfile(?p) ^ isDiabetic(?p,"S") -> PersonProfile(?r)
R3_Diabetic_glicose	Recommendation(?r) ^ hasKeyword(?r,"glicose") ^ PersonProfile(?p) ^ isDiabetic(?p,"S") -> PersonProfile(?r)
R4_Hipertensao	Recommendation(?r) ^ hasKeyword(?r,"hipertensao") ^ PersonProfile(?p) ^ hasSystolicBloodPressure(?p, ?v) ^ swrlb:greaterThan(?v, 140) -> PersonProfile(?r)
R5_Smoker_parar_fumar	Recommendation(?r) ^ hasKeyword(?r,"parar_fumar") ^ PersonProfile(?p) ^ isSmoker(?p,"S") -> PersonProfile(?r)
R6_Smoker_tabagismo	Recommendation(?r) ^ hasKeyword(?r,"tabagismo") ^ PersonProfile(?p) ^ isSmoker(?p,"S") -> PersonProfile(?r)

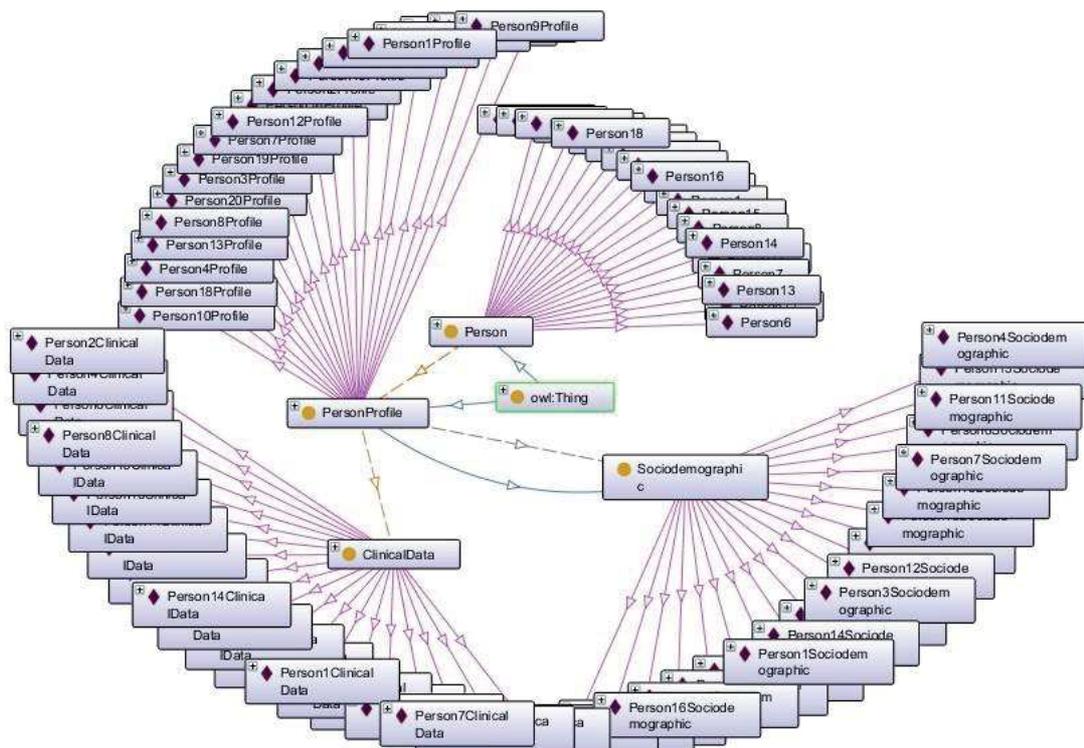
Fonte: Larentis et al. (2021).

5.3.7 Criar as instâncias

A última etapa consistiu em definir instâncias com o intuito de criar inferências para avaliar a ontologia. Como exemplo, foram criadas instâncias para as classes *Person* (*Person1*, *Person2*, *Person3*, *Person4*, *Person5*, *Person6*, *Person7*, *Person8*, *Person9*, *Person10*, *Person11*, *Person12*, *Person13*, *Person14*, *Person15*, *Person16*, *Person17*, *Person18*, *Person19*, *Person20*), *PersonProfile* (*Person1Profile*, *Person2Profile*, *Person3Profile*, *Person4Profile*, *Person5Profile*, *Person6Profile*, *PersonXProfile*), *ClinicalData* (*Person1ClinicalData*, *Person2ClinicalData*, *Person3ClinicalData*, *Person4ClinicalData*, *Person5ClinicalData*, *Person6ClinicalData*, *PersonXClinicalData*) e *Sociodemographic* (*Person1Sociodemographic*, *Person2Sociodemographic*, *Person3Sociodemographic*, *Person4Sociodemographic*, *Person5Sociodemographic*, *Person6Sociodemographic*, *PersonXSociodemographic*).

O X representa a sequência de 7 a 20 das instâncias criadas para as classes *PersonProfile*, *ClinicalData* e *Sociodemographic*. A Figura 24 apresenta as instâncias das classes definidas para a ontologia no Protégé.

Figura 24. Exemplos de instâncias criadas no Protégé.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 11 apresenta métricas da OntoSALUS extraídas do Protégé. A métrica “Axiomas” representa a quantidade de expressões lógicas que definem um conceito. A quantidade de elementos da ontologia é dada pelas métricas “Total de classes” e “Total de subclasses”. A métrica “Total de propriedades de objetos” indica as relações existentes entre dois indivíduos (instâncias). Por sua vez, a métrica “Total de propriedades de dados” indica a quantidade de tipos de dados literais, que podem ser um número, data ou texto. As instâncias criadas são representadas pela métrica “Total de indivíduos”.

Tabela 11. Métricas da OntoSALUS.

Métricas	Valores
Axiomas	895
Axiomas lógicos	637
Declaração de axiomas	258
Total de classes	76
Total de subclasses	62
Total de propriedades de objetos	31
Total de propriedades de dados	55
Total de indivíduos	95

Fonte: Elaborada pela autora.

5.4 Avaliação da Ontologia

A avaliação da OntoSALUS foi realizada em três etapas, sendo: 1) inclusão de dados de uma base de dados pública; 2) execução do motor de inferência; 3) criação e execução de consultas SPARQL. A execução do motor de inferência permite a verificação de consistência sobre a ontologia. Já com as consultas SPARQL é possível verificar a completude da ontologia, uma vez que estas respondem as questões de competências elaboradas na Seção 5.3.1. Dados de um banco de dados de demonstração do *Medical Information Mart for Intensive Care-III* (MIMIC-III) (JOHNSON et al., 2019) foram utilizados para popular as instâncias criadas na Seção 5.3.7. MIMIC-III contém dados de internações de 100 pacientes do *Beth Israel Deaconess Medical Center*, localizado em Boston, entre 2001 a 2012 (GOLDBERGER et al., 2000; JOHNSON et al., 2016). Vinte registros de indivíduos foram selecionados e utilizados para popular as instâncias das classes *Person*, *PersonProfile*, *ClinicalData* e *Sociodemographic*. Os dados incluem informações sobre sexo, idade, colesterol HDL, colesterol total, glicose e pressão arterial sistólica. Informações sobre tratamento para pressão arterial e se fumante não foram identificadas, sendo estas consideradas como não existentes. Informação quanto ao diagnóstico de diabetes também não foram identificadas, porém esta foi atribuída através dos valores de referência definidos e adotados pela SBD (SBD, 2019).

Com os dados dos vinte pacientes disponíveis foi calculado um valor de escore de risco de 10 anos para doenças cardiovasculares. O cálculo foi executado considerando as variáveis preditoras (D'AGOSTINO et al., 2008) dos coeficientes de regressão e taxas de risco disponíveis nos estudos de FHS (FHS, 2022b). Para o cálculo dois métodos estão disponíveis: o primeiro utiliza dados de lipídeos (colesterol HDL e colesterol total) e o segundo o IMC. Ambos os métodos consideram a população adulta com idade entre 30 e 70 anos e utilizam um sistema de pontuação distinta para homens, mulheres e seus fatores de risco incluindo sexo, idade, colesterol total, se fumante e não fumante, colesterol HDL e pressão arterial sistólica. O método selecionado para o cálculo foi o de lipídeos, visto que não está disponível na base de dados o valor do IMC. As variáveis preditoras utilizadas foram: sexo, idade, pressão arterial sistólica, se tratamento pressão arterial, se fumante, se diabetes, colesterol HDL e colesterol total. Como resultado, são gerados valores de escore de risco, definidos como segue: *your risk*, *normal risk*, *optimal risk* e *elevated risk*. Caso o *your risk* possua valor acima de 30%, o método classifica o escore de risco como *risk>30%* (D'AGOSTINO et al., 2008). A Tabela 12 apresenta os dados dos vinte registros selecionados com o respectivo escore de risco de 10 anos para doenças cardiovasculares calculado (*your risk*).

Tabela 12. Dados de vinte indivíduos extraídos da base de dados de demonstração do MIMIC-III e escore de risco para doenças cardiovasculares calculado.

ID	Indivíduo	Idade	Sexo	Colesterol total	Colesterol HDL	Glicose	Pressão arterial sistólica	Escore de risco para CVD
1	100061	70	F	141	29	127	112	0,132440358
2	100131	74	F	119	38	150	150	0,216278785
3	100891	74	M	330	32	156	149	0,833123205
4	403101	41	M	249	30	133	124	0,14733337
5	439271	62	F	188	43	101	118	0,064204669
6	440831	54	M	140	36	122	108	0,068138487

ID	Indivíduo	Idade	Sexo	Colesterol total	Colesterol HDL	Glicose	Pressão arterial sistólica	Escore de risco para CVD
7	100171	73	F	171	55	205	118	0,135141871
8	100271	72	F	154	49	180	123	0,139953123
9	100401	74	F	209	88	91	154	0,13329081
10	101111	73	F	273	57	144	123	0,243826151
11	402041	74	M	102	28	102	108	0,252489837
12	417951	49	M	123	45	143	117	0,0734141
13	419761	62	M	155	29	159	108	0,230665802
14	420331	74	F	155	42	155	108	0,118511413
15	424301	70	M	173	24	119	124	0,314552441
16	438271	72	F	137	34	125	108	0,111655981
17	438701	71	M	151	50	289	147	0,343627491
18	438271	62	F	160	50	115	169	0,123943019
19	438701	74	F	181	62	212	144	0,225523963
20	442221	73	M	166	40	166	108	0,292456573

Fonte: Elaborada pela autora.

Além das instâncias criadas para as classes *Person*, *PersonProfile*, *ClinicalData* e *Sociodemographic* foram criadas instâncias para a classe *Content* (*Content1*, *Content2*, *Content3*, *Content4*, *Content5*, *Content6*, *Content7*, *Content8* e *Content9*). As instâncias foram preenchidas com dados extraídos da base de conteúdo do SALUS, conforme detalhado na Seção 6.5 (Capítulo 6). A Tabela 13 apresenta os nove registros utilizados para preenchimento das instâncias da classe *Content* na OntoSALUS.

Tabela 13. Dados de nove conteúdos extraídos da base de conteúdo do SALUS.

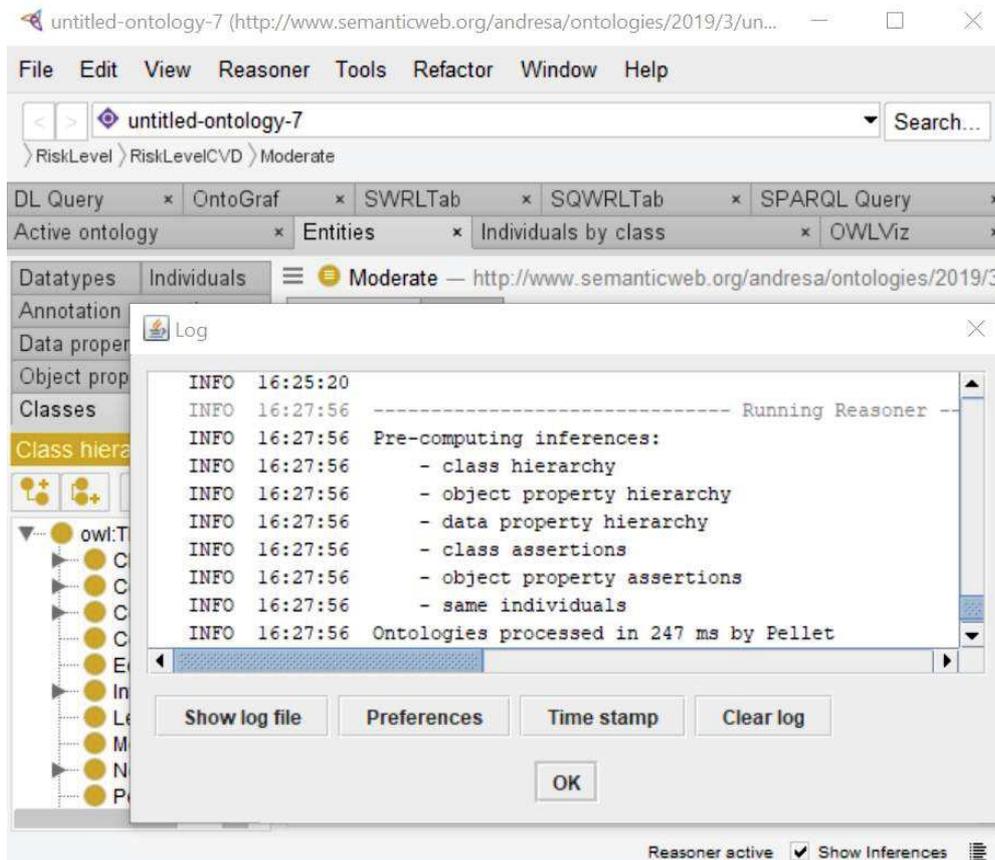
ID	Tema	Palavra-chave	Domain	URL
1	Colesterol	"colesterol_alto"	cardiol.br	http://sociedades.cardiol.br/socerj/publico/dica-colesterol.asp
2	Tabagismo	"parar_de_fumar"	inca.gov.br	https://www.inca.gov.br/como-parar-de-fumar
3	Tabagismo	"tabagismo"	cancer.org.br	https://www.cancer.org.br/sobre-o-cancer/fatores-de-risco-e-prevencao/tabagismo/
4	Diabetes	"glicose_alta"	diabetes.org.br	https://www.endocrino.org.br/10-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-diabetes/
5	Diabetes	"diabetes"	saude.gov.br	https://bvsm.s.saude.gov.br/diabetes/
6	Diabetes	"glicemia"	diabetes.org.br	https://diabetes.org.br/covid-19/guia-de-bolso-abordagem-da-hiperglicemia-hospitalar-em-pacientes-criticos-e-nao-criticos-com-ou-sem-diabetes-previo-durante-a-pandemia-da-covid-19/
7	Diabetes	"diabetes"	diabetes.org.br	https://www.diabetes.org.br/
8	Pressão Arterial	"hipertensao"	coracaoalerta.com.br	https://coracaoalerta.com.br/hipertensao-arterial-ou-pessao-alta/
9	Pressão Arterial	"hipotensao"	tuasaude.com	https://www.tuasaude.com/pressao-baixa/

Fonte: Elaborada pela autora.

Após criadas as instâncias, foi realizada uma avaliação. A OntoSALUS foi avaliada através de um processo de *reasoning* automático executado pelo *plugin* Pellet versão 2.2.0 instalado no Protégé. O Pellet é um motor de raciocínio (inferência) utilizado para verificar se existe alguma inconsistência entre as classes declaradas na ontologia, sendo esta

inconsistência relacionada à disposição entre as classes (incluindo subclasses e classes disjuntas), ao relacionamento entre elas (*domain* e *range*), tipo de atributos declarado aos objetos (*data property*), e as regras de equivalência definidas na ontologia. A Figura 25 apresenta o log das verificações realizadas após a execução do *plugin* Pellet.

Figura 25. Resultado da execução do *plugin* Pellet.

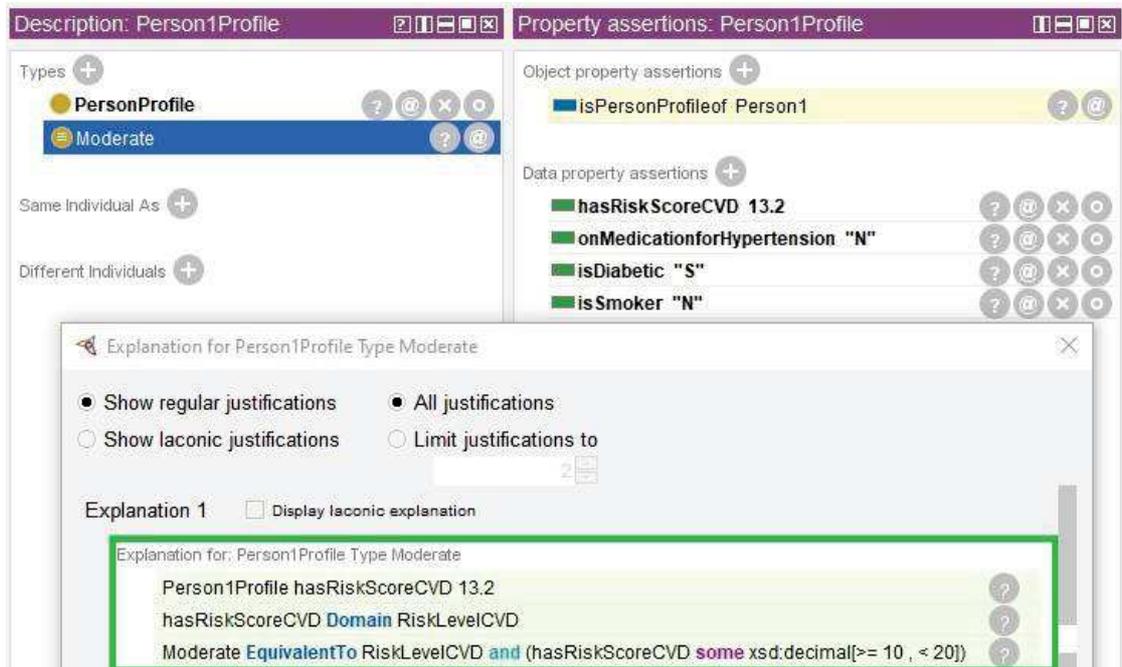


Fonte: Larentis et al. (2021).

Uma vez estando o *reasoner* Pellet habilitado para execução, este também realiza inferências por meio das regras de equivalência definidas na Seção 5.3.6. As expressões lógicas descritas em cada uma das regras foram processadas pelo *reasoner*. Os resultados podem ser visualizados nas Figuras 26 e 27.

A Figura 26 apresenta um exemplo do resultado de inferência para classificação do nível de risco para doenças cardiovasculares. A instância *Person1Profile* foi criada com o *data property* *hasRiskScoreCVD*=13.2. Após executar o *reasoner* foi inferido que a instância *Person1Profile* possui o nível de risco *Moderate*. O retângulo da Figura 26, destacado em verde, apresenta na primeira linha a descrição “*Person1Profile hasRiskScoreCVD 13.2*”. A regra de equivalência aplicada foi, “Se o escore de risco para doença cardiovascular for maior ou igual a 10 e menor que 20 é classificado como moderate”. A inferência também foi realizada para as instâncias *Person5Profile*, *Person7Profile*, *Person8Profile*, *Person9Profile*, *Person14Profile*, *Person16Profile* e *Person18Profile*.

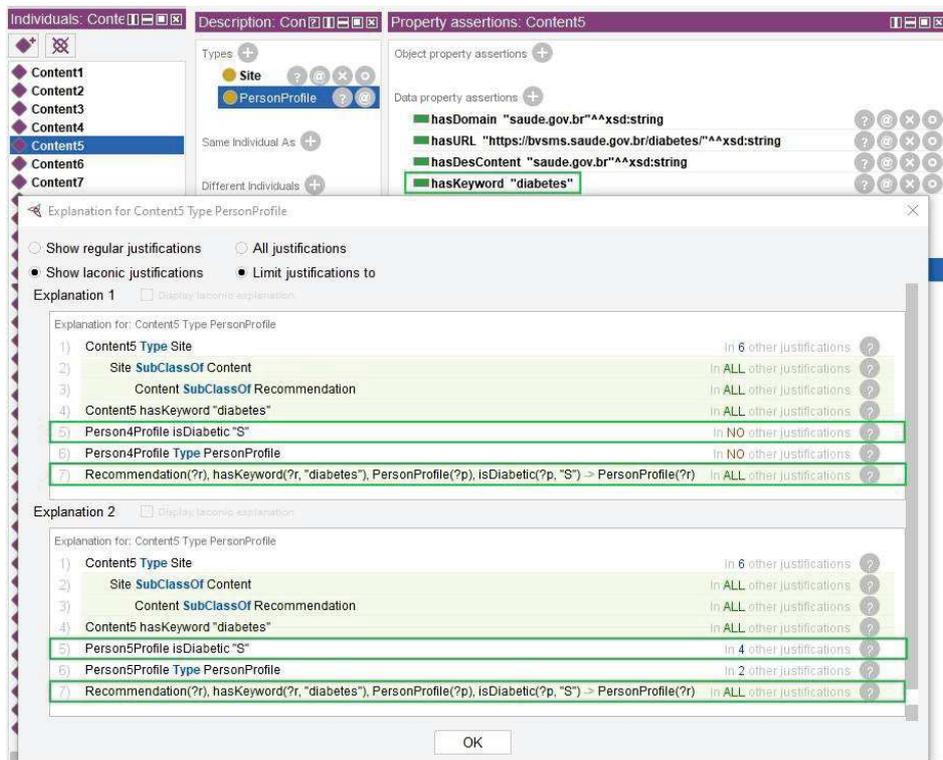
Figura 26. Exemplo do resultado do processo de inferência do nível de risco para doenças cardiovasculares.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 27 apresenta o resultado de uma inferência de conteúdo sobre diabetes.

Figura 27. Resultado do processo de inferência de conteúdo para as instâncias *Person4Profile* e *Person5Profile*.

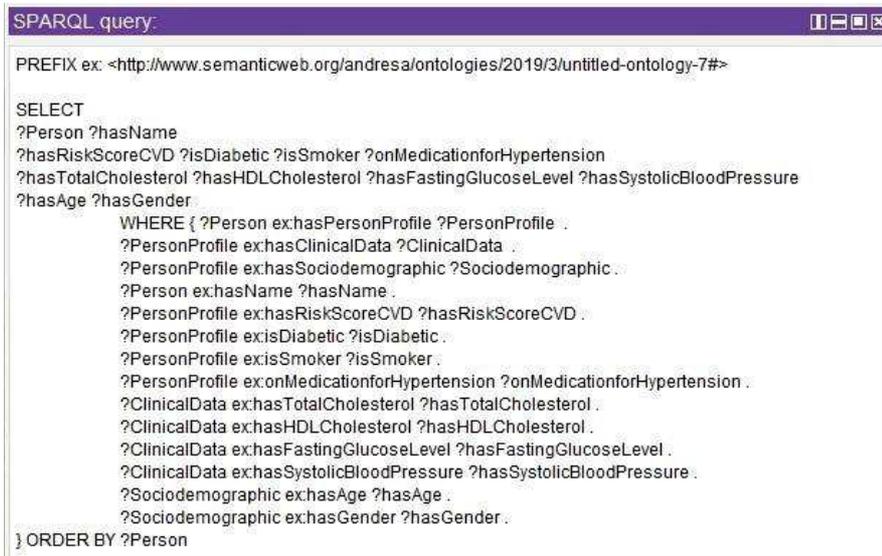


Fonte: Elaborado pela autora.

A instância *Content5* possui o *data property* *hasKeyword*="diabetes". Logo após, é possível observar duas inferências, uma para *Person4Profile* e outra para *Person5Profile*. Ambas possuem o *data property* *isDiabetic*="S", sendo assim, foi aplicada a regra SWRL "R1_Diabetic_diabetes", onde para indivíduos que possuem diabetes é recomendado um conteúdo cuja palavra-chave é "diabetes". A inferência também foi realizada para as instâncias *Person1Profile*, *Person2Profile*, *Person7Profile*, *Person8Profile*, *Person10Profile*, *Person11Profile*, *Person12Profile*, *Person13Profile*, *Person14Profile*, *Person15Profile*, *Person16Profile*, *Person17Profile*, *Person18Profile*, *Person19Profile*, *Person20Profile*.

Uma vez testada a ontologia com o processo de *reasoning* automático, é possível realizar consultas com o SPARQL, semelhante ao SQL. Sendo assim, consultas foram criadas para apresentar os dados inseridos na OntoSALUS através das instâncias. A Figura 28 apresenta uma consulta para seleção de todas as instâncias que possuem a relação *Person* x *PersonProfile* x *ClinicalData* x *Sociodemographic*.

Figura 28. Consulta SPARQL para as instâncias *Person*, *PersonProfile*, *ClinicalData* e *Sociodemographic*.



```
SPARQL query:
PREFIX ex: <http://www.semanticweb.org/andresa/ontologies/2019/3/untitled-ontology-7#>

SELECT
?Person ?hasName
?hasRiskScoreCVD ?isDiabetic ?isSmoker ?onMedicationforHypertension
?hasTotalCholesterol ?hasHDLCholesterol ?hasFastingGlucoseLevel ?hasSystolicBloodPressure
?hasAge ?hasGender
WHERE {
?Person ex:hasPersonProfile ?PersonProfile .
?PersonProfile ex:hasClinicalData ?ClinicalData .
?PersonProfile ex:hasSociodemographic ?Sociodemographic .
?Person ex:hasName ?hasName .
?PersonProfile ex:hasRiskScoreCVD ?hasRiskScoreCVD .
?PersonProfile ex:isDiabetic ?isDiabetic .
?PersonProfile ex:isSmoker ?isSmoker .
?PersonProfile ex:onMedicationforHypertension ?onMedicationforHypertension .
?ClinicalData ex:hasTotalCholesterol ?hasTotalCholesterol .
?ClinicalData ex:hasHDLCholesterol ?hasHDLCholesterol .
?ClinicalData ex:hasFastingGlucoseLevel ?hasFastingGlucoseLevel .
?ClinicalData ex:hasSystolicBloodPressure ?hasSystolicBloodPressure .
?Sociodemographic ex:hasAge ?hasAge .
?Sociodemographic ex:hasGender ?hasGender .
} ORDER BY ?Person
```

Fonte: Larentis et al. (2021).

Após a execução da consulta apresentada na Figura 28, o resultado pode ser observado na Figura 29. A consulta retorna os vinte registros constantes na Tabela 12.

Figura 29. Resultado da consulta SPARQL.

Person	hasN...	hasRi...	isDiab...	isSm...	onMe...	hasT...	hasH...	hasF...	hasSy...	hasA...	hasG...
Person1	"100061"	"13.2"	"S"	"N"	"N"	"141"	"29"	"127"	"112"	"70"	"F"
Person10	"101111"	"24.4"	"S"	"N"	"N"	"273"	"57"	"144"	"123"	"73"	"F"
Person11	"402041"	"25.2"	"S"	"N"	"N"	"102"	"28"	"102"	"108"	"74"	"M"
Person12	"417951"	"7.3"	"S"	"N"	"N"	"123"	"45"	"143"	"117"	"49"	"M"
Person13	"419761"	"23.1"	"S"	"N"	"N"	"155"	"29"	"159"	"108"	"62"	"M"
Person14	"420331"	"11.9"	"S"	"N"	"N"	"155"	"42"	"155"	"108"	"74"	"F"
Person15	"420751"	"31.5"	"N"	"N"	"N"	"173"	"24"	"119"	"124"	"70"	"M"
Person16	"421991"	"11.2"	"S"	"N"	"N"	"137"	"34"	"125"	"108"	"72"	"F"
Person17	"424301"	"34.4"	"S"	"N"	"N"	"151"	"50"	"289"	"147"	"71"	"M"
Person18	"438271"	"12.4"	"N"	"N"	"N"	"160"	"50"	"115"	"169"	"62"	"F"
Person19	"438701"	"22.6"	"S"	"N"	"N"	"181"	"62"	"212"	"144"	"74"	"F"
Person2	"100891"	"83.3"	"S"	"N"	"N"	"330"	"32"	"156"	"149"	"74"	"M"
Person20	"442221"	"29.2"	"S"	"N"	"N"	"166"	"40"	"166"	"108"	"73"	"M"
Person3	"439271"	"6.4"	"N"	"N"	"N"	"188"	"43"	"101"	"118"	"62"	"F"
Person4	"100131"	"21.6"	"S"	"N"	"N"	"119"	"38"	"150"	"150"	"74"	"F"
Person5	"403101"	"14.7"	"S"	"N"	"N"	"249"	"30"	"133"	"124"	"41"	"M"
Person6	"440831"	"6.8"	"N"	"N"	"N"	"140"	"36"	"122"	"108"	"54"	"M"
Person7	"100171"	"13.5"	"S"	"N"	"N"	"171"	"55"	"205"	"118"	"73"	"F"
Person8	"100271"	"14.0"	"S"	"N"	"N"	"154"	"49"	"180"	"123"	"72"	"F"
Person9	"100401"	"13.3"	"N"	"N"	"N"	"209"	"88"	"91"	"154"	"74"	"F"

Fonte: Elaborado pela autora.

Além desta, outras sete consultas foram criadas utilizando critérios definidos com a adição da função *FILTER*. Estas consultas permitiram responder sete das vinte e cinco QC definidas na Seção 5.3.1. A Tabela 14 apresenta as consultas para a QC13, QC14, QC20, QC22, QC23, QC24 e QC25. Cada consulta foi editada e executada no Protégé através do SPARQL Query.

Tabela 14. Consultas SPARQL para as questões de competência.

Código	Consulta
QC13	<p>"Quais pessoas possuem risco alto para desenvolver doença cardiovascular?"</p> <pre> SELECT ?Person ?hasName ?hasRiskScoreCVD WHERE {?Person ex:hasPersonProfile ?PersonProfile . ?Person ex:hasName ?hasName . ?PersonProfile ex:hasRiskScoreCVD ?hasRiskScoreCVD . FILTER (?hasRiskScoreCVD >= 20) } ORDER BY (?Person && ?PersonProfile) </pre>
QC14	<p>"Quais pessoas possuem risco moderado para desenvolver doença cardiovascular?"</p> <pre> SELECT ?Person ?hasName ?hasRiskScoreCVD WHERE {?Person ex:hasPersonProfile ?PersonProfile . ?Person ex:hasName ?hasName . ?PersonProfile ex:hasRiskScoreCVD ?hasRiskScoreCVD . FILTER (?hasRiskScoreCVD >= 10 && ?hasRiskScoreCVD < 20) } ORDER BY (?Person && ?PersonProfile) </pre>
QC20	<p>"Quais pessoas possuem risco para hipertensão?"</p>

Código	Consulta
	<pre> SELECT ?Person ?hasName ?hasSystolicBloodPressure WHERE {?Person ex:hasPersonProfile ?PersonProfile . ?PersonProfile ex:hasClinicalData ?ClinicalData . ?Person ex:hasName ?hasName . ?ClinicalData ex:hasSystolicBloodPressure ?hasSystolicBloodPressure . FILTER (?hasSystolicBloodPressure >= 140) } ORDER BY ?Person </pre>
QC22	<p>"Quais pessoas possuem histórico familiar para DCNTs?"</p> <pre> SELECT ?Person ?hasName ?hasHistoryHipertension ?hasHistoryDiabetes ?hasHistoryCancer ?hasHistoryOtherDiseases WHERE {?Person ex:hasPersonProfile ?PersonProfile . ?PersonProfile ex:hasFamiliarHistory ?FamiliarHistory . ?PersonProfile ex:hasClinicalData ?ClinicalData . ?Person ex:hasName ?hasName . ?ClinicalData ex:hasSystolicBloodPressure ?hasSystolicBloodPressure . ?FamiliarHistory ex:hasHistoryHipertension ?hasHistoryHipertension . ?FamiliarHistory ex:hasHistoryDiabetes ?hasHistoryDiabetes . ?FamiliarHistory ex:hasHistoryCancer ?hasHistoryCancer . ?FamiliarHistory ex:hasHistoryOtherDiseases ?hasHistoryOtherDiseases . FILTER (?hasHistoryHipertension = "S" ?hasHistoryDiabetes = "S" ?hasHistoryCancer = "S" ?hasHistoryOtherDiseases = "S") } ORDER BY ?Person </pre>
QC23	<p>"Que conteúdos são indicados para pessoas com diabetes?"</p> <pre> SELECT ?Site ?hasDomain ?hasKeyword ?hasDesContent ?hasURL WHERE {?Site ex:hasDomain ?hasDomain . ?Site ex:hasKeyword ?hasKeyword . ?Site ex:hasDesContent ?hasDesContent . ?Site ex:hasURL ?hasURL . FILTER (?hasKeyword = "diabetes" ?hasKeyword = "glicose_alta" ?hasKeyword = "glicemia") } ORDER BY ?Site </pre>
QC24	<p>"Que conteúdos são indicados para pessoas fumantes?"</p> <pre> SELECT ?Site ?hasDomain ?hasKeyword ?hasDesContent ?hasURL WHERE {?Site ex:hasDomain ?hasDomain . ?Site ex:hasKeyword ?hasKeyword . ?Site ex:hasDesContent ?hasDesContent . ?Site ex:hasURL ?hasURL . FILTER (?hasKeyword = "parar_fumar" ?hasKeyword = "tabagismo") } ORDER BY ?Site </pre>
QC25	<p>"Que conteúdos são indicados para pessoas com hipertensão?"</p> <pre> SELECT ?Site ?hasDomain ?hasKeyword ?hasDesContent ?hasURL WHERE {?Site ex:hasDomain ?hasDomain . ?Site ex:hasKeyword ?hasKeyword . ?Site ex:hasDesContent ?hasDesContent . ?Site ex:hasURL ?hasURL . </pre>

Código	Consulta
	FILTER (?hasKeyword = "hipertensao") ORDER BY ?Site

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 30 apresenta o resultado das consultas para as questões QC13 e QC14. A primeira responde a QC13) Quais pessoas possuem risco alto para desenvolver doença cardiovascular? Nove indivíduos possuem escore de risco para CVD maior ou igual a 20. A segunda responde a QC14) Quais pessoas possuem risco moderado para desenvolver doença cardiovascular? Oito indivíduos possuem escore de risco para CVD maior ou igual a 10 e menor que 20.

Figura 30. Resultado das consultas SPARQL para as questões QC13 e QC14.

Person	hasName	hasRiskScoreCVD
Person2	"100891"	"83.3" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person4	"100131"	"21.6" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person10	"101111"	"24.4" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person11	"402041"	"25.2" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person13	"419761"	"23.1" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person15	"420751"	"31.5" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person17	"424301"	"34.4" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person19	"438701"	"22.6" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person20	"442221"	"29.2" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>

QC13

Person	hasName	hasRiskScoreCVD
Person1	"100061"	"13.2" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person18	"438271"	"12.4" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person9	"100401"	"13.3" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person16	"421991"	"11.2" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person8	"100271"	"14.0" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person7	"100171"	"13.5" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person5	"403101"	"14.7" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>
Person14	"420331"	"11.9" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>

QC14

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 31 apresenta o resultado das consultas para as questões QC20 e QC22. A primeira responde a QC20) Quais pessoas possuem risco para hipertensão? Seis indivíduos possuem valor para pressão arterial sistólica maior ou igual a 140. A segunda responde a QC22) Quais pessoas possuem histórico familiar para DCNTs? Dois indivíduos possuem histórico para hipertensão.

foram relacionados a proposta da OntoSALUS e selecionados para comparação. Segundo, foi definida uma lista de dezenove perguntas para auxiliar na construção do conhecimento junto a assistência educacional em DCNTs. As perguntas foram respondidas através de uma pesquisa bibliográfica. Terceiro, foi construído um mapa conceitual (NOVAK, 1981; NOVAK e CANÃS, 2010) para estruturar o conhecimento de forma geral. Após idealizado o mapa conceitual, foi possível identificar os principais conceitos e suas relações. Quarto, a OntoSALUS foi construída seguindo as etapas definidas na metodologia *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINNESS, 2001). A OntoSALUS foi editada no software Protégé (NOY et al., 2003; MUSEN, 2015), composta por 895 axiomas, 76 classes, 62 subclasses, 31 propriedades de objetos, 55 propriedades de dados e 95 indivíduos. Por último, foi realizada uma avaliação para verificar a consistência e completude da OntoSALUS. A verificação de consistência se deu através da execução do motor de inferência Pellet (SIRIN e PARSIA, 2004), já a completude foi verificada por meio de consultas SPARQL. As consultas SPARQL responderam sete questões de competências selecionadas dentre as vinte e cinco definidas para a ontologia. Tanto a verificação de consistência, quanto a de completude mostraram definições completas de acordo com o domínio especificado.

O resumo das conclusões do capítulo com a definição da OntoSALUS consiste em:

- Um quadro comparativo dos trabalhos relacionados a OntoSALUS e as ontologias na área da educação em DCNTs;
- Um mapa conceitual cujo tema focal é a “Assistência educacional personalizada em doenças crônicas não transmissíveis”;
- Uma ontologia para representação do conhecimento no domínio da “Assistência educacional em DCNTs”;
- Uma avaliação através de uma verificação de consistência e completude da ontologia. Para isso, o motor de inferência Pellet foi utilizado na verificação da consistência da OntoSALUS e consultas SPARQL foram desenvolvidas para responder sete das vinte e cinco QC definidas;
- Um artigo publicado em periódico internacional (LARENTIS et al., 2021).

No Capítulo 6, é apresentada uma avaliação do modelo para assistência educacional ubíqua aplicada às doenças cardiovasculares.

6 ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO

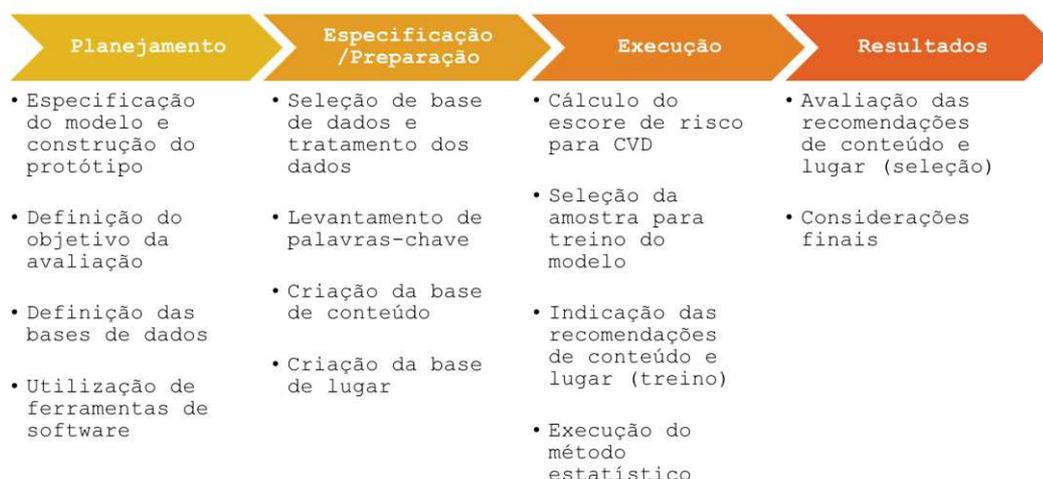
Primeiramente, se faz necessário contextualizar as decisões tomadas frente aos experimentos desta tese, uma vez que a pandemia da COVID-19 impactou diretamente na sua realização. A COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*), doença infecciosa causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), foi declarada pela WHO (WHO, 2022b) como uma pandemia global em 11 de Março de 2020. Essa doença, responsável por mais de 5,8 milhões de mortes ao redor do mundo até 16 de Fevereiro de 2022, gerou um alerta adicional para os cuidados em DCNTs, uma vez que pessoas com essas doenças e suas comorbidades têm maior risco de desenvolver quadros graves da COVID-19 (WHO, 2022a). A partir de Março de 2020, a pandemia da COVID-19 foi pauta principal das reuniões de lideranças mundiais e uma das tarefas destes líderes era estabelecer um conjunto de restrições de circulação das pessoas para conter a propagação do vírus.

Uma vez estabelecidas as restrições, aeroportos, escolas, universidades, comércio, indústrias, serviços e fronteiras tiveram suas operações quase que totalmente paralisadas. As pessoas foram impedidas de sair das suas casas e as atenções foram todas direcionadas aos cuidados com as pessoas infectadas pelo vírus e ao suporte as instituições prestadoras de serviços na área da saúde. Todos tiveram que se adaptar e se adequar a esta nova realidade. Empresas tiveram que adotar um modelo de trabalho *home office*. Escolas implementaram e estabeleceram um modelo de ensino a distância, recorrendo a plataformas virtuais de ensino para disponibilizar cursos, materiais e recursos aos estudantes. Somente serviços essenciais foram mantidos. Enquanto isso, pesquisadores ao redor do mundo dedicavam e ainda dedicam esforços para produzir vacinas para COVID-19 e mais recentemente para suas novas variantes. A vacina Coronavac teve um registro emergencial concedido em 17 de Janeiro de 2021, data esta que registra a primeira pessoa vacinada no Brasil (GOV.BR, 2021b). O primeiro registro definitivo para uma vacina contra a COVID-19 no Brasil e nas Américas foi concedido em 23 de Fevereiro de 2021, vacina da Pfizer/BioNTech (GOV.BR, 2021a). A partir desta, outras vacinas foram liberadas como a AstraZeneca/Oxford, registro definitivo concedido em 12 de Março de 2021. Diante disto, o governo federal criou um calendário de vacinação para imunizar a população, considerando os contratos de compra das vacinas e grupos prioritários da população em geral. A vacinação se estendeu ao longo do ano de 2021, atendendo também a população em geral, incluindo adultos, adolescentes e crianças (acima de 5 anos) e segue por um período ainda indefinido. Pesquisas estão em desenvolvimento e são necessárias para estabelecer as diretrizes para conter a COVID-19.

Diante das restrições da pandemia da COVID-19 foi definido um plano para avaliar o modelo SALUS. Primeiro, estabeleceu-se que a avaliação não seria conduzida com pessoas, parceiros e profissionais da área da saúde, visto que as restrições impostas para conter a propagação do novo coronavírus, limitou o deslocamento das pessoas e estas aderiram ao isolamento social. Segundo, definiu-se elaborar uma especificação técnica dos elementos do SALUS incluindo o Aplicativo, *Bot*, *Forwarder*, *Model*, *Content* e *Geo* para uso em trabalhos futuros. Terceiro, foi definida a construção de um protótipo do modelo SALUS com aspectos que tornasse possível seu uso na avaliação. Na definição do protótipo foram elencados cinco elementos incluindo o SALUS *Model*, SALUS *Content*, SALUS *Geo*, modelo de dados e conexão com fontes externas. Quarto, foi definida e desenvolvida uma ontologia (Capítulo 5), uma vez que é possível representar o conhecimento sobre o domínio desta tese e realizar inferências sobre os objetos deste domínio, e, por último, a avaliação foi conduzida através de dados extraídos de uma base de dados pública.

A Figura 33 apresenta as etapas definidas para a avaliação do SALUS, assim como as principais atividades em cada etapa. As seções a seguir detalham cada uma das atividades definidas em cada uma das etapas da avaliação.

Figura 33. Etapas da avaliação do SALUS.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.1 Especificação do Modelo e Construção do Protótipo

A especificação do modelo consistiu em descrever as características técnicas dos elementos *Aplicativo*, *Bot*, *Forwarder*, *Model*, *Content* e *Geo*. Um protótipo, incluindo os elementos *Model*, *Content*, *Geo*, modelo de dados e conexão com fontes externas, foi construído para uso na avaliação. O Aplicativo não foi utilizado para fins de avaliação, apenas foi especificada como seria a interação entre o SALUS e o indivíduo. O protótipo teve como objetivo criar um serviço para recomendação de conteúdo e lugar para indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares. Uma base de dados de conteúdo e outra de lugar foram criadas de forma automática, através da conexão com fontes externas. Uma vez definida a forma de conexão e os parâmetros, foi possível extrair dados de conteúdo e lugar e disponibilizá-los para uso. Após criado o serviço, foi possível conduzir uma avaliação do modelo com dados de indivíduos extraídos de uma base de dados pública.

Conforme apresentado na Seção 4.1 (Capítulo 4), o modelo conceitual do SALUS é constituído por dez elementos, são eles: a) Aplicativo; b) *Bot*, *Forwarder*, *Model*, *Content*, *Scheduler* e *Geo*; c) Banco de dados; d) OntoSALUS; e) Fontes externas. Ferramentas de software foram utilizadas para suportar as funcionalidades do SALUS incluindo o @WhatsApp³⁶, @Twilio³⁷, @SEMrush³⁸, @Google³⁹ e @Google Maps⁴⁰. A seguir serão apresentadas as especificações técnicas dos elementos *Aplicativo*, *Bot*, *Forwarder*, *Model*, *Content* e *Geo*.

³⁶ <https://www.whatsapp.com/>

³⁷ <https://www.twilio.com/pt-br/>

³⁸ <https://pt.semrush.com/projects/>

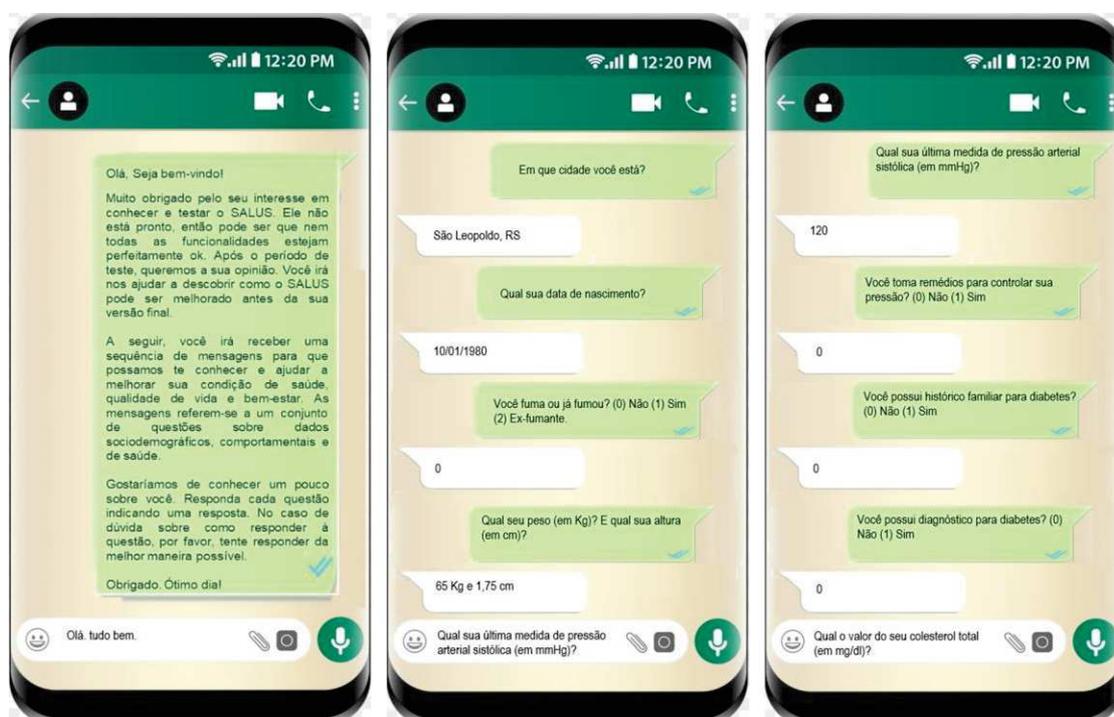
³⁹ <https://www.google.com.br/>

⁴⁰ <https://www.google.com.br/maps>

O @WhatsApp foi escolhido como aplicativo de comunicação entre o SALUS e o indivíduo devido à sua capacidade de envio de mensagens instantâneas, recebimento e realização de chamadas de voz e vídeo entre *smartphones*. Sua facilidade de manuseio e operação pelos indivíduos também corroboram para esta escolha. Este aplicativo, por tratar-se de um software, desempenha funções como transformar dados em informações, organizar tarefas e disponibilizar informações ao indivíduo. Para sua utilização, o indivíduo precisa ter um endereço de e-mail válido, um número de telefone celular e conexão com a Internet.

A Figura 34 apresenta três telas que demonstram como seria a troca de mensagens de texto entre o SALUS e um indivíduo via @WhatsApp. As telas foram projetadas para fins de simular a interação do indivíduo com o Salus. As telas fazem parte da especificação do modelo.

Figura 34. Troca de mensagens de texto entre o SALUS e o indivíduo via @WhatsApp (especificação).



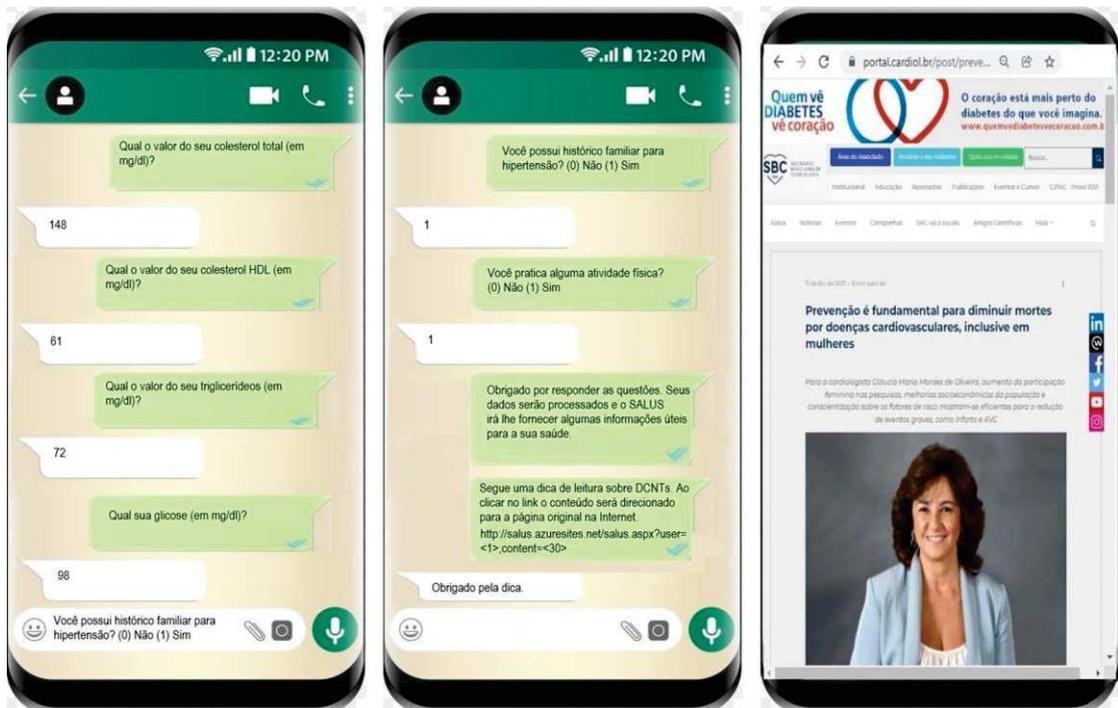
Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira imagem é uma mensagem de boas-vindas enviada ao indivíduo ao acessar o aplicativo SALUS pela primeira vez. A segunda contém mensagens solicitando informações do indivíduo sobre sua localização, data de nascimento, se é fumante ou não, qual seu peso e altura atuais. A última imagem contém perguntas sobre qual a última medição da pressão arterial sistólica, se o indivíduo usa medicação para controlar a pressão arterial, se possui histórico familiar para diabetes, se possui diagnóstico para diabetes e solicita ao indivíduo o valor da medição do seu colesterol total. Na medida que a interação entre o aplicativo e o indivíduo ocorre, a troca de mensagens de texto contínua.

A Figura 35 apresenta a continuidade da troca de mensagens. A primeira imagem contém mensagens solicitando informações do indivíduo sobre o valor da medição do seu colesterol total, valor da medição do seu colesterol HDL, valor da medição do seu triglicerídeos, glicose e se possui histórico familiar para hipertensão. A segunda contém a mensagem sobre histórico familiar para hipertensão, uma mensagem perguntando ao indivíduo se pratica alguma atividade física. A terceira é uma mensagem de agradecimento

pelas informações enviadas pelo indivíduo. Finalmente, o SALUS envia uma mensagem informando sobre o processamento das informações recebidas e que irá fornecer dicas úteis para a saúde do indivíduo. Posterior a isso, uma mensagem contendo um *link* com uma dica de leitura sobre DCNTs é enviada ao indivíduo. A última imagem contém o conteúdo visualizado pelo indivíduo após clicar no *link*. O conteúdo refere-se à página na Internet sobre prevenção dos fatores de riscos para diminuição de mortes por doenças cardiovasculares.

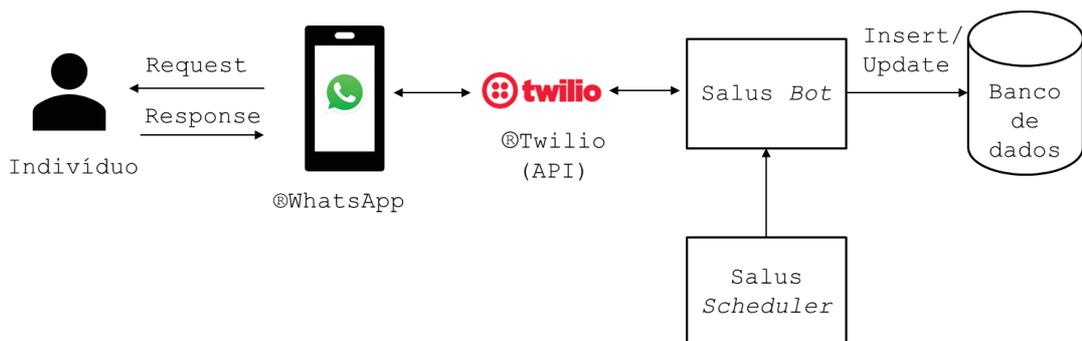
Figura 35. Troca de mensagens de texto e acesso à dica de leitura (especificação).



Fonte: Elaborado pela autora; SBC (2021).

O SALUS *Bot* é o módulo do SALUS responsável pela comunicação entre o indivíduo e as funcionalidades do modelo. Esta comunicação ocorre por meio do @WhatsApp através de mensagens pré-definidas e pré-programadas. A Figura 36 ilustra o funcionamento do SALUS *Bot*. A interação é realizada de forma automatizada com o @WhatsApp através de uma *Application Programming Interface* (API) de mensagens da @Twilio. A API da @Twilio é uma plataforma de comunicação por voz e SMS em nuvem. Um conjunto de mensagens é definido e enviado para uma conta @Twilio. Estas são aprovadas pelo @WhatsApp antes de serem enviadas para o indivíduo.

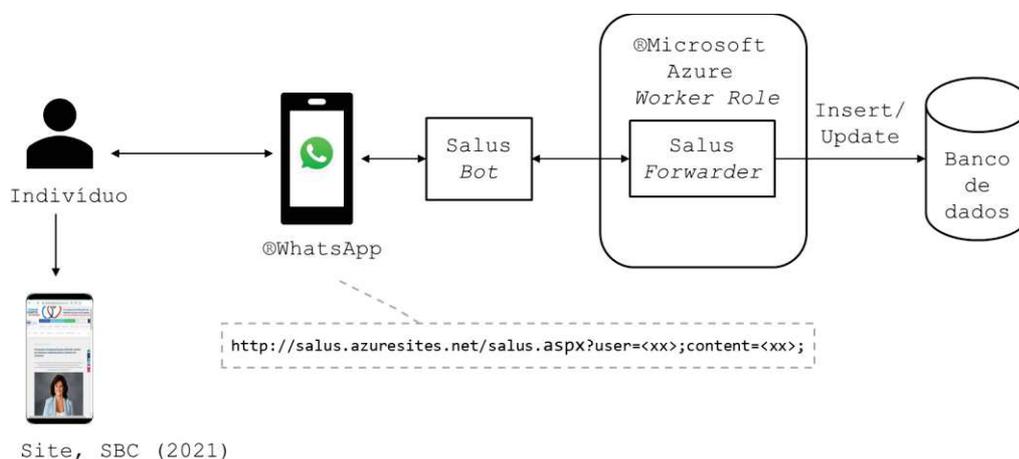
Figura 36. Visão geral do funcionamento do SALUS *Bot*.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 37 apresenta o funcionamento do SALUS *Forwarder*. Um *forwarder* redireciona os cliques do indivíduo aos *links* de conteúdo e lugar indicados pelo SALUS *Bot*. O redirecionamento é necessário para que o indivíduo acesse a informação do conteúdo ou do lugar através de um *link* válido para a Internet ou @Google Maps e para que a aplicação saiba qual conteúdo ou lugar foi acessado pelo indivíduo. Todo clique a um *link* é registrado no banco de dados. Os cliques podem indicar o interesse do indivíduo a um conteúdo relacionado às DCNTs e também podem indicar o interesse a um lugar para realizar uma alimentação saudável ou praticar uma atividade física, por exemplo. Uma *Worker Role* atua para assegurar o funcionamento da aplicação. As *Roles* são elementos existentes na arquitetura de uma aplicação hospedada no @Microsoft Azure⁴¹, plataforma de nuvem escolhida para hospedar o SALUS. As principais e mais utilizadas são *Web Role* e *Worker Role*. Uma *Worker Role* é um tipo de serviço, *Windows Service*, que executa na aplicação em *background* a todo momento, ou de forma programada. Já a *Web Role* é utilizada em uma aplicação Web e faz uso do *Internet Information Service* (IIS).

Figura 37. Visão geral do funcionamento do SALUS *Forwarder*.



Fonte: Elaborado pela autora; SBC (2021).

A Tabela 15 apresenta dois exemplos de domínios cadastrados no SALUS e dois domínios registrados na Internet. Esta conversão é necessária para a aplicação registrar o clique do indivíduo ao *link* indicado. As informações são atualizadas nas tabelas *users_content* e *users_geo* do banco de dados e utilizadas para consultas futuras.

Tabela 15. Relação entre o cadastro de domínios SALUS x Internet.

ID	Domínio Salus	Domínio Original
1	http://salus.azureites.net/salus.aspx?user=<xx>;content=<xx>	http://publicacoes.cardiol.br/portal/abc/portugues/aop/2020/AOP_2019-0867.pdf
2	http://salus.azureites.net/salus.aspx?user=<xx>;geo=<xx>	https://goo.gl/maps/XEeDZttLg5y87WSM7

Fonte: Elaborado pela autora.

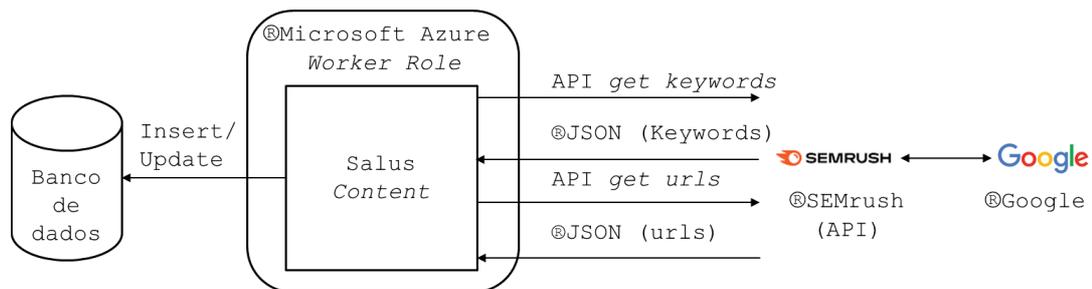
O SALUS *Model* tem duas funcionalidades, *Train* e *Score*. O *Train* possui dois submódulos, o *Train Content* e o *Train Geo*, assim como o *Score*, o *Score Content* e o *Score Geo*.

⁴¹ <https://azure.microsoft.com/pt-br/>

Periodicamente os submódulos de *Train* buscarão nos dados históricos do indivíduo o último *assessment* utilizando para isso o atributo “id” das tabelas *users_content* e *users_geo*. O atributo “acesso”, booleano - que indica acesso anterior pelo usuário ao conteúdo ou lugar, de ambas as tabelas é definido como uma variável de treino para o modelo, ou seja, é a variável independente. Assim como no *Train*, os submódulos de *Score* fazem uma busca nas tabelas *users_content* e *users_geo* para gravar o valor estimado da variável independente “acesso” no atributo *score*. O atributo *score* representa a probabilidade de interesse de um conteúdo ou lugar recomendado pelo SALUS Bot ao indivíduo. No caso do *score* para conteúdo ou lugar sem dados de acesso para treino, um valor randômico entre zero e um é arbitrado e gravado no campo *score* das tabelas *users_content* e *users_geo*.

A Figura 38 apresenta a descrição do funcionamento do SALUS *Content*. O SALUS *Content* faz uma conexão com o SEMrush e essa ferramenta pesquisa as palavras-chave mais buscadas no Google relacionadas aos fatores de risco das DCNTs. A partir do resultado é realizada uma segunda pesquisa para identificar quais são os conteúdos (sites) de maior relevância para as palavras-chave, ou seja, os sites mais acessados. A troca de dados entre o SALUS *Content* e o SEMrush é realizada através do formato JSON⁴².

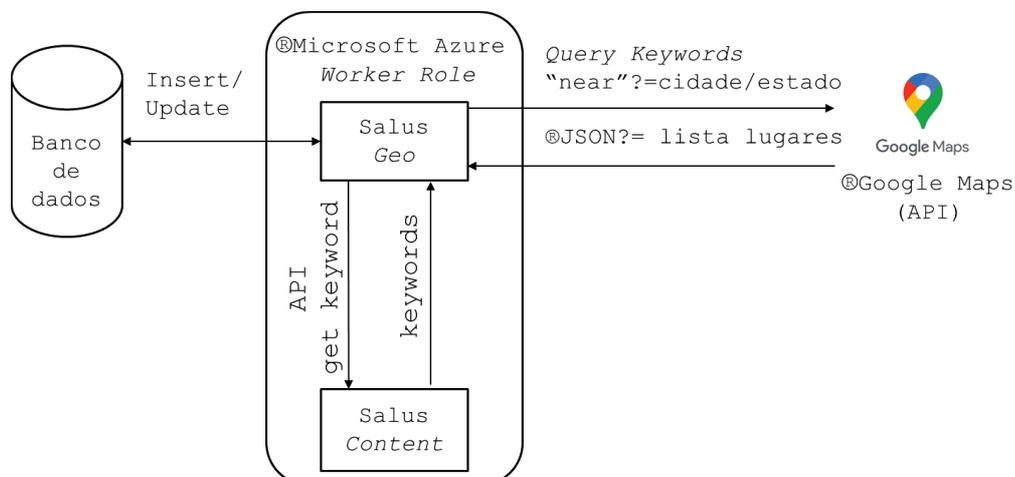
Figura 38. Visão geral do funcionamento do SALUS *Content*.



Fonte: Elaborado pela autora.

O SALUS *Geo* utiliza o processo de mapeamento das palavras-chave do SALUS *Content* para consultar no Google Maps possibilidades de lugares de interesse a partir da localização do indivíduo. A Figura 39 apresenta o funcionamento do SALUS *Geo*.

Figura 39. Visão geral do funcionamento do SALUS *Geo*.



Fonte: Elaborado pela autora.

⁴² <https://www.json.org/json-en.html>

Palavras-chave são utilizadas na *string* de busca com outros parâmetros (cidade, estado e tipo de lugar). A conexão com o @Google Maps é realizada e uma lista de lugares é retorna. Os dados são incluídos no banco de dados para uso posterior. A troca de dados entre o SALUS *Geo* e o @Google Maps é realizada através do formato @JSON.

6.2 Objetivo da Avaliação, Bases de Dados e Ferramentas

Diante de um cenário onde o uso das tecnologias de informação e comunicação estão cada vez mais presentes do dia-a-dia dos indivíduos e a mobilidade dos indivíduos faz com que as soluções tecnológicas se fortaleçam de mecanismos para auxiliá-los nas suas atividades diárias, principalmente em tempos de pandemia da COVID-19, esta tese propôs um modelo de educação ubíqua em DCNTs. O SALUS, um modelo computacional para assistência educacional ubíqua em DCNTs utiliza análise de históricos de contextos de indivíduos para auxiliá-los na prevenção e no acompanhamento de DCNTs.

Visto o problema relacionado a assistência educacional em DCNTs, foi definida a seguinte **questão de pesquisa** na Seção 1.2 (Capítulo 1):

*“Existe a possibilidade de um modelo computacional de **educação ubíqua** baseado em **históricos de contextos** de indivíduos auxiliar na prevenção e no acompanhamento de DCNTs?”.*

Para atender devidamente a esta questão, uma **hipótese** foi definida e apresentada na Seção 1.2 (Capítulo 1):

Hipótese de Pesquisa – *“É possível definir um modelo computacional para suporte a assistência ubíqua na educação de um indivíduo voltado a prevenção e acompanhamento das DCNTs”.*

A validade da hipótese pôde ser verificada através de uma avaliação do SALUS. O objetivo da avaliação foi:

*“Avaliar a **corretude**⁴³ das recomendações de conteúdo e lugar geradas a partir da análise de dados de **históricos de contextos** de indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares”.*

As doenças cardiovasculares foram definidas para a avaliação por representarem a principal causa de mortalidade no mundo, sendo responsáveis por 15,1 milhões de mortes (49% do total de mortes por DCNTs) em 2019 (WHO, 2020). Dentre as principais doenças associadas às doenças cardiovasculares pode-se citar: DAC, acidente vascular cerebral isquêmico, acidente vascular cerebral hemorrágico, infarto de miocárdio, insuficiência coronária, angina, ataque isquêmico transitório, doença arterial periférica e insuficiência cardíaca (WHO, 2018a).

⁴³ Davis et al. (DAVIS et al., 1993) propõem uma lista de características que podem ser utilizadas para avaliar a especificação de requisitos de software (*Software Requirements Specification – SRS*), dentre elas, a corretude. A corretude de uma SRS pode ser verificada individualmente ou na sua totalidade. Nessa tese, o termo corretude é utilizado para confirmar o resultado da recomendação de conteúdo e lugar, ou seja, se o resultado está correto em relação à especificação.

Os dados históricos de indivíduos foram buscados através de pesquisas na Internet, uma vez que, a pandemia da COVID-19 impossibilitou a realização de pesquisas de campo. A busca por uma base de dados considerou a definição do objetivo desta avaliação, ou seja, dados históricos de indivíduos, incluindo dados sociodemográficos e de saúde de indivíduos com ou sem doenças cardiovasculares. Dados sociodemográficos referem-se ao sexo, idade e escolaridade dos indivíduos. Os dados de saúde referem-se ao colesterol total, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, glicose, tabagismo e IMC. Tanto os dados sociodemográficos, quanto os de saúde estão disponíveis na base de dados de indivíduos (BIOLINCC, 2022). Os dados de localização não estão disponíveis. Para suprir essa ausência e necessidade, definiu-se a utilização de uma região geográfica padrão para todos os indivíduos. Esta região geográfica foi composta por nomes de bairros da cidade de São Leopoldo do estado do Rio Grande do Sul. Informações quanto aos hábitos de vida, histórico familiar, atividades realizadas e dispositivo não foram consideradas devido à ausência e complexidade em gerar informações tão específicas para compor a base de dados.

Além dos dados sociodemográficos, de saúde e localização, um valor de escore de risco de 10 anos para CVD foi calculado para cada indivíduo através de uma fórmula extraída dos estudos de FHS (FHS, 2022b). Com os dados de sexo, idade, pressão arterial sistólica, tratamento para hipertensão arterial, presença de tabagismo, diagnóstico de diabetes e IMC, foi possível estabelecer este escore de risco. Uma vez calculado, este dado foi incluído para cada linha de indivíduo constante na base de dados. A inclusão desse valor na base de dados corroborou na definição das variáveis da equação do modelo estatístico.

Duas bases de dados, uma para conteúdo e outra para lugar, foram criadas para uso na avaliação. Uma vez que o objetivo da avaliação foi avaliar a corretude das recomendações de conteúdo e lugar, foi necessário criar uma base de dados com estas informações. Palavras-chave foram utilizadas para buscar informações de conteúdo e lugar na Internet definidas por meio de temas. Estes temas foram elencados por meio dos fatores de risco associados às doenças cardiovasculares.

Duas ferramentas de software foram utilizadas na execução da avaliação: @SEMrush e @Google Maps. O @SEMrush foi utilizado para criar a base de dados de conteúdo. O @SEMrush é uma ferramenta de *Search Engine Optimization* (SEO), utilizada no âmbito corporativo. Uma vez definidas as palavras-chave que se deseja associar a um determinado conteúdo, o @SEMrush realiza uma busca de quais palavras-chave atraem o maior número de usuários na Internet, ou quais tendem a ter o melhor retorno se patrocinadas em ferramentas de busca. Como resultado, um arquivo em formato Excel retorna os sites mais acessados por usuários na Internet associados às palavras-chave pesquisadas. Já o @Google Maps foi utilizado para criar a base de dados de lugar. O @Google Maps é um serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite gratuito de propriedade do @Google. Palavras-chave foram utilizadas para buscar lugares para recomendação relacionadas a cidade de São Leopoldo, desta forma, tanto indivíduos quanto lugares estariam localizados em uma mesma região geográfica.

6.3 Seleção de Base de Dados Pública

A avaliação foi conduzida através de uma base de dados do *The National Heart, Lung, and Blood Institute* (NHLBI) *Biologic Specimen and Data Repository* (NHLBI Biorepository) (BIOLINCC, 2022). Uma versão em arquivo no formato em Excel foi extraída do site

KAGGLE (KAGGLE, 2022), nome do arquivo “*framingham_heart_disease.csv*”. Este arquivo possui 4238 linhas e 17 colunas incluindo dados de: (1) ID, (2) sexo, (3) idade, (4) educação, (5) se fumante, (6) quantidade de cigarros ao dia, (7) se tratamento para pressão arterial, (8) se histórico de acidente vascular cerebral (AVC), (9) se hipertensão, (10) se diabetes, (11) colesterol total, (12) pressão arterial sistólica, (13) pressão arterial diastólica, (14) IMC, (15) frequência cardíaca, (16) glicose e (17) predição de risco para DAC. A última coluna se refere a uma predição calculada e disponível na base de dados para ocorrência de DAC em dez anos sendo 0 (não) e 1 (sim). Esta coluna não foi utilizada na avaliação. Adicionalmente, foram criadas mais três colunas e inseridas na base de dados, (18) *timestamp*, (19) bairro e (20) cidade. A coluna “*timestamp*” foi preenchida com um valor aleatório entre 01/12/21 00:00:00 e 05/12/21 24:59:59. A coluna “bairro” foi preenchida de forma aleatória com os valores (“Campina”, “Centro”, “Cristo Rei”, “Duque de Caxias”, “Fião”, “Padre Reus”, “Pinheiro”, “Rio Branco”, “Santa Teresa”, “Santos Dumont”, “São José”, “São Miguel”, “Scharlau” e “Vicentina”). A coluna “cidade” foi preenchida com o valor “São Leopoldo”. Posterior a isso, cinco indivíduos foram selecionados aleatoriamente da base de dados e dados históricos de localização foram preenchidos para as colunas “*timestamp*”, “bairro” e “cidade”. Estes dados foram adicionados para compor os dados históricos de contextos de indivíduos e para uso na avaliação do modelo. Após as inclusões, a base de dados totalizou 4258 linhas e 20 colunas.

A Tabela 16 apresenta exemplos dos dados contidos na base de dados. A coluna “ID” refere-se à identificação do indivíduo, a coluna “Sexo” pode ser lida como “0” para feminino e “1” para masculino, a coluna “Idade” refere-se ao registro da idade do indivíduo, a coluna “Pressão arterial sistólica” refere-se à medida da pressão arterial do indivíduo, a coluna “IMC” refere-se ao valor informado e não calculado, sendo que na base de dados não há registro dos dados de peso e altura do indivíduo, a coluna “Diabetes” refere-se ao diagnóstico de diabetes, sendo “0” não possui diabetes e “1” possui diabetes. A coluna “*Timestamp*” refere-se ao registro do instante de tempo que os dados foram gravados no banco de dados. As colunas “Bairro” e “Cidade” referem-se à localização do indivíduo no instante de tempo que os dados foram incluídos.

Na Tabela 16 é possível observar uma sequência decrescente por data de registros do indivíduo ID2384. Esta sequência de registros compõem um histórico de contextos deste indivíduo. Observa-se que as colunas “Sexo”, “Idade”, “Pressão arterial sistólica”, “IMC”, “Diabetes” e “Cidade” não alteram seus valores. Já a coluna “Bairro” difere em relação à coluna “*Timestamp*”. Isso ocorre devido à mobilidade do indivíduo, ou seja, o indivíduo está se movimentando e na medida que ele interage com o SALUS, seus dados são capturados de acordo com seu contexto atual. O mesmo ocorre para os indivíduos de ID1945 e ID3782. Já os indivíduos ID3287 e ID707 não possuem registros históricos.

Tabela 16. Exemplo de dados de históricos de contextos contidos na base de dados.

ID	Sexo	Idade	Pressão arterial sistólica	IMC	Diabetes	<i>Timestamp</i>	Bairro	Cidade
2384	0	42	136	34,6	0	05/12/21 1:50 PM	Padre Reus	São Leopoldo
2384	0	42	136	34,6	0	04/12/21 3:50 PM	Centro	São Leopoldo
2384	0	42	136	34,6	0	03/12/21 4:45 PM	Centro	São Leopoldo
2384	0	42	136	34,6	0	02/12/21 2:50 PM	Rio Branco	São Leopoldo
2384	0	42	136	34,6	0	01/12/21 4:50 PM	Campina	São Leopoldo
1945	1	46	121	27,2	0	05/12/21 1:50 PM	Padre Reus	São Leopoldo

ID	Sexo	Idade	Pressão arterial sistólica	IMC	Diabetes	Timestamp	Bairro	Cidade
1945	1	46	121	27,2	0	04/12/21 2:50 PM	Cristo Rei	São Leopoldo
1945	1	46	121	27,2	0	03/12/21 4:45 PM	Centro	São Leopoldo
1945	1	46	121	27,2	0	02/12/21 3:10 PM	Scharlau	São Leopoldo
1945	1	46	121	27,2	0	01/12/21 1:50 PM	Pinheiro	São Leopoldo
3782	0	48	110	22,5	0	05/12/21 3:10 PM	Cristo Rei	São Leopoldo
3782	0	48	110	22,5	0	04/12/21 2:50 PM	Fião	São Leopoldo
3782	0	48	110	22,5	0	03/12/21 1:15 PM	Cristo Rei	São Leopoldo
3782	0	48	110	22,5	0	02/12/21 2:10 PM	Santos Dumont	São Leopoldo
3782	0	48	110	22,5	0	01/12/21 4:50 PM	Centro	São Leopoldo
3287	0	47	127	23,5	0	01/12/21 1:20 PM	Centro	São Leopoldo
707	1	44	120	31,4	0	03/12/21 1:10 PM	Centro	São Leopoldo

Fonte: Elaborada pela autora.

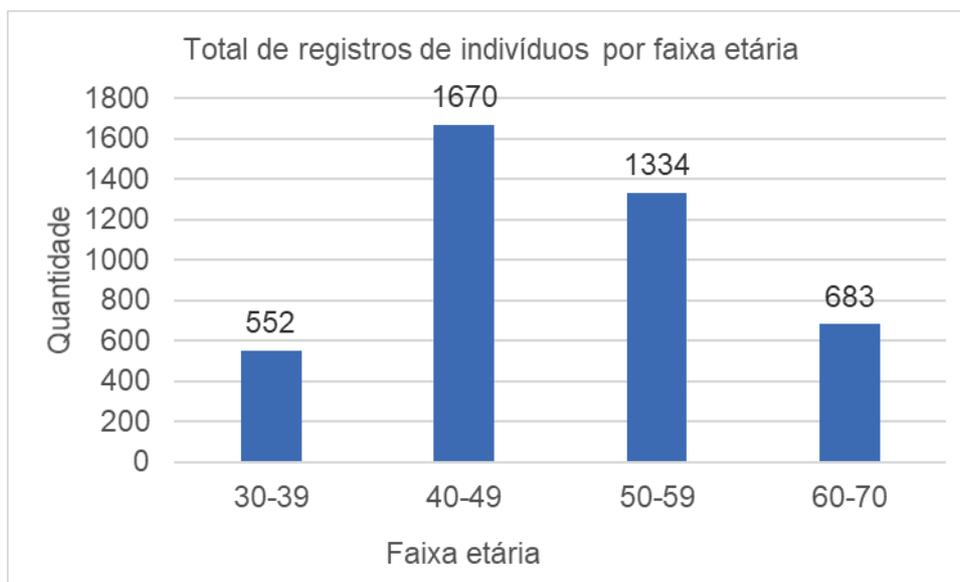
Após uma verificação dos dados contidos na base de dados foram excluídas 19 linhas com valores nulos para a coluna IMC, restando 4239 linhas para a avaliação. A distribuição dos dados se dá conforme apresentado na Tabela 17. As colunas foram definidas seguindo os fatores de risco associados às doenças cardiovasculares. A maioria dos indivíduos é do sexo feminino, ou seja, 57% contra 43%, 3% possuem diagnóstico para diabetes, 49% consideram-se fumantes, 31% são hipertensos, 3% fazem tratamento para hipertensão e 1% possui histórico para acidente vascular cerebral. A classificação do IMC para sobrepeso e obesidade foi totalizada através dos intervalos de valores definidos em BVSMS (BVSMS, 2009) sendo sobrepeso (entre 25 e 29,9) e obesidade (igual ou acima de 30). 41% dos indivíduos está com sobrepeso e 13% são obesos.

Tabela 17. Distribuição dos dados de indivíduos da base de dados pública.

Homem	Mulher	Diabéticos	Fumantes	Hipertensos	Tratamento hipertensão	Histórico AVC	Sobrepeso	Obesidade
1818	2421	111	2087	1317	127	23	1744	547
43%	57%	3%	49%	31%	3%	1%	41%	13%

Fonte: Elaborada pela autora.

A distribuição dos dados por faixa etária é apresentada na Figura 40. 39% dos indivíduos possuem idade entre 40 e 49 anos, 31% entre 50 e 59, 16% possuem idade entre 60 e 70 anos. Já os indivíduos com idade entre 30 e 39 anos representam 13% do total.

Figura 40. Total de registros de indivíduos por faixa etária.

Fonte: Elaborada pela autora.

6.4 Levantamento de Palavras-Chave

Palavras-chave foram definidas para serem utilizadas como parâmetros nas integrações com fontes externas e, posterior preenchimento da base de dados de conteúdo. Uma pesquisa bibliográfica por palavras-chave foi realizada através de uma busca na Internet. O objetivo desta pesquisa foi buscar palavras-chave associadas aos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares e utilizá-las para criar a base de dados de conteúdo. Primeiramente, definiu-se temas relacionados aos fatores de risco. Os temas foram relacionados as variáveis preditoras (D'AGOSTINO et al., 2008) dos coeficientes de regressão e taxas de risco disponíveis no estudo de FHS (FHS, 2022b). Posteriormente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica no @Google através de uma *string* de busca. A *string* de busca consiste do tema, ou seja, “alcoolismo”, “colesterol”, “diabetes”, “dcnts”, “imc”, “pressão arterial” e “tabagismo”. A Tabela 18 apresenta os temas definidos, as palavras-chave correspondentes e as referências pesquisadas na Internet. A coluna “Palavras-chave” foi preenchida com todas as variações do tema incluído na coluna “Tema” encontradas nas referências incluídas na coluna “Referência” da Tabela 18.

Tabela 18. Distribuição das palavras-chave aos temas correspondentes.

Tema	Palavras-chave	Referência
Alcoolismo	alcoolismo, álcool, “parar de beber”, “uso nocivo de álcool”, “uso abusivo de álcool”, “uso excessivo de álcool”, “diminuir consumo de álcool”	CISA (2014)
Colesterol	lipídeos, “colesterol total”, “LDL colesterol”, “colesterol LDL”, “HDL colesterol”, “colesterol HDL”, triglicérides, triglicerídeos, dislipidemia, “colesterol alto”, “triglicérides alto”, “triglicérides alto”, “colesterol baixo”, “colesterol bom”, Hipertrigliceridemia, “como baixar triglicérides”, “como baixar triglicerídeos”, “como baixar colesterol”, “nível elevado de colesterol”, “colesterol elevado”, hipercolesterolemia	ABESO (2022c)
Diabetes	diabetes, “diabetes tipo 1”, “diabetes tipo 2”, “diabetes gestacional”, hipoglicemia, “glicemia normal”, “pré-diabetes”, “diabetes mellitus”, hiperglicemia, “nível de glicose no sangue”, “glicose”, insulina, “hemoglobina glicada”, “glicemia em jejum”, “glicemia de jejum”, “glicemia após 1 hora”, “glicemia após 2 horas”, “glicose alta”, “glicemia”	ABESO (2022a), SBD (2022)

Tema	Palavras-chave	Referência
DCNTs	câncer, “doenças cardiovasculares”, “doenças respiratórias”, “tumor maligno”, diabetes	WHO (2018a)
IMC	sobrepeso, obesidade, “pré-obesidade”, “síndrome metabólica”, sedentarismo, “índice de massa corporal”	ABESO (2022b)
Pressão Arterial	“pressão sanguínea”, hipertensão, “hipertensão arterial”, hipotensão, “pressão alta”, “pressão baixa”, “pressão arterial sistólica”, “pressão arterial diastólica”, “pa sistólica”, “pa diastólica”, “pré-hipertensão”, “pressão arterial elevada”, “crise hipertensiva”	Barroso et al. (2021)
Tabagismo	tabagismo, “parar de fumar”, “quantidade de cigarros por dia”, “reduzir ou cortar cigarro”, “fumante”, “tabaco”	INCA (2021)

Fonte: Elaborada pela autora.

6.5 Criação da Base de Dados de Conteúdo

A base de conteúdo do SALUS foi criada com o auxílio da ferramenta @SEMrush. Uma conexão via *Application Programming Interface* (API) entre o SALUS Content e o @SEMrush foi criada para execução da busca. As palavras-chave (vide coluna “Palavras-chave” da Tabela 18) foram utilizadas como parâmetros para obter os sites mais acessados por usuários na Internet. O retorno desta conexão é um conjunto de arquivos .csv nomeados por palavra-chave e data da busca. Cada arquivo contém informações do domínio, *Uniform Resource Locator* (URL) e a quantidade média de acessos da busca por palavra-chave.

Um exemplo é apresentado a seguir: uma busca pela palavra-chave “parar de fumar” retornou uma linha “saude.gov.br;http://saudebrasil.saude.gov.br/eu-quero-parar-de-fumar;7006”, onde “saude.gov.br” é o domínio, “http://saudebrasil.saude.gov.br/eu-quero-parar-de-fumar” refere-se ao domínio, a URL, e “7006” é a quantidade média de acessos dos últimos 30 dias a contar da data da consulta realizada no @SEMrush. A data da consulta realizada no @SEMrush foi 09/10/2021.

O retorno da conexão entre o SALUS Content e o @SEMrush gerou 57 arquivos .csv. Todos os arquivos foram consolidados em um único arquivo totalizando em 4973 registros de conteúdo que foram agrupados por tema. A distribuição dos conteúdos por tema é apresentada na Tabela 19. Os temas “Colesterol”, “DCNTs” e “Pressão Arterial” possuem o maior número de conteúdos relacionados. Posteriormente, as 4973 linhas deste arquivo foram incluídas na base de dados de conteúdo.

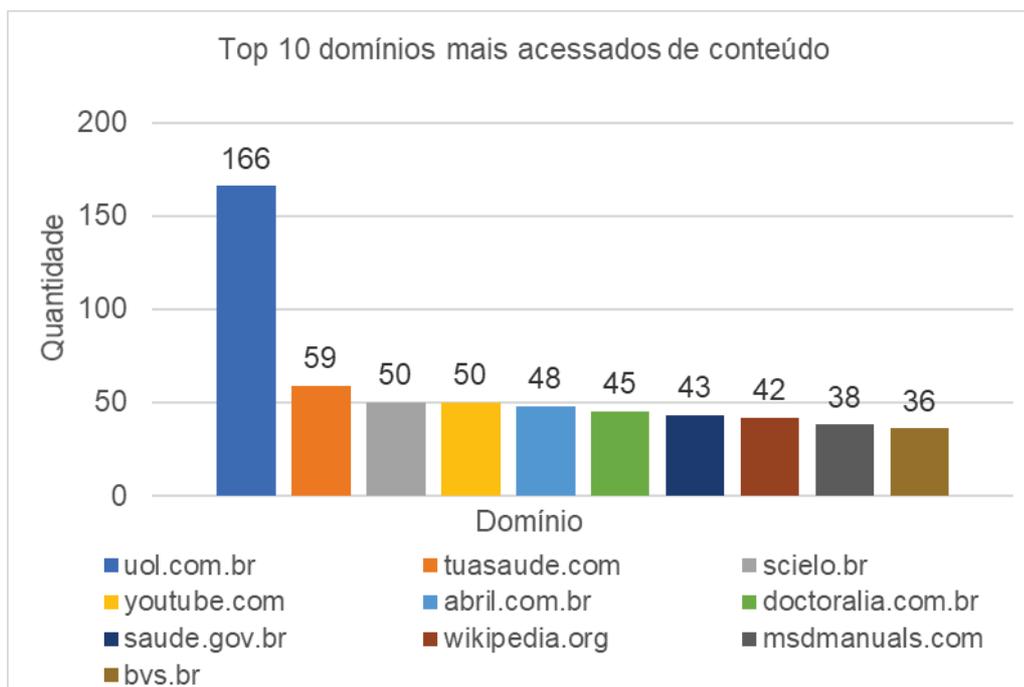
Tabela 19. Distribuição dos conteúdos por temas.

Alcoolismo	Colesterol	Diabetes	DCNTs	IMC	Pressão arterial	Tabagismo
198	1398	396	1492	397	893	199
3,98%	28,11%	7,96%	30%	7,98%	17,96%	4%

Fonte: Elaborada pela autora.

O gráfico da Figura 41 apresenta os top 10 domínios mais acessados de conteúdo presentes na base de dados de conteúdo. O total de domínios relacionados aos conteúdos existentes na base de dados é 1408. O domínio “uol.com.br” totalizou 166 conteúdos, correspondendo a 3% sobre o total. A média seria de 3,5 conteúdos por domínio. Um equivalente a quase metade dos domínios, ou seja, 719 tiveram apenas um único registro de conteúdo.

Figura 41. Top 10 domínios mais acessados de conteúdo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Exemplos de conteúdo inseridos na base de conteúdo do SALUS são apresentados na Tabela 20. O conteúdo está disponível por meio de uma URL que se refere a um endereço para uma página, arquivo ou vídeo na Internet.

Tabela 20. Exemplos de conteúdo inseridos na base de conteúdo.

Domínio	URL	Tema
cardiol.br	http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2017/02_DIRETRIZ_DE_DISLIPIDEMIAS.pdf	Colesterol
cardiol.br	http://sociedades.cardiol.br/socerj/publico/dica-colesterol.asp	Colesterol
cardiol.br	http://sociedades.cardiol.br/sbc-ba/aulas/Thiers%20Chagas.pdf	Colesterol
cardiol.br	https://www.portal.cardiol.br/post/preven%C3%A7%C3%A3o-%C3%A9-fundamental-para-diminuir-mortes-por-doen%C3%A7as-cardiovasculares-inclusive-em-mulheres	DCNTs
cardiol.br	http://departamentos.cardiol.br/dha/consenso3/capitulo1.asp	Pressão arterial
cardiol.br	http://departamentos.cardiol.br/dha/revista/9-4/crises.pdf	Pressão arterial
cardiol.br	http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2011_05/2a_2011_v24_n05_07sindrome.pdf	IMC
saude.gov.br	https://bvsmms.saude.gov.br/alcoolismo/	Alcoolismo
saude.gov.br	http://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/cancer	DCNTs
saude.gov.br	https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_respiratorias_cronicas.pdf	DCNTs
saude.gov.br	https://bvsmms.saude.gov.br/tabagismo-13/	Tabagismo
saude.gov.br	http://saudebrasil.saude.gov.br/eu-querer-parar-de-fumar	Tabagismo
saude.gov.br	https://bvsmms.saude.gov.br/diabetes/	Diabetes
saude.gov.br	http://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/diabetes	Diabetes
abeso.org.br	https://abeso.org.br/conceitos/obesidade-e-sobrepeso/	IMC
saude.gov.br	http://saudebrasil.saude.gov.br/obesidade	IMC
saude.gov.br	https://bvsmms.saude.gov.br/sobrepeso-2/	IMC
paho.org	https://www.paho.org/pt/noticias/25-8-2021-mundo-tem-mais-700-milhoes-pessoas-com-hipertensao-nao-tratada	Pressão arterial

Domínio	URL	Tema
mdsaude.com	https://www.mdsaude.com/cardiologia/hipotensao/	Pressão arterial
saude.gov.br	https://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/hipertensao	Pressão arterial
youtube.com	https://www.youtube.com/watch?v=ZM_YHGsx3tk	Alcoolismo
youtube.com	https://www.youtube.com/watch?v=bH1itLcmxWQ	Diabetes

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 42 apresenta uma imagem de uma página de conteúdo capturada da Internet. A página refere-se ao conteúdo sobre diabetes do domínio “saude.gov.br” e URL “https://bvsms.saude.gov.br/diabetes/”.

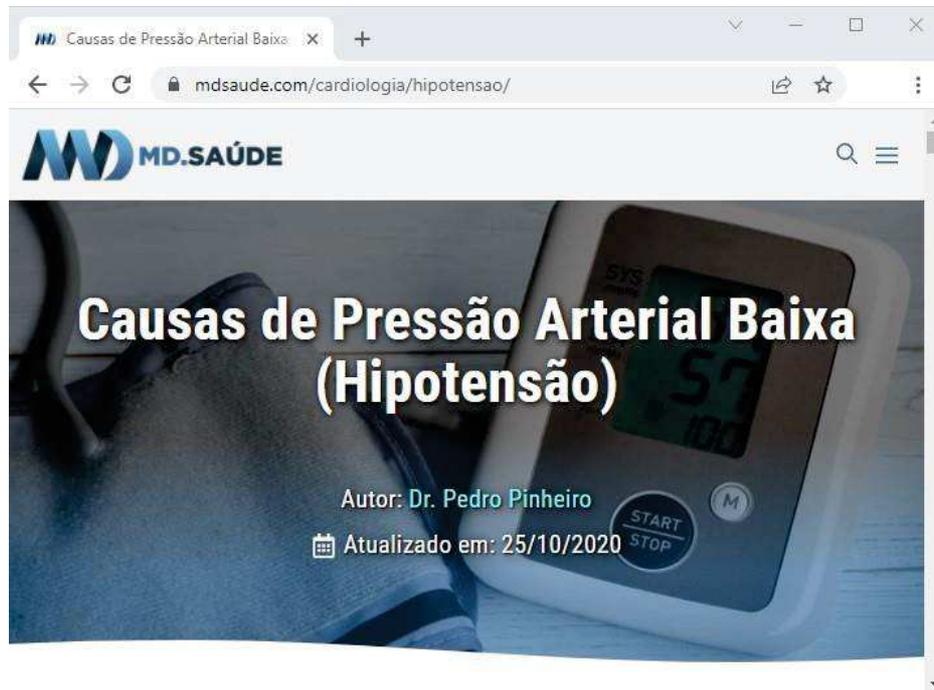
Figura 42. Exemplo de uma página de conteúdo, domínio “saude.gov.br”.



Fonte: BVSMS (2022).

A Figura 43 apresenta a imagem de uma página com conteúdo sobre causas de pressão arterial baixa (hipotensão) do domínio “mdsaude.com” e URL “https://www.mdsaude.com/cardiologia/hipotensao/”.

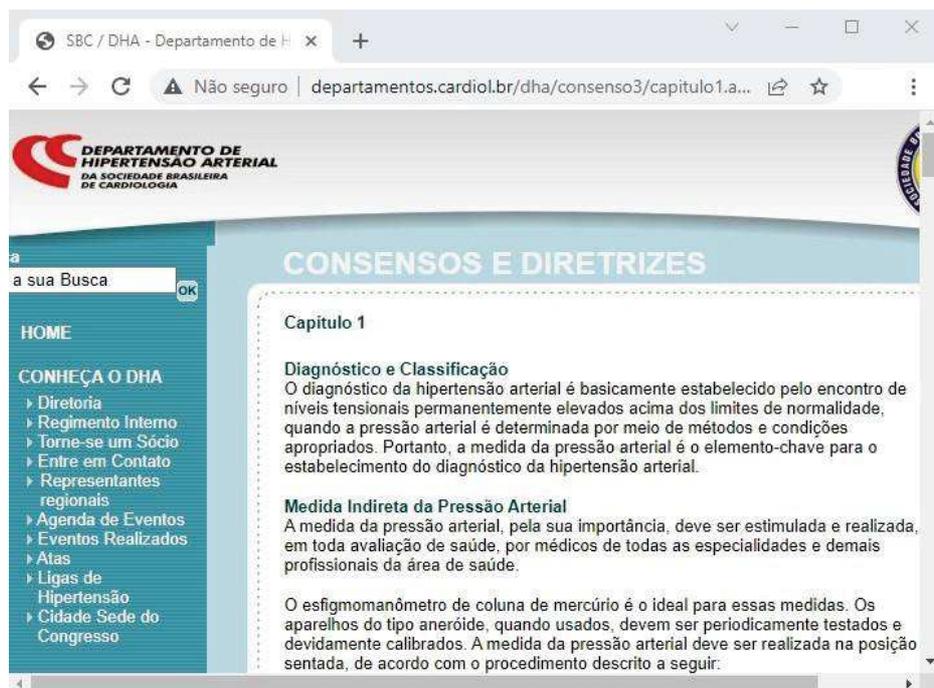
Figura 43. Exemplo de uma página de conteúdo, domínio "mdsaude.com".



Fonte: MD.SAÚDE (2020).

A Figura 44 apresenta uma imagem de uma página com conteúdo sobre consensos e diretrizes sobre pressão arterial do domínio "cardiol.br" e URL "http://departamentos.cardiol.br/dha/consenso3/capitulo1.asp".

Figura 44. Exemplo de uma página de conteúdo, domínio "cardiol.br".



Fonte: SBC (2022).

Todas as informações sobre os conteúdos apresentados nas Figuras 42, 43 e 44 retornaram da busca realizada através da conexão entre o SALUS *Content* e o @SEMrush.

6.6 Criação da Base de Dados de Lugar

A base de lugar do SALUS foi criada considerando-se que todos os indivíduos estivessem em uma única região geográfica. Esta restrição foi incluída visto que a base de dados dos indivíduos não possui nenhuma referência de localização geográfica sobre onde os indivíduos estão localizados ou residem. Por conta disso, para a avaliação foi definida a cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, Brasil, como localização padrão para todos os indivíduos e para a busca dos lugares para recomendação. Uma vez definida a localização dos indivíduos, foi realizada uma conexão via API entre o SALUS *Geo* e o @Google Maps para busca dos lugares. O nome da API utilizada é “*Place Search*”. O processo de busca de lugares também considera palavras-chave, assim como na busca de conteúdo. As palavras-chave foram extraídas do mapa conceitual apresentado na Seção 5.2 (Capítulo 5) por exemplo, “parque”, “academia”, “restaurante” e “alcoólicos anônimos”. Adicionalmente, a palavra-chave “São Leopoldo” foi incluída pois refere-se à região geográfica definida anteriormente. O código XML inserido na Tabela 21 descreve um exemplo da busca por parque na cidade de São Leopoldo. O retorno da conexão entre o SALUS *Geo* e o @Google Maps gerou 60 registros de lugares classificados por tipo, ou seja, academia, alcoólicos anônimos (AA), centro médico, centro esportivo, clínica, comércio de alimentos, hospital, laboratório, parque, pronto atendimento, restaurante e UBS. Estes lugares são indicados para assistência educacional, assistência à saúde, prática de atividade física e alimentação saudável. Posteriormente, os 60 registros foram incluídos na base de dados de lugar. A data da busca no @Google Maps foi 09/10/2021.

Tabela 21. Exemplo de código criado para a busca por parque.

Descrição	Código
Busca	<pre>https://maps.googleapis.com/maps/api/place/findplacefromtext/json ?fields=formatted_address%2Cname%2Crating &input=parque%20%20Sao%20Leopoldo &inputtype=textquery &key=<hidden></pre>
Retorno (XML)	<pre><FindPlaceFromTextResponse> <candidates> <name>Parque Natural Imperatriz Leopoldina</name> <formatted_address>Av. Imperatriz Leopoldina, 900 - São José, São Leopoldo - RS </formatted_address> <rating>4.6</rating> </candidates> <status>OK</status> </FindPlaceFromTextResponse></pre>

Fonte: Elaborada pela autora.

Seis exemplos de lugares inseridos na base de lugar do SALUS são apresentados na Tabela 22. O lugar é definido através do nome, endereço, avaliação e palavra-chave. A coluna avaliação refere-se à média das avaliações dos indivíduos que frequentaram o lugar. Esta avaliação é solicitada pelo proprietário do lugar ao indivíduo, cabe ao indivíduo decidir por incluir uma avaliação. Estas avaliações são gerenciadas pelo @Google Maps, que utiliza uma escala de avaliação de cinco estrelas, sendo uma estrela (desempenho insatisfatório) e cinco estrelas (serviço excelente). Todos os lugares retornados estão localizados na cidade de São Leopoldo.

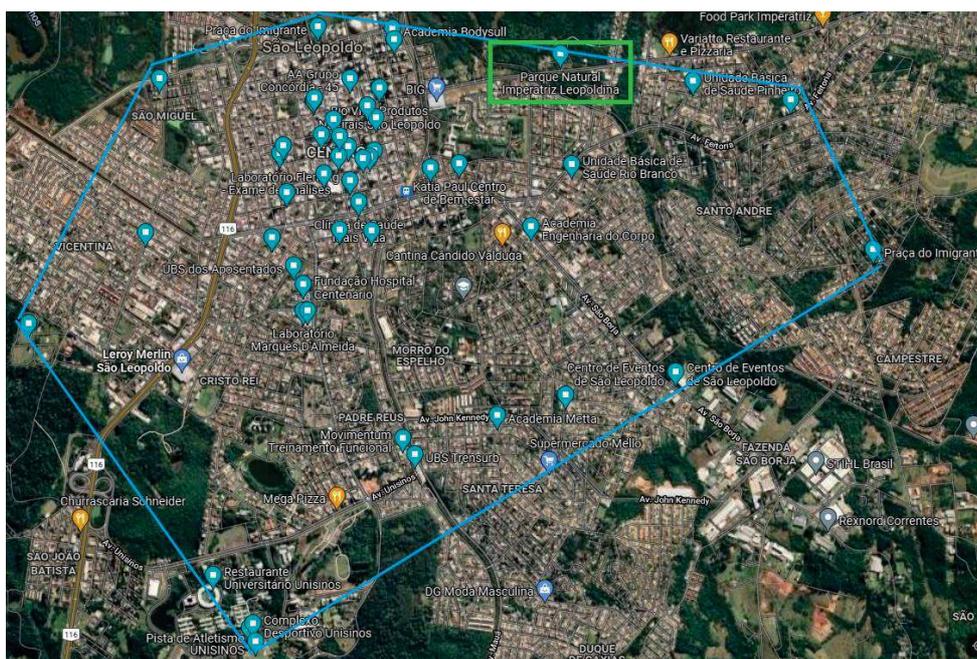
Tabela 22. Exemplos de lugares inseridos na base de lugar.

Nome	Endereço	Avaliação	Palavra-chave
NutriGourmet	R. Bento Gonçalves, 1465 - Centro, São Leopoldo - RS, 93010-220	4,3	Restaurante
Marmitas Sabor Saudável	Av. Tomaz Edison, 3900 - São Miguel, São Leopoldo - RS, 93025-674	5,0	Restaurante
All Fit Emporium	R. Romeu Goncalves Camboim, 134 - Feitoria, São Leopoldo - RS, 93052-435	4,8	Restaurante
Parque Natural Imperatriz Leopoldina	Av. Imperatriz Leopoldina, 900 - São José, São Leopoldo - RS	4,6	Parque
Opus Academia	Campus Unisinos - Av. Unisinos, nº 950 - Cristo Rei, São Leopoldo - RS, 93022-750	4,6	Academia
A.A. Grupo Concórdia	Marquês do Herval, 500	-	Alcoólicos Anônimos

Fonte: Elaborada pela autora.

O mapa apresentado na Figura 45 mostra em azul a região geográfica dos lugares extraídos do @Google Maps, conforme parâmetros definidos. Os pontos destacados em azul com uma marcação em branco no centro referem-se a todos os lugares extraídos. Acima no mapa, é possível observar uma marcação em verde para “Parque Natural Imperatriz Leopoldina”, o mesmo encontra-se na Tabela 22.

Figura 45. Mapa extraído do @Google Maps com a localização dos lugares.



Fonte: Elaborada pela autora.

6.7 Cálculo do Escore de Risco para CVD

Com os dados dos indivíduos disponíveis buscou-se calcular um valor de escore de risco de 10 anos para CVD através da calculadora FRS, cuja memória de cálculo está disponível em D'AGOSTINO et al. (2008). O escore de risco de 10 anos para CVD pode ser utilizado na prevenção das doenças cardiovasculares através da intervenção nos fatores de risco modificáveis e mudanças no estilo de vida.

O cálculo foi executado considerando as variáveis preditoras dos coeficientes de regressão e taxas de risco disponíveis nos estudos de FHS (FHS, 2022b). O cálculo pode ser realizado através de dois métodos. O primeiro utiliza dados de lipídeos (colesterol HDL e colesterol total) e o segundo o IMC. Ambos os métodos consideram a população adulta com idade entre 30 e 70 anos e utilizam um sistema de pontuação distinta para homens, mulheres e seus fatores de risco incluindo sexo, idade, colesterol total, se fumante e não fumante, colesterol HDL e pressão arterial sistólica. O método selecionado para o cálculo do escore foi o do IMC, visto que não está disponível na base de dados valor para o colesterol HDL. As variáveis preditoras utilizadas foram: sexo, idade, pressão arterial sistólica, se tratamento pressão arterial, se fumante, se diabetes e IMC. O cálculo foi aplicado para os 4239 registros de indivíduos. Duas novas colunas foram incluídas na base de dados “escore de risco CVD (valor)” e “escore de risco CVD (nominal)” e preenchidas após a execução do cálculo. Os valores nominais gerados são classificados em: *your risk*, *normal risk*, *optimal risk* e *elevated risk*. Caso o *your risk* possua valor acima de 30%, o valor nominal do escore de risco é informado como *risk>30%* (D'AGOSTINO et al., 2008).

A distribuição dos dados contidos na base de dados após o cálculo do escore de risco de 10 anos para CVD ficou conforme apresentado na Tabela 23. Os resultados mostram que 476 indivíduos, ou 11% do total possui *risk>30%* para CVD, classificados através do método utilizado (D'AGOSTINO et al., 2008). Como forma de visualizar o resultado do cálculo, foram definidas margens de erro para classificação do escore de risco dos indivíduos, 5% para o *optimal risk* e 10% para o *normal risk*. Do total de indivíduos, apenas 5% possui escore de risco *normal*, ou seja, o *your risk* é menor que 10% do *normal risk* calculado. Outros 16% do total possuem escore de risco *optimal*, ou seja, o *your risk* é menor que 5% do *optimal risk* calculado. Os outros 68% do total possuem escore de risco *elevated*, ou seja, o *your risk* não se enquadra em nenhuma das condições anteriormente citadas.

Tabela 23. Distribuição dos dados de indivíduos com o escore de risco de 10 anos para CVD.

<i>Normal risk</i>	<i>Optimal risk</i>	<i>Elevated risk</i>	<i>risk>30%</i>
688	207	2868	476
16%	5%	68%	11%

Fonte: Elaborada pela autora.

6.8 Seleção da Amostra para Treino do Modelo

O treino do modelo requer a seleção de uma amostra aleatória de dados. Duas amostras foram selecionadas para o treino, uma para treino do modelo de conteúdo e outra para treino do modelo de lugar. Para isso, a primeira amostra consistiu em selecionar (aleatoriamente) 20 registros de indivíduos dos 4239 constantes na base de dados. A Tabela

24 apresenta os dados dos indivíduos selecionados. A amostra possui as seguintes características: 9 (homens), 11 (mulheres), 1 (diabético), 11 (fumantes), 9 (com tratamento para hipertensão), 7 (com sobrepeso) e 4 (obesos). As duas últimas colunas referem-se ao valor calculado do escore de risco de 10 anos para CVD e a classificação do escore de risco nominal, respectivamente.

Tabela 24. Dados de contexto dos indivíduos selecionados para treino do modelo de conteúdo.

ID	Sexo	Idade	Fumante	Hipertensão (Tratamento)	Diabetes	Pressão arterial sistólica	IMC	Escore de risco para CVD (Valor)	Escore de risco para CVD (Nominal)
38	M	52	Não	Sim	Sim	160	40,1	0,45539452	<i>risk>30%</i>
2	F	46	Não	Não	Não	121	28,7	0,0352953	<i>Normal</i>
40	M	36	Não	Não	Não	111	27,8	0,02952785	<i>Normal</i>
4	F	61	Sim	Sim	Não	150	28,6	0,31080676	<i>risk>30%</i>
5	F	46	Sim	Não	Não	130	23,1	0,07041166	<i>Elevated Risk</i>
6	F	43	Não	Sim	Não	180	30,3	0,12622874	<i>Elevated Risk</i>
7	F	63	Não	Não	Não	138	33,1	0,12330736	<i>Elevated Risk</i>
8	F	45	Sim	Não	Não	100	21,7	0,03132833	<i>Normal</i>
31	M	36	Sim	Não	Não	102	28,2	0,05127676	<i>Elevated Risk</i>
10	M	43	Sim	Sim	Não	162	23,6	0,23690566	<i>Elevated Risk</i>
11	F	50	Não	Não	Não	133	22,9	0,05104568	<i>Elevated Risk</i>
12	F	43	Não	Não	Não	131	27,6	0,03599807	<i>Elevated Risk</i>
13	M	46	Sim	Sim	Não	142	26,3	0,24568321	<i>Elevated Risk</i>
14	F	41	Não	Sim	Não	124	31,3	0,04033246	<i>Elevated Risk</i>
15	F	39	Sim	Não	Não	114	22,4	0,03116668	<i>Elevated Risk</i>
16	F	38	Sim	Sim	Não	140	21,4	0,06994056	<i>Elevated Risk</i>
17	M	48	Sim	Sim	Não	138	22,4	0,23499818	<i>Elevated Risk</i>
26	M	47	Sim	Não	Não	102	24,2	0,10148382	<i>Elevated Risk</i>
25	M	44	Sim	Sim	Não	138	22	0,18121841	<i>Elevated Risk</i>
20	M	41	Não	Não	Não	139	26,9	0,06428178	<i>Elevated Risk</i>

Fonte: Elaborada pela autora.

Conteúdos também foram selecionados de forma aleatória da base de dados de conteúdo. Para isso, foram selecionados 20 conteúdos dos 4973 constantes na base de dados para avaliação por indivíduo, totalizando 400 combinações. A amostra possui as seguintes características: 3 (alcoolicismo), 4 (colesterol), 3 (DCNTs), 3 (diabetes), 2 (tabagismo) e 5 (IMC).

A segunda amostra consistiu em selecionar (aleatoriamente) 60 registros de indivíduos dos 4239 constantes na base de dados. A Tabela 25 apresenta os 10 primeiros registros dos indivíduos selecionados. A amostra possui as seguintes características: 24 (homens), 36 (mulheres), 3 (diabéticos), 29 (fumantes), 15 (com tratamento para hipertensão), 22 (com sobrepeso) e 10 (obesos). Esta segunda amostra será utilizada para treino do modelo para indicação de lugar. Por fim, todos os sessenta registros de lugar foram considerados da base de dados de lugar, gerando um total de 3600 combinações.

Tabela 25. Dados de contexto dos indivíduos selecionados para treino do modelo de lugar.

ID	Sexo	Idade	Fumante	Hipertensão (Tratamento)	Diabetes	Pressão arterial sistólica	IMC	Escore de risco para CVD (Valor)	Escore de risco para CVD (Nominal)
1871	F	61	Não	Não	Não	115	25,5	0,06120272	<i>Normal</i>
3916	M	40	Sim	Não	Não	130,5	23,92	0,09646101	<i>Elevated Risk</i>
1922	F	59	Não	Sim	Não	158	32,84	0,20416655	<i>Elevated Risk</i>
3854	F	46	Sim	Não	Não	124	22,02	0,06047427	<i>Elevated Risk</i>
2147	F	42	Sim	Não	Não	115	23,72	0,04010019	<i>Elevated Risk</i>
2770	F	41	Sim	Não	Não	113,5	23,08	0,03577074	<i>Elevated Risk</i>
1158	M	61	Não	Não	Não	100	30,18	0,12731867	<i>Normal</i>
2437	M	48	Não	Não	Não	116	26,09	0,07297766	<i>Normal</i>
3796	M	41	Sim	Não	Não	109	25,8	0,07991465	<i>Elevated Risk</i>
1970	M	53	Sim	Não	Não	126	23,4	0,20091532	<i>Elevated Risk</i>

Fonte: Elaborada pela autora.

6.9 Indicação das Recomendações de Conteúdo e Lugar (Treino)

O objetivo desta etapa é indicar manualmente uma recomendação de conteúdo e/ou lugar, simulando a execução através do SALUS, para treinar o modelo. A verificação manual foi realizada considerando os dados selecionados para as amostras definidas, ou seja, foram avaliadas 400 (20 indivíduos e 20 conteúdos) recomendações de conteúdo e 3600 (60 indivíduos e 60 lugares) de lugar.

Uma variável denominada **escore de recomendação** foi criada e preenchida manualmente com o valor “recomendável (100)” ou “não recomendável (0)” para cada uma das 4000 linhas resultantes da combinação. A variável **escore de recomendação** foi definida para uso como variável independente no método estatístico.

6.10 Execução do Método Estatístico

Duas execuções foram realizadas através de algoritmos de regressão (LI, 2019). A primeira utilizou regressão logística, onde a variável independente **escore de recomendação** foi interpretada através dos seguintes questionamentos: 1) “Qual a probabilidade do indivíduo se interessar ou engajar pelo conteúdo?” e/ou 2) “Qual a probabilidade do indivíduo se interessar ou engajar pelo lugar?”. A segunda utilizou regressão linear, onde a variável independente **escore de recomendação** foi interpretada através dos seguintes questionamentos: 1) “Qual a relevância do conteúdo para o indivíduo?” e/ou 2) “Qual a relevância do lugar para o indivíduo?”.

Uma vez que a variável independente tenha sido preenchida manualmente para cada um dos 4000 registros selecionados para a amostra, a base de treino apresentou alta correlação entre o escore de risco para CVD e o **escore de recomendação para conteúdo** e o **escore de recomendação para lugar**, e, sendo assim, o algoritmo de regressão linear foi utilizado na avaliação. A execução do método estatístico foi realizada no ®Microsoft Excel.

Na recomendação de conteúdo, após a consideração do *p-value*, foram selecionadas as variáveis: sexo, idade, IMC, escore de risco para CVD e palavras-chave relacionadas ao conteúdo. Com R-quadrado (R^2) de 0,16 e *F-ratio* (ANOVA) de 0,18, a regressão linear se mostra adequada para a geração de um **escore de recomendação para conteúdo** para cada um dos indivíduos. Os coeficientes extraídos da regressão linear são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26. Coeficientes extraídos da regressão linear para conteúdo.

Variável	Coefficiente
Interseção	-36,39511755
Sexo	-10,02477121
Idade	-0,172925522
IMC	3,914123752
Escore de risco para CVD	105,4489736
Palavras-chave	-6,688461514

Fonte: Elaborada pela autora.

A partir das variáveis e coeficientes extraídos da regressão linear foi definida a equação de escore. A equação é composta pelo coeficiente de interseção somado a cada relação (coeficiente * variável). A equação do **escore de recomendação para conteúdo** é apresentada a seguir:

$$\text{Escore de recomendação para conteúdo} = -36,39 + (10,02 * \text{sexo}) + (-0,17 * \text{idade}) + (3,91 * \text{IMC}) + (105,44 * \text{escore de risco para CVD}) + (-6,68 * \text{palavras-chave}).$$

Na recomendação de lugar, após a consideração do *p-value*, foram selecionadas as variáveis: sexo, idade, se fumante, se hipertenso, se diabético, pressão arterial sistólica, IMC, escore de risco para CVD e palavras-chave relacionadas ao lugar. Com R-quadrado (R^2) de 0,08 e *F-ratio* (ANOVA) de 0,09, a regressão linear se mostra adequada para a geração de um escore de “recomendação” para lugar para cada um dos indivíduos. Os coeficientes extraídos da regressão linear são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27. Coeficientes extraídos da regressão linear para lugar.

Variável	Coefficiente
Interseção	39,77208949
Sexo	-18,2089574
Idade	-0,14185758
Pressão arterial sistólica	0,228496869
IMC	-1,01598575
Escore de risco para CVD	191,0040756
Localização	-0,04520225

Fonte: Elaborada pela autora.

A partir das variáveis e coeficientes extraídos da regressão linear foi definida a equação de escore. A equação é composta pelo coeficiente de interseção somado a cada relação (coeficiente * variável). A equação do **escore de recomendação para lugar** é apresentada a seguir:

Escore de recomendação para lugar = $39,77 + (-18,20 * \text{sexo}) + (-0,14 * \text{idade}) + (0,22 * \text{pressão arterial sistólica}) + (-1,01 * \text{IMC}) + (191,00 * \text{escore de risco para CVD}) + (-0,04 * \text{localização})$.

6.11 Avaliação das Recomendações de Conteúdo e Lugar

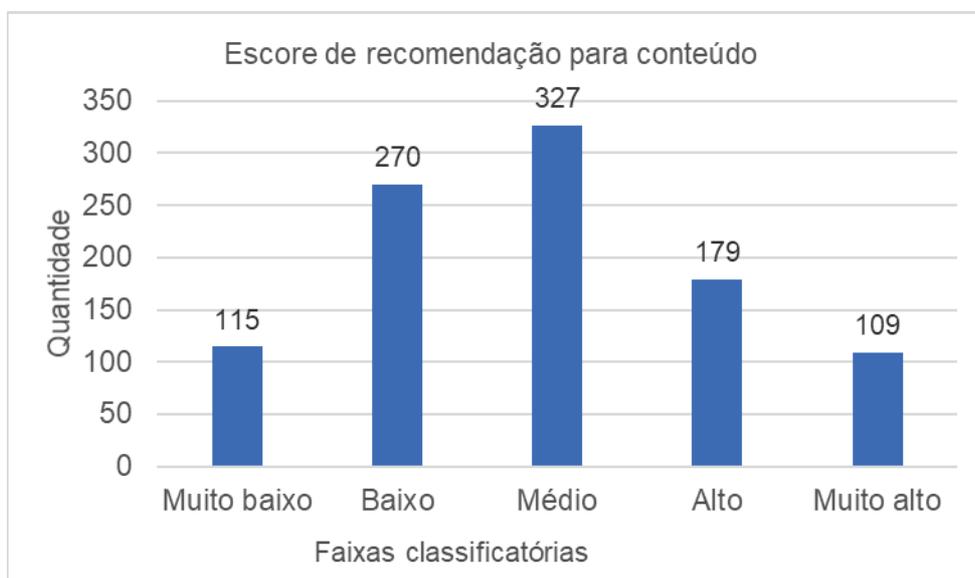
Conforme apresentado na Seção 6.2, o objetivo desta avaliação foi “*Avaliar a corretude das recomendações de conteúdo e lugar geradas a partir da análise de dados de históricos de contextos de indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares*”.

Dado que mais de 21 milhões de **escore de recomendação de conteúdo** e 250 mil de **escore de recomendação para lugar** podem ser gerados, considerando 4239 indivíduos, 4973 conteúdos e 60 lugares e, que a distribuição dos valores calculados não é sensível a quantidade de dados, mas sim as informações contidas para cada um dos indivíduos, foi selecionada uma população amostra de 1000 linhas para execução do modelo para cálculo do **escore de recomendação para conteúdo** e **escore de recomendação para lugar**. Os indivíduos foram selecionados por amostragem aleatória.

A visualização dos resultados ocorre através de faixas de classificação aplicadas ao valor do **escore de recomendação para conteúdo** e **escore de recomendação para lugar**. A estratificação dos resultados ajuda na análise e interpretação dos resultados. As cinco faixas de classificação definidas foram: muito baixo (≤ 20); baixo (>20 e ≤ 40); médio (>40 e ≤ 60); alto (>60 e ≤ 80); muito alto (>80).

A distribuição dos valores após a execução da regressão linear para cálculo do **escore de recomendação para conteúdo** é apresentada no gráfico da Figura 46. Quanto aos resultados apresentados no gráfico, percebe-se uma distribuição normal, com uma maior predominância do valor do escore calculado ficando entre as faixas baixo (270) e médio (327), o equivalente a 59,7% do total.

Figura 46. Distribuição do resultado da regressão linear para conteúdo.



Fonte: Elaborada pela autora.

A Tabela 28 apresenta a distribuição do **escore de recomendação para conteúdo** em relação ao escore de risco para CVD. A maior ocorrência de registros sobre o valor calculado do **escore de recomendação para conteúdo** está entre as faixas baixo (163) e médio (242) sobre o escore de risco para CVD nominal *elevated*, ou seja, 60,37% e 74,00%, respectivamente.

Tabela 28. Resultado (escore de risco para CVD x escore de recomendação para conteúdo).

Escore de risco para CVD / Escore de recomendação para conteúdo	Muito baixo (≤ 20)	Baixo (>20 e ≤ 40)	Médio (>40 e ≤ 60)	Alto (>60 e ≤ 80)	Muito alto (>80)
<i>Optimal</i>	10	35	7	0	0
<i>Normal</i>	32	66	56	11	0
<i>Elevated</i>	72	163	242	132	53
<i>risk>30%</i>	1	6	22	36	56
Total	115	270	327	179	109

Fonte: Elaborada pela autora.

O valor calculado do **escore de recomendação para conteúdo** de indivíduos cujo escore de risco para CVD nominal é *optimal* não excedeu a faixa de classificação médio, ou seja, o valor do escore ficou abaixo de 60, sendo que a quantidade de registros que tiveram seu valor do escore na faixa médio foi de apenas 7. Os indivíduos cujo escore de risco para CVD nominal é *normal*, tiveram o valor do escore abaixo de 80. Sendo que a maioria dos registros, ou seja, 98 versus 67 tiveram o valor do escore abaixo de 40. Nenhum registro ficou com o valor do escore na faixa de classificação muito alto. A maioria dos registros cujo escore de risco para CVD nominal é *risk>30%* ficaram entre as faixas médio e muito alto, ou seja, 114 versus 7 registros.

Os **quatro cenários** apresentados a seguir descrevem os dados de quatro indivíduos e o resultado do **escore de recomendação para conteúdo**.

Cenário 1:

*Um indivíduo identificado como ID265 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde do indivíduo. ID265 é um indivíduo do sexo masculino e possui 45 anos de idade. O indivíduo não é fumante e não é hipertenso. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 107 mmHg e 72.5 mmHg. Também não possui diabetes, sua última medição de glicose foi 83 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 203 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 75 bmp e seu IMC atual é 22.32. ID265 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,046 e nominal *optimal*.*

Resultado: O **escore de recomendação para conteúdo** calculado para o ID265 foi de 4,62 o que indica um valor de escore baixo. O SALUS indicou ao indivíduo ID265 conteúdo sobre tabagismo, sendo o indivíduo não fumante. Os dados da página com conteúdo indicado sobre tabagismo referem-se ao domínio “www.gov.br” e URL “https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quer-o-parar-de-fumar”.

Cenário 2:

Um indivíduo identificado como ID798 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde

do indivíduo. ID798 é um indivíduo do sexo feminino e possui 53 anos de idade. O indivíduo é fumante, fuma cerca de 20 cigarros diariamente e não é hipertenso. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 127 mmHg e 79 mmHg. Também não possui diabetes, sua última medição de glicose foi 74 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 242 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 70 bpm e seu IMC atual é 19.64. ID798 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,087 e nominal elevated.

Resultado: O escore de recomendação para conteúdo calculado para o ID798 foi de 7,19 o que indica que este escore é baixo. O SALUS indicou ao indivíduo ID798 conteúdo sobre tabagismo, sendo o indivíduo fumante e conteúdo sobre IMC. Os dados da página com conteúdo indicado sobre tabagismo referem-se ao domínio “sns24.gov.pt” e URL “<https://www.sns24.gov.pt/guia/deixar-de-fumar/>”. Os dados da página com conteúdo indicado sobre IMC referem-se ao domínio “scielo.br” e URL “<https://www.scielo.br/j/cadsc/a/jWtnzLYtDnbcB5mrMt3Wydg/?lang=pt>”.

Cenário 3:

Um indivíduo identificado como ID3984 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde do indivíduo. ID3984 é um indivíduo do sexo feminino e possui 46 anos de idade. O indivíduo não é fumante e não é hipertenso. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 122.5 mmHg e 77.5 mmHg. Também não possui diabetes, sua última medição de glicose foi 77 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 277 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 63 bpm e seu IMC atual é 27.42, com indicação para sobrepeso. ID3984 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,035 e nominal normal.

Resultado: O escore de recomendação para conteúdo calculado para o ID3984 foi de 53,36 o que indica que este escore é médio. O SALUS indicou ao indivíduo ID3984 conteúdo sobre colesterol. Os dados da página com conteúdo indicado sobre colesterol referem-se ao domínio “medprev.online” e URL “<https://medprev.online/blog/saude/quais-as-diferencas-entre-o-colesterol-bom-e-ruim/>”.

Cenário 4:

Um indivíduo identificado como ID2751 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde do indivíduo. ID2751 é um indivíduo do sexo feminino e possui 58 anos de idade. O indivíduo é fumante, é considerado hipertenso, mas não faz tratamento. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 165 mmHg e 94.5 mmHg. Também não possui diabetes, sua última medição de glicose foi 80 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 231 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 100 bpm e seu IMC atual é 27.02, com indicação para sobrepeso. ID2751 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,339 e nominal risk > 30%.

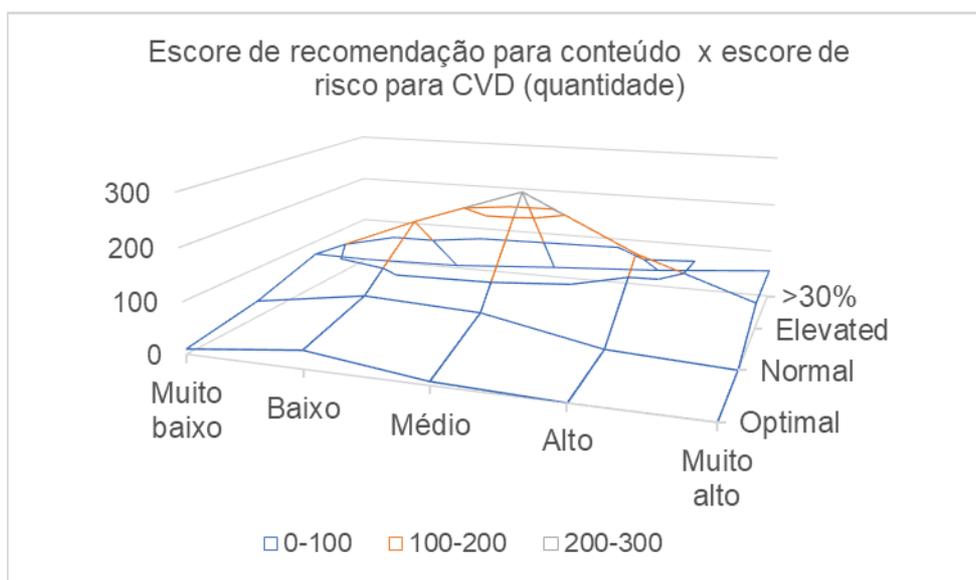
Resultado: O escore de recomendação para conteúdo calculado para o ID2751 foi de 88,47 o que indica que este escore é muito alto. O SALUS indicou ao indivíduo ID2751 conteúdo sobre diabetes. Os dados da página com conteúdo

indicado sobre diabetes referem-se ao domínio “medsimples.com” e URL “https://medsimples.com/duvida/glicose-150-e-normal/”.

Interpretação dos resultados: Ao analisar os cenários 1, 2, 3 e 4 e os resultados descritos acima, pode-se confirmar a corretude das recomendações de conteúdo geradas a partir de valores obtidos no cálculo do **escore de recomendação para conteúdo**. Os cenários 1 e 2 apresentam valores de **escore de recomendação** muito baixo (4,62 e 7,19), os cenários 3 e 4 apresentam valores médio (53,36) e muito alto (88,47). Quanto mais próximo de 100, maior é a correlação, ou seja, quanto maior for o valor calculado para o **escore de recomendação**, maior é a relação entre o **escore de recomendação** e as variáveis da equação (sexo, idade, IMC, escore de risco para CVD e palavras-chave). A combinação de dados sociodemográficos e de saúde do indivíduo corroboraram para a formação da equação do escore. 28,8% dos registros (288) tiveram o valor de **escore de recomendação para conteúdo** entre as faixas alto (179) e muito alto (109) e, 96,18% destes registros (277) possuem um escore de risco para CVD nominal entre *elevated* (185) e *risk>30%* (92) e, sendo assim, o conteúdo recomendado pode ser considerado pertinente ao indivíduo. O valor do **escore de recomendação** foi utilizado como um indicador da corretude da recomendação, embora não seja possível concluir que o conteúdo recomendado foi útil sem a avaliação do indivíduo. Além disso, o valor do **escore de recomendação** é sensível a qualidade dos dados incluídos na base de dados. Desta forma, estender a avaliação com a participação de indivíduos poderia confirmar os resultados obtidos e indicar melhorias na aplicação do método estatístico.

O gráfico em superfície apresentado na Figura 47 mostra maior ocorrência de registros onde o **escore de recomendação para conteúdo** está classificado entre as faixas baixo, médio e alto, para indivíduos que possuem escore de risco para CVD nominal *elevated*.

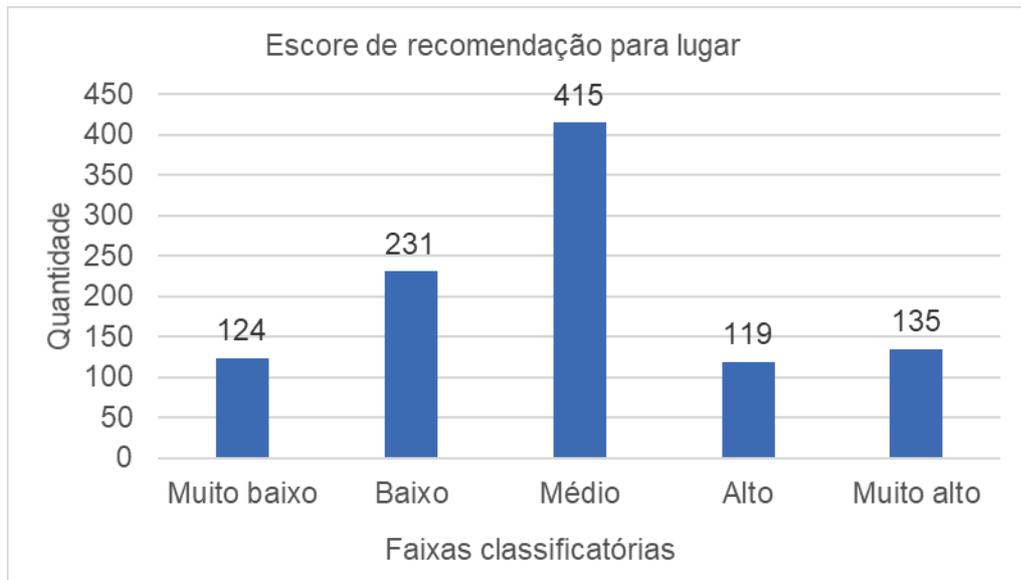
Figura 47. Escore de recomendação para conteúdo x escore de risco para CVD.



Fonte: Elaborada pela autora.

A distribuição dos valores obtidos após a execução da regressão linear para cálculo do **escore de recomendação para lugar** é apresentada no gráfico da Figura 48.

Figura 48. Distribuição do resultado da regressão linear para lugar.



Fonte: Elaborada pela autora.

Quanto aos resultados apresentados na Figura 48, percebe-se uma distribuição normal, com uma maior predominância do valor do escore calculado ficando entre as faixas baixo (231) e médio (415), o equivalente a 64,6% do total.

A Tabela 29 apresenta a distribuição do **escore de recomendação para lugar** versus o escore de risco para CVD. A maior ocorrência de registros sobre o valor calculado do **escore de recomendação para lugar** está entre as faixas baixo (125) e médio (329) sobre o escore de risco para CVD nominal *elevated*, ou seja, 54,11% e 79,27%, respectivamente. Já nas faixas alto e muito alto, observa-se uma maior concentração de registros sobre o escore de risco para CVD nominal *elevated* (104) e *risk>30%* (103), ou seja, 87,39% e 76,29%.

Tabela 29. Resultado (escore de risco para CVD x escore de recomendação para lugar).

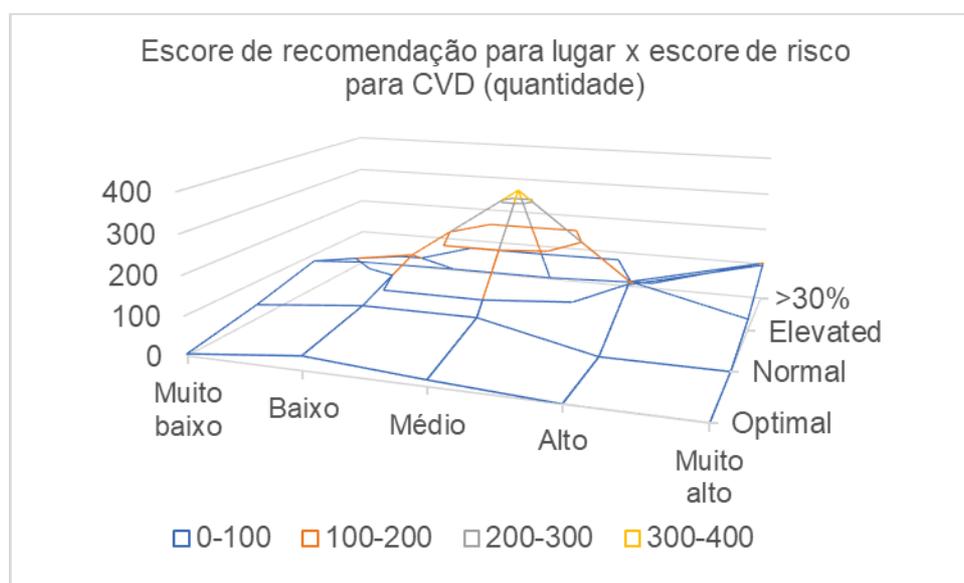
Escore de risco para CVD / Escore de recomendação para lugar	Muito baixo (≤ 20)	Baixo (>20 e ≤ 40)	Médio (>40 e ≤ 60)	Alto (>60 e ≤ 80)	Muito alto (<80)
<i>Optimal</i>	5	36	16	0	0
<i>Normal</i>	38	66	66	0	0
<i>Elevated</i>	81	125	329	104	32
<i>risk>30%</i>	0	4	4	15	103
Total	124	231	415	119	135

Fonte: Elaborada pela autora.

O valor calculado do **escore de recomendação para lugar** de indivíduos cujo escore de risco para CVD nominal é *optimal* e *normal* não excedeu a faixa de classificação médio, ou seja, o valor do escore ficou abaixo de 60, sendo que a quantidade de registros que tiveram seu valor de escore na faixa médio foi de apenas 16 e 66 respectivamente. O valor calculado do **escore de recomendação para lugar** de indivíduos cujo escore de risco para CVD nominal é *risk>30%* foi acima de 60 para a maioria dos registros, ou seja, 118 versus 8 registros. Nenhum registro ficou com o valor do escore na faixa de classificação muito baixo.

A Figura 49 mostra o gráfico em superfície da representação para o **escore de recomendação para lugar**.

Figura 49. Escore de recomendação para lugar x escore de risco para CVD.



Fonte: Elaborada pela autora.

Conforme pode ser observado na Figura 49, a maior ocorrência de registros ocorre onde o **escore de recomendação para lugar** está classificado entre as faixas muito baixo, baixo, médio e alto, para indivíduos que possuem escore de risco para CVD nominal *normal*, *elevated* e *risk>30%*.

Os **três cenários** apresentados a seguir descrevem os dados de três indivíduos e o resultado do **escore de recomendação para lugar**.

Cenário 5:

*Um indivíduo identificado como ID2384 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde do indivíduo. ID2384 é um indivíduo do sexo feminino e possui 42 anos de idade. O indivíduo não é fumante, é considerado hipertenso, mas não faz tratamento. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 136 mmHg e 88 mmHg. Também não possui diabetes, sua última medição de glicose foi 78 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 196 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 75 bmp e seu IMC atual é 34.55, com indicação para obeso. ID2384 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,058 e nominal *elevated*. ID2384 reside na cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. Seu registro histórico no SALUS indica que ID2384 se deslocou pela cidade em diferentes bairros. Na data 01/12/2021, ID2384 possui registro de localização no bairro Padre Reus. Nas datas 02/12/2021 e 03/12/2021, ID2384 possui registro no bairro Centr. Na data 04/12/2021, ID2384 possui registro no bairro Rio Branco e na data 05/12/2021 o ID2384 possui registro no bairro Campina. A cada interação com o SALUS, ele forneceu dicas ao ID2384 para diferentes lugares na cidade conforme sua localização.*

Resultados: O **escore de recomendação para lugar** calculado para o ID2384 teve uma variação entre 34,18 e 40,87, o que indica que este escore está entre a classificação baixo e médio. O SALUS, ao identificar os registros de deslocamentos, indicou ao ID2384 na data 01/12/2021, uma academia para a prática de atividade

física, no bairro Padre Reus. O mesmo ocorreu com o registro de deslocamento nas datas 02/12/2021 e 03/12/2021, onde o SALUS indicou um laboratório para realizar exames laboratoriais no bairro Centro e um comércio de alimentos para compra de alimentos saudáveis também no bairro Centro, respectivamente. Na data 04/12/2021, o SALUS indicou uma Unidade Básica de Saúde para atendimento médico no bairro Rio Branco. Já na data 05/12/2021, o SALUS indicou um parque para prática de atividade física, no bairro Campina.

Cenário 6:

Um indivíduo identificado como ID771 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde do indivíduo. ID771 é um indivíduo do sexo feminino e possui 45 anos de idade. O indivíduo não é fumante e não é considerado hipertenso. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 133 mmHg e 83 mmHg. Não possui diabetes e sua última medição de glicose foi 92 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 262 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 76 bmp e seu IMC atual é 22.19. ID771 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,037 e nominal elevated. ID771 reside na cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. Seu registro histórico no SALUS indica que ID771 se deslocou pela cidade em diferentes bairros. Na data 01/12/2021, ID771 possui registro de localização no bairro São Miguel e nas datas 02/12/2021 e 03/12/2021, ID771 possui registro de localização no bairro Centro. Na data 04/12/2021, ID771 possui registro de localização no bairro Duque de Caxias e em 05/12/2021 um registro de localização no bairro Santa Teresa. A cada interação com o SALUS, ele forneceu dicas ao ID771 para diferentes lugares na cidade conforme sua localização.

Resultados: O escore de recomendação para lugar calculado para o ID771 teve uma variação entre 41,70 e 48,43, o que indica que este escore é médio. O SALUS, ao identificar os registros de deslocamentos, indicou ao ID771 na data 01/12/2021, um restaurante, no bairro São Miguel. Já na data 02/12/2021, o SALUS indicou um laboratório para realizar exames de análises clínicas, no bairro Centro e na data 03/12/2021, o SALUS indicou um comércio de alimentos para compra de alimentos saudáveis também no bairro Centro. Nas datas 04/12/2021 e 05/12/2021, o SALUS indicou uma Unidade Básica de Saúde, no bairro Duque de Caxias e uma academia no bairro Santa Teresa, respectivamente.

Cenário 7:

Um indivíduo identificado como ID1945 está conectado ao SALUS e interagindo com o mesmo. No seu assessment o SALUS capturou as seguintes informações sobre a saúde do indivíduo. ID1945 é um indivíduo do sexo masculino e possui 46 anos de idade. O indivíduo não é fumante e não é hipertenso. Sua última medição da pressão arterial sistólica e diastólica são, respectivamente, 120.5 mmHg e 73.5 mmHg. Não possui diabetes e sua última medição de glicose foi 60 mg/dL. Não possui histórico para AVC. Sua última medição do colesterol total foi 222 mg/dL, a frequência cardíaca registrada foi 60 bmp e seu IMC atual é 27.23, com indicação para sobrepeso. ID1945 possui um escore de risco para CVD calculado de 0,071 e nominal normal. ID1945 reside na cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. Seu registro histórico no SALUS indica que ID1945 se deslocou pela cidade. Na data 02/12/2021, ID1945 possui um registro de localização no bairro Cristo Rei. Na data

04/12/2021, ID1945 possui um registro no bairro Scharlau e na data 05/12/2021, ID1945 possui um registro no bairro Pinheiro. A cada interação com o SALUS, ele forneceu dicas ao ID1945 para diferentes lugares na cidade conforme sua localização.

Resultados: O **escore de recomendação para lugar** calculado para o ID1945 teve uma variação entre 22,14 e 28,42, o que indica que este escore é baixo. O SALUS, ao identificar os registros de deslocamentos, indicou ao ID1945 na data 02/12/2021, um restaurante para ingestão de alimentos saudáveis, no bairro Cristo Rei. Na data 04/12/2021, foi indicado uma academia para a prática de atividade física, no bairro Scharlau. Já na data 05/12/2021, o SALUS indicou uma Unidade Básica de Saúde para atendimento no bairro Pinheiro.

Interpretação dos resultados: Ao analisar os cenários 5, 6 e 7 e os resultados descritos acima, pode-se confirmar a corretude das recomendações de lugar geradas a partir de valores obtidos no cálculo do **escore de recomendação para lugar**. Os cenários 5 e 7 apresentam valores de **escore de recomendação para lugar** entre as faixas baixo e médio (entre 22,14 e 40,87), o cenário 6 apresentou valores na faixa médio (41,70 e 48,43). Quanto mais próximo de 100, maior é a correlação, ou seja, quanto maior for o valor calculado para o **escore de recomendação**, maior é a relação entre o **escore de recomendação** e as variáveis da equação (sexo, idade, pressão arterial sistólica, IMC e escore de risco para CVD). A combinação de dados sociodemográficos e de saúde do indivíduo corroboraram para a formação da equação do escore. 25,4% dos registros (254) tiveram o valor de escore de recomendação para lugar entre as faixas alto (119) e muito alto (135) e, 100% destes registros (254) possuem um escore de risco para CVD nominal entre *elevated* (136) e *risk>30%* (118) e, sendo assim, o lugar recomendado pode ser considerado pertinente ao indivíduo. O valor do escore de recomendação foi utilizado como um indicador da corretude da recomendação, embora não seja possível concluir que o lugar recomendado foi útil sem a avaliação do indivíduo. Desta forma, estender a avaliação com a participação de indivíduos poderia confirmar os resultados e indicar melhorias na aplicação do método estatístico.

Ao analisar o conjunto de dados e resultados obtidos, conclui-se que é possível definir um **escore de recomendação para conteúdo** e um **escore de recomendação para lugar** a partir de elementos que compõem as definições do SALUS, incluindo dados sociodemográficos, de saúde e localização do indivíduo. A criação de um **escore de recomendação** é sensível a qualidade dos dados incluídos nas bases de dados. Isso ficou mais evidente na avaliação do **escore de recomendação para lugar**. Neste escore, 254 registros tiveram valor de escore de recomendação entre as faixas alto e muito alto, contra 288 registros do escore de recomendação para conteúdo. O valor do escore de risco para CVD calculado através dos estudos de FHS (FHS, 2022b) contribuiu para a definição de ambos os escores de recomendação uma vez que o modelo é aplicado para indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares.

6.12 Considerações Finais

A avaliação do SALUS foi realizada através de um conjunto de etapas definidas, conforme consta na Figura 33. Um protótipo, incluindo os elementos *Model*, *Content*, *Geo*,

modelo de dados e conexão com fontes externas, foi construído para uso na avaliação. O protótipo teve como objetivo criar um serviço para recomendação de conteúdo e lugar para indivíduos com ou sem diagnóstico para doenças cardiovasculares. Esta definição consistiu em apresentar as potencialidades do SALUS, através de uma versão simplificada de suas funcionalidades.

A avaliação do modelo se deu através de dados obtidos de uma base de dados (BIOLINCC, 2022), considerando os dados sociodemográficos e de saúde existentes. Adicionalmente, dados de localização foram atribuídos aos indivíduos e um valor de escore de risco de 10 anos para CVD foi calculado através da fórmula extraída dos estudos de FHS (FHS, 2022b). O escore de risco para CVD foi utilizado no modelo como um indicativo para a doença. Este escore de risco foi incluído como uma variável dependente na fórmula do **escore de recomendação para conteúdo e escore de recomendação para lugar**.

Destaca-se no protótipo a criação de uma base de dados de conteúdo oriundos de uma busca na Internet, através da integração com o @SEMrush, uma ferramenta de SEO. Outro referente à base de dados de lugar criada por meio da integração com o @Google Maps. A integração com as ferramentas de software possibilitou a busca na Internet de forma automática. Uma lista de palavras-chave relacionadas aos fatores de risco para doenças cardiovasculares foi elaborada e utilizada como parâmetro no processo de busca. Desta forma, a base de dados de conteúdo foi criada apenas com conteúdos relacionados a esta doença. A base de dados de lugar foi criada através da definição de uma região geográfica, sendo esta São Leopoldo e um conjunto de palavras-chave extraídas do mapa conceitual apresentado na Seção 5.2 (Capítulo 5). Estas palavras-chave estão relacionadas a alimentação saudável, prática de atividade física, assistência à saúde e assistência educacional.

O protótipo do SALUS apresentou uma versão simplificada de suas funcionalidades que corroboram para assistir de forma ubíqua a educação do indivíduo. Através do método estatístico da regressão linear foi possível analisar os dados contidos na base de dados referente a históricos de contextos de indivíduos e gerar dois valores de escore: um para conteúdo e outro para lugar. Pode-se verificar que no **escore de recomendação para conteúdo**, 28,8% dos registros (288) tiveram o valor entre as faixas alto (179) e muito alto (109) e, 96,18% destes registros (277) possuem um escore de risco para CVD nominal entre *elevated* (185) e *risk>30%* (92). No **escore de recomendação para lugar**, 25,4% dos registros (254) tiveram o valor entre as faixas alto (119) e muito alto (135) e, 100% destes registros (254) possuem um escore de risco para CVD nominal entre *elevated* (136) e *risk>30%* (118). Tanto conteúdo quanto lugar recomendados podem ser considerados pertinentes as características dos indivíduos, uma vez estes indivíduos possuem um alto indicativo para risco para CVD (*elevated* e *risk>30%*). Os valores dos percentuais obtidos, 28,8% e 25,4%, estão distantes da totalidade e, isso pode ser um indicativo de que o valor do **escore de recomendação** é sensível a qualidade dos dados incluídos na base de dados. O resultado obtido para ambos os escores corrobora com a hipótese de que *é possível definir um modelo computacional para suporte a assistência ubíqua na educação de um indivíduo voltado a prevenção e acompanhamento das DCNTs*.

O capítulo 7 apresenta as considerações finais e contribuições desta tese, bem como os trabalhos futuros, limitações e as publicações obtidas.

7 CONCLUSÕES

Este texto apresentou uma tese intitulada **SALUS: Um modelo para assistência educacional ubíqua em doenças crônicas não transmissíveis**. O SALUS consiste em um modelo computacional de educação ubíqua que utiliza análise de históricos de contextos de indivíduos como mecanismo para auxiliar na prevenção e no acompanhamento destas doenças. Este capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, ressalta suas contribuições, descreve as limitações e destaca os trabalhos futuros e publicações desta tese.

7.1 Considerações finais

O mapeamento sistemático da literatura (LARENTIS et al., 2019b; LARENTIS et al., 2020) realizado nesta tese, caracterizou o uso da computação na assistência educacional em DCNTs. Observou-se um amplo uso de aplicações *mobile*, visto que as soluções podem ser acessadas pelos indivíduos em qualquer lugar e tempo via dispositivos eletrônicos, favorecendo a flexibilidade do aprendizado. A partir dos critérios definidos na Tabela 5 (Capítulo 5) foi possível perceber quase que a inexistência de modelos educacionais ubíquos na área da saúde, que consideram além das informações contextuais do perfil do indivíduo, o registro histórico destas informações. Neste sentido, considerando o contexto de *m-Health* e *u-Health* para prevenção e acompanhamento de DCNTs, esta tese foi conduzida no âmbito de criar um modelo para dar suporte educacional a longo prazo dos fatores de risco associados às doenças, oferecendo indicações personalizadas com base nas informações armazenadas em históricos de contextos e demais aspectos relacionados à ubiquidade. Assim, uma questão de pesquisa relacionada ao problema de pesquisa desta tese (Capítulo 1) é revista a seguir:

- *Existe a possibilidade de um modelo computacional de **educação ubíqua** baseado em **históricos de contextos** de indivíduos auxiliar na prevenção e no acompanhamento de DCNTs?* O SALUS propôs uma representação formal do conhecimento por meio de uma ontologia, denominada OntoSALUS. A ontologia foi construída a partir da teoria dos mapas conceituais. O mapa conceitual foi utilizado para representar graficamente o conhecimento adquirido na definição do tema focal. O resultado obtido com o mapa conceitual fortaleceu a definição da ontologia. Com a ontologia, foi possível definir uma hierarquia entre as classes do SALUS, incluindo as subclasses. A ontologia, uma vez integrada no SALUS, foi utilizada para representar o conhecimento no domínio da assistência educacional ubíqua em DCNTs. Um conjunto de elementos definidos no modelo, forneceram suporte a educação ubíqua ao indivíduo. Dados sociodemográficos, de saúde, hábitos de vida, histórico familiar, atividades realizadas incluindo tempo e localização foram definidos para constituir o perfil do indivíduo. Todos estes dados, geram informações contextuais do indivíduo e são utilizadas para compor históricos de contextos de indivíduos. Uma vez constituído estes históricos, análises foram realizadas através de um protótipo que apresentou um serviço para recomendação de conteúdo e lugar. Um valor de **escore de recomendação para conteúdo** e um valor de **escore de recomendação para lugar** foram calculados através de um método estatístico. Esse foi utilizado no serviço de recomendação de conteúdo e lugar como parâmetro para as indicações personalizadas. Dado o conjunto de elementos definidos acima e, o resultado da avaliação do modelo

através do protótipo apresentado na Seção 6.11 (Capítulo 6), pode-se confirmar a hipótese de que *é possível definir um modelo computacional para suporte a assistência ubíqua na educação de um indivíduo voltado a prevenção e acompanhamento das DCNTs*. Uma vez confirmada a hipótese, a questão de pesquisa pôde ser respondida, através das colocações anteriormente destacadas.

Com a hipótese confirmada e a questão de pesquisa respondida, pode-se concluir que o objetivo geral desta tese foi atingido. Esta tese definiu o SALUS, um modelo computacional para assistência educacional ubíqua no âmbito da prevenção e acompanhamento das DCNTs. Os objetivos específicos foram atingidos e podem ser confirmados da seguinte forma:

- Um estudo sobre computação ubíqua, contextos e históricos de contextos, educação ubíqua, ontologias, DCNTs e seus fatores de risco foi realizado e apresentado no Capítulo 2;
- Os trabalhos relacionados foram extraídos do mapeamento sistemático da literatura (LARENTIS et al., 2019b; LARENTIS et al., 2020) e da pesquisa bibliográfica complementar, ambos detalhados no Capítulo 3;
- O modelo conceitual do SALUS foi especificado e seus elementos descritos no Capítulo 4;
- A OntoSALUS foi definida para representar o conhecimento no domínio da assistência educacional em DCNTs e avaliada através da verificação de consistência e completude. Sua concepção foi desenvolvida a partir de trabalhos relacionados a ontologias na área da educação em DCNTs. A metodologia de criação da ontologia foi apresentada no Capítulo 5;
- A construção de um protótipo teve como objetivo criar um serviço para recomendação de conteúdo e lugar permitiu a avaliação do modelo. Todas as etapas e atividades executadas na avaliação estão detalhadas no Capítulo 6;
- As conclusões desta tese estão documentadas neste capítulo.

As definições do SALUS foram motivadas através da revisão da literatura apresentada no Capítulo 2 e nos trabalhos relacionados descritos no Capítulo 3. O SALUS não define módulos educacionais contendo conteúdo estático para auxiliar na assistência educacional em DCNTs. Em vez disso, o modelo fornece informações sobre conteúdo e lugar dinâmicas e atualizadas, buscadas automaticamente através de integrações com fontes externas. O SALUS considera que a aprendizagem ocorre a partir da interação do indivíduo com as indicações personalizadas disponíveis. O indivíduo possui autonomia de decidir sobre suas necessidades, engajando ou não nas indicações enviadas. Desta forma, o indivíduo acessa as informações de qualquer lugar e em qualquer tempo.

O modelo SALUS teve como princípios educar os indivíduos e acompanhar a longo prazo, além de melhorar a qualidade de vida e saúde. Estes princípios corroboram com as necessidades de mudanças nos hábitos, atitudes e comportamentos, sejam individuais, em grupos ou no coletivo. Estas mudanças estão alinhadas a aquisição de novos conhecimentos, atualização dos conhecimentos atuais e adoção de atitudes favoráveis a educação em saúde. Através do uso das tecnologias de *m-Health* e *u-Health* é possível contribuir para a autonomia do indivíduo favorecendo a autogestão e autocuidado.

7.2 Contribuições

A partir da confirmação da hipótese e resposta a questão de pesquisa, pode-se descrever as contribuições desta tese junto as áreas da computação e educação em saúde nos seguintes aspectos:

- **Modelo computacional para assistência educacional ubíqua em DCNTs que utiliza análise de históricos de contextos de indivíduos.** O modelo, em sua versão mais alto nível, descreve um conjunto de mecanismos que dão suporte a educação ubíqua em DCNTs, no âmbito da prevenção e acompanhamento. Para isso, dados sociodemográficos, de saúde, hábitos de vida e histórico familiar constituem as informações contextuais do indivíduo que são armazenadas em históricos de contexto para correlações futuras, desta forma, é possível um modelo computacional assistir de forma ubíqua a educação de um indivíduo. Para comprovar essa hipótese, o SALUS foi avaliado através de um protótipo que consistiu em uma versão simplificada de suas funcionalidades, porém, focado nas recomendações de conteúdo e lugar e nas integrações com fontes de dados externa para busca automática de informações atualizadas e completas de conteúdos e geolocalização, consistindo em uma contribuição significativa.
- **Mapa conceitual para assistência educacional personalizada em DCNTs.** A principal contribuição do mapa conceitual consiste em representar graficamente os conceitos desta tese, ou seja, Educação, Doenças crônicas não transmissíveis, Acompanhamento, Prevenção e Pessoa. O mapa conceitual elaborado descreveu um conjunto de conceitos e relações que apoiaram a construção da OntoSALUS e SALUS. Esta abordagem foi utilizada pois através da sua estrutura gráfica é possível organizar as ideias, os conceitos, informações e relações existentes. Trabalhos relacionados a construção de ontologias e sistemas computacionais não utilizaram esta abordagem em suas definições, sendo esta inédita até a finalização desta tese.
- **Ontologia para representar o conhecimento no domínio da assistência educacional em DCNTs.** A definição de uma ontologia, denominada OntoSALUS, serviu como uma estratégia para diversificar as possibilidades de especificação do modelo em relação à utilização de um repositório de dados. Além disso, a OntoSALUS foi desenvolvida para representar o conhecimento no domínio da assistência educacional, no âmbito da prevenção e acompanhamento das DCNTs. Através da ontologia, foi possível definir uma hierarquia entre as classes do SALUS, incluindo as subclasses. A ontologia, uma vez integrada no SALUS, é utilizada como repositório semântico dos dados de indivíduos, conteúdo e lugar. Através de regras foi possível realizar inferências e estas devem estar de acordo com o que se espera sobre o domínio representado. A OntoSALUS pode ser facilmente ser estendida, caso novas características sejam incorporadas ao domínio da assistência educacional em DCNTs.
- **Pesquisa na área da educação ubíqua em DCNTs.** Esta tese se propôs a explorar e desenvolver uma pesquisa na área da educação ubíqua em DCNTs. Para isso, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura (LARENTIS et al., 2019b; LARENTIS et al., 2020) para entender e caracterizar o uso da computação na assistência educacional em DCNTs. O mapeamento identificou lacunas e oportunidades de pesquisa, que motivaram o desenvolvimento do modelo

apresentado nesta tese. Portanto, o SALUS se destaca como uma das primeiras pesquisas na área da educação ubíqua que aplica os conceitos da computação ubíqua para atender às necessidades do indivíduo na promoção da educação em DCNTs a longo prazo.

7.3 Limitações

As limitações do modelo SALUS podem ser destacadas:

- **Geração de um escore de recomendação para conteúdo.** Embora o SALUS defina uma equação para cálculo do escore de recomendação para conteúdo, esta é limitada ao método estatístico utilizado. O método estatístico de regressão foi escolhido por ser um dos mais conhecidos e utilizados no meio estatístico. O escore é calculado considerando as variáveis selecionadas e os coeficientes oriundos do método. Portanto, o método e as variáveis selecionadas pode ser um limitante na geração do escore de recomendação para conteúdo.
- **Geração de um escore de recomendação para lugar.** Embora o SALUS defina uma equação para cálculo do escore de recomendação para lugar, esta é limitada ao método estatístico utilizado. O método estatístico de regressão foi escolhido por ser um dos mais conhecidos e utilizados no meio estatístico. O escore é calculado considerando as variáveis selecionadas e os coeficientes oriundos do método. Portanto, o método e as variáveis selecionadas pode ser um limitante na geração do escore de recomendação para lugar.
- **Gerência de conteúdo e lugar.** O SALUS preenche a base de dados de conteúdo e lugar, de forma automática, através da integração com fontes externas. O modelo considera que os conteúdos retornados são os mais acessados para as palavras-chave utilizadas como critério de busca. Já para lugar, o modelo considera que o lugar retornado corresponde aos critérios de busca enviados como parâmetro. Uma vez inserido o dado na base de conteúdo ou lugar, o mesmo está disponível para uso. Portanto, pode ser uma limitação não avaliar os dados inseridos na base de conteúdo e lugar junto aos profissionais da área da saúde.
- **Elaboração do mapa conceitual.** O mapa conceitual foi desenvolvido através da elaboração de uma tabela contendo uma lista de perguntas e respostas relacionadas à assistência educacional em DCNTs. Uma vez formulada a pergunta, a mesma foi respondida através de uma pesquisa bibliográfica realizada na Internet. Embora tenham sido elaboradas 19 perguntas, sem considerar o envolvimento de profissionais das áreas da saúde e educação, essas podem ter limitado a representação do conhecimento relacionado à assistência educacional em DCNTs.
- **OntoSALUS.** A ontologia foi desenvolvida através da metodologia *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINNESS, 2001). A metodologia possibilitou definir e estruturar a OntoSALUS através de um conjunto de etapas bem definidas. Além disso, a teoria dos mapas conceituais (NOVAK, 1981; NOVAK e CANÃS, 2010) foi utilizada para organizar e representar o conhecimento de forma geral, auxiliando na construção da ontologia. Apesar disso, a ontologia não foi avaliada por especialistas das áreas da saúde e educação. Esse aspecto pode limitar a sua utilização considerando a amplitude dos fatores de risco que envolvem as DCNTs,

por exemplo. Por isso, sugere-se ampliar a avaliação da ontologia, incluindo cenários para outras DCNTs. A participação de especialistas das áreas da saúde e educação pode contribuir para avaliar o conhecimento modelado, as questões de competências formuladas e os resultados obtidos na avaliação.

7.4 Trabalhos Futuros

Considerando o cenário de avaliação e o modelo SALUS, os trabalhos futuros podem ser citados:

- **Desenvolvimento dos demais módulos do SALUS.** A avaliação SALUS focou em analisar a corretude das recomendações de conteúdo e lugar para indivíduos com ou sem doenças cardiovasculares. Em função disso, os demais módulos não foram desenvolvidos. Para uma avaliação completa do SALUS, é necessário que os módulos sejam desenvolvidos independente de cenário de execução. Assim, o SALUS poderia ser avaliado como um todo.
- **Estudo de métodos para uso no modelo de recomendação.** Atualmente, o modelo gera um **escore de recomendação para conteúdo e lugar** através do método estatístico de regressão linear. Um estudo aprofundado entre as possibilidades de métodos existentes pode identificar mecanismos mais eficientes para uso no SALUS considerando as informações contidas nos históricos de contextos de indivíduos. Um exemplo seria fazer uso de um modelo de *Reinforcement Learning* (PATERIA et al., 2021), ou seja, a recomendação seria realizada através de um modelo cuja aprendizagem ocorreria por engajamento do(s) indivíduo(s) sobre as recomendações de conteúdo e lugar. O engajamento seria monitorado através da interação do indivíduo com o SALUS, onde o interesse a uma recomendação de conteúdo e/ou lugar serviria como parâmetro para o modelo aprender, aumentando assim sua capacidade de aprendizagem que seria utilizada para recomendar conteúdo e lugar posteriormente. Além da recomendação, estes métodos podem ser utilizados nos serviços de notificações, formação de grupos, indicação de textos e links contidos em *tweets*, indicação de pessoas, comunidades e organizações.
- **Avaliação do SALUS de forma integrada.** O desenvolvimento integral do SALUS considerando a disponibilidade dos serviços ao indivíduo, irá permitir o que os indivíduos utilizem o aplicativo em seu cotidiano. Desta forma, é possível avaliar sua aceitação e efetividade em uma escala maior de tempo e os impactos na assistência educacional em DCNTs. Além disso, com o uso do aplicativo em uma escala maior de tempo é possível criar históricos de contextos para gerar correlações e analisar similaridades existentes. Outro ponto a considerar é avaliar a mobilidade do indivíduo usando o SALUS em diferentes regiões geográficas.
- **Avaliação da base de conteúdo e lugar.** Atualmente, a base de conteúdo e lugar é preenchida automaticamente através da integração com fontes externas. A busca por palavras-chave é realizada como forma de filtrar conteúdos e lugares relacionados às DCNTs. Uma vez estando na base de dados, os dados estão disponíveis para uso pelo modelo. Além disso, como a busca é automática e utiliza as palavras-chave como filtro, não é realizada uma avaliação sobre o conteúdo disponível no site registrado no domínio, ou sobre o lugar. Uma avaliação das

palavras-chave com profissionais da área da saúde pode identificar melhorias no mecanismo de busca e ampliar a lista atual de palavras-chave. Dessa forma, é possível analisar as melhorias e disponibilizar um número maior de opções para conteúdo e lugar.

- **Avaliação de aceitação e efetividade do SALUS.** Realizar uma avaliação do SALUS através de um protótipo do aplicativo instalado no *smartphone* do indivíduo para a avaliação de aceitação e efetividade. A avaliação de aceitação consiste em: definir cenários de teste, configurar o aplicativo e fornecer treinamento para o indivíduo e, solicitar o preenchimento dos questionários de avaliação. A avaliação de efetividade consiste em: definir um tempo para o uso do aplicativo e avaliar o progresso dos indivíduos durante a utilização do aplicativo através de questionários. A partir disso, é possível avaliar os resultados obtidos e as melhorias indicadas.
- **OntoSALUS.** A ontologia desenvolvida pode ser melhor avaliada, considerando a participação de profissionais das áreas da saúde e educação e cenários para outras DCNTs. A partir disso, melhorias podem ser analisadas, considerando também aspectos de inferências da ontologia e respostas as questões de competências elaboradas.

7.5 Publicações

Partes desta tese incluindo o mapeamento sistemático da literatura, uma especificação do modelo SALUS e o desenvolvimento de uma ontologia foram temas de artigos aprovados em anais de eventos e periódicos nacionais e internacionais. Os eventos e periódicos merecem destaque pela sua qualidade, possuindo maioria deles classificação no *qualis* da Ciência da Computação. As publicações são apresentadas no Anexo.

A primeira versão do mapeamento sistemático documentado no Capítulo 3 está disponível para acesso online no *Journal Telemedicine and e-health* (LARENTIS et al., 2020). Uma versão revisada do mapeamento sistemático foi aceita para publicação e apresentada no XXX SBIE (LARENTIS et al., 2019b). Uma versão simplificada do modelo, descrita no Capítulo 4 (LARENTIS et al., 2019a), também foi aceita para publicação e apresentada no XXX SBIE.

Paralelamente, foi realizado um trabalho de parceria para elaboração de um mapeamento sistemático para busca por soluções tecnológicas para crianças e adolescentes em tratamento oncológico. O resultado deste trabalho foi aceito para publicação e apresentado no Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia) (KNOB et al., 2019).

Por fim, um artigo que descreve a especificação, implementação e avaliação da OntoSALUS foi aceito e publicado no periódico *Computers* (LARENTIS et al., 2021).

REFERÊNCIAS

- ABAZA, H.; MARSCHOLLEK, M. SMS education for the promotion of diabetes self-management in low & middle income countries: A pilot randomized controlled trial in Egypt. **BMC Public Health**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 962, 19 Dec. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4973-5>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. **Diabetes**. 2022a. Disponível em: <<https://abeso.org.br/conceitos/diabetes/>>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. **Obesidade e síndrome metabólica**. 2022b. Disponível em: <<https://abeso.org.br/conceitos/obesidade-e-sindrome-metabolica/>>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. **Colesterol / Dislipidemia**. 2022c. Disponível em: <<https://abeso.org.br/conceitos/colesterol-dislipidemia/>>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- ABOWD, G. D; MYNATT, E. D. Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, New York, v. 7, n. 1, p. 29-58, March 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/344949.344988>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- ADU, M. D.; MALABU, U. H.; MALAU-ADULI, A.; MALAU-ADULI, B. S. The development of My Care Hub Mobile-Phone App to Support Self-Management in Australians with Type 1 or Type 2 Diabetes. **Scientific reports**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 7, 8 Jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56411-0>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- AGOULMINE, N.; DEEN, M. J.; LEE, J. S.; MEYYAPPAN, M. U-health smart home. **IEEE Nanotechnology Magazine**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 6-11, Sep. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MNANO.2011.941951>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- AGUILAR, J.; JEREZ, M.; RODRÍGUEZ, T. CAMEonto: Context awareness meta ontology modeling. **Journal of Applied Computing and Informatics**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 202-213, July 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aci.2017.08.001>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- AKKER, R.; KLAASSEN, R.; BUL, K.; KATO, P. M.; BURG, G.; BITONTO, P. Let them play: Experiences in the wild with a gamification and coaching system for young diabetes patients. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE, EAI, 11., 2017, Barcelona, Spain. *Proceedings...* New York: ACM, 2017. p. 409-418. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3154862.3154931>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- ALHARBEY, R.; CHATTERJEE, S. An mHealth Assistive System "MyLung" to Empower Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Design Science Research. **JMIR Form Res**, [S.l.], v. 3, n. 1, e12489, Jan.-Mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/12489>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ALIAN, S.; LI, J.; PANDEY, V. A personalized recommendation system to support diabetes self-Management for American Indians. **IEEE Access**, [S.l.], v. 6, p. 73041-73051, Nov. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2882138>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ALMOTAIRI, M.; ALYAMI, M. A.; AIKINS, L.; SONG, Y. Improving Patient Outcomes through Customized Learning. In: IEEE/ACIS INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, NETWORKING AND PARALLEL/DISTRIBUTED COMPUTING, SNPD, 19., 2018, Busan, Korea (South). *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2018, p. 363-368. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/SNPD.2018.8441054>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ALOTAIBI, M. A Mobile Diabetes educational system for fasting type-2 diabetics in Saudi Arabia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTER AND ELECTRICAL ENGINEERING, ICITACEE, 2., 2015, Semarang, Indonesia. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2015, p. 173-176. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2015.7437793>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ALOTAIBI, M.; ALBALAWI, M. A Mobile Gestational Diabetes Management and Educational System for Gulf Countries: System Architecture. In: IEEE CONTROL AND SYSTEM GRADUATE RESEARCH COLLOQUIUM, ICSGRC, 9., 2018, Shah Alam, Malaysia. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2018, p. 193-196. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSGRC.2018.8657496>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ALVARADO-MARTEL, D.; CAÑAS, F.; VELASCO, R.; ALCUBIERRE, N.; LÓPEZ-RÍOS, L.; RIUS, F.; NÓVOA, F. J.; CARRILLO, A.; HERNÁNDEZ, M.; WAGNER, A. M.; MAURICIO, D. Design, construction, and implementation of an online platform for patients with type 1 diabetes: EncoDiab. **Patient Prefer Adherence**, [S.l.], v. 9, p. 767-775, 15 June 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/PPA.S77730>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ANTONIOU, G.; GROTH, P.; VAN HARMELEN, F.; HOEKSTRA, R. **A Semantic Web Primer**. 3rd Edition. Cambridge MA: The MIT Press, 2012.

ARAFEH, M.; CERAVOLO, P.; MOURAD, A.; DAMIANI, E.; EMANUELE, B. Ontology based recommender system using social network data. **Future Generation Computer Systems**, [S.l.], v. 115, p. 769-779, Feb. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.09.030>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ARBABI, A.; ADAMS, D. R.; FIDLER, S.; BRUDNO, M. Identifying Clinical Terms in Medical Text Using Ontology-Guided Machine Learning. **JMIR Med Inform**, [S.l.], v. 7, n. 2, e12596, 10 May 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/12596>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ARPÍREZ, J. C.; CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. WebODE in a nutshell. **AI Magazine**, [S.l.], v. 24, n. 3, p. 37-48, Sep. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1609/aimag.v24i3.1717>. Acesso em: 9 fev. 2022.

AYADI, A.; ZANNI-MERK, C.; de BEUVRON, F. B.; THOMPSON, J.; KRICHEN, S. BNO-An ontology for understanding the transmittability of complex biomolecular networks. **Journal of Web Semantics**, [S.l.], v. 57, p. 100495, Aug. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.websem.2019.01.002>. Acesso em: 9 fev. 2022.

- BAEK, H.; SUH, J. W.; KANG, S.; KANG, S.; LIM, T. H.; HWANG, H.; YOO, S. Enhancing user experience through user study: Design of an mHealth tool for self-management and care engagement of cardiovascular disease patients. **JMIR Cardio**, [S.l.], v. 2, n. 1, e3, Jan.-June 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/cardio.9000>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- BAGHAEI, N.; NANDIGAM, D.; CASEY, J.; DIREITO, A.; MADDISON, R. Diabetic Mario: Designing and evaluating mobile games for diabetes education. **Games Health J.**, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 270-278, 5 Aug. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/g4h.2015.0038>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- BARBOSA, D. N. F. Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz. 2007. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- BARBOSA, D. N. F.; BARBOSA, J. L. V. Aprendizagem com Mobilidade e Aprendizagem Ubíqua. In: PIMENTEL, M.; SAMPAIO, F. F.; SANTOS, E. O. (Org.). **Informática na Educação: técnicas e tecnologias computacionais**. Porto Alegre: SBC, 2019. (Série Informática na Educação, v.4) Disponível em: <<https://ieducacao.ceie-br.org//aprendizagemmobilidadeubiqua>>. Acesso em: 13 fev. 2022.
- BARBOSA, J. L.V.; HAHN, R. M.; BARBOSA, D. N. F.; KLEIN, A. Z. A ubiquitous learning model focused on learner interaction. **International Journal of Learning Technology**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 62-83, 20 Oct. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJLT.2011.040150>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- BARBOSA, J. L.V.; BARBOSA, D. N. F.; DE OLIVEIRA, J. M.; JUNIOR, S. A. R. A decentralized infrastructure for ubiquitous learning environments. **Journal of Universal Computer Science**, [S.l.], v. 20, n. 12, p. 1649-1669, 1 Nov. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3217/jucs-020-12-1649>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- BARBOSA, J. L. V. Ubiquitous Computing: Applications and Research Opportunities. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND COMPUTING RESEARCH, ICCIC, 6., 2015, Mandurai, India. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2015, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICCIC.2015.7435625>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- BARBOSA, J. L. V.; MARTINS, C. J.; FRANCO, L. K.; BARBOSA, D. N. F. TrailTrade: A model for trail-aware commerce support. **Computers in Industry**, [S.l.], v. 80, p. 43-53, Aug. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.04.006>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- BARBOSA, J.; TAVARES, J.; CARDOSO, I.; ALVES, B.; MARTINI, B. TrailCare: An Indoor and Outdoor Context-aware System to Assist Wheelchair Users. **International Journal of Human-Computer Studies**, [S.l.], v. 116, p. 1-14, Aug. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.04.001>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- BARBOSA, J. Multi-Temporal Aspects on Contextual Variability Modeling. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA, SBCUP, 11., 2019, Belém. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2019.

BARROSO, W. K. S.; RODRIGUES, C. I. S.; BORTOLOTTI, L. A.; MOTA-GOMES, M. A.; BRANDÃO, A. A.; FEITOSA, A. D. M.; et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. **Arq Bras Cardiol**, [S.l.], v. 116, n.3, p. 516-658, March. 2021. Disponível em: <https://abccardiol.org/article/diretrizes-brasileiras-de-hipertensao-arterial-2020/> Acesso em: 13 fev. 2022.

BATCH, B. C.; SPRATT, S. E.; BLALOCK, D. V.; BENDITZ, C.; WEISS, A.; DOLOR, R. J.; CHO, A. H. General Behavioral Engagement and Changes in Clinical and Cognitive Outcomes of Patients with Type 2 Diabetes Using the Time2Focus Mobile App for Diabetes Education: Pilot Evaluation. **Journal of medical Internet research**, [S.l.], v. 23, n. 1, e17537, 20 Jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/17537>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BAVARESCO, R.; BARBOSA, J.; VIANNA, H.; BÜTTENBENDER, P.; DIAS, L. Design and evaluation of a context-aware model based on psychophysiology. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, [S.l.], v. 189, p. 105299, June 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105299>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. **Scientific America**, [S.l.], v. 284, n. 5, p. 34–43, 17 May 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225070375_The_Semantic_Web_A_New_Form_of_Web_Content_That_is_Meaningful_to_Computers_Will_Unleash_a_Revolution_of_New_Possibilities. Acesso em: 9 fev. 2022.

BICKMORE, T. W.; KIMANI, E.; TRINH, H.; PUSATERI, A.; PAASCHE-ORLOW, M.; MAGNANI, J. Managing Chronic Conditions with a Smartphone-based Conversational Virtual Agent. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT VIRTUAL AGENTS, IVA, 18., 2018, Sydney, NSW, Australia. *Proceedings...* New York: ACM, 2018, p. 119-124. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3267851.3267908>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BIOLINCC. Biologic Specimen and Data Repository Information Coordinating Center. **Framingham Heart Study-Cohort (FHS-Cohort)**. 2022. Disponível em: <https://biolincc.nhlbi.nih.gov/studies/framcohort/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BOELS, A. M.; RUTTEN, G.; ZUITHOFF, N.; de WIT, A.; VOS, R. Effectiveness of diabetes self-management education via a smartphone application in insulin treated type 2 diabetes patients – design of a randomised controlled trial (‘TRIGGER study’). **BMC Endocrine Disorders**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 74, 22 Oct. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12902-018-0304-9>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BLOMQUIST, E. The use of Semantic Web technologies for decision support—A survey. **Semantic Web**, [S.l.], v. 5, p. 177-201, 1 Jan. 2014. Disponível em: <http://www.semantic-web-journal.net/sites/default/files/swj299.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BOMARK, P.; EVERTSEN, G.; BROX, E.; HIRCHE, J.; YLIRAIKANEN-SEPPANEN, P. A prototype social learning platform for children with diabetes type 1. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 16., 2012, Tampere, Finland. *Proceedings...* New York: ACM, 2012, p. 211-213. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2393132.2393174>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BORST, W. N. Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse. 1997. 243 p. Thesis (Doctoral) - Centre for Telematics and Information Technology (CTIT), University of Twente, Enschede, 1997.

BOSOMWORTH, N. J. Practical use of the Framingham risk score in primary prevention: Canadian perspective. **Canadian Family Physician**, [S.l.], v. 57, n. 4, p. 417-423, April 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21626897/>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BOYD, A. D.; MOORES, K.; SHAH, V.; SADHU, E.; SHROFF, A.; GROO, V.; DICKENS, C.; FIELD, J.; BAUMANN, M.; WELLAND, B.; GUTOWSKI, G.; JUNIOR, J. D. F.; ZHAO, Z.; BAHROOS, N.; HYNES, D. M.; WILKIE, D. J. My Interventional Drug-Eluting Stent Educational App (MyIDEA): Patient-centered design methodology. **JMIR Mhealth Uhealth**, [S.l.], v. 3, n. 3, e74, 2 July 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/mhealth.4021>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas e agravos não transmissíveis no Brasil 2021-2030**. [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. 2021. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/biblio-1291679>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. 2018. Brasília. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf> Acesso em: 15 fev. 2022.

BRASIL.UN.ORG. Nações Unidas Brasil. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRAVO, M. Similarity Measures for Web Service Composition Models. **International Journal on Web Services Computing**, [S.l.], v. 5, n. 1, March 2014. Disponível em: <http://www.airccse.org/journal/jwsc/papers/5114ijwsc01.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BRAVO, M.; HOYOS Reyes, L. F.; REYES-ORTIZ, J. A. Methodology for ontology design and construction. **Contaduría y Administración**, [S.l.], v. 64, n. 4, p. 134, March 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.2368>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BRAVO, M. C.; GONZÁLEZ, D.; REYES, J. A.; SÁNCHEZ, L. Management of diabetic patient profiles using ontologies. **Contaduría y Administración**, [S.l.], v. 65, n. 5, p. 218, Nov. 2020. Disponível em: <https://10.22201/fca.24488410e.2020.3050>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BUTTUSSI, F.; CHITTARO, L. Smarter phones for healthier lifestyles: an adaptive fitness game. **IEEE Pervasive Computing**, [S.l.], v. 9, n. 4, p. 51-57, Oct.-Dec. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MPRV.2010.52>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BVSMS. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. **Obesidade**. 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/215_obesidade.html>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BVSMS. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. **Diabetes**. 2022. Disponível em: <<https://bvsms.saude.gov.br/diabetes/>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

CAPELO, R.; BAPTISTA, C.; FIGUEIREDO, J.; CARRILHO, F.; FURTADO, P. Tools for interactive learning and self-management of diabetes. **Journal of Physics Conference Series**, [S.l.], v. 616, n. 1, May 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/616/1/012003>. Acesso em: 9 fev. 2022.

CÁRDENAS-ROBLEDO, L. A.; PEÑA-AYALA, A. Ubiquitous learning: A systematic review. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 35, n. 5, p. 1097-1132, Aug. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.01.009>. Acesso em: 9 fev. 2022.

CDC. Center for Disease Control and Prevention. **Classification of Diseases, Functioning, and Disability**. 2021. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/nchs/icd/index.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

CHEN, Y. S.; KAO, T. C.; SHEU, J. P.; CHIANG, C. Y. A Mobile Scaffolding-Aid-Based Bird Watching Learning System. In: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON WIRELESS AND MOBILE TECHNOLOGIES IN EDUCATION, WMTE'02, 2002, Vaxjo, Sweden. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2002, p. 15-22. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WMTE.2002.1039216>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CHEN, L.; LU, D.; ZHU, M.; MUZAMMAL, M.; SAMUEL, O. W.; HUANG, G.; LI, W.; WU, H. OMDP: An ontology-based model for diagnosis and treatment of diabetes patients in remote healthcare systems. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [S.l.], v. 15, n. 5, 3 May 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1550147719847112>. Acesso em: 9 fev. 2022.

CHIU, P.S.; KUO, Y.; HUANG, Y. CHEN. T. A Meaningful Learning based u-Learning Evaluation Model. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, 8., 2008, Santander, Spain. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2008, p. 77-81. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2008.100>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CISA. Centro de Informações sobre Saúde e Álcool. **O que é alcoolismo?** 2014. Disponível em: <<https://cisa.org.br/index.php/sua-saude/informativos/artigo/item/61-o-que-e-alcoolismo>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

COOPER, I. D. What is a mapping study? **Journal of the Medical Library Association: JMLA**, [S.l.], v. 104, n. 1, p. 76-78, Jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3163/1536-5050.104.1.013>. Acesso em: 9 fev. 2022.

CORCHO, O.; FERNANDO-LOPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? **Data and Knowledge Engineering**, [S.l.], v. 46, n. 1, p. 41-64, July 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0169-023X\(02\)00195-7](https://doi.org/10.1016/S0169-023X(02)00195-7). Acesso em: 9 fev. 2022.

CURTIS, M.; LUCHINI, K.; BOBROWSKY, W.; QUINTANA, C.; SOLOWAY, E. Handheld Use in K-12: A Descriptive Account. In: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON WIRELESS AND MOBILE TECHNOLOGIES IN EDUCATION, WMTE'02, 2002,

Vaxjo, Sweden. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2002, p. 23-30. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WMTE.2002.1039217>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CUSTODIO, R.; VICTORINO, J. N.; ESTUAR, M. R. J. The efficacy of an EMR-enabled text messaging system to the expanded health beliefs, diabetes care profile and HbA1c of diabetes mellitus patients. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v. 138, p. 143-152, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.021>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DA ROSA TAVARES, J. E.; VICTÓRIA BARBOSA, J. L. Apollo SignSound: an intelligent system applied to ubiquitous healthcare of deaf people. **Journal of Reliable Intelligent Environments**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 157-170. June 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40860-020-00119-w>. Acesso em: 14 fev. 2022.

DA SILVA, L. G.; NETO, E. G. D. A.; FRANCISCO, R.; BARBOSA, J. L. V.; SILVA, L. A.; LEITHARDT, V. R. Q. ULearnEnglish: An Open Ubiquitous System for Assisting in Learning English Vocabulary. **Electronics**, [S.l.], v. 10, n. 14, 15 July 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/electronics10141692>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DATASUS. Tecnologia da Informação a serviço do SUS. **Tipo de estabelecimento**. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/cnes/tipo_estabelecimento.htm>. Acesso em: 12 fev. 2022.

DAVIS, A.; et al. Identifying and Measuring Quality in a Software Requirements Specification. In: INTERNATIONAL SOFTWARE METRICS SYMPOSIUM, 1., 1993, Baltimore, MD, USA. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 1993, p. 141-152. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/METRIC.1993.263792> Acesso em: 21 fev. 2022.

DE NICOLA, A.; MISSIKOFF, M.; NAVIGLI, R. A proposal for a unified process for ontology building: UPON. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS, DEXA'05, 16., 2005, Copenhagen, Denmark. *Proceedings...* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, p.655-664. Disponível em: https://doi.org/10.1007/11546924_64. Acesso em: 10 fev. 2022.

DE SOUZA, R. S.; AFONSO, C.; ANDERSON, Y.; ADENAUER, G.; INGRID, G.; LOPES, J.; GEYER, C.; JOÃO, S.; DA ROSA, L.; BARBOSA, J. Continuous monitoring seed testing equipments using internet of things. **Computers and Electronics in Agriculture**, [S.l.], v. 158, p. 122-132, Feb. 2019. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.compag.2019.01.024>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal and Ubiquitous Computing**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 4-7, Feb. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s007790170019>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DEY, A. K.; ABOWD, G.; SALBER, D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. **Human-Computer Interaction**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 97-166, Dec. 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_02. Acesso em: 9 fev. 2022.

DIAS, L. P. S.; BARBOSA, J. L. V.; FEIJÓ, L. P.; VIANNA, H. D. Development and testing of iAware model for ubiquitous care of patients with symptoms of stress, anxiety and

depression. **Comput Methods Programs Biomed**, [S.l.], v. 187, n. 105113, April 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105113>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DICIO. Dicionário Online de Português. **Ubíquo**. 2022. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/ubiquo/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

DICIONARIODELATIM. Dicionário de Latim. **Salus**. 2022. Disponível em: <https://www.dicionariodelatim.com.br/salus/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

DIEFENBACH, M. A.; MOHAMED, N. E.; BUTZ, B. P.; BAR-CHAMA, N.; STOCK, R.; CESARETTI, J.; HASSAN, W.; SAMADI, D.; HALL, S. J. Acceptability and preliminary feasibility of an Internet/CD-ROM-based education and decision program for early-stage prostate cancer patients: Randomized pilot study. **J Med Internet Res**, [S.l.], v. 14, n. 1, e6, 13 Jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.1891>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DIVAKAR, H. R.; PRAKASH, B. R.; MAMATHA, M. An Ontology Based System for Healthcare People to Prevent Cardiovascular Diseases. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)**, [S.l.], v. 8, n. 2S11, Sep. 2019. Disponível em: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i2S11/B11640982S1119.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2022.

D'AGOSTINO, R. B. Sr; VASAN, R. S.; PENCINA, M. J.; WOLF, P. A.; COBAIN, M.; MASSARO, J. M.; KANNEL, W. B. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. **Circulation**, [S.l.], v. 117, n. 6, p. 743-753, 12 Feb. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.699579>. Acesso em: 9 fev. 2022.

EL-SAPPAGH, S.; ALI, F. DDO: a diabetes mellitus diagnosis ontology. **Applied Informatics**, [S.l.], v. 3, n. 5, 25 Aug. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40535-016-0021-2>. Acesso em: 9 fev. 2022.

EL-SAPPAGH, S.; KWAK, D.; ALI, F.; KWAK, K. DMTO: a realistic ontology for standard diabetes mellitus treatment. **Journal of Biomedical Semantics**, [S.l.], v. 9, n. 8, 6 Feb. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13326-018-0176-y>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ESPÍN, V.; HURTADO, M.V.; NOGUERA, M. Nutrition for Elder Care: A nutritional semantic recommender system for the elderly. **Expert Systems**, [S.l.], v. 33, n. 2, p. 201-210, 1 April 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/exsy.12143>. Acesso em: 9 fev. 2022.

EYSENBACH, G. What is e-health? **J Med Internet Res**, [S.l.], v. 3, n. 2, e20, April-June. 2001. Disponível em: <https://doi:10.2196/jmir.3.2.e20>. Acesso em: 9 fev. 2022.

FALBO, R. D. A.; MENEZES, C. S.; ROCHA, A. R. C. A Systematic Approach for Building Ontologies. In: IBERO-AMERICAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IBERAMIA '98, 6., 1998. *Proceedings...* New York: IEEE, 1998, p. 349-360.

FALBO, R. D. A. SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies. **CEUR Workshop Proceedings**, [S.l.], v. 1301, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286670309_SABiO_Systematic_approach_for_building_ontologies. Acesso em: 10 fev. 2022.

FHS. Framingham Heart Study. **History of the Framingham heart study**. 2022a. Disponível em: <<https://framinghamheartstudy.org/fhs-about/history/>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

FHS. Framingham Heart Study. **Cardiovascular Disease (10-year risk)**. 2022b. Disponível em: <<https://framinghamheartstudy.org/fhs-risk-functions/cardiovascular-disease-10-year-risk/>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

FILIPPETTO, A. S.; LIMA, R.; BARBOSA, J. L. V. A risk prediction model for software project management based on similarity analysis of context histories. **Information and Software Technology**, [S.l.], v. 131, March 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106497>. Acesso em: 16 fev. 2022.

FILHO, D. M.; FREITAS, F.; OTTEN, J. RACCOON: A Connection Reasoner for the Description Logic ACL. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOGIC FOR PROGRAMMING, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND REASONING, LPAR-21, 21., 2017, Maun, Botswana. *Proceedings...* Vienna: EasyChair, 2017, p. 200-211. Disponível em: <https://doi.org/10.29007/3xxd>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FINKELSTEIN, J.; WOOD, J. Mobile eLearning platform for interactive patient education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE, HYBRID, AND ON-LINE LEARNING, 2009, Cancun, Mexico. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2009, p. 23-27. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/eLmL.2009.24>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FINKELSTEIN, J.; WOOD, J.; CHA, E. Introducing a Blackberry eLearning platform for interactive hypertension education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE, HYBRID, AND ON-LINE LEARNING, 2., 2010, Saint Maarten, Netherlands Antilles. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2010, p. 77-81. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/eLmL.2010.36>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FRANKE, S. I. R.; BARBIAN, C. D.; da SILVA, P. T.; BURGOS (in memoriam), M. S. **A interdisciplinaridade na promoção da saúde para diferentes grupos populacionais**. In: Franke, S. I. R (Org.). Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unisc.br:8080/jspui/handle/11624/2736>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

FREE, C; PHILLIPS, G; GALLI, L; WATSON, L; FELIX, L, et al. The Effectiveness of Mobile-Health Technology-Based Health Behaviour Change or Disease Management Interventions for Health Care Consumers: A Systematic Review. **PLoS Medicine**, [S.l.], v. 10, n. 1, e1001362, 15 Jan. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001362>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GIANNOULA, E.; IAKOVOU, I.; KATSIKAVELAS, I.; ANTONIOU, P.; RAFTOPOULOS, V.; CHATZIPAVLIDOU, V.; PAPADOPOULOS, N.; BAMIDIS, P. A Mobile App for Thyroid Cancer Patients Aiming to Enhance Their Quality of Life: Protocol for a Quasiexperimental Interventional Pilot Study. **JMIR Res Protoc**, [S.l.], v. 9, n. 3, e13409, 13 March 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/13409>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GLASEMANN, M.; KANSTRUP, A. M.; RYBERG, T. Making chocolate-covered broccoli: Designing a mobile learning game about food for young people with diabetes. In: ACM CONFERENCE ON DESIGNING INTERACTIVE SYSTEMS, DIS'10, 8., 2010, Aarhus,

Denmark. *Proceedings...* New York: ACM, 2010, p. 262-271. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1858171.1858219>. Acesso em: 10 fev. 2022.

GLIMM, B.; HORROCKS, I.; MOTIK, B.; STOILLOS, G.; WANG, Z. Hermit: an OWL 2 reasoner. *Journal of Automated Reasoning*, [S.l.], v. 53, n. 3, p. 245-269, 1 Oct. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10817-014-9305-1>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GOLDBERGER, A. L.; AMARAL, L. A.; GLASS, L.; HAUSDORFF, J. M.; IVANOV, P. C.; MARK, R. G.; MIETUS, J. E.; MOODY, G. B.; PENG, C. K.; STANLEY, H. E. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation*, [S.l.], v. 101, n. 23, e215-e220, 13 June 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.23.e215>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ, M.; VICENTE, A. J. Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ECAI'96, 12., Budapest, Hungary. *Proceedings...* [S.l.: s.n.], 1996. Disponível em: https://oa.upm.es/7228/1/Towards_a_Method_.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

GÓMEZ-PÉREZ, A. Ontological engineering: a state of the art. *Expert Update*, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 33-44, Jan. 1999. Disponível em: https://oa.upm.es/6493/1/Ontological_Engineering_A_st.pdf. Acesso em: 9 fev. 2022.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNANDEZ-LOPEZ, M.; CORCHO, O. Methodologies and methods for building ontologies. *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. London: Springer, 2004, p.107-197. Disponível em: https://doi.org/10.1007/1-85233-840-7_3. Acesso em: 10 fev. 2022.

GÓMEZ, J.; HUETE, J. F.; HERNÁNDEZ, V. Learning system based on contextual awareness for clinical practice in nursing courses. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, 14., 2014, Athens, Greece. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2014, p. 186-190. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2014.61>. Acesso em: 22 fev. 2022.

GOV.BR. Governo do Brasil. Anvisa concede primeiro registro definitivo para vacina contra a Covid-19 nas Américas. 23 fev. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2021/02/anvisa-concede-primeiro-registro-definitivo-para-vacina-contra-a-covid-19-nas-americas>. Acesso em: 11 fev. 2022.

GOV.BR. Governo do Brasil. Anvisa aprova por unanimidade uso emergencial das vacinas. 17 jan. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2021/01/anvisa-aprova-por-unanimidade-uso-emergencial-das-vacinas>. Acesso em: 11 fev. 2022.

GRAY, K. M.; CLARKE, K.; KWONG, M.; ALZOUGOOL, B.; HINES, C.; TIDHAR, G.; FRUKHTMAN, F. Internet protocol television for personalized home-based health information: Design-based research on a diabetes education system. *JMIR Res Protoc*, [S.l.], v. 3, n. 1, e13, 10 March 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/resprot.3201>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/knac.1993.1008>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? **International Journal Human-Computer Studies**, [S.l.], v. 43, n. 5-6, p. 907-928, Nov. 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. In: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING, IJCAI-95, 1995, Montreal, Canada. *Proceedings...* [S. l.: s. n.], 1995. Disponível em: <http://www.eil.utoronto.ca/wp-content/uploads/enterprise-modelling/papers/gruninger-ijcai95.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. Ontologies and Knowledge Bases: towards a terminological clarification. In: Mars, N.J.I (ed.), **Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing**. Amsterdam: IOS Press, 1995, p. 25-32.

GUARINO, N. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration. In: Paziienza M. T. (ed.) **Information Extraction A Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1997, p. 139-170.

GUARINO, N. Formal Ontology in Information Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 1998, Trento, Italy. *Proceedings...* Amsterdam: IOS Press, 1998, p. 3-15.

GUO, S. H.; CHANG, H. K.; LIN, C. Y. Impact of mobile diabetes self-care system on patients' knowledge, behavior and efficacy. **Computer in Industry**, [S.l.], v. 69, p. 22-29, May 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.11.001>. Acesso em: 9 fev. 2022.

GUO, S. H. Design of Mobile E-Books as a teaching tool for diabetes education. In: 13th International Conference Mobile Learning, 13., 2017, Budapest, Hungary. *Proceedings...* [S.l.]: ERIC, 2017, p. 159-160. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579281.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

GUSTIN, G.; MACQ, B.; GRUSON, D.; KIEFFER, S. Empowerment of diabetic patients through mHealth technologies and education: Development of a pilot self-management application. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL INFORMATION PROCESSING AND ANALYSIS, SPIE 10572, 13., 2017, San Andres Island, Colombia. *Proceedings...* [S.l.]: SPIE, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.2285952>. Acesso em: 10 fev. 2022.

HADJICONSTANTINO, M.; SCHREDER, S.; BROUGH, C.; NORTHERN, A.; STRIBLING, B.; KHUNTI, K.; DAVIES, M. J. Using Intervention Mapping to Develop a Digital Self-Management Program for People With Type 2 Diabetes: Tutorial on MyDESMOND. **Journal of Medical Internet Research**, [S.l.], v. 22, n. 5, e17316, May 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/17316>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HANBERGER, L.; LUDVIGSSON, J.; NORDFELDT, S. Use of a web 2.0 portal to improve education and communication in young patients with families: Randomized controlled trial.

Journal of Medical Internet Research, [S.l.], v. 15, n. 8, e175, 23 Aug. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.2425>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HARTEL, F. W.; CORONADO, S. D.; DIONNE, R.; FRAGOSO, G.; GOLBECK, J. Modeling a description logic vocabulary for cancer research. **Journal of Biomed Informatics**, [S.l.], v. 38, n. 2, April 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2004.09.001>. Acesso em: 6 abril 2022.

HEIDRICH, L.; BARBOSA, J. L. V.; CAMBRUZZI, W.; RIGO, S. J.; MARTINS, M. G.; SANTOS, R. Diagnosis of Learner Dropout Based on Learning Styles for Online Distance Learning. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 35, n. 6, p. 1593-1606, April 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.04.007>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HELPER, G. A.; BARBOSA, J. L. V.; SANTOS, R. D.; COSTA, A. B. A computational model for soil fertility prediction in ubiquitous agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, [S.l.], v. 175, n. 105602, Aug. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105602>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HIDALGO, J. I.; MAQUEDA, E.; RISCO-MARTÍN, J. L.; CUESTA-INFANTE, A.; COLMENAR, J. M.; NOBEL, J. GIUCModel: A monitoring and modeling system for chronic diseases applied to diabetes. **Journal of Biomedical Informatics**, [S.l.], v. 48, p. 183-192, April 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.12.015>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HORNE, W. C.; MILED, Z. B. Making the case for a P2P personal health record. **Information**, [S.l.], v. 11, n. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/info11110512>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HUANG, Z.; NAGATA, A.; KANAI-PAK, M.; MAEDA, J.; KITAJIMA, Y.; NAKAMURA, M.; AIDA, K.; KUWAHARA, N.; OGATA, T.; OTA, J. Self-help training system for nursing students to learn patient transfer skills. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 319-331, 1 Oct.-Dec. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2331252>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HUANG, Y.; CHIU, P. The effectiveness of the meaningful learning-based evaluation for different achieving students in a ubiquitous learning context. **Computers & Education**, [S.l.], v. 87, p. 243-253, Sep. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.06.009>. Acesso em: 6 abril 2022.

HUANG, F.; WU, X.; XIE, Y.; LIU, F.; LI, J.; LI, X.; ZHOU, Z. An automated structured education intervention based on a smartphone app in Chinese patients with type 1 diabetes: a protocol for a single-blinded randomized controlled trial. **Trials**, [S.l.], v. 21, n. 1, 944, 23 Nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04835-9>. Acesso em: 9 fev. 2022.

HUSSAIN, S.; ATHULA, G. Extending a Conventional Chatbot Knowledge Base to External Knowledge Source and Introducing User Based Sessions for Diabetes Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION NETWORKING AND APPLICATIONS WORKSHOPS, WAINA, 32., 2018, Krakow, Poland. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2018, p. 698-703. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WAINA.2018.00170>. Acesso em: 10 fev. 2022.

HWANG, G. J.; TSAI, C. C.; YANG, S. J. H. Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. **Educational Technology & Society**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 81-91, April 2008. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.11.2.81>. Acesso em: 9 fev. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>. Acesso em: 12 fev. 2022.

IDF. International Diabetes Federation. **IDF Diabetes Atlas**, tenth edition 2021. Disponível em: https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/07/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf. Acesso em: 11 fev. 2022.

INCA. Instituto Nacional de Câncer. Ministério da Saúde. **Controle do tabaco no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tabagismo/controle-tabaco-brasil>. Acesso em: 12 fev. 2022.

JACOBS, M.; JOHNSON, J. MYNATT, E. D. MyPath: Investigating Breast Cancer Patients' Use of Personalized Health Information. **ACM on Human-Computer Interaction**, [S.l.], v. 2, n. CSWC, p. 1-21, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3274347>. Acesso em: 10 fev. 2022.

JANSSEN, A.; SHAW, T.; NAGRIAL, A.; PENE, C.; RABBETS, M.; CARLINO, M.; ZACHULSKI, C.; PHILLIPS, J.; BIRNBAUM, R.; GANDHI, T.; HARNETT, P. An online learning module to increase self-efficacy and involvement in care for patients with advanced lung cancer: Research protocol. **JMIR Res Protoc**, [S.l.], v. 5, n. 3, e147, 8 Aug. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/resprot.5547>. Acesso em: 9 fev. 2022.

JIMÉNEZ, A.; RAMÍREZ, N.; SANTANA, P.; ROMERO, J.; ACOSTA-DÍAZ, R. Heuristic Evaluation of a Gamified Application for Education in Patients with Diabetes. In: MEXICAN CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, MexIHC'18, 7., 2018, Merida, Mexico. *Proceedings...* New York: ACM, 2018, p.1-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3293578.3293593>. Acesso em: 10 fev. 2022.

JOHNSON, A.; POLLARD, T.; SHEN, L. et al. MIMIC-III, a freely accessible critical care database. **Scientific Data**, [S.l.], v. 3, n. 160035, 24 May 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.35>. Acesso em: 13 fev. 2022.

JOHNSON, A.; POLLARD, T.; MARK, R. MIMIC-III Clinical Database Demo. **PhysioNet**, 2019. DOI 10.13026/C2HM2Q. Disponível em: <https://physionet.org/content/mimiciii-demo/1.4/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

JOSHI, A.; ARORA, M.; DAI, L.; PRICE, K.; VIZER, L.; SEARS, A. Usability of a patient education and motivation tool using heuristic evaluation. **Journal of Medical Internet Research**, [S.l.], v. 11, n. 4, e47, 6 Nov. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.1244>. Acesso em: 9 fev. 2022.

KAGGLE. **Logistic Regression - Heart Disease Prediction**. 2022. Disponível em: <https://www.kaggle.com/naveengowda16/logistic-regression-heart-disease-prediction/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

KAZEMI-ARPANAHI, H.; SHANBEHZADEH, M.; JELVAY, S.; BOSTAN, H. Developing Cardiac Electrophysiology Ontology: Moving Towards Data Harmonization and Integration. **Frontiers in Health Informatics**, [S.l.], v. 9, n. 40, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30699/fhi.v9i1.231>. Acesso em: 9 fev. 2022.

KERFOOT, B. P.; GAGNON, D. R.; MCMAHON, G. T.; ORLANDER, J. D.; KURGANSKY, K. E.; CONLIN, P. R. A team-based online game improves blood glucose control in veterans with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. **Diabetes Care**, [S.l.], v. 40, n. 9, p. 1218-1225, Sep. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dc17-0310>. Acesso em: 9 fev. 2022.

KESHAV, S. How to read a paper. **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, New York, v. 37, n. 3, p. 83-84, 20 July 2007. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1273445.1273458>. Acesso em: 10 fev. 2022.

KIKIDIS, D.; VOTIS, K.; TZOVARAS, D. MyAirCoach: Designing a mobile application for the education of patients regarding asthma disease. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE MOBILE COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND LEARNING, IMCL, 2015, Thessaloniki, Greece. *Proceedings...*[S.l.]: IEEE, 2015, p. 373-377. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/IMCTL.2015.7359622>. Acesso em: 10 fev. 2022.

KIM, H.; XIE, B. Health Literacy in the eHealth era: A Systematic review of the literature. **Patient Education and Counseling**, [S.l.], v. 100, n. 6, p. 1073-1082, June 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pec.2017.01.015>. Acesso em: 9 fev. 2022.

KUMAR, S.; MOSESON, H.; UPPAL, J.; JUUSOLA, J. L. A Diabetes Mobile App With In-App Coaching From a Certified Diabetes Educator Reduces A1C for Individuals With Type 2 Diabetes. **Diabetes Educator**, [S.l.], v. 44, n. 3, p. 226-236, June 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0145721718765650>. Acesso em: 9 fev. 2022.

LARENTIS, A. V.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Applied Computing to Education on Noncommunicable Chronic Diseases: A Systematic Mapping Study. **Telemedicine and e-Health**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 147-163, Feb. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0282>. Acesso em: 9 fev. 2022.

LARENTIS, A. V.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Um Modelo para Assistência Educacional Ubíqua orientado a Doenças Crônicas Não Transmissíveis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 30., 2019, Brasília. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2019a. p. 439-448.

LARENTIS, A. V.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Computação Aplicada na Assistência Educacional em Doenças Crônicas Não Transmissíveis: um Mapeamento Sistemático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 30., 2019, Brasília. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2019b. p. 1471-1480.

LARENTIS, A. V.; NETO, E. G. d. A.; BARBOSA, J. L. V.; BARBOSA, D. N. F.; LEITHARDT, V. R. Q.; CORREIA, S. D. Ontology-Based Reasoning for Educational Assistance in Noncommunicable Chronic Diseases. **Computers**, [S.l.], v. 10, n. 10, 12 Oct. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/computers10100128>. Acesso em: 9 fev. 2022.

LIMA, R.; FILIPPETTO, A. S.; HECKLER, W.; BARBOSA, J. L. V.; LEITHARDT, V. R. Q. Towards ubiquitous requirements engineering through recommendations based on context histories. **PeerJ Computer Science**, [S.l.], v. 8, e794, 3 Jan. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/PEERJ-CS.794> Acesso em: 16 fev. 2022.

LOPES, H.; PIRES, I. M.; SÁNCHEZ SAN BLAS, H.; GARCÍA-OVEJERO, R.; LEITHARDT, V. PriADA: Management and Adaptation of Information Based on Data Privacy in Public Environments. **Computers**, [S.l.], v. 9, n. 4, 28 Sep. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/computers9040077>. Acesso em: 9 fev. 2022.

LUCCA, A. V.; SILVA, L. A.; LUCHTENBERG, R.; GARCEZ, L.; MAO, X.; OVEJERO, R. G.; PIRES, I. M.; BARBOSA, J. L. V.; LEITHARDT, V. R. Q. A Case Study on the Development of a Data Privacy Management Solution Based on Patient Information. **Sensors**, [S.l.], v. 20, n. 21, 23 Oct. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s20216030>. Acesso em: 9 fev. 2022.

LI, J. Regression and Classification in Supervised Learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING AND BIG DATA, ICCBD, 2., 2019, Taichung, Taiwan. *Proceedings...* New York: ACM, 2019, p. 99-104. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3366650.3366675>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MAAS, A. H.; VAN DER MOLEN, P.; VAN DE VIJVER, R.; CHEN, W.; VAN PUL C.; COTTAAR, E. J. E.; VAN RIEL, N. A. W.; HILBERS, P. A. J.; HAAK, H. R. Concept development of the Eindhoven Diabetes Education Simulator Project. **Games Health J**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 120-127, April 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/g4h.2015.0037>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MACHADO, S. D.; TAVARES, J. E. D. R.; MARTINS, M. G.; BARBOSA, J. L. V.; GONZALEZ, G. V.; LEITHARDT, V. R. Q. Ambient Intelligence Based on IoT for Assisting People with Alzheimer's Disease Through Context Histories. **Electronics**, [S.l.], v. 10, n. 11, 25 May 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/electronics10111260>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MADHUSANKA, S.; WALISADEERA, A.; DANTANARAYANA, G.; GOONETILLAKE J.; GINIGE, A. An Ontological Clinical Decision Support System Based on Clinical Guidelines for Diabetes Patients in Sri Lanka. **Healthcare (Basel)**, [S.l.], v. 8, n. 4, 573, 18 Dec. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/healthcare8040573>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MAEDCHE, A.; MOTIK, B.; STOJANOVIC, L.; STUDER, R.; VOLZ, R. Ontologies for Enterprise Knowledge Management. **IEEE Intelligent Systems**, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 26-33, March-April 2003. Disponível em: <http://doi.org/10.1109/MIS.2003.1193654>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MAYRHOFER, R. Context Prediction based on Context Histories: Expected Benefits, Issues and Current State-of-the-Art. Cognitive Science Research Paper-University of Sussex CSRP, page 31. [S.n.], [S.l.]. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228622278_Context_Prediction_based_on_Context_Histories_Expected_Benefits_Issues_and_Current_State-of-the-Art Acesso em: 10 fev. 2022.

MALIK, S.; JAIN, S. Ontology based context aware model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE IN DATA SCIENCE, ICCIDS, Chennai, India. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2017, p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICCIDS.2017.8272632>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MATE, S.; KÖPCKE, F.; TODDENROTH, D.; MARTIN, M.; PROKOSCH, H. U.; BÜRKLE, T.; GANSLANDT, T. Ontology-based data integration between clinical and research systems. **PLoS One**, [S.l.], v. 10, n. 1, e0116656, 14 Jan. 2015. Disponível em: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0116656>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MD.SAÚDE. **Causas de Pressão Arterial Baixa (Hipotensão)**. 2020. Disponível em: <https://www.mdsaude.com/cardiologia/hipotensao/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MENDES NETO, F. M.; da COSTA, A. A. L.; SOMBRA, E. L.; MOREIRA, J. D. C.; VALENTIM, R. A. M.; SAMPER, J. J.; do NASCIMENTO, R. P. C.; FLORES, C. D. Content's personalized recommendation for implementing ubiquitous learning in health 2.0. **IEEE Latin America Transactions**, [S.l.], v. 12, n. 8, p. 1515-1522, Dec. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TLA.2014.7014522>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MENDU, S.; BOUKHECHBA, M.; GORDON, J. R.; DATTA, D.; MOLINA, E.; ARROYO, G.; PROCTOR, S. K.; WELLS, K. J.; BARNES, L. E. Design of a Culturally-Informed Virtual Human for Educating Hispanic Women About Cervical Cancer. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERSVASIVE COMPUTING TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE, EAI, 12., 2018, New York. *Proceedings...* New York: ACM, 2018, p. 360-366. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3240925.3240968>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MOHAMAD MARZUKI, M. F.; YAACOB, N. A.; BIN YAACOB, N. M.; ABU HASSAN, M. R.; AHMAD, S. B. Usable Mobile App for Community Education on Colorectal Cancer: Development Process and Usability Study. **JMIR Hum Factors**, [S.l.], v. 6, n. 2, e12103, 16 April 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/12103>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MUGZACH, O.; PELEG, M.; BAGLEY, S. C.; GUTER, S. J.; COOK, E. H.; ALTMAN, R. B. An ontology for autism spectrum disorder (ASD) to infer ASD phenotypes from autism diagnostic interview-revised data. **J Biomed Inform**, [S.l.], v. 56, p. 333-347, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.026>. Acesso em: 9 fev. 2022.

MUSEN, M. A. The protégé project: a look back and a look forward. **AI Matters**, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 4-12, 16 Jun. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2757001.2757003>. Acesso em: 10 fev. 2022.

NECHES, R.; FIKES, R. E.; FININ, T.; GRUBER, T. R.; SENATOR, T.; SWARTOUT, W. R. Enabling Technology for Knowledge Sharing. **AI Magazine**, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 36-56, Sep. 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1609/aimag.v12i3.902>. Acesso em: 9 fev. 2022.

NGUYEN, T.A.; RASPITZU, A.; AIELLO, M. Ontology-Based office activity recognition with applications for energy savings. **J Ambient Intell Human Comput**. [S.l.], v. 5, p. 667-681, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12652-013-0206-7>. Acesso em: 9 fev. 2022.

NORDFELDT, S.; ANGARNE-LINDBERG, T.; BERTERO, C. To use or not to use—Practitioners' perceptions of an open web portal for young patients with diabetes. **J Med**

Internet Res, [S.l.], v. 14, n. 6, e154, 9 Nov. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.1987>. Acesso em: 9 fev. 2022.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, July 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.5i1.009029>. Acesso em: 9 fev. 2022.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. **Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880**, [S.l.], v. 32, March 2001. Disponível em: <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2022.

NOY, N. F.; CRUBÉZY, M.; FERGERSON, R. W.; KNUBLAUCH, H.; TU, S. W.; VENDETTI, J.; MUSEN, M. A. Protégé-2000: an open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment. **AMIA Annu Symp Proc**, [S.l.], v. 2003, n. 953, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14728458/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

NUTBEAM, D. Health Promotion Glossary. **Health Promotion International**, [S.l.], v. 13, n. 4, p. 349-364, Dec. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/heapro/13.4.349>. Acesso em: 13 fev. 2022.

O'CONNOR, M.; KNUBLAUCH, H.; TU, S.; GROSOFF, B.; DEAN, M.; GROSSO, W.; MUSEN, M. Supporting Rule System Interoperability on the Semantic Web with SWRL. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, ISWC 2005, 4., 2005, Galway, Ireland. *Proceedings...* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, p. 974-986. Disponível em: http://doi.org/10.1007/11574620_69. Acesso em: 13 fev. 2022.

OGATA, H.; YANO, Y. Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning. In: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON WIRELESS AND MOBILE TECHNOLOGIES IN EDUCATION, 2., 2004, JungLi, Taiwan. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2004, p. 27-34. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/WMTTE.2004.1281330>. Acesso em: 10 fev. 2022.

OLIVEIRA, J. L.; SOUZA, R.; GEYER, C. F. R.; COSTA, C. A.; BARBOSA, J. L. V.; PERNAS, A.; YAMIN, A. C. A Middleware Architecture for Dynamic Adaptation in Ubiquitous Computing. **Journal of Universal Computer Science**, [S.l.], v. 20, n. 9, p. 1327-1351, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3217/jucs-020-09-1327>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ORJI, R.; VASSILEVA, J.; MANDRYK, R.L. LunchTime: A slow-casual game for long-term dietary behavior change. **Personal and Ubiquitous Computing**, [S.l.], v. 17, n. 6, p. 1211-1221, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00779-012-0590-6>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ORWAT, C.; RASHID, A.; HOLTMANN, C.; WOLK, M.; SCHEERMESSER, M.; KOSOW, H.; GRAEFE, A. Adopting pervasive computing for routine use in healthcare. **IEEE Pervasive Computing**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 64-71, April-June 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MPRV.2010.25>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SIRIN, E.; PARSIA, B. Pellet: An OWL DL reasoner. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON DESCRIPTION LOGICS, DL2004, Whistler, British Columbia, Canada. *Proceedings...* [S.l.]: CEUR-WS.org, 2004. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-104/30Sirin-Parsia.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PARTRIDGE, H.; SHABAN, C.; WEISS, M. Innovating structured education for people with type 1 diabetes: www.Bertieonline.org.UK. **Journal of Diabetes Nursing**, [S.l.], v. 21, n. 7, p. 255-258, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323521973_Innovating_structured_education_for_people_with_type_1_diabetes_WwwBertieonlineorgUK. Acesso em: 9 fev. 2022.

PATERIA, S.; SUBAGDJA, B.; TAN, AH-HWEE; QUEK, C. Hierarchical Reinforcement Learning: A Comprehensive Survey. **ACM Computing Surveys**, [S.l.], v. 54, n. 5, p. 1-35, June 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3453160>. Acesso em: 9 fev. 2022.

PESARE, E.; ROSELLI, T.; CORRIERO, N.; ROSSANO, V. Game-based learning and Gamification to promote engagement and motivation in medical learning contexts. **Smart Learning Environments**, [S.l.], v. 3, n. 5, April 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0028-0>. Acesso em: 9 fev. 2022.

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic mapping studies in software engineering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 12., 2008, Italy. *Proceedings...* Swindon: BCS Learning & Development Ltd., 2008. p. 68-77. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2227115.2227123>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, [S.l.], v. 64, n. C, p. 1-18, 1 Aug. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>. Acesso em: 9 fev. 2022.

PETRY, M. M.; BARBOSA, J. L. V.; RIGO, S. J.; DIAS, L. P. S.; BUTTENBENDER, P. C. Toward a ubiquitous model to assist the treatment of people with depression. **Universal Access in the Information Society**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 841-854, Oct. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00697-4>. Acesso em: 9 fev. 2022.

PINTO, H. S.; STAAB, S.; TEMPICH, C. DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for distributed, loosely-controlled and evolving engineering of ontologies. In: European Conference on Artificial Intelligence, ECAI'04, 16., Valencia, Spain. *Proceedings...* NLD: IOS Press, 2004, p. 393-397. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3000001.3000084>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PITTOLI, F.; VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V.; BUTZEN, E.; GAEDKE, M. A.; da COSTA, J. S. D.; dos SANTOS, R. B. S. An intelligent system for prognosis of noncommunicable diseases' risk factors. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 35, n. 5, p.

1222-1236, Feb. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.02.005>. Acesso em: 9 fev. 2022.

PRADITSANGTHONG, R.; BHATTARAKOSOL, P. M-Learning System: A mobile learning for asthma. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING/ELECTRONICS, COMPUTER, TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY, ECTI-CON, 12., 2015, Hua Hin, Thailand. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2015, p. 1-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ECTICon.2015.7207115>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PU, Y. H.; WU, T. T.; CHIU, P. S.; HUANG, Y. M. The design and implementation of authentic learning with mobile technology in vocational nursing practice course. **British Journal of Educational Technology**, [S.l.], v. 47, n. 3, p. 494-509, May 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/bjet.12443>. Acesso em: 9 fev. 2022.

PULMAN, A.; HILL, J.; TAYLOR, J.; GALVIN, K.; MASDING, M. G. Innovative mobile technology alcohol education for young people with type 1 diabetes. **Practical Diabetes**, [S.l.], v. 30, n. 9, p. 376-379a, July 2013. DOI 10.1002/pdi.1814. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pdi.1814>. Acesso em: 9 fev. 2022.

QUINDE, M.; KHAN, N.; AUGUSTO, J. C. Personalisation of Context-Aware Solutions Supporting Asthma Management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS HELPING PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS, ICCHP 2018, Linz, Austria. *Proceedings....* [S.l.]: Springer, Cham, 2018, p. 510-519. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_75. Acesso em: 13 fev. 2022.

QUINDE, M.; AUGUSTO, J. C.; KHAN, N.; VAN WYK, A. ADAPT: Approach to Develop context-Aware solutions for Personalised asthma management. **J Biomed Inform**, [S.l.], v. 111, p. 103586, Nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103586>. Acesso em: 9 fev. 2022.

RIAÑO, D.; REAL, F.; LÓPEZ-VALLVERDÚ, J. A.; CAMPANA, F.; ERCOLANI, S.; MECOCCI, P.; ANNICCHIARICO, R.; CALTAGIRONE, C. An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients. **J. Biomed. Inform**, [S.l.], v. 45, n. 3, p. 429-446, June 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2011.12.008>. Acesso em: 9 fev. 2022.

REZGUI, Y. Text-based domain ontology building using Tf-Idf and metric clusters techniques. **The Knowledge Engineering Review**, [S.l.], v. 22, n. 4, p. 379-403, 1 Dec. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0269888907001130>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ROSA, J. H.; BARBOSA, J. L. V.; KICH, M.; BRITO, L. A Multi-Temporal Context-aware System for Competence Management. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l.], v. 25, n. 4, p. 455-492, June 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0047-y>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ROSA, J. H.; BARBOSA, J. L. V.; BARCELOS, G. O. ORACON: An Adaptive Model For Context Prediction. **Expert Systems with Applications**, [S.l.], v. 45, p. 56-70, 1 March 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.09.016>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SACCOL, A. I. C. Z.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. L.V. **M-learning e U-learning: Novas Perspectivas da Aprendizagem Móvel e Ubíqua** [New Perspectives of Mobile and Ubiquitous Learning], 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 162, 2010.

SAAD, S.; AL-SAGER, M. O.; AL-MÁADEED, N.; AIJA'AM, J. M. Play, Learn and Eat Healthy Food: A Mobile Game for Children to Fight Obesity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND APPLICATIONS, ICCA, 2018, Beirut, Lebanon. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2018, p. 369-376. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/comapp.2018.8460418>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SABO, R.; ROBINS, J.; LUTZ, S.; KASHIRI, P.; DAY, T.; WEBEL, B.; KRIST, A. Diabetes Engagement and Activation Platform for Implementation and Effectiveness of Automated Virtual Type 2 Diabetes Self-Management Education: Randomized Controlled Trial. **JMIR diabetes**, [S.l.], v. 6, n. 1, e26621, 29 March 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/26621>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SATYANARAYANAN, M. Pervasive Computing: Vision and Challenges. **IEEE Personal Communications**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 10-17, Aug. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/98.943998>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SATYANARAYANAN, M. Mobile computing: the next decade. In: ACM WORKSHOP ON MOBILE CLOUD COMPUTING & SERVICES: SOCIAL NETWORKS AND BEYOND, MCS'10, 1., 2010, San Francisco, California. *Proceedings...* New York: ACM, 2010, p. 1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1810931.1810936>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Prevenção é fundamental para diminuir mortes por doenças cardiovasculares, inclusive em mulheres**. 2021. Disponível em: <<https://www.portal.cardiol.br/post/preven%C3%A7%C3%A3o-%C3%A9-fundamental-para-diminuir-mortes-por-doen%C3%A7as-cardiovasculares-inclusive-em-mulheres>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Departamento de Hipertensão Arterial. **Consensos e Diretrizes**. 2022. Disponível em: <<http://departamentos.cardiol.br/dha/consenso3/capitulo1.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SBD. Sociedade Brasileira de Diabetes. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2019-2020)**. Org. José Egídio Paulo de Oliveira, Renan Magalhães Montenegro Júnior, Sérgio Vencio, São Paulo: Clannad, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338111816_Diretrizes_da_Sociedade_Brasileira_de_Diabetes_2019-2020. Acesso em: 11 fev. 2022.

SBD. Sociedade Brasileira de Diabetes. **Diabetes**. 2022. Disponível em: <<https://diabetes.org.br/#diabetes>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

SCHRIML, L. M.; MITRAKA, E.; MUNRO, J.; et al. Human Disease Ontology 2018 Update: classification, content and workflow expansion. **Nucleic Acids Research**, [S.l.], v. 47, n. D1, p. D955-D962, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/nar/gky1032>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SEYS, S. F. et al. mySinusitisCoach: patient empowerment in chronic rhinosinusitis using mobile technology. **Rhinology**, [S.l.], v. 56, n. 3, p. 209-215, 1 Sep. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4193/Rhin17.253>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SILVA, J. M.; ROSA, J. H.; BARBOSA, J. L. V.; BARBOSA, D. N. F.; PALAZZO, L. A. M. Content distribution in trail-aware environments. **Journal of the Brazilian Computer Society**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 163-176, Sep. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13173-010-0015-1>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SIROTININ, S. V.; GEORGE, C. J. Computer-aided learning in insulin pump training. **J Diabetes Sci Technol**, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 1022-1026, 1 Jul. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/193229681000400436>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SKILLEN, K. L.; CHEN, L.; NUGENT, C. D.; DONNELLY, M. P.; BURNS, W.; SOLHEIM, I. Ontological user profile modeling for context-aware application personalization. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS COMPUTING AND AMBIENT INTELLIGENCE, UCAMl'12, 6., *Proceedings...* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012, p. 261-268. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35377-2_36. Acesso em: 10 fev. 2022.

SMITH, M.; WELTY, C.; MCGUINNESS, D. OWL Web Ontology Language Guide. **W3.ORG**. 10 fev. 2004. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl-guide>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SMYLIE, J.; O'BRIEN, K.; XAVIER, C. G.; et al. Primary care intervention to address cardiovascular disease medication health literacy among Indigenous peoples: Canadian results of a pre-post-design study. **Can J Public Health**, [S.l.], v. 109, n. 1, p. 117-127, Feb. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17269/s41997-018-0034-9>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SONG, T.-M.; RYU, S.; LEE, S. H. U-Health service for managing chronic disease: a case study on managing metabolic syndrome in a health center in south korea. **Health Inform Res**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 260-266, 31 Dec. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4258/hir.2011.17.4.260>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SOMODEVILLA, M. J.; MENA, I.; PINEDA, I. H.; PÉREZ de CELIS, C. Discovering semantic relationships between NCD and lifestyle patterns using ontologies. **Research in Computing Science**, [S.l.], v. 99, n. 1, p. 19-28, Dec. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.13053/rcs-99-1-2>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SPOLADORE, D. Ontology-based decision support systems for health data management to support collaboration in ambient assisted living and work reintegration. In: Camarinha-Matos L., Afsarmanesh H., Fornasiero R. (eds), **Collaboration in a Data-Rich World**. PRO-VE 2017. IFIP Advances in Information and Communication Technology. [S.l.]: Springer, Cham, 2017, p. 341-352. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-65151-4_32. Acesso em: 10 fev. 2022.

SPOLADORE, D.; SACCO, M. Semantic and dweller-based decision support system for the reconfiguration of domestic environments: RecAAL. **Electronics**, [S.l.], v. 7, n. 9, 7 Sep. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/electronics7090179>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SPOLADORE, D.; MONDELLINI, M.; SACCO, M.; TROMBETTA, A. An ontology-based framework for a Less Invasive Domestic Management System (LIDoMS). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ENVIRONMENTS, IE, 16., 2020, Madrid, Spain. *Proceedings...* Piscataway, NJ: IEEE, 2020, p. 29-35. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/IE49459.2020.9155023>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SPOLADORE, D.; MAHROO, A.; TROMBETTA, A.; SACCO, M. DOMUS: a domestic ontology managed ubiquitous system. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, [S.l.], 31 March 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03138-4>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SUBRAMANIASWAMY, V.; MANOGARAN, G.; LOGESH, R.; VIJAYAKUMAR, V.; CHILAMKURTI, N.; MALATHI, D.; SENTHILSELVAN, N. An ontology-driven personalized food recommendation in IoT-based healthcare system. **The Journal of Supercomputing**, [S.l.], v. 75, p. 3184-3216, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11227-018-2331-8>. Acesso em: 9 fev. 2022.

STEINER, B.; SAALFELD, B.; ELGERT, L.; HAUX, R.; WOLF, K. H. OnTARi: an ontology for factors influencing therapy adherence to rehabilitation. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, [S.l.], v. 21, p. 153, 11 May 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01512-y>. Acesso em: 9 fev. 2022.

STOKES, T. H.; POOLE, E. S.; BONAFIDE, C. P.; LABRIQUE, A. B.; WILLIG, J. H.; CHENG, C.; WANG, M. D. Chronic Care Continuum (C3): Mobile-ready life skills training for adolescents with chronic diseases. In: ACM WORKSHOP ON MOBILE SYSTEMS, APPLICATIONS, AND SERVICES FOR HEALTHCARE, 2011, Seattle, Washington. *Proceedings...* New York: ACM, 2011, p. 1-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2064942.2064954>. Acesso em: 10 fev. 2022.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. Knowledge engineering: principles and methods. **Data & Knowledge Engineering**, [S.l.], v. 25, n. 1-2, p. 161-197, March 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0169-023X\(97\)00056-6](https://doi.org/10.1016/S0169-023X(97)00056-6). Acesso em: 9 fev. 2022.

SUÁREZ-FIGUEROA, M. C. NeOn methodology for building ontology networks: specification, scheduling and reuse. 2010. 268 p. Thesis (Doctoral) - Departamento de Inteligência Artificial, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2010. Disponível em: <http://oa.upm.es/3879/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SUBIRATS, L.; CECCARONI, L. An ontology for computer-based decision support in rehabilitation. In: MEXICAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE - VOLUME PART I, MICAI'11, 10., 2011, Puebla, Mexico. *Proceedings...* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, p. 549-559. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-25324-9_47. Acesso em: 10 fev. 2022.

SULTAN, S.; MOHAN, P. Facilitating informal learning in a mobile application for a group of type 2 diabetics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, 11., 2011, Athens, GA. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2001, p. 272-273. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2011.85>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SULTAN, S.; MOHAN, P. Self-regulated learning in a mobile health initiative for diabetic patients. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING

TECHNOLOGIES, 12., 2012, Roma, Italy. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2012, p. 706-707. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICALT.2012.202>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SURE, Y.; ERDMANN, M.; ANGELE, J.; STAAB, S.; STUDER, R.; WENKE, D. OntoEdit: Collaborative Ontology Engineering for the Semantic Web. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, ISWC'02, 1., Sardinia, Italy. *Proceedings...* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2002, p. 221-235. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/646996.711413>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SURE Y.; STAAB S.; STUDER R. On-To-Knowledge Methodology (OTKM). In: Staab S., Studer R. (eds), **Handbook on Ontologies**. International Handbooks on Information Systems. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2004, p. 117-132. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-24750-0_6. Acesso em: 10 fev. 2022.

TAM. **Standardized Technical Architecture Modeling**: Conceptual and Design Level. March 2007. Disponível em: http://www.fmc-modeling.org/download/fmc-and-tam/SAP-TAM_Standard.pdf. Acesso em: 13 fev. 2022.

TANI, S.; NARAZAKI, H.; INADA, H.; TODO, T.; IWATA, M.; NAKAO, T.; SHIGEHATAKE, Y.; SAKAMOTO, Y.; MIYASHITA, F.; YOKOTA, C.; MINEMATSU, K.; NAKAZAWA, K. An online support system for stroke education—Focusing on use of the system by schoolteachers in junior high schools. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MEDICAL INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY, ISMICT, 7., 2013, Tokyo, Japan. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2012, p. 242-246. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ISMICT.2013.6521737>. Acesso em: 10 fev. 2022.

TAVARES, J.; BARBOSA, J.; CARDOSO, I.; COSTA, C.; YAMIN, A.; REAL, R. Hefestos: An intelligent system applied to ubiquitous accessibility. **Universal Access in the Information Society**, [S.l.], v. 15, n. 4, p. 589-607, Nov. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0423-2>. Acesso em: 9 fev. 2022.

THOMAS, S. Pervasive, persuasive elearning: modeling the pervasive learning space. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS, 3., 2005, Kauai, HI, *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2005, p. 332-336. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2005.63>. Acesso em: 10 fev. 2022.

TSARKOV, D.; HORROCKS, I. FaCT++ description logic reasoner: System description. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON AUTOMATED REASONING, IJCAR'06, 3., 2006, Seattle, WA. *Proceedings...* Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 292-297. Disponível em: https://doi.org/10.1007/11814771_26. Acesso em: 10 fev. 2022.

TUDORACHE, T.; NYULAS, C. I.; NOY, N. F.; MUSEN, M. A. Using Semantic Web in ICD-11: Three Years Down the Road. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB, THE SEMANTIC WEB – ISWC 2013, ISWC 2013, Sydney, NSW, Australia. *Proceedings...* Berlin: Springer-Heidelberg, p. 195-211. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-41338-4_13.

USCHOLD, M.; KING, M. Towards a Methodology for Building Ontologies. In: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING, IJCAI-95, 1995, Montreal, Canada. *Proceedings...* [S. l.: s. n.], 1995, p. 6.1-6.10. Disponível em:

<http://www.aiai.ed.ac.uk/publications/documents/1995/95-ont-ijcai95-ont-method.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods and applications. **The Knowledge Engineering Review**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 93-136, June 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0269888900007797>. Acesso em: 9 fev. 2022.

UNITED NATIONS. Sustainable development goals. **The Sustainable Development Agenda**. 2022. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

VAN HEIJST, G.; VAN DER SPEK, R.; KRUIZINGA, E. Corporate memories as a tool for knowledge management. **Expert Systems with Applications**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 41-54, July 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(97\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(97)00021-3). Acesso em: 10 fev. 2022.

VAN REES, R. Clarity in the Usage of Terms Ontology, Taxonomy and Classification. In: CIB W78 CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION, 20., 2003, Waiheke Island, Auckland, New Zealand. *Proceedings...* Auckland: [S.n.], 2003. Disponível em: <https://www.cs.auckland.ac.nz/research/conferences/w78/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V. A Model for Ubiquitous Care of Noncommunicable Diseases. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, [S.l.], v. 18, n. 5, p. 1597-1606, Sep. 2014. Disponível em: <http://doi.org/10.1109/JBHI.2013.2292860>. Acesso em: 9 fev. 2022.

VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V.; PITTOLI, F. In the Pursuit of Hygge Software. **IEEE Software**, [S.l.], v. 34, n. 6, p. 48-52, Nov.-Dec. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MS.2017.4121208>. Acesso em: 9 fev. 2022.

VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V.; GLUZ, J. C.; dos SANTOS, R. B. S. Design of an ontology for detecting the social influence on non-communicable diseases risk factors. **International Journal of Metadata Semantics and Ontologies**, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 120-130, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJMSO.2018.098388>. Acesso em: 9 fev. 2022.

VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V. A scalable model for building context-aware applications for noncommunicable diseases prevention. **Information Processing Letters**, [S.l.], v. 148, p. 1-6, Aug. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ipl.2019.03.010>. Acesso em: 9 fev. 2022.

VORDERSTRASSE, A. A.; MELKUS, G.; PAN, W.; LEWINSKI, A. A.; JOHNSON, C.M. Diabetes LIVE (learning in virtual environments): Testing the efficacy of self-management training and support in virtual environments (RCT protocol). **Nurs Res**, [S.l.], v. 64, n. 6, p. 485-493, Nov.-Dec. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/NNR.000000000000128>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WAGNER, A.; BARBOSA, J. L. V.; BARBOSA, D. N. F. A model for profile management applied to ubiquitous learning environments. **Expert Systems with Applications**, [S.l.], v.

41, n. 4, p. 2023-2034, March 2014. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.098>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WANG, Z.; HUANG, H.; CUI, L.; CHEN, J.; AN J.; DUAN, H.; GE, H.; DENG, N. Using Natural Language Processing Techniques to Provide Personalized Educational Materials for Chronic Disease Patients in China: Development and Assessment of a Knowledge-Based Health Recommender System. **JMIR Med Inform**, [S.l.], v. 8, n. 4, e17642, 23 April 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/17642>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, [S.l.], v. 265, n. 3, p. 94-104, Sep. 1991. Disponível em: <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WEAL, J. M.; MICHAELIDES, D. T.; PAGE, K.; DE ROURE, D. C.; MONGER, E.; GOBBI, M. Semantic annotation of ubiquitous learning environments. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 143-156, April-June 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TLT.2011.37>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WHO. **Preventing chronic diseases: a vital investment: WHO global report**. 2005. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43314>>. Acesso em: 11 de fev. 2022.

WHO. **Global Action Plan for the Prevention and Control of noncommunicable diseases 2013-2020**. 2013. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/94384>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **Highlights from the WHO Global Conference on NCDs: Enhancing policy coherence to prevent and control noncommunicable diseases**. 2017. Disponível em: <<https://www.who.int/conferences/global-ncd-conference/montevideo-report.pdf?ua=1>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **World Health Statistics 2018: Monitoring Health for The SDGs, sustainable development goals**. 2018a. Disponível em: <<https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/6-june-18108-world-health-statistics-2018.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **Noncommunicable Diseases Country Profiles 2018**. 2018b. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/274512>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **Global status report on alcohol and health 2018**. 2018c. Disponível em: <https://www.who.int/substance_abuse/publications/global_alcohol_report/en/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **The top 10 causes of death**. 9 dez. 2020. Disponível em: <<https://who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

WHO. **Who Report On The Global Tobacco Epidemic 2021: addressing new and emerging products**. 17 jul. 2021a. Disponível em: <<https://www.who.int/teams/health-promotion/tobacco-control/global-tobacco-report-2021>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **World Health Statistics 2021: Monitoring Health for the SDGs, sustainable development goals**. 2021b. Disponível em:

<<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/342703/9789240027053-eng.pdf>>. Acesso em 11 fev. 2022.

WHO. **Noncommunicable diseases**. 13 abril 2021c. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>> Acesso em: 11 fev. 2022.

WHO. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. 2022a. Disponível em: <<https://covid19.who.int/>>. Acesso em 11 fev. 2022.

WHO. **The Global Health Observatory**. Explore a world of health data. 2022b. Disponível em: <<http://who.int./data/gho/data/themes/noncommunicable-diseases/GHO/noncommunicable-diseases>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

WIEDMANN, T.; BARBOSA, J. L. V.; RIGO, S. J.; BARBOSA, D. N. F. RecSim: A Model for Learning Objects Recommendation using Similarity of Sessions. **Journal of Universal Computer Science**, [S.l.], v. 22, n. 8, p. 1175–1200, 1 Aug. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3217/jucs-022-08-1175>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WINTERLICH, A.; STEVENSON, I.; WALDREN, A.; DAWSON, T. Diabetes digital coach: Developing an infrastructure for e-health self-management tools. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEVELOPMENTS IN ESYSTEMS ENGINEERING, DeSE, 9., 2016, Liverpool, UK. *Proceedings...* [S.l.]: IEEE, 2016, p. 68-73. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/DeSE.2016.56>. Acesso em: 10 fev. 2022.

WIKIPEDIA. A enciclopédia livre. **Hígia**. 2022. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hígia>> Acesso em: 24 fev.2022.

WONGGOM, P.; DU, H.; RA, C. Evaluation of the effectiveness of an interactive avatar-based education application for improving heart failure patients' knowledge and self-care behaviours: A pragmatic randomized controlled trial protocol. **J Adv Nurs**, [S.l.], v. 74, n. 11, p. 2667-2676, Nov. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jan.13768>. Acesso em: 10 fev. 2022.

WOODS, L.; DUFF, J.; ROEHRER, E.; WALKER, K.; CUMMINGS, E. Design of a Consumer Mobile Health App for Heart Failure: Findings From the Nurse-Led Co-Design of Care4myHeart. **JMIR Nursing**, [S.l.], v. 2, n. 1, e14633, 6 May 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/14633>. Acesso em: 9 fev. 2022.

WU, P. H.; HWANG, G. J.; SU, L. H.; HUANG, Y. M. A context-aware mobile learning system for supporting cognitive apprenticeships in nursing skills training. **Educational Technology & Society**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 223-236, Jan. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228458635_A_Context-Aware_Mobile_Learning_System_for_Supporting_Cognitive_Apprenticeships_in_Nursing_Skills_Training. Acesso em: 9 fev. 2022.

YAHYA, S.; AHMAD, E. A.; JALIL, K. A.; MARA, U. T. The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion. **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 117-127, Jan. 2010. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/188069/>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ZHANG, H.; GUO, Y.; LI, Q.; GEORGE, T. J.; SHENKMAN, E.; MODAVE, F.; BIAN, J. An ontology-guided semantic data integration framework to support integrative data analysis of cancer survival. **BMC Med Inform Decis Mak**, [S.l.], v. 18(Supplement 2), n. 41, 23 Jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12911-018-0636-4>. Acesso em: 9 fev. 2022.

ANEXO – ARTIGOS PUBLICADOS

LARENTIS, A. V.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Applied Computing to Education on Noncommunicable Chronic Diseases: A Systematic Mapping Study. **Telemedicine and e-Health**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 147-163, Feb. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0282>. Acesso em: 9 fev. 2022.

LARENTIS, A. V.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Um Modelo para Assistência Educacional Ubíqua orientado a Doenças Crônicas Não Transmissíveis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 30., 2019, Brasília. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2019a. p. 439-448.

LARENTIS, A. V.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Computação Aplicada na Assistência Educacional em Doenças Crônicas Não Transmissíveis: um Mapeamento Sistemático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 30., 2019, Brasília. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2019b. p. 1471-1480.

LARENTIS, A. V.; NETO, E. G. d. A.; BARBOSA, J. L. V.; BARBOSA, D. N. F.; LEITHARDT, V. R. Q.; CORREIA, S. D. Ontology-Based Reasoning for Educational Assistance in Noncommunicable Chronic Diseases. **Computers**, [S.l.], v. 10, n. 10, 12 Oct. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/computers10100128>. Acesso em: 9 fev. 2022.

Artigos Publicados em Parcerias

KNOB, P. A.; LARENTIS, A. L.; BARBOSA, D. N. F.; da SILVA, C. R.; BARBOSA, J. L. V. Mobile Applications in the Care of Children and Teenagers in Oncological Treatment. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB, WebMedia, 25., 2019, Rio de Janeiro. *Anais...* Porto Alegre: SBC, 2019, p. 125-132.