



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

TIMÓTEO GOMES DA SILVA

**UMA ONTOLOGIA COMO SUPORTE PARA ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS
NÃO FUNCIONAIS DE SISTEMAS AAL (*AMBIENT ASSISTED LIVING*)
CONSIDERANDO ASPECTOS DE *COMPLIANCE***

Recife

2023

TIMÓTEO GOMES DA SILVA

**UMA ONTOLOGIA COMO SUPORTE PARA ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS
NÃO FUNCIONAIS DE SISTEMAS AAL (*AMBIENT ASSISTED LIVING*)
CONSIDERANDO ASPECTOS DE *COMPLIANCE***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Eletrônica.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Aêda Monalliza Cunha de Sousa.

Recife

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecário Carlos Moura, CRB-4/1502

S586o Silva, Timóteo Gomes da.

Uma ontologia como suporte para especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL (Ambient Assisted Living) considerando aspectos de compliance. / Timóteo Gomes da Silva. – 2023. 264 f.: il.

Orientadora: Prof^a Dr^a Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.
Coorientadora: Prof^a Dr^a Aêda Monalliza Cunha de Sousa. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, 2023. Inclui referências e apêndices.

1. Eletrônica. 2. Ontologia. 3. Sistemas AAL. 4. Especificação de requisito. 5. Compliance. I. Alencar, Fernanda Maria Ribeiro de (orientadora). II. Sousa, Aêda Monalliza Cunha de (coorientadora). III. Título.

621.381 CDD (22. Ed.)

UFPE
BCTG/2023-100

TIMÓTEO GOMES DA SILVA

**UMA ONTOLOGIA COMO SUPORTE PARA ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS
NÃO FUNCIONAIS DE SISTEMAS AAL (*AMBIENT ASSISTED LIVING*)
CONSIDERANDO ASPECTOS DE *COMPLIANCE***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências,
como requisito para a obtenção do título de Doutor
em Engenharia Elétrica. Área de concentração:
Eletrônica.

Aprovado em: 07/ 03/ 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Johnny Cardoso Marques (Examinador Externo)
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Prof^a. Dr^a. Marcia Jacyntha Nunes Rodrigues Lucena (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Prof. Dr. José Maria Parente de Oliveira (Examinador Externo)
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Prof^a. Dr^a. Graciela Dora Susana Hadad (Examinadora Externa)
Universidad Nacional del Oeste

Dedico este trabalho primeiramente ao meu Deus (Yahweh), e em segundo a minha esposa Talita Melo, ao meu filhinho Pedro Miguel e ao bebê (Rebeca Vitória), que ainda está na barriga da mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo privilégio e dádiva de ter vindo ao mundo e poder conhecer e desfrutar do Seu amor, tendo sido alcançado pelo evangelho do Senhor Jesus Cristo. A Ele tributo este desenvolvimento de tese e a sabedoria por Ele concedida para que fosse possível chegar até aqui.

A minha esposa querida, Talita Melo, externo aqui a minha gratidão, pois muitos foram os momentos em que pensávamos que não iríamos conseguir chegar ao final, mas você, com palavras encorajadoras, sempre nos estimulava a prosseguir, independente das dificuldades. Muito obrigado meu amor, por tudo que você tem sido em minha vida. EU TE AMO!

Ao meu filhinho Pedro, papai lhe agradece e lhe pede desculpas por todos os momentos nos quais não foi possível dar-lhe a devida atenção, pois estávamos nos dedicando a este projeto de doutorado. Eu te amo meu filho, e todo o esforço aqui empreendido têm como um dos objetivos, lhe proporcionar algo melhor. Também a minha gratidão, ainda que na barriga, a minha filha Rebeca, pois ela veio em um momento crucial, no finalzinho do doutorado, trazendo alegria para toda família.

Agradeço aos meus pais, Miquéas e Josilane, por todo o empenho e dedicação que sempre tiveram conosco, os filhos, sempre buscando nos conduzir e orientar em todos os aspectos da vida, inclusive, o acadêmico. Agradeço a Deus pela vida dos senhores.

Aos meus irmãos, Tiago, Táris e Talita, que sempre estiveram ao nosso lado, nos estimulando e dando força para que pudéssemos alcançar os objetivos traçados.

Agradeço aos colegas do GRENCI por todo apoio e estímulo a mim concedidos ao longo desses anos.

A professora Fernanda Alencar, uma orientadora sine qua non. Muito obrigado mesmo, por acreditar em mim, pela oportunidade de ter sido orientando da senhora, pelos conselhos, pelas orientações, pelo compartilhamento de conhecimento, e acima de tudo, por toda compreensão e esmero que lhe são peculiares.

Também agradeço a minha co-orientadora, a professora Aêda Sousa, por toda ajuda e compartilhamento de conhecimento.

Agradeço ainda aos professores Dr. José Maria Parente de Oliveira (ITA), Dr^a. Graciela Hadad (Universidad Nacional del Oeste), Dr. Johnny Marques (ITA) e Dr^a.

Marcia Jacyntha Nunes Rodrigues Lucena (UFRN), que aceitaram o convite para fazerem parte da banca de avaliação deste trabalho.

RESUMO

O envelhecimento da população mundial e a necessidade de assistência a esse público introduz novos desafios científicos que precisam ser abordados. Nesse contexto, o ambiente de vida assistida (do inglês, *Ambient Assisted Living-AAL*) se constitui em uma nova abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgem para atender às demandas desse público. Dentre os desafios de desenvolvimento de sistemas AAL estão o atendimento às restrições éticas, legais (*compliance*), sociais, médicas e técnicas, que devem ser reunidas e consolidadas em uma especificação de requisitos. A especificação de requisitos é fundamental para que o sistema funcione de acordo com as necessidades dos *stakeholders* e atenda as restrições às quais se encontre submetido. Esses desafios e a necessidade de formalização da especificação de requisitos para tais sistemas, tem levado a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens para o desenvolvimento e verificação de sistemas AAL. Para tal, existe a integração de diferentes áreas do conhecimento, tais como ontologia, engenharia de requisitos e *compliance*. Nesse contexto, esta tese visa, a partir dos padrões abertos da *Web Semântica*, utilizando a Lógica de Descrição e a linguagem *Web Ontology Language*, definir uma abordagem ontológica para auxiliar na especificação de requisitos (focando nos requisitos não funcionais, éticos e os associados a *compliance*) em sistemas AAL. Com isso, é apresentada uma ontologia *core* (Onto4CAAL) para suporte à especificação de requisitos em sistemas AAL, onde nela estão integrados os elementos que fazem parte desse tipo de sistema. O método de pesquisa utilizado foi um MSL e um *survey* com especialistas (academia e indústria) do domínio. Com o uso da ontologia de referência, foi possível desenvolver uma ontologia de domínio (Onto4Elev) para Plataformas de Elevação Vertical, onde validou-se com a indústria em relação aos elementos que a constituem. Posteriormente, construiu-se um cenário para simulação da Onto4Elev, extraindo os requisitos utilizados e as legislações envolvidas nesse tipo de sistema AAL. Como contribuições desta tese, pontua-se o uso de ontologias logicamente formalizadas para a representação não-ambígua e compartilhada do conhecimento de requisitos em sistemas AAL, sendo possível padronizar o entendimento dos termos associados a esse tipo de sistema, as legislações envolvidas e permitindo verificar as relações entre os elementos, auxiliando o projetista na tomada de decisões.

Palavras-chave: ontologia; sistemas AAL; especificação de requisito; *compliance*.

ABSTRACT

The aging of the world's population and the need for assistance to this public introduce new scientific challenges that need to be addressed. In this context, the Ambient Assisted Living (AAL) constitutes a new approach, based on technological solutions, which arise to meet the demands of this public. Among the challenges of developing AAL systems are meeting ethical, legal (compliance), social, medical and technical constraints, which must be gathered and consolidated in a specification of requirements. The specification of requirements is fundamental for the system to work according to the needs of the stakeholders and meet the restrictions to which it is submitted. These challenges and the need to formalize the requirements specification for such systems, has led the academic community to explore and establish new approaches for the development and verification of AAL systems. For this, there is the integration of different areas of knowledge, such as ontology, requirements engineering and compliance. In this context, this thesis aims at, from the open standards of the Semantic Web, using Description Logic and the Web Ontology Language, to define an ontological approach to assist in the specification of requirements (focusing on non-functional, ethical requirements and those associated with compliance) in AAL systems. With this, a core ontology (Onto4CAAL) is presented to support the specification of requirements in AAL systems, where the elements that are part of this type of system are integrated. The research method used was an MSL and a survey with experts (academy and industry) in the domain. With the use of the reference ontology, it was possible to develop a domain ontology (Onto4Elev) for Vertical Elevation Platforms, where it was validated with the industry in relation to the elements that constitute it. Subsequently, a scenario was built for the simulation of Onto4Elev, extracting the requirements used and the legislation involved in this type of AAL system. As contributions of this thesis, the use of logically formalized ontologies for the unambiguous and shared representation of the knowledge of requirements in AAL systems is highlighted, making it possible to standardize the understanding of the terms associated with this type of system, the legislation involved and allowing to verify the relationships between the elements, helping the designer in making decisions.

Keywords: ontology; AAL systems; requirement specification; compliance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de Engenharia de Requisitos.	31
Figura 2 – Esquema de classificação para o domínio de AAL.	45
Figura 3 – Arquitetura da <i>Web Semântica</i>	52
Figura 4 – Classificação das ontologias baseada no escopo do domínio.	56
Figura 5 – Ciclo de vida de desenvolvimento de ontologia através da Methontology.	59
Figura 6 – Fragmentos da UFO-A.	70
Figura 7 – Fragmentos da UFO-B.	71
Figura 8 – Fragmentos da UFO-C.	72
Figura 9 – Padrões Role Pattern (a), Phase Partition Pattern (b) e RoleMixin Pattern (c) da UFO.	73
Figura 10 – Processo contendo as etapas do mapeamento sistemático.	77
Figura 11 – Etapas para seleção dos trabalhos.	84
Figura 12 – Resultado da Q3 (<i>compliance</i> em sistemas AAL).	91
Figura 13 – Resultado da Q4 (taxonomia para sistemas AAL).	92
Figura 14 – Etapas do <i>survey</i>	94
Figura 15 – Quantidade e localização geográfica dos entrevistados (questionário em português).	97
Figura 16 – Quantidade e localização geográfica dos entrevistados (questionário em inglês).	97
Figura 17 – Características e Identificação dos Entrevistados.	99
Figura 18 – Completude dos tipos de sistemas AAL, dos tipos de agentes, dos tipos de ambientes e dos tipos de dispositivos.	102
Figura 19 – Tipos de sistemas AAL abordados/desenvolvidos pelos entrevistados.	105
Figura 20 – Tratamento de <i>compliance</i> em projetos de sistemas AAL.	106
Figura 21 – Tipos de legislação/documentação que são consideradas em projetos de sistemas AAL.	106
Figura 22 – <i>Compliance</i> em projetos de sistemas AAL.	108
Figura 23 – Tratamento de NFR's em projetos de sistemas AAL.	110
Figura 24 – Completude dos NFR's associados a qualidade do produto em sistemas AAL.	111
Figura 25 – NFR's considerados críticos que estão associados a qualidade do produto.	112
Figura 26 – Completude dos NFR's associados a qualidade do uso em sistemas AAL.	113
Figura 27 – NFR's considerados críticos que estão associados a qualidade do uso.	114
Figura 28 – Uso de formulário para definição de NFR's em projetos de sistemas AAL.	115
Figura 29 – Tratamento de requisitos éticos em projetos de sistemas AAL.	116
Figura 30 – Completude dos requisitos éticos em projetos de sistemas AAL.	117
Figura 31 – Requisitos éticos considerados críticos.	118
Figura 32 – Considera importante analisar <i>compliance</i> , NFR e requisitos éticos em projetos de sistemas AAL.	118
Figura 33 – Módulos da Onto4CAAL.	126
Figura 34 – Modelagem UML da Onto4CAAL.	128
Figura 35 – Modelagem da classe Ambiente da Onto4Elev.	144
Figura 36 – Modelagem da Classe ComponentesMecanicos da Onto4Elev.	146
Figura 37 – Modelagem UML da Onto4Elev.	147
Figura 38 – Modelagem da classe DispositivoEletrico da Onto4Elev.	149

Figura 39 – Modelagem da classe Sinalizacao da Onto4Elev.....	151
Figura 40 – Modelagem da classe <i>Stakeholder</i> da Onto4Elev.	152
Figura 41 – Modelagem da classe <i>Compliance</i> da Onto4Elev.....	153
Figura 42 – Modelagem da classe SistemasAAL da Onto4Elev.	156
Figura 43 – Visão geral da abordagem de pesquisa.....	164
Figura 44 – Classes da Ontologia Onto4Elev na ferramenta Protégé.....	168
Figura 45 – Métricas da ontologia Onto4Elev na ferramenta Protégé.....	169
Figura 46 – Tela de demonstração de consistência sintática e coerência da Onto4Elev.	170
Figura 47 – Tela de consulta DL para a classe <i>Stakeholder</i>	170
Figura 48 – Tela de consulta DL para classe <i>Compliance</i>	171
Figura 49 – Tela de Consulta DL para classe Requisito.	171
Figura 50 – Padrões Kind e Subkind.	173
Figura 51 – Padrões RoleMixin e Role.	173
Figura 52 – Padrão <i>Category</i>	174

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de estudos relevantes por ano.	86
Gráfico 2 – Porcentagem dos Subdomínios ALL abordados nas ontologias encontradas na QP1.	87
Gráfico 3 – Porcentagem dos Editores utilizados nas ontologias encontradas na QP1.	87
Gráfico 4 – Percentual das abordagens de ontologias para sistemas AAL.	88
Gráfico 5 – Percentual dos tipos de Ontologias para <i>compliance</i>	89
Gráfico 6 – Porcentagem Domínios que as ontologias para compliance abordam.	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Resumo das escolhas metodológicas.	24
Quadro 2 –	Expressões em $\mathcal{SROIQ}$	63
Quadro 3 –	Construtos Booleanos de Conceitos $\mathcal{SROIQ}$	65
Quadro 4 –	Construtores para restrições de relações $\mathcal{SROIQ}$	65
Quadro 5 –	Sintaxe X Semântica da $\mathcal{SROIQ}$	67
Quadro 6 –	Perfil dos Tipos Universais da UFO.	68
Quadro 7 –	Comparativo entre Revisão Tradicional e Revisão Sistemática.	76
Quadro 8 –	Questões de pesquisa do MSL.....	78
Quadro 9 –	Palavras-chave e sinônimos.	79
Quadro 10 –	String 01	79
Quadro 11 –	String 02	80
Quadro 12 –	String 03	80
Quadro 13 –	String 04	80
Quadro 14 –	String 05	80
Quadro 15 –	Critérios de Qualidade.	85
Quadro 16 –	Axiomas de SistemasALL.....	129
Quadro 17 –	Axiomas de <i>Compliance</i>	132
Quadro 18 –	Axiomas de Requisito	135
Quadro 19 –	Axiomas de Agent	139
Quadro 20 –	Axiomas de Ambiente.....	140
Quadro 21 –	Axiomas de DispositivoEletrico	141
Quadro 22 –	Axiomas de Ambiente da Onto4Elev	144
Quadro 23 –	Axiomas de ComponentesMecanicos da Onto4Elev.....	148
Quadro 24 –	Axiomas de DispositivoEletrico da Onto4Elev.....	149
Quadro 25 –	Axiomas de Sinalizacao da Onto4Elev.....	151
Quadro 26 –	Axiomas de <i>Stakeholder</i> da Onto4Elev.	152
Quadro 27 –	Axiomas de <i>Compliance</i> da Onto4Elev.....	154
Quadro 28 –	Axiomas de Sistemas ALL da Onto4Elev.	156
Quadro 29 –	Requisitos do Estudo de Caso.	166
Quadro 30 –	ABox Instâncias Cenário de domínio do projeto de uma PEV.	175
Quadro 31 –	Inferências ABox 1	176
Quadro 32 –	Inferências ABox 2	177
Quadro 33 –	Inferências Abox3.....	177
Quadro 34 –	Inferências Abox4.....	178
Quadro 35 –	Inferências Abox5.....	179

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo entre as Ontologias.....	158
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAL	Ambient Assisted Living
ALADIN	A technology pLatform for the Assisted living of Dementia elDerly INdividuals
CAST	Center for Aging Services Technologies
DL	Descriptive Logic
ER	Engenharia de Requisitos
GRC	Sistema de Gerenciamento de Governança, Risco e Compliance
K4CARE	Knowledge-Based HomeCare eServices
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
NFR	Non-Functional Requirements
RIF	Rule Interchange Format
OLDES	Older people's e-Services at home
Onto4CAAL	Ontologia de Requisitos para Sistemas AAL
Onto4Elev	Ontologia de Requisitos para Plataforma de Elevação Vertical
OWL	Web Ontology Language
PEV	Plataforma de Elevação Vertical
SPARQL	Semantic Query Language for Databases
SWRL	Semantic Web Rule Language
UFO	Unified Foundational Ontology
UML	Unified Modeling Language
W3C	World Wide Web Consortium
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Caracterização e Justificativa do Problema	19
1.2	Problemática da Pesquisa.....	22
1.3	Objetivos	23
1.4	Procedimentos Metodológicos.....	24
1.4.1	Quanto à Natureza da Pesquisa	24
1.4.2	Quanto aos Procedimentos Técnicos Utilizados na Pesquisa	25
1.4.3	Quanto à Abordagem da Pesquisa	25
1.4.4	Quanto aos Objetivos da Pesquisa.....	26
1.5	Estrutura do Trabalho	26
2	ENGENHARIA DE REQUISITOS, SISTEMAS AAL E COMPLIANCE.....	28
2.1	Engenharia de Requisitos.....	28
2.1.1	Definição e Classificação de Requisitos.....	28
2.1.2	O Processo de Engenharia de Requisitos.....	30
2.1.2.1	<i>Elicitação de Requisitos</i>	<i>32</i>
2.1.2.2	<i>Análise de Requisitos.....</i>	<i>33</i>
2.1.2.3	<i>Documentação de Requisitos.....</i>	<i>34</i>
2.1.2.4	<i>Verificação e Validação dos Requisitos</i>	<i>35</i>
2.1.2.5	<i>Gerenciamento de Requisitos</i>	<i>36</i>
2.1.3	Engenharia de Requisitos para Sistemas AAL.....	37
2.2	Sistemas <i>Ambient Assisted Living</i> (AAL)	39
2.2.1	Conceitualização de <i>Ambient Assisted Living</i> (AAL)	39
2.2.2	O Envelhecimento da População e o Surgimento do <i>Ambient Assisted Living</i> (AAL).....	40
2.2.3	Características dos Sistemas AAL	41
2.2.4	Tipos de Sistemas AAL	43
2.2.5	Aplicações de Sistemas AAL.....	45
2.3	Compliance	46
2.3.1	Conceito de <i>Compliance</i>	46
2.3.2	<i>Compliance</i> e os Requisitos de Sistemas	47
2.4	Síntese do Capítulo	49
3	ONTOLOGIAS E A WEB SEMÂNTICA.....	51
3.1	Web Semântica	51

3.1.1	Arquitetura de Web Semântica.....	52
3.2	Ontologia.....	54
3.2.1	Tipologia das Ontologias	56
3.2.2	Componentes de uma Ontologia	57
3.2.3	Engenharia Ontológica (metodologia de construção)	58
3.2.4	Estratégias para Construção de Ontologias.....	60
3.2.5	Ferramenta para Construção de Ontologias	61
3.3	Lógica de Descrições (DL).....	62
3.3.1	Sintaxe da Lógica de Descrição <i>SRQ</i>	63
3.3.2	Semântica da Lógica de Descrição <i>SRQ</i>	66
3.4	UFO: A Ontologia de Fundamentação Unificada	68
3.4.1	UFO-A: Uma Ontologia para Endurantes	69
3.4.2	UFO-B: Uma Ontologia para Perdurantes.....	70
3.4.3	UFO-C: Uma Ontologia para Entidades Sociais.....	71
3.5	Padrões e Anti-Padrões	72
3.6	Síntese do Capítulo	73
4	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	75
4.1	Introdução	75
4.2	Fase de Planejamento	78
4.2.1	Questões do MSL	78
4.2.2	Estratégia de Busca.....	79
4.2.3	Bases de Busca	80
4.2.4	Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos.....	82
4.3	Etapa de Execução.....	82
4.4	Avaliação de Qualidade.....	84
4.5	Análise dos Artigos Selecionados e Resultados.....	85
4.5.1	Dados Gerais dos Artigos.....	86
4.5.2	Q1 – Quais Ontologias Existentes para Sistemas AAL?	86
4.5.3	Q2 e Q2.1– Quais Ontologias Existentes para <i>Compliance</i> ? Qual Domínio essa Ontologia de <i>Compliance</i> Aborda?.....	89
4.5.4	Q3 –Existe <i>Compliance</i> em Sistemas AAL?	90
4.5.5	Q4 – Quais Taxonomias Existentes para Sistemas AAL?.....	91
4.5.6	Q5 – Quais Ontologias Existentes para <i>Compliance</i> para Sistemas AAL?.....	92
4.6	Síntese do Capítulo	92
5	SURVEY COM ESPECIALISTAS EM SISTEMAS AAL.....	94

5.1	Aspectos Metodológico	94
5.1.1	Etapa I – Planejamento do <i>Survey</i>	95
5.1.2	Etapa II – Desenvolvimento do <i>Survey</i>	95
5.1.3	Etapa III – Análise dos Dados e Síntese dos Resultados.....	98
5.2	Análise e Síntese dos Dados.....	98
5.2.1	Parte 1– Características dos Respondentes	98
5.2.2	Parte II – Características dos Sistemas AAL	100
5.2.3	Parte III – <i>Compliance</i> em Projetos de Sistemas AAL	105
5.2.4	Parte IV – Requisitos Não Funcionais em Projetos de Sistemas AAL	109
5.2.5	Parte V – Requisitos Éticos em Projetos de Sistemas AAL	115
5.3	Ameaças à Validade	119
5.3.1	Validade Interna	119
5.3.2	Validade Externa	119
5.3.3	Validade de Construção	120
5.3.4	Validade de Conclusão	121
5.4	Síntese do Capítulo	121
6	ONTOLOGIA DE REQUISITOS PARA SISTEMAS AAL	122
6.1	Construção da Ontologia.....	122
6.1.1	Especificação.....	123
6.1.2	Aquisição do Conhecimento	124
6.1.3	Conceitualização	125
6.1.4	Formalização	125
6.1.4.1	<i>Notação UML da Onto4CAAL</i>	127
6.1.4.2	<i>Axiomas do Módulo SistemasAAL</i>	129
6.1.4.3	<i>Axiomas do Módulo Compliance</i>	132
6.1.4.4	<i>Axiomas do Módulo Requisito</i>	134
6.1.4.5	<i>Axiomas do Módulo Agent-UFO</i>	138
6.1.4.6	<i>Axiomas do Módulo Ambiente</i>	140
6.1.4.7	<i>Axiomas do Módulo Hardware</i>	141
6.2	Ontologia de Domínio.....	142
6.2.1	Onto4Elev	142
6.2.1.1	<i>Notação UML da Onto4Elev e Axiomas</i>	143
6.3	Trabalhos Relacionados	158
6.4	Síntese do Capítulo.....	161
7	VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS ONTOLOGIAS	162

7.1	Verificação Empírica.....	162
7.1.1	Estudo de Caso	165
7.1.1.1	<i>Cenário</i>	166
7.2	Verificação - Instanciação e Consulta.....	168
7.3	Verificação – Padrões ufo.....	172
7.4	Verificação – Inferências Abox	174
7.4.1	Inferências Realizadas.....	175
7.5	Validação – Resultados das Questões de Competência	179
7.6	Síntese do Capítulo	187
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	188
8.1	Conclusões	188
8.2	Contribuições.....	191
8.3	Limitações e Ameaças à Validade	193
8.4	Trabalhos Futuros	194
8.5	Publicações.....	195
	REFERÊNCIAS	197
	APÊNDICE A – SURVEY REALIZADO COM ESPECIALISTAS DE PEV PARA VALIDAÇÃO DOS ELEMENTOS DA ONTOLOGIA.....	209
	APÊNDICE B – MENSAGEM DE SOLICITAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NO SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL (versão em português)	217
	APÊNDICE C – MENSAGEM DE SOLICITAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NO SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL (versão em inglês)	218
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DO SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL (versão em português).....	219
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DO SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL (versão em inglês).....	225
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DO SURVEY COM ESPECIALISTAS DE PEV.....	231
	APÊNDICE G – GLOSSÁRIO DE TERMOS	232

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma visão geral da tese. Nele é apresentado o contexto da pesquisa, o direcionamento para o problema de pesquisa, a motivação e a justificativa desta proposta de tese, o objetivo geral do trabalho e os objetivos específicos, métodos e procedimentos utilizados para realização desta proposta.

1.1 Caracterização e Justificativa do Problema

As sociedades modernas estão envelhecendo em alta velocidade. Em 2017, 13% da população mundial tinha mais de 60 anos, ou seja, aproximadamente 962 milhões de pessoas, e as projeções das Nações Unidas estimam que a população mundial aumentará para 9,8 bilhões até 2050, com a população com mais de 60 anos de idade sendo de aproximadamente 2,1 bilhões, o equivalente a 15% da população mundial (LENTZAS & VRAKAS, 2019).

O aumento da média de idade da população traz consigo, consequentemente, o aumento de doenças crônicas, resultando em um crescimento considerável da necessidade de auxílio e assistência médica a este tipo de público (RAS et. al, 2007). Diante disso, o crescimento projetado no envelhecimento da população mundial, a acessibilidade dos dispositivos inteligentes, a onipresença destes dispositivos e a necessidade por custos controlados de assistência médica, não apenas oferecem novas oportunidades de qualidade de vida para o público idoso e pessoas que precisam de assistência especial, mas também introduzem novos desafios científicos que precisam ser abordados (BENGHAZI et. al, 2012).

É natural que as pessoas que precisam de assistência especial prefiram que o ambiente de sua própria casa seja customizado, permitindo conviver em um local familiar e conhecido, ao invés de ser colocado em casas de repouso ou ambiente hospitalar (RAS et. al, 2007). Nesse contexto, o ambiente de vida assistida (do inglês, *Ambient Assisted Living-AAL*) se constitui em uma nova abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgem para atender às demandas do público idoso. Sistemas inteligentes e serviços remotos estão sendo amplamente adotados nesse domínio para

melhorar a qualidade de vida, auto-independência e até reduzir custos (KLEINBERGER et al., 2007).

Ras et. al. (2007) aponta que entre os desafios de engenharia a serem enfrentados no desenvolvimento de sistemas AAL estão as restrições éticas, legais, sociais, médicas e técnicas, que devem ser reunidas e consolidadas em uma especificação de requisitos. Além disso, a inadequação dos atuais métodos de engenharia e abordagens de pesquisa complicam o processo de desenvolvimento dos sistemas AAL (RAS et. al., 2007), pois são sistemas multidisciplinares e possuem características específicas (interfaces padronizadas, adaptáveis ao contexto, invisíveis, móveis, autointegráveis etc).

No desenvolvimento de sistemas, de forma geral, a especificação de requisitos é fundamental para que o sistema proposto funcione de acordo com as necessidades dos *stakeholders* e restrições às quais se encontre submetido. Assim, a má especificação e a ausência de documentação suficiente podem ser fatores de insucesso dos sistemas.

Paralelo a isso, segundo Cheng et. al. (2018), nos últimos anos, a complexidade e a escala dos requisitos associados a *compliance* (conformidade com regras e regulamentos) aumentaram significativamente devido à globalização e ao amadurecimento de diferentes campos das legislações. Com isso, surge também a necessidade de tratar a *compliance*.

Em geral, os sistemas AAL são complexos e apresentam vários requisitos não funcionais (NFRs), como: robustez, disponibilidade, extensibilidade, segurança, pontualidade, eficiência etc. (Ras et al., 2007). Tais requisitos estão contemplados na taxonomia de Garcés et. al. (2017), no entanto, nota-se que *compliance* e alguns outros NFR's ligados a AAL não estão contemplados na referida taxonomia.

Devido às especificidades dos NFRs e suas relações, muitas vezes se torna complexa a compreensão das necessidades do sistema, necessidades essas que devem ser identificadas e traduzidas em funcionalidades e restrições do sistema pretendido. Além disso, existe também a necessidade de encontrar defeitos ou faltas de forma rápida e precisa, sendo esses são fatores importantes a serem considerados no desenvolvimento de sistemas (PEREIRA et al., 2016).

Apesar dos sistemas AAL serem projetados para tomar decisões sobre situações que podem resultar em risco de perda de vidas ou danos às pessoas vulneráveis a quem eles tentam ajudar, é limitada a quantidade de trabalhos na literatura sobre metodologias de desenvolvimento para melhorar a confiabilidade e a correção desses sistemas (BENGHAZI et. al, 2012). Um desses trabalhos é o apresentado por Augusto (2009),

que propõe a aplicação de métodos e ferramentas de verificação que são usados em outras áreas da Ciência da Computação para desenvolver sistemas AAL mais seguros.

Os sistemas AAL representam uma estrutura e um comportamento complexo, difíceis de verificar por abordagens informais ou semi-formais. A especificação formal do comportamento do sistema e os requisitos que o sistema deve atender, quando suportados por análise matemática e técnicas de raciocínio, melhoram o processo de desenvolvimento e permitem a verificação desses sistemas.

Percebe-se que os desafios em desenvolvimento de sistemas AAL em relação à necessidade de formalização da especificação de requisitos, assim como, a necessidade de considerar os aspectos de *compliance* e às restrições éticas, são demandas existentes e que precisam ser tratadas.

Portanto, é necessária uma abordagem formal para auxiliar no processo de especificação de requisitos, principalmente com os NFRs, sendo eles considerados críticos por Benghazi et. al, (2012). Nesse sentido, temos a ontologia, que é um componente importante em diversas áreas, fornecendo uniformidade aos conceitos, no que diz respeito à sintaxe e semântica, facilitando a comunicação em diversos domínios (PEASE, 2011). O trabalho de Mocholí et. al. (2010), por exemplo, descreve um conjunto de ontologias criadas no âmbito do projeto europeu VAALID que permite aos projetistas de sistemas *Ambient Assisted Living* modelar e caracterizar um ambiente AAL, tratando sobre os atores envolvidos e as interações entre eles.

Logo, uma ontologia específica, que dê suporte a especificação de requisitos não funcionais (qualidade de uso, qualidade do produto e éticos) e que aborde os aspectos de *compliance* para o domínio de sistemas AAL, pode contribuir para o sucesso do desenvolvimento de tais sistemas. Isso é possível porque a ontologia apresenta uma formalidade para representar os conceitos internos do domínio e as relações entre eles. Uma das vantagens dessa abordagem, segundo Sousa et al. (2016), é que essa formalidade dada pela ontologia diminui a ambiguidade e inconsistência entre os requisitos.

Evidências da literatura demonstram não existir uma ontologia que possa auxiliar no processo de especificação de requisitos para o desenvolvimento de sistemas AAL e que considerem requisitos não funcionais (qualidade de uso, qualidade do produto e éticos) e os aspectos de *compliance*.

Diante disso, é construída uma ontologia (de referência) de requisitos para sistemas AAL, possibilitando uma melhor definição dos requisitos não funcionais

(qualidade de uso, qualidade do produto e éticos), além dos aspectos que tratam de *compliance*. A ontologia proposta poderá ser especializada para subdomínios específicos de AAL, possibilitando as especificidades de cada um deles.

Sendo sistemas caracterizados como críticos, a precisão da definição dos requisitos é essencial para o funcionamento correto dos sistemas AAL. Portanto, a seguinte **hipótese de pesquisa** foi definida: **a construção de ontologia específica, auxilia na especificação de requisitos, contempla os aspectos de *compliance* no domínio de sistemas AAL e contribui no desenvolvimento de tais sistemas, pois formaliza e integra os conceitos do domínio e as relações entre eles.**

1.2 Problemática da Pesquisa

A falta de representação do conhecimento a respeito de sistemas AAL, que leve em conta requisitos não funcionais (qualidade de uso, qualidade do produto e éticos), bem como aspectos de *compliance*, faz com que a definição de requisitos fique limitada.

Diante disso, nesta tese pretende-se investigar, como **questão de pesquisa (QP)**, a que trata da seguinte problemática: **“Como representar o conhecimento inerente aos requisitos não funcionais (qualidade de uso, qualidade do produto e éticos) de sistemas AAL, abordando também os aspectos de *compliance* e realizar inferências lógicas sobre os requisitos que foram definidos para o sistema?”**.

Para tanto, pretende-se utilizar a ontologia, através dos padrões abertos da *Web Semântica* (o formalismo *Description Logic (DL)*).

Com a intenção de estudar este problema, foram definidas as seguintes questões de pesquisa (QP):

QP01- Quais estudos estão disponíveis na literatura, que tratam sobre ontologias de requisitos em projetos de sistemas AAL?

QP02- Como acontece a engenharia de requisitos em desenvolvimento de sistemas AAL e como os requisitos não funcionais (qualidade do produto, qualidade de uso e éticos) e os de *compliance* são definidos e tratados por especialistas do domínio?

QP03- Como é possível formalizar o conhecimento dos requisitos de sistemas AAL, através de uma ontologia que possa ser usada e reutilizada para auxiliar na especificação dos requisitos, por intermédio da lógica de descrição?

QP04- Como verificar e validar os resultados alcançados nesta pesquisa, para que se possa realizar simulações de definição de requisitos em projetos de sistemas AAL?

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta tese é propor uma Ontologia de Referência como suporte para Especificação de Requisitos em Sistemas AAL que considere os aspectos de *compliance* e dos requisitos éticos e não funcionais, sendo isso feito através das tecnologias abertas da *Web Semântica*. A ideia é que, por meio da solução proposta, seja possível verificar se os sistemas AAL atendem aos requisitos previstos, inclusive os associados a *compliance*, checando a consistência de cada um deles.

Desdobrando-se o objetivo geral, tem-se questões mais delimitadas e complementares que se quer alcançar, estabelecendo-se estreita relação com a satisfação desse objetivo. Sendo assim, são propostos cinco objetivos específicos:

- verificar na literatura o estado da arte em relação a sistemas AAL associados a ontologia e a *compliance*, realizando um Mapeamento Sistemático da Literatura;
- fazer uso de uma taxonomia existente no domínio de AAL com a inclusão de NFRs ligados a *compliance* e aspectos éticos;
- construir a Onto4CAAL, uma ontologia de referência (propósito mais geral) para mapear os principais requisitos não funcionais, éticos e de *compliance*, além dos demais elementos associados aos Sistemas AAL, podendo ser reusada para formalizar subdomínios de Sistemas AAL;
- construir a Onto4Elev, uma ontologia de domínio, isto é, uma ontologia mais específica, que faz reuso de elementos da Onto4CAAL para formalizar o subdomínio das Plataformas de Elevação Vertical;
- validar a ontologia proposta;

1.4 Procedimentos Metodológicos

Para Gil (1999), o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Marconi & Lakatos (2004) corroboram com essa definição, apontando que a metodologia científica define regras que darão segurança ao exercício da busca pelo conhecimento, tendo a pesquisa como parte desse processo.

Segundo Silva & Menezes (2005), a pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. Ainda segundo os autores, uma pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos.

Nas próximas subseções são apresentadas as definições da classificação da pesquisa realizada, sendo resumida de acordo com o que está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Resumo das escolhas metodológicas.

Natureza da pesquisa	Básica e Aplicada
Abordagem da pesquisa	Qualitativa
Objetivos da pesquisa	Explicativa e Descritiva
Procedimentos técnicos utilizados na pesquisa	Pesquisa bibliográfica e <i>Survey</i>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

1.4.1 Quanto à Natureza da Pesquisa

As pesquisas científicas podem ser classificadas conforme sua natureza, ou seja, com base em qual perspectiva a pesquisa se propõe alcançar, podendo ser básica ou aplicada.

Neste trabalho, quanto à natureza da pesquisa, esta pode ser classificada como básica, uma vez que, a pesquisa básica consiste na realização de trabalhos teóricos ou

experimentais, cuja finalidade principal seja a aquisição de novos conhecimentos sobre os fundamentos de fenômenos e fatos observáveis (OECD, 2002). Também pode ser classificada quanto aplicada, pois busca gerar conhecimento para a aplicação prática e dirigida a solução de problemas que contenham objetivos anteriormente definidos.

1.4.2 Quanto aos Procedimentos Técnicos Utilizados na Pesquisa

Nesta pesquisa quanto aos procedimentos utilizados, podemos apontar o uso da pesquisa bibliográfica e do *survey*. Segundo Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos e é importante para o levantamento de informações básicas sobre os aspectos direta e indiretamente ligados à nossa temática. A revisão bibliográfica baseou-se em mapeamento sistemático da literatura (discutido no Capítulo 3).

A pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário (FREITAS et al., 2000). O *survey* será realizado após a proposição da ontologia, de forma a permitir a sua verificação e validação.

1.4.3 Quanto à Abordagem da Pesquisa

Quanto à abordagem de pesquisa, ela pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa (SILVA & MENEZES, 2005).

Neste trabalho, adotou-se a abordagem qualitativa. Caracterizou-se por qualitativa, pois segundo Trivisio (1987), a abordagem de cunho qualitativo trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto, procurando captar não só a aparência do fenômeno como também suas essências, assim como, explicando sua origem, relações e mudanças e consequências.

1.4.4 Quanto aos Objetivos da Pesquisa

Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou explicativa (SILVA E MENEZES, 2005).

Nesta pesquisa quanto aos objetivos à pesquisa pode ser classificada como exploratória e descritiva. Exploratória, pois tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 1999). Descritiva porque expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelecendo correlações entre variáveis e definindo a sua natureza (VERGARA, 2000).

1.5 Estrutura do Trabalho

Para melhor compreensão, este trabalho foi organizado em 7 capítulos, da seguinte maneira:

- **Capítulo 1 – Introdução:** é realizada uma apresentação contextualizada do tema de pesquisa, seus objetivos, problemática da pesquisa.
- **Capítulo 2 – A Engenharia de Requisitos, Sistemas AAL e Compliance:** apresenta a base conceitual para o desenvolvimento do trabalho e relaciona as principais áreas dos estudos: Engenharia de Requisitos, Sistemas AAL e *Compliance*.
- **Capítulo 3 – Ontologias e a Web Semântica:** apresenta a base conceitual para o desenvolvimento do trabalho e relaciona as principais áreas dos estudos: *Web Semântica*, *Lógica Descritiva* e *UFO*.
- **Capítulo 4 - Revisão Sistemática da Literatura:** demonstra a aplicação do método de pesquisa bibliográfica proposto, apresentando todos os passos para identificação e seleção dos trabalhos utilizados, incluindo em detalhes o protocolo utilizado para a aplicação da revisão sistemática.
- **Capítulo 5 – Survey:** apresenta um *survey* com especialistas sobre a engenharia de requisitos no desenvolvimento de sistemas AAL e os elementos que compõem tais sistemas.

- **Capítulo 6 – Ontologias de Requisitos para Sistemas AAL (Onto4CAAL e Onto4Elev):** apresenta o processo de elaboração de duas ontologias propostas nesta tese, sendo uma ontologia *core* (Onto4CALL) e uma ontologia de domínio (Onto4Elev).
- **Capítulo 7 – Verificação e Validação das Ontologias:** demonstrar as atividades que foram realizadas para validação das ontologias.
- **Capítulo 8 – Considerações Finais:** apresenta as limitações, contribuições, trabalhos futuros e conclusões.

2 ENGENHARIA DE REQUISITOS, SISTEMAS AAL E COMPLIANCE

Neste capítulo, apresentamos o conhecimento de base necessário à compreensão da temática proposta neste trabalho.

2.1 Engenharia de Requisitos

A Definição e Análise de Requisitos são reconhecidas como as etapas mais importantes em qualquer modelo de desenvolvimento de *software*, pois mesmo que se tenha um sistema bem projetado e codificado, a má especificação de requisitos ou a ausência de documentação suficiente, causará transtornos aos desenvolvedores e clientes (SOUSA, 2016). Logo, podemos perceber que a especificação de requisitos é fundamental para que o sistema pretendido funcione de acordo com as necessidades dos *stakeholders* sem deixar de atender às restrições sob as quais se encontra submetido.

Nesta seção, apresentamos uma visão geral da engenharia de requisitos apontando algumas definições para o termo Requisitos, além de tratar sobre a classificação para os requisitos e o processo de engenharia de requisitos.

2.1.1 Definição e Classificação de Requisitos

A norma IEEE-Std. 610 (IEEE, 1990) define requisito como uma condição ou capacidade demandada por um usuário para resolver um problema ou atingir um objetivo. Também pode ser entendido como uma condição ou capacidade que precisa estar presente em um sistema ou em seu componente para satisfazer um contrato, um padrão, uma especificação ou outro documento formalmente imposto. Para Robertson e Robertson (2006) requisito é algo que um produto deve fazer ou uma característica que o produto deve ter, e que é necessário ou desejado pelos *stakeholders*. Já Pfleeger (2004) define que um requisito de um sistema é uma característica do sistema ou a descrição de algo que o sistema é capaz de realizar para atingir seus objetivos.

Em relação à classificação dos requisitos, Pohl e Rupp (2011) afirmam que estes podem ser divididos em:

- **Requisitos Funcionais**, que definem a funcionalidade oferecida pelo sistema a ser desenvolvido. Eles são geralmente subdivididos em requisitos comportamentais e estruturais;
- **Requisitos Não Funcionais**, que definem qualidades desejadas do sistema a ser desenvolvido e muitas vezes influenciam a arquitetura do sistema, mais do que os requisitos funcionais. Tipicamente, requisitos de qualidade definem o desempenho, a disponibilidade, a confiabilidade, a escalabilidade ou portabilidade de um sistema.

Os requisitos não funcionais têm origem nas necessidades dos usuários, em restrições de orçamento, em políticas organizacionais, em necessidades de interoperabilidade com outros sistemas de *software* ou *hardware* ou em fatores externos como regulamentos e legislações (SOMMERVILLE, 2019). Assim, os requisitos não funcionais podem ser classificados quanto à sua origem, existindo algumas classificações desses tipos de requisitos. Para esta tese, adotamos a proposta por Sommerville (2019), sendo ela:

- **Requisitos de produto:** especificam o comportamento do produto (sistema). Referem-se a atributos de qualidade que o sistema deve apresentar, tais como confiabilidade, usabilidade, eficiência, portabilidade, manutenibilidade e segurança.
- **Requisitos organizacionais:** são derivados de metas, políticas e procedimentos das organizações do cliente e do desenvolvedor. Incluem requisitos de processo (padrões de processo e modelos de documentos que devem ser usados), requisitos de implementação (tal como a linguagem de programação a ser adotada), restrições de entrega (tempo para chegar ao mercado - time to market, restrições de cronograma etc.), restrições orçamentárias (custo, custo-benefício) etc.
- **Requisitos externos:** referem-se a todos os requisitos derivados de fatores externos ao sistema e seu processo de desenvolvimento. Podem incluir requisitos de interoperabilidade com sistemas de outras organizações, requisitos legais (tais como requisitos de privacidade) e requisitos éticos.

Portanto, nota-se que se faz necessário garantir que os requisitos dos sistemas, quer sejam eles funcionais ou não funcionais, sejam bem definidos. Para isso, surgiu a Engenharia de Requisitos (ER).

Uma definição formal de Engenharia de Requisitos é dada como segue: “Engenharia de requisitos é a ciência e disciplina preocupada com análise e documentação de requisitos” (ISO/IEC/IEEE 24765, 2010).

Para Sommerville (2019) a Engenharia de Requisitos veio para facilitar o entendimento dos requisitos, sendo ela o processo de descobrir, analisar, documentar e verificar as funções e restrições do sistema. Pressman e Maxim (2016) corrobora com esta visão, afirmando que a Engenharia de Requisitos surgiu para ajudar os engenheiros de *software* a compreender melhor o problema que eles vão trabalhar para resolver. Tal compreensão é subsidiada por um conjunto de tarefas que levam a um entendimento sobre o impacto do *software* no negócio do cliente.

De modo geral, a Engenharia de Requisitos consiste no processo de compreender o problema a ser tratado, por meio da identificação de requisitos estabelecidos pelas partes interessadas (*stakeholders*) e de suas necessidades, bem como definir e documentar os requisitos em uma forma que seja passível de análise, comunicação e posterior implementação (NUSEIBEH; EASTERBROOK, 2000).

Logo, pode-se concluir que a Engenharia de Requisitos é a disciplina de engenharia que busca entender e expressar “o que” deverá ser feito, antes que se defina “como” será feito (NOVAES, 2019). Com isso, observa-se que as definições que retratam o conceito de Engenharia de Requisitos apontam para ela como um processo sistemático de investigação das necessidades do cliente com relação ao sistema a ser desenvolvido.

2.1.2 O Processo de Engenharia de Requisitos

O processo de engenharia de requisitos envolve criatividade, interação de diferentes pessoas, conhecimento e experiência para transformar informações diversas (sobre a organização, sobre leis, sobre o sistema a ser construído etc.) em documentos e modelos que direcionem o desenvolvimento de *software* (KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998).

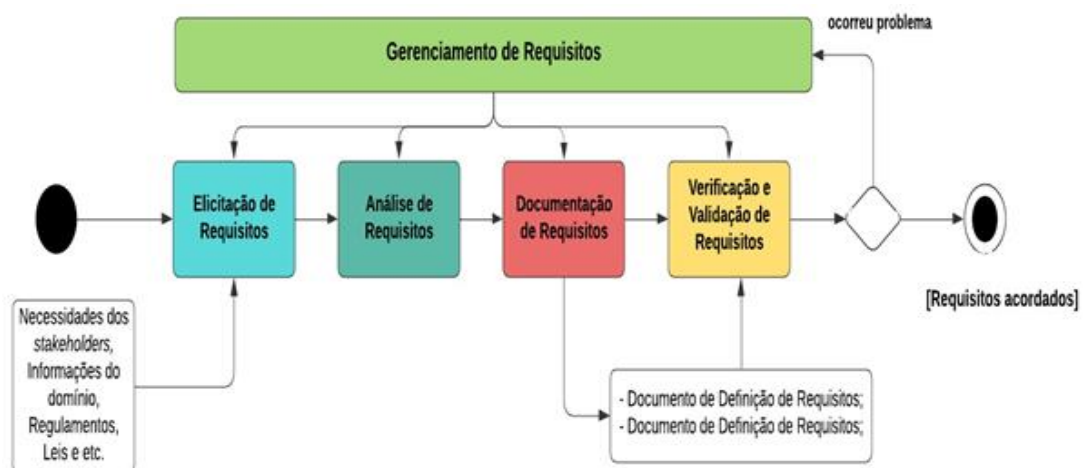
No processo proposto por Kotonya e Sommerville (1998) nota-se que um processo de engenharia de requisitos deve contemplar, tipicamente, as atividades de:

levantamento de requisitos, análise de requisitos, documentação de requisitos, verificação e validação de requisitos e gerência de requisitos.

Já para Sommerville (2019), o processo de engenharia de requisitos pode ser dividido em desenvolvimento de requisitos e gerenciamento de requisitos. O desenvolvimento de requisitos é dividido em quatro atividades: elicitação, análise, especificação e validação. E o gerenciamento de requisitos é composto de três atividades: identificação de requisitos, gerenciamento de mudanças de requisitos e rastreabilidade de requisitos.

Ainda que diferentes projetos requeiram processos com características específicas para contemplar suas peculiaridades, é possível estabelecer um conjunto de atividades básicas que deve ser considerado na definição de um processo de engenharia de requisitos. Ao analisar as atividades descritas por Kotonya e Sommerville (1998), pode-se concluir que as atividades básicas de um processo de engenharia de requisitos são as descritas na Figura 1, sendo elas: elicitação de requisitos, análise de requisitos, documentação de requisitos, verificação/validação de requisitos e gerenciamento de requisitos.

Figura 1 – Processo de Engenharia de Requisitos.



Fonte: adaptado de Kotonya e Sommerville (1998)

Analisando a Figura 1 podemos perceber que o processo inicia pela elicitação de requisitos, que deve levar em consideração as necessidades dos *stakeholders*,

informações de domínio, sistemas existentes, regulamentos, leis etc. Uma vez identificados estes requisitos, é possível iniciar a atividade de análise, quando os requisitos levantados são usados como base para a modelagem do sistema. Aqui vale destacar que a atividade de documentação de requisitos já deve ser realizada tanto na elicitação quanto na análise de requisitos, uma vez que é importante documentar requisitos e modelos. Na etapa de documentação são produzidos o Documento de Requisitos, contendo uma lista dos requisitos de usuário identificados, e o Documento de Especificação de Requisitos, que registra os requisitos de sistema e os vários diagramas resultantes do trabalho de análise. Posteriormente, os requisitos contidos no documento de especificação são verificados e validados. Em paralelo a todas essas atividades já mencionadas, há a gerência de requisitos, que se ocupa em gerenciar mudanças nos referidos requisitos.

Por isso Amancio (2011) afirma que processo de ER atua de modo a fornecer um mecanismo apropriado para entender o que o cliente deseja, analisando as necessidades, avaliando a exequibilidade, negociando uma condição razoável, especificando a solução de modo não ambíguo, validando a especificação e gerindo os requisitos à medida que eles são transformados em um produto operacional.

A seguir, as atividades do processo de engenharia de requisitos definidas na Figura 1 são explicitadas com um pouco mais de detalhes.

2.1.2.1 Elicitação de Requisitos

A elicitação de requisitos tem como seu principal objetivo obter informações relevantes para o desenvolvimento do sistema. Para Bourque e Fairley (2014), ela é a primeira etapa de construção do entendimento do problema a ser resolvido pelo sistema, marcada estritamente pela atuação humana nas relações estabelecidas entre a equipe de desenvolvimento e o cliente.

Para Christel e Kang (1992), a elicitação de requisitos é uma atividade colaborativa de tomada de decisão, que envolve desenvolvedores, clientes e usuários. Na Atividade de Elicitação são realizadas tarefas relacionadas ao contato inicial com o cliente, com o planejamento sobre como será realizada a ER e com a definição dos artefatos a serem utilizados no processo de ER (AMANCIO, 2011). Ao final dessa

atividade, espera-se ter um conjunto de requisitos inicial suficiente para gerar uma visão geral do *software* ou sistema.

Já para Wiegers (2006) a elicitação de requisitos compreende as atividades que envolvem o entendimento ou descoberta das necessidades dos *stakeholders*, com isso pretende-se entender as metas, objetivos e motivos que levam ao desenvolvimento de um sistema computacional.

Davey e Parker (2015) enfatizam que a elicitação de requisitos é uma etapa fundamental durante o processo de desenvolvimento de *software* e está fortemente associada à redução do número de falhas de um sistema.

Segundo Carvalho et al. (2009) a maioria dos problemas encontrados durante o desenvolvimento de sistemas tem origem na etapa de elicitação de requisitos, pois assumindo que as partes interessadas nem sempre possuem a clareza do que precisam, não é simples que o analista de requisitos consiga definir quais são os aspectos realmente relevantes para os *stakeholders*, considerando que cada organização possua características singulares em seus processos e objetivos organizacionais distintos.

Diversas técnicas podem ser utilizadas no levantamento de requisitos, as quais podem possuir diferentes objetos de investigação ou podem ter foco em tipos diferentes de requisitos. Dentre as técnicas citadas na literatura (ZHANG, 2007; KENDALL E KENDALL, 2010; SOMMERVILLE, 2019), temos: entrevistas, workshop, *brainstorming*, prototipagem, cenários, observação, análise de documentos e etc.

Uma vez identificados requisitos, é possível iniciar a atividade de análise, que é a etapa onde os requisitos levantados são usados como base para a modelagem do sistema.

2.1.2.2 Análise de Requisitos

Depois de elicitados os requisitos, passa-se para à análise destes requisitos utilizando-se deles para derivação e para que se possa chegar a um nível de maior detalhamento, resolvendo conflitos de interesses dos *stakeholders*, além de verificar pontos vagos e realizando a priorização dos requisitos (WIEGERS, 2006).

Ainda segundo Wiegers (2006), os requisitos são refinados para garantir o entendimento dos envolvidos no projeto e detalhados para se encontrar possíveis erros,

omissões e outras deficiências. Essa etapa envolve: a decomposição dos requisitos em alto nível de modo mais detalhado, criação de protótipos, avaliação de viabilidade e negociação de prioridades.

Já para Sommerville (2019), o objetivo dessa etapa é descobrir mais informações sobre o domínio da aplicação, que serviços o *software* deve fornecer, o desempenho exigido do *software*, as restrições de *hardware* etc. Para o ele, as atividades desempenhadas nessa etapa são:

- **Classificação:** essa atividade considera o conjunto não estruturado dos requisitos e os organiza em grupos coerentes;
- **Resolução de conflitos:** essa atividade se ocupa em encontrar e solucionar os conflitos existentes entre os *stakeholders*;
- **Definição das prioridades:** essa atividade envolve a interação com os *stakeholders* para descobrir os requisitos mais importantes. Em qualquer conjunto de requisitos, alguns serão mais importantes do que outros.

Em resumo, o objetivo da análise de requisitos é refinar os requisitos, solucionar conflitos entre os *stakeholders* e negociar prioridades dos requisitos elicitados.

2.1.2.3 Documentação de Requisitos

O objetivo dessa etapa é obter um documento formal contendo uma definição oficial do que o sistema deve fazer. Vale destacar que Pfleeger (2004) sugere que dois tipos de documentos de requisitos sejam elaborados: um Documento de Definição de Requisitos e um Documento de Especificação de Requisitos.

O Documento de Definição de Requisitos, ou simplesmente Documento de Requisitos, deve conter uma descrição do propósito do sistema, uma breve descrição do domínio do problema tratado pelo sistema e listas de requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio, descritos em linguagem natural (requisitos de usuário). O público-alvo deste documento são os clientes, usuários, gerentes (de cliente e de fornecedor) e desenvolvedores.

O Documento de Especificação de Requisitos é o documento que dispõe das declarações oficiais as quais os desenvolvedores devem implementar (SOMMERVILLE, 2019). É nesse documento que os vários modelos produzidos na fase de Análise devem ser apresentados, bem como glossários de termos usados e outras informações julgadas relevantes.

É salutar destacar que uma boa documentação proporciona muitos benefícios, dentre eles (NUSEIBEH; EASTERBROOK, 2000):

1. facilita a comunicação dos requisitos;
2. reduz o esforço de desenvolvimento, pois sua preparação força usuários e clientes a considerar os requisitos atentamente, evitando retrabalho nas fases posteriores;
3. fornece uma base realística para estimativas;
4. fornece uma base para verificação e validação;
5. facilita a transferência do *software* para novos usuários e/ou máquinas e,
6. serve como base para futuras manutenções ou incremento de novas funcionalidades.

A documentação é, portanto, uma atividade de registro e oficialização dos resultados da engenharia de requisitos.

2.1.2.4 Verificação e Validação dos Requisitos

Uma vez que os requisitos são a base para o desenvolvimento, é de fundamental importância que eles sejam cuidadosamente avaliados. Assim, os documentos produzidos durante a atividade de documentação de requisitos devem ser submetidos à verificação e à validação.

O objetivo da verificação é examinar a especificação do software, de forma a assegurar que todos os requisitos foram definidos sem ambigüidades, inconsistências ou omissões, detectando e corrigindo possíveis problemas ainda durante a fase de definição dos requisitos (ÁVILA; SPÍNOLA, 2007). Deve-se verificar se os artefatos produzidos atendem aos requisitos estabelecidos e se os padrões organizacionais (de produto e processo) foram consistentemente aplicados.

Já a validação de requisitos tem a preocupação de demonstrar que os requisitos definidos realmente refletem as necessidades do cliente (SOMMERVILLE, 2019).

Ainda segundo Pressman e Maxim (2016), nas atividades de verificação e validação de requisitos, examinam-se os documentos de requisitos para assegurar que:

- (i) os documentos estão em conformidade com os padrões estabelecidos;
- (ii) os requisitos realmente satisfazem às necessidades dos clientes e usuários.

No que se refere à revisão de requisitos, diversas técnicas podem ser usadas, dentre elas (SOMMERVILLE, 2019):

- **Revisão do documento de requisitos:** de maneira geral, em uma revisão, os processos, os documentos e outros artefatos são revisados por um grupo de pessoas, com o objetivo de avaliar se os mesmos estão em conformidade com os padrões organizacionais estabelecidos e se o propósito de cada um deles está sendo atingido.
- **Casos de Testes (verificação) e Prototipagem (validação):** definir casos de teste para requisitos e avaliar protótipos são importantes meios de se verificar e validar requisitos. A atividade de teste é considerada um elemento crítico para a garantia da qualidade dos artefatos produzidos ao longo do desenvolvimento e, por conseguinte, do produto de final.
- **Métodos formais:** os métodos formais são eficazes para descobrir erros e omissões de especificação. São recomendados, principalmente na avaliação de sistemas críticos.

2.1.2.5 Gerenciamento de Requisitos

Em paralelo a atividade de desenvolvimento de requisitos, encontra-se o gerenciamento de requisitos, este voltado a entender e controlar as mudanças dos requisitos de sistema (SOMMERVILLE, 2019). Conforme Hood et al. (2008), o gerenciamento de requisitos é uma interface da engenharia de requisitos com todos os outros processos. Sendo assim, todas as alterações no projeto devem estar em

conformidade com a documentação de requisitos, além de ser possível filtrar ou selecionar um conjunto de requisitos às diversas versões de produto.

Para Sommerville (2019) o planejamento é o primeiro estágio do gerenciamento de requisitos e é nele que são estabelecidos os níveis de detalhes exigidos para o referido gerenciamento. O estágio de gerenciamento de requisitos apresenta e decide sobre as seguintes tarefas:

1. Identificação dos requisitos: cada requisito precisa ser identificado de modo único, facilitando o seu referenciamento e rastreamento;

2. Processo de gerenciamento de mudança: trata-se do conjunto de atividades que avalia o impacto e o custo das mudanças;

3. Políticas de rastreamento: essas políticas definem as relações entre os requisitos e o projeto, a forma de registro dos requisitos e como esses registros devem ser mantidos;

4. Suporte de ferramentas CASE: por processar uma grande quantidade de informações, o gerenciamento de requisitos pode fazer uso de ferramentas que vão desde *softwares* especializados de gerenciamento de requisitos até planilhas de cálculo e *softwares* de bancos de dados.

Resumindo, o gerenciamento de requisitos envolve as atividades que ajudam a equipe de desenvolvimento a identificar, controlar e rastrear requisitos e gerenciar mudanças de requisitos em qualquer momento ao longo do ciclo de vida do produto a ser desenvolvido.

2.1.3 Engenharia de Requisitos para Sistemas AAL

A especificação de requisitos tem como seu principal objetivo obter informações relevantes para o desenvolvimento do sistema. Segundo Carvalho et al. (2009) a maioria dos problemas encontrados durante o desenvolvimento de sistemas tem origem na etapa de especificação de requisitos, pois assumindo que as partes interessadas nem sempre

possuem a clareza do que precisam, não sendo simples para o analista de requisitos definir quais são os aspectos realmente relevantes para os *stakeholders*.

Durante esta última década, vários trabalhos de pesquisa abordaram o desenvolvimento de sistemas AAL e sistemas de saúde. Tais sistemas são considerados sensíveis e críticos; eles também muitas vezes obedecem a restrições específicas e a verificação de sua correção requer o uso, pelo menos parcialmente, de abordagens formais (BETTAZ & MAOUCHE, 2018). De acordo com Alosaimi et al. (2021), os sistemas AAL são projetados para requisitos personalizados, responsivos e preditivos, exigindo alto desempenho de funcionalidade para garantir interoperabilidade, acessibilidade, segurança e consistência. Ainda segundo Alosaimi et. al. (2021), a padronização, continuidade e assistência ao desenvolvimento de sistemas se tornaram uma necessidade urgente para atender às crescentes necessidades de sistemas sustentáveis.

Com isso, podemos perceber que as abordagens de construção de sistemas AAL que garantem que os requisitos sejam atendidos, e as ferramentas de verificação que provam que a implementação do sistema atende aos requisitos do sistema ainda estão em sua fase de concepção. Existem poucos trabalhos na literatura sobre metodologias de desenvolvimento para melhorar a confiabilidade e a correção desses sistemas, e ainda assim, não tendo o foco na fase inicial da construção de tais sistemas. Os exemplos são os trabalhos propostos por Augusto (2009), que trata sobre a aplicação de métodos e ferramentas de verificação que são usados em outras áreas da Ciência da Computação para desenvolver sistemas AAL, assim como o de Erazo-Garzon et al. (2020), que propõe um modelo de qualidade em uso para sistemas AAL focado nas seguintes características: eficácia, eficiência, satisfação, isenção de risco e cobertura de contexto.

Com isso, ainda há falta de soluções capazes de apoiar os projetistas no estágio inicial de desenvolvimento de tais sistemas. Isso se faz necessário, de forma a levar em conta o argumento de Nehmer et al. (2006) que sem uma metodologia apropriada para a especificação e desenvolvimento de sistemas AAL, nunca será possível construir sistemas confiáveis de assistência à vida.

Nesse sentido, temos a ontologia, que pode ser usada para auxiliar na especificação dos requisitos de sistemas AAL, pois apresenta uma formalidade para representar os conceitos internos do domínio e as relações entre eles, assim como, pode incorporar os aspectos regulatórios desses tipos de sistemas. A especificação formal do comportamento do sistema e os requisitos (principalmente com os NFRs) que o sistema

deve atender melhoram o processo de desenvolvimento e permitem a verificação desses sistemas (CHENG et al., 2018).

2.2 Sistemas *Ambient Assisted Living* (AAL)

Nesta seção, serão apresentados os principais conceitos sobre sistemas *Ambient Assisted Living* (AAL), assim como do seu surgimento, características/especificidades e as suas aplicações.

2.2.1 Conceitualização de *Ambient Assisted Living* (AAL)

Dada a variedade de aplicações para sistemas AAL, existe uma amplitude de conceitualização do termo *Ambient Assisted Living* (AAL). Algumas definições são descritas a seguir:

Nehmer et al. (2006) definem AAL como uma tecnologia capacitadora para uma nova geração de sistemas, que fornece seus serviços de maneira flexível, transparente e antecipada, exigindo habilidades mínimas para a interação humano-computador.

Mocholí et al. (2010) se referem a AAL como ambientes eletrônicos sensíveis e responsivos à presença de pessoas e fornecem propostas de assistência para manter um estilo de vida independente.

Para Benghazi et al. (2012) o *Ambient Assisted Living* (AAL) é uma nova abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgiu para atender às demandas dos idosos.

Já para Machado et al. (2017) o *Ambient Assisted Living* (AAL) caracteriza um ambiente doméstico automatizado no qual os usuários interagem com objetos físicos, em que os sistemas para AAL precisam conhecer dados sobre o mundo em torno dos usuários que monitoram para executar ações, além de precisar ter consciência do contexto e perceber os elementos que constituem o ambiente.

Para Ranieri (2021), um *Ambient Assisted Living* (AAL) é uma integração de tecnologias assistivas autônomas, soluções e serviços, que podem influenciar positivamente a saúde e a qualidade de vida das pessoas, principalmente dos idosos. As

tecnologias para AAL podem ser fornecidas na forma de casas inteligentes, equipadas com sensores, para monitorar as diferentes condições do ambiente e de seus habitantes, e atuadores, para auxiliá-los efetivamente em suas atividades diárias.

2.2.2 O Envelhecimento da População e o Surgimento do *Ambient Assisted Living* (AAL)

Desde 2006, alguns números da Europa, dos Estados Unidos e do Brasil demonstram a necessidade de foco neste grupo de pessoas. Segundo Nehmer et al. (2006), o número de pessoas com mais de 70 anos na Alemanha aumentará em 18% até o ano 2040 e já em 2006, a Itália tinha a maior proporção de indivíduos acima de 65 anos, representando 18% da população naquele período e nos Estados Unidos, a população em lares de idosos institucionalizados era de 3 a 4% naquele ano, tendo estimativas de que esse número dobraria até 2020. De acordo com Kanasi et al. (2016), as estatísticas mostram que a população mundial, a partir dos 65 anos de idade, aumentou em mais de 360 milhões de pessoas, representando mais de 8,5% da população mundial.

O processo de envelhecimento também atingiu a população brasileira como em outros países emergentes. O número de idosos aumentou e a expectativa de vida deles também. É importante mencionar que quando a população economicamente ativa atual chegar à velhice (por volta de 2030 ou 2040), a população brasileira incluirá cerca de 20% de idosos (NAKAGAWA et al., 2013).

Em resposta aos desafios criados pelo envelhecimento da população, surge o *Ambient Assisted Living* (AAL), que é um campo de pesquisa surgido nos anos 90, mas que somente em meados da década de 2000 é que mais atenção foi dedicada a essa área. A União Européia (UE), por exemplo, lançou o “Plano de Ação sobre Tecnologias da Informação e Comunicação e Envelhecimento” (COMISSÃO EUROPEIA, 2007), que inclui várias medidas, como a promoção de políticas para estimular a inovação, superando barreiras técnicas e regulatórias ao desenvolvimento do mercado e impulsionando a pesquisa, tendo sido investidos pela UE (nos setores públicos e privados) mais de 1 bilhão de euros em pesquisa e inovação para a área de AAL com foco no envelhecimento da população.

Segundo Nakagawa et al. (2013), o estudo de sistemas AAL é um campo relativamente novo e tornou-se um tópico de pesquisa cada vez mais importante para as comunidades de pesquisa médica e tecnológica. Isso se dá pelo fato de que os sistemas AAL propõem ferramentas e soluções residenciais dedicadas à melhoria da vida cotidiana, com foco na pessoa e em suas interações com as tecnologias e o ambiente doméstico, podendo ser personalizadas para abordar problemas específicos para segmentos específicos dos idosos ou pessoas afetadas por deficiências (SPOLADORE et al., 2017).

De acordo com Cicirelli et. al (2021), na última década, tem havido um interesse considerável e crescente no desenvolvimento de sistemas AAL para apoiar a vida independente, sendo isso o resultado da evolução demográfica para uma população envelhecida. Isso trouxe novos desafios à sociedade atual, tanto do ponto de vista econômico quanto social e com isso, os sistemas AAL podem fornecer uma variedade de soluções para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos, permitindo que vivam de forma mais saudável e independente.

2.2.3 Características dos Sistemas AAL

Para Hilia et al. (2013), o *Ambient Assisted Living* (AAL) surgiu como uma iniciativa para a construção de ambientes inteligentes, como residências e hospitais, onde esses sistemas visam fornecer aos idosos serviços específicos, permitindo uma vida melhor, mais saudável e segura no ambiente de vida preferido, tendo como propósito ajudar os usuários em suas atividades diárias, fazendo uso da incorporação de robôs, implantação de sensores e atuadores no referido ambiente.

De acordo com Nehmer et al. (2006), os sistemas AAL representam uma nova geração de sistemas que possuem as seguintes características:

- Invisível, ou seja, embutido em itens como roupas, relógios, óculos etc.;
- Dispositivos móveis, ou seja, sendo transportados;
- Ciente do contexto, isto é, equipada com sensores e interfaces de comunicação sem fio, possibilitando a varredura do ambiente local em busca de informações úteis e a troca espontânea de informações com nós semelhantes em sua vizinhança;

- Antecipatório, ou seja, agir em seu próprio nome sem solicitação explícita de um usuário;
- Comunicar-se naturalmente com os usuários em potencial por voz e gestos, em vez de teclado, mouse e texto na tela;
- Adaptável, isto é, capaz de reagir a todos os tipos de situações excepcionais anormais de maneira flexível, sem interromper seu serviço.

Ainda segundo Ras et al. (2007), existem atributos de qualidade que devem ser considerados quando do desenvolvimento de sistemas AAL, sendo a combinação deles um desafio, sabendo, porém, que tais atributos têm um grande impacto na organização geral do sistema. Entre as qualidades necessárias estão:

- **Disponibilidade.** O sistema deve funcionar mesmo na presença de falhas de componentes de *hardware* e outras condições excepcionais;
- **Robustez.** O sistema deve ser extremamente robusto contra todos os tipos de uso indevido e erros;
- **Extensibilidade.** O sistema precisa oferecer suporte à extensibilidade em relação a novos componentes em tempo de execução;
- **Segurança (*safety*).** Deve existir a mitigação do risco de defeitos dos componentes do sistema, de forma não resultar em mau comportamento e risco da vida humana. Isso requer especificações precisas do sistema e um processo de projeto guiado, incluindo etapas de verificação e validação, o que garante que as especificações sejam atendidas;
- **Segurança (*security*).** Um sistema AAL deve garantir um grau de privacidade bem definido para as pessoas sob observação;
- **Adaptabilidade.** Os sistemas são capazes de se adaptar em tempo de execução ao contexto;
- **Interação natural.** Os paradigmas de interação multimodal que combinam vários modos (por exemplo, gesto, som) são abordagens poderosas para aprimorar a usabilidade para diferentes tipos de usuários. Interfaces antecipatórias, que proativamente contatam pessoas em determinadas situações, são consideradas obrigatórias;
- **Eficiência de recursos.** Os recursos disponíveis, ou seja, poder de processamento, memória, largura de banda de comunicação e energia, devem ser

utilizados da maneira mais eficiente possível;

- **Heterogeneidade.** O sistema geralmente consiste em vários subsistemas fornecidos por diferentes fabricantes. A interoperabilidade limitada, por exemplo, devido a interfaces e modelos proprietários, complica consideravelmente a integração contínua e de preservação da qualidade dos subsistemas.

Além de todas as características e atributos de qualidades descritos acima, Mocholí et al. (2010) apontam que os sistemas de AAL precisam modelar o contexto em que o usuário está envolvido, estando as informações relacionadas:

- **ao usuário** e o seu perfil (antropológico, demográfico), relações sociais, atividades (todos os tipos: esportes, *hobbies*, ...), etc;
- **ao meio ambiente** referentes a objetos, *software*, localização (geográfica ou abstrata, global ou local), condições ambientais (iluminação, umidade, ruído, temperatura), etc;
- **aos serviços** que lidam com a descrição de suas funcionalidades, fluxo, parâmetros, tipo de chamada etc.;
- **aos dispositivos**, conexões de rede, CPU, o tipo e o valor do sinal medido, etc.

2.2.4 Tipos de Sistemas AAL

Segundo Nehmer et al. (2006), a variedade de sistemas pertencentes aos domínios de AAL é enorme. Para isso, o referido autor propôs estruturar esse domínio em subdomínios, conforme a representação da Figura 2.

Conforme a Figura 2, é possível perceber que Nehmer et al. (2006) distingue entre assistência de vida em:

- Interna:** os sistemas de assistência em ambientes internos funcionam em um local bem definido: em apartamentos, casas, carros, hospitais e casas de repouso.
- Externa:** o sistema de assistência à vida externa apoia as pessoas durante atividades fora de suas casas: enquanto fazem compras, viajam e durante outras atividades sociais. Esses sistemas enfrentam condições ambientais

altamente instáveis, como disponibilidade de comunicação sem fio, acessibilidade de serviços de rede e informações de contexto adquiridas por sensores, o que adiciona outro nível de complexidade e incerteza a esses sistemas.

Outra dimensão de classificação útil é o tipo de serviço prestado. De acordo com a Figura 2, segundo Nehmer et al. (2006) existem três tipos de serviços:

- a) **Tratamento de emergência:** visa à previsão e recuperação precoces de condições críticas que podem resultar em uma situação de emergência e a detecção e propagação seguras de situações de emergência. Exemplos de situações de emergência são quedas repentinas, ataques de pânico, derrames, etc.
- a) **Melhoria da autonomia:** designa todos os serviços que permitem abandonar o atendimento manual prestado por profissionais de assistência médica e social ou parentes e substituí-lo pelo suporte apropriado do sistema. Um exemplo desse tipo de serviço é um sistema de assistência culinária para pessoas com defeitos visuais.
- b) **Conforto:** são os serviços que abrangem todas as áreas que não se enquadram nas categorias (a) e (b) acima. Exemplos de serviços de conforto é assistência de contato social, assistência de informação e lazer, assistência logística etc. Esses não têm a mesma importância e impacto social que as outras duas categorias, embora possa haver um mercado enorme para esses sistemas.

Figura 2 – Esquema de classificação para o domínio de AAL.

	Serviços de tratamento de emergência	Serviços de melhoria da autonomia	Serviços de conforto
Assistência interna	previsão de emergência detecção de emergência prevenção de emergências	assistência culinária assistência alimentar assistência para beber assistência de limpeza assistência de curativos assistência medicamentosa	serviços logísticos serviços para encontrar coisas serviços de informação e lazer
Assistência externa	previsão de emergência detecção de emergência prevenção de emergências	assistência de compras assistência de viagem assistência bancária	serviços de transporte serviços de orientação

Fonte: Adaptado de Nehmer et al. (2006)

2.2.5 Aplicações de Sistemas AAL

As aplicações da AAL incluem serviços, produtos e conceitos para aumentar a qualidade de vida, o bem-estar e a segurança das pessoas idosas. O principal objetivo da AAL é alcançar benefícios para o indivíduo (aumento da segurança e bem-estar), economia (maior eficácia de recursos limitados) e sociedade (melhores padrões de vida) (TAKÁCS; BARNABÁS, 2010).

De acordo com Dohr et al. (2010), dentre os campos de necessidades dos idosos nas aplicações de AAL estão:

- Saúde;
- Segurança / Proteção;
- Independência;
- Mobilidade e;
- Contato social.

Fundado em 2003, nos Estados Unidos da América, o Center for Aging Services Technologies (CAST) se tornou uma coalizão nacional com participação de mais de 400 empresas de tecnologia, além de organizações de serviços voltados para idosos, universidades de pesquisa e representantes do governo trabalhando juntos sob as orientações da Associação Americana de Casas e Serviços para o Envelhecimento (NEHMER et al., 2006).

Marcelino et al. (2008) mostram a grande importância de desenvolvimento de soluções para lidar com os idosos, enumerando inúmeros projetos em desenvolvimento naquele momento, dentre eles: OLDES (serviços eletrônicos de idosos em casa), K4CARE (serviços domésticos de assistência domiciliar), ALADDIN (assistência de iluminação ambiental para uma população envelhecida), SHARE-IT (autonomia humana que auxiliam na recuperação e aprimoramento das habilidades cognitivas e motoras usando tecnologias da informação), SOPRANO (ambientes inteligentes programáveis orientados a serviços para idosos).

Segundo Nakagawa et al. (2013), vários sistemas de AAL foram desenvolvidos nos últimos anos, como por exemplo, os projetos ProAssist4Life (assistência proativa para situações críticas da vida) e OptimAAL (plataforma de competência para o desenvolvimento e introdução de soluções AAL).

2.3 Compliance

Nesta seção, serão apresentados os principais conceitos sobre sistemas Compliance, assim como a sua relação com os requisitos de sistemas.

2.3.1 Conceito de *Compliance*

Segundo Migliavacca (2009), *compliance* significa cumprimento, aderência às leis e normas estabelecidas, de acordo com a expectativa dos *stakeholders*. Em geral, *compliance* significa conformidade com regras e regulamentos (DISI; ZUALKERNAN, 2009).

De acordo com Coimbra e Manzi (2010), *compliance* vem do verbo em inglês “*To Comply*”, que significa “cumprir”, “executar”, “satisfazer”, “realizar o que lhe foi imposto”, ou seja, *compliance* é o dever de cumprir, de estar em conformidade (conformidade com a legislação e regulamentação aplicável ao negócio, código de ética e políticas da instituição) e fazer cumprir regulamentos internos e externos impostos às atividades da Instituição.

Para Candeloro et al. (2012), *compliance* é:

“é um conjunto de regras, padrões, procedimentos éticos e legais, que, uma vez definido e implantado, será a linha mestra que orientará o comportamento da instituição no mercado em que atua, bem como a atitude dos seus funcionários”.

Já para ABNT NBR ISO 19600 (2016), *compliance* é definida como:

“é um conjunto de mecanismos que visam atender normas, políticas e diretrizes de um negócio”.

Para Silva (2018), a palavra *compliance* pode ser entendida como agir de acordo com a regra.

2.3.2 Compliance e os Requisitos de Sistemas

Nos últimos anos, a complexidade e a escala dos requisitos de *compliance* aumentaram significativamente devido à globalização, uma vez que, as instâncias de regulamentos, padrões e estruturas aumentam em número e em escopo, assim como o processo de amadurecimento de diferentes campos e regulamentos também aumentam à medida que as áreas ou domínios que eles cobrem se tornam mais interligados (CHENG et al., 2018).

Para Governatori (2010), em um ambiente organizacional, os produtos e processos de negócio devem ser capazes de refletir não apenas os requisitos dos *stakeholders*, mas também os comportamentos esperados nas atividades do negócio ou da solução. Por isso, segundo Albuquerque et al. (2016), as leis têm se tornado uma importante fonte de exigência às organizações e por isso, as empresas devem considerar tais exigências, interpretá-las e determinar como seus produtos e/ou suas práticas de

negócio serão afetadas, buscando a observância legal, uma vez que, a conformidade legal de um produto/processo se dá quando há a conciliação entre os requisitos elicitados e o conteúdo legal. Vale destacar que as leis têm a predominância de prescrição, direito e execução sobre quaisquer outros requisitos, muitas vezes exigindo modificações desses para se adaptarem às exigências legais.

Jorshari & Tawil (2015) apontam que o mercado de desenvolvimento de sistemas está testemunhando uma demanda crescente por aplicativos em conformidade com o regime internacional da GRC (Sistema de Gerenciamento de Governança, Risco e *Compliance*).

Para Peres & Brizoti (2016), *compliance* é um dos elementos intrínsecos dos modernos processos de GRC, compreendendo uma estrutura essencial no ambiente empresarial e ou corporativo e nesse contexto de validação da *compliance* encontramos:

- **Políticas e Normas internas** – são aquelas produzidas pela organização, como por exemplo:
 - ✓ Códigos de Conduta;
 - ✓ Política de Segurança Corporativa;
 - ✓ Normas Internas;
 - ✓ Termos de Responsabilidade;
 - ✓ Termos de Confidencialidade;
 - ✓ Termos de Aceitação e Uso;
 - ✓ Políticas de Responsabilidade Social e Ambiental;

- **Legislação Nacional e Regulamentar** – são as estabelecidas pelas autoridades e órgãos regulamentadores. Temos as seguintes subclassificações: Leis, Decretos, Portarias, Resoluções, Instruções Normativas e Pareceres.

Segundo Jorshari & Tawil (2015), nos últimos anos, inúmeras obras (por exemplo: Islam, Mouratidis & Wagner (2010); Ghanavati, Amyot, & Peyton (2007); Shamsaei et al. (2011) abordaram a *compliance* como um requisito inicial do sistema, tomando os direitos da lei como objetivos dos sistemas a serem satisfeitos e, portanto, alinhando a engenharia de requisitos às técnicas de conformidade.

De acordo com Zhong et al. (2012), a fase de construção de um projeto é regida por muitos regulamentos e é importante inspecionar o processo de construção de acordo com os regulamentos (denominada verificação ou inspeção de *compliance*) para garantir a qualidade. Diante disso, o referido autor afirma que a verificação automatizada de *compliance* baseada em regulamentos reduziria os erros e as violações aos regulamentos, assim como melhora a qualidade do produto a ser desenvolvido.

Sistemas de Governança, Risco e *Compliance* (GRC), como os da IBM, SAP e Oracle foram desenvolvidos para gerenciar e monitorar *compliance* nas empresas. O papel de tais sistemas é automatizar grande parte do trabalho associado à documentação e aos relatórios das atividades de gerenciamento de riscos e conformidade (CHENG; LIM-CHENG, 2017). Isso se dá porque uma das principais preocupações dos profissionais de qualquer área é garantir a conformidade regulamentar (BEACH et al., 2015).

Para Bouzidi et al. (2012), o controle ou a verificação da *compliance* estão se tornando mais complexos a cada dia, não apenas para indústrias, mas também para organizações encarregadas de avaliar a conformidade de novos produtos ou processos. Por isso, no processo de evolução da adoção do GRC as empresas estão cada vez mais realizando as atividades de validação da *compliance*, ou seja, a verificação sistemática do cumprimento dos dispositivos legais, regulatórios, contratuais, fato que vem ganhando cada vez mais importância (PERES; BRIZOTI, 2016).

2.4 Síntese do Capítulo

De maneira geral, esse capítulo apresentou informações relativas ao referencial teórico sobre a temática abordada nesta pesquisa.

Na seção 2.1, foi apresentada uma visão geral da engenharia de requisitos, mostrando alguns conceitos sobre a definição de requisitos e como eles podem ser classificados (funcionais e não funcionais - subdivididos em requisitos do produto, organizacionais e externos). Também foi apresentado neste mesmo tópico o processo da engenharia de requisito e as etapas que o constituem, sendo elas: elicitação, análise e negociação, documentação e modelagem, validação e gerenciamento. Houve também a abordagem da engenharia de requisitos aplicada dentro do contexto de sistemas AAL.

Na seção 2.2, foram apresentadas as definições e conceitos sobre sistemas AAL, sua evolução histórica, as principais características desses sistemas, os tipos de sistemas AAL (podendo ser interno ou externo) e a subclassificação quanto ao tipo de serviço (tratamento de emergência, melhoria da autonomia e conforto) e as suas aplicações.

Na seção 2.3, foi apresentanda a definição de *compliance* e a importância do seu gerenciamento no desenvolvimento de sistemas.

3 ONTOLOGIAS E A WEB SEMÂNTICA

Este capítulo apresenta os conceitos básicos da *Web Semântica* adotados para o desenvolvimento desta tese, tratando sobre ontologia e Lógica Decritiva (DL).

3.1 Web Semântica

De acordo com Lívero Júnior (2012), a *Web Semântica* pretende fornecer estruturas e dar significado semântico ao conteúdo das páginas *web*, criando um ambiente no qual agentes de *software* e usuários possam trabalhar de forma cooperativa.

Para Rodrigues (2019) a *Web Semântica* é vista como a nova geração da *Web* atual, e se fundamenta em um conjunto de princípios de *design* e uma gama de tecnologias, permeando um ambiente *Web* baseado em serviços, construído por aplicações baseadas em conhecimento.

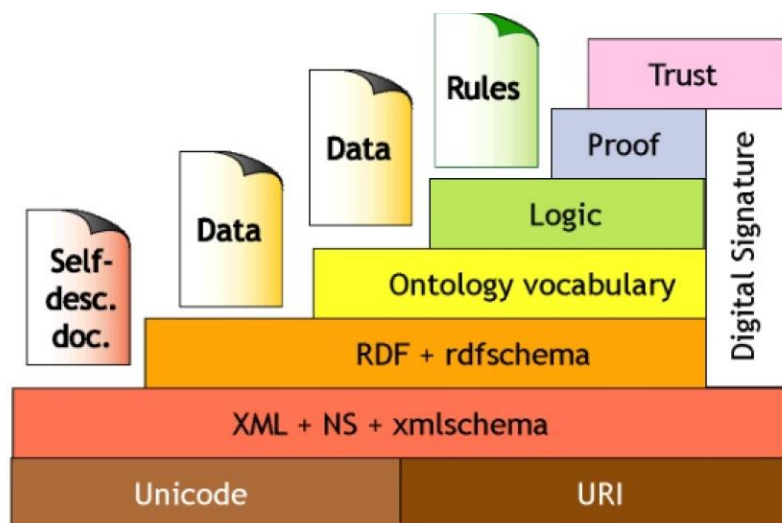
Segundo Berners-Lee et al. (2001) os computadores necessitam ter acesso a coleções estruturadas de informações (dados e metadados) e de conjuntos de regras de inferência que ajudem no processo de dedução automática para que seja administrado o raciocínio automatizado, ou seja, a representação do conhecimento. Por isso, Carvalho (2009) aponta que a meta da *Web Semântica* é criar um meio universal para a troca de dados, interconectando a administração de informações pessoais, integrando aplicações em empresas e compartilhando dados comerciais, científicos e culturais em escala global, podendo assim, colocar na *Web* dados que podem ser compreendidos por máquinas, com a ajuda de organizações, indivíduos e comunidades.

Mas para que isso aconteça, a partir do ano 2000, o consórcio W3C (*World Wide Web Consortium*) vem definindo um conjunto de tecnologias abertas sobre a *Web* atual, criando uma arquitetura em camadas.

3.1.1 Arquitetura de Web Semântica

Tendo em vista que a *Web Semântica* surge como uma possível solução para a estruturação semântica dos dados na *web*, viabilizando o processamento da informação por parte das máquinas, o consórcio W3C definiu uma estrutura em camadas (Figura 3), refletindo assim a estrutura de um projeto da *Web Semântica*.

Figura 3 – Arquitetura da Web Semântica



Fonte: w3.org.

Nessa arquitetura, na primeira camada, a camada mais inferior, compreende o padrão UNICODE¹ e o *Uniform Resource Indicator* (URI)². O padrão Unicode é o padrão universal de codificação de caracteres utilizado para codificação de texto para processamento computacional (GHISI, 2008). É esse padrão de codificação que facilita a produção e distribuição de *softwares*, uma vez que ele delinea uma especificação para produzir uma codificação consistente dos caracteres e símbolos mundiais, inclusive, sendo o projeto do Unicode baseado na simplicidade e consistência do ASCII e estando totalmente compatível e sincronizado com as versões correspondentes do padrão internacional ISO/IEC 10646. Já a referência para a localização dos recursos (URI –

¹ <https://unicode.org/>

² <http://www.asciitable.com/>

Uniform Resource Identifier, ou “Identificador Uniforme de Recursos”) é uma sequência compacta de caracteres que identifica um recurso físico ou abstrato, seguindo uma regra de sintaxe definida (BERNERS-LEE et al., 2001). Com isso, o URI possibilita a identificação uniforme de recursos através de um grupo definido e extensível de esquemas de nomeação, ficando a identificação a cargo de cada especificação de esquema.

A segunda camada apresenta a linguagem de marcação *eXtensible Markup Language* (XML) e o *XMLSchema* (definição da estrutura do documento XML). A linguagem XML permite definir documentos *Web* com marcações personalizadas para garantir um maior nível semântico em relação às páginas HTML. Contudo, faz-se necessário formalizar e validar a estrutura de páginas XML para garantir que estejam corretamente definidas. Para isso utiliza-se a linguagem XML Schema.

Na terceira camada, temos a linguagem RDF, que segundo Lívero Júnior (2012), fornece um meio de agregar semântica a um documento sem se referir à sua estrutura. A linguagem define um modelo para descrever relacionamentos entre recursos através de suas propriedades e valores. Contudo, a linguagem RDF não fornece mecanismos para declarar as entidades e também não possibilita definir tais relacionamentos. Para suprir tais necessidades utiliza-se RDF Schema, que permite gerar um sistema de classes extensível e genérico que pode ser utilizado como base para a descrição conceitual de um domínio específico.

A quarta camada, que é camada de ontologias, pode ser considerada como a espinha dorsal da *Web Semântica*. A *Web Ontology Language* (OWL) é uma linguagem da *Web Semântica* criada pelo *Web Ontology Working Group* (W3C) e projetada para representar conhecimento, tendo como intenção representar conceitos e seus relacionamentos na forma de uma ontologia. De acordo com Da Silva (2008), a linguagem OWL é projetada para ser usada por aplicações que necessitam processar o conteúdo das informações, ao invés de apenas apresentar informações aos seres humanos. Além de facilitar a interpretação por máquinas de conteúdos na *Web* em XML, RDF e RDFS através de um vocabulário e uma semântica formal. Ainda segundo Rodrigues (2019), em 2009 houve o aperfeiçoamento do padrão OWL, resultando na OWL2, a qual se tornou padrão em outubro de 2009.

A quinta camada, a camada de Lógica, é definida por FERNEDA (2003) como sendo um conjunto de regras de inferência que os agentes (computacionais ou humanos) poderão utilizar para relacionar e processar informação. A partir de tais regras, os

agentes podem raciocinar ou inferir informações sobre as estruturas de dados definidas nas camadas *XML* e *RDF* utilizando as relações, definidas na camada de ontologia, entre esses objetos. Para essa parte lógica algumas linguagens são propostas na literatura, tais como: *Rule Markup and Modelling Language (RuleML)*, *Semantic Web Rule Language (SWRL)*, *Semantic Query Language for Databases (SPARQL)* e *Rule Interchange Format (RIF)* – que é a recomendada pela W3C, sendo ela um padrão que surgiu para permitir a troca de regras entre as diferentes linguagens.

As duas últimas camadas, a sexta e a sétima, são, respectivamente, a camada de Prova, que tem a função de executar as regras da camada lógica, funcionando como um mecanismo de inferência da *Web Semântica* e a camada de Confiança, que tem o propósito de avaliar se a prova está correta ou não. Isso é feito através da verificação da autenticidade e resolução de contradições.

3.2 Ontologia

O termo ontologia é definido por diversos autores na literatura. Algumas destas definições são:

Para Farquhar et al. (1995), ontologia é:

“uma teoria sobre um domínio que especifica um vocabulário de entidades, classes, propriedades, predicados e funções; e um conjunto de relações que, necessariamente, amarram esses vocabulários.”

Já para Noy & McGuinness (2001), ontologia é definida como:

“uma descrição explícita formal de conceitos em um domínio do discurso (classes (às vezes chamadas de conceitos)), propriedades de cada conceito descrevendo vários recursos e atributos do conceito (slots (às vezes chamados de funções ou propriedades)) e restrições sobre slots (facetas) (às vezes chamado de restrições de função)). Uma ontologia, juntamente com um conjunto de instâncias individuais de classes, constitui uma base de conhecimento. Na realidade, existe uma linha tênue onde a ontologia termina e a base de conhecimento começa.”

No contexto da Ciência da Informação, conforme apresenta Vickery (1997), foi em meados da década de 1990 que o termo ontologias começou a surgir na literatura científica da área, sendo a definição geralmente mais aceita a desenvolvida por Gruber (1993), que a descreve como especificação explícita de uma conceituação.

Ontologia para área de informática tem como objetivo facilitar o compartilhamento e reutilização das informações (FELICÍSSIMO & BREITMAN, 2004), além de definir uma especificação conceitual para “os conhecimentos” de um determinado domínio. Visualizando por esse horizonte, Campos (2010) considera que as ontologias estabelecem um vocabulário comum para uma comunidade que precisa compartilhar informação em um determinado domínio de um modo que as definições podem ser interpretáveis computacionalmente, incluindo representações de conceitos e relações.

Por isso, Culmone et al. (2014) afirmam que as ontologias são comumente usadas para formalizar e especificar explicitamente um domínio do conhecimento, pois elas melhoram a automação da integração de grupos de dados heterogêneos, fornecendo uma especificação formal do vocabulário dos conceitos e de seus relacionamentos.

Segundo Hilia et al. (2013), o uso das ontologias tem inúmeras vantagens, como fornecer uma semântica formal para os dados trocados, potencialmente fornecendo um mecanismo bem fundamentado para a representação e o compartilhamento dessas informações estruturadas, além de permitir o raciocínio para selecionar os serviços certos no contexto certo.

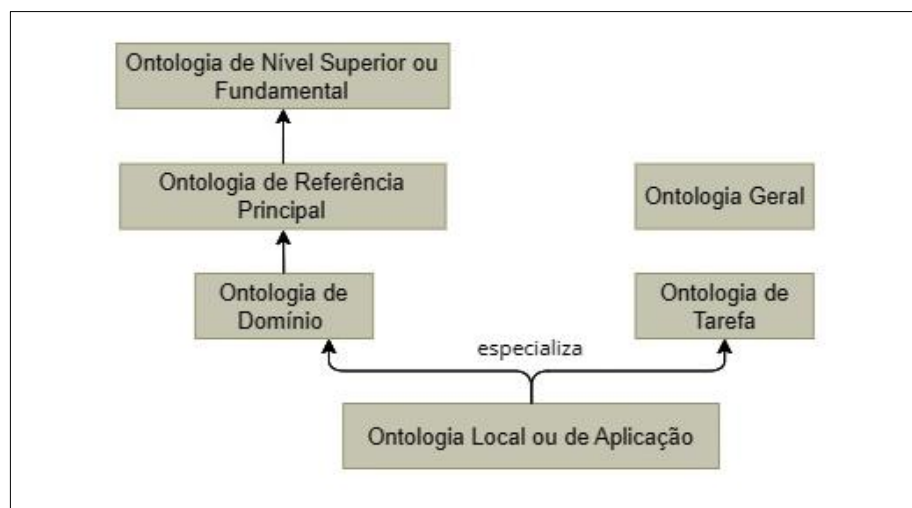
Levando em consideração que um dos requisitos mais importantes no desenvolvimento de sistemas AAL diz respeito à verificação formal dessas aplicações, que são tidas como críticas, Hilia et al. (2013) pontuam que é necessário garantir o design correto e a análise formal dos aplicativos AAL. Segundo o autor, as linguagens de modelagem existentes para a construção de sistemas AAL apresentam a falta de suporte a qualquer estrutura formal, a especificação do sistema e a verificação de sua correção.

Hilia et al. (2013) declaram que na última década ontologias tornaram-se uma ferramenta amplamente usada para descrever domínios de aplicativos e enriquecer dados com seu significado. Nesse sentido, o uso de ontologia poderia preencher a lacuna da falta de suporte a qualquer estrutura formal no desenvolvimento de sistemas AAL, podendo atuar na especificação desses sistemas e na sua correção, propiciando uma ferramenta que oferece apoio à verificação desses tipos de sistemas.

3.2.1 Tipologia das Ontologias

Várias classificações de ontologias foram apresentadas na literatura (USCHOLD e KING, 1995; LASSILA e MCGUINNESS 2001; GOMEZ-PEREZ et al. 2004; BORGO 2007), tendo cada uma delas se concentrado em diferentes dimensões nas quais as ontologias podem ser classificadas. Para este trabalho, vamos utilizar a classificação proposta por Roussey et al. (2011), sendo as ontologias classificadas de acordo com a granularidade do domínio ou com o escopo dos objetos descritos, conforme pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Classificação das ontologias baseada no escopo do domínio.



Fonte: Adaptado de Roussey et al. (2011).

A definição de cada tipo contido na Figura 4:

- **Ontologias de Fundamentação (*Top Level*)** - são ontologias genéricas aplicáveis a vários domínios. Eles definem noções básicas como objetos, relações, eventos, processos e assim por diante. A ontologia fundamental pode ser comparada ao metamodelo de um esquema conceitual.

- **Ontologias Gerais (*General*)** - são ontologias genéricas que procuram construir teorias básicas do mundo, de caráter bastante abstrato, aplicáveis a qualquer domínio.
- **Ontologias de Referência (*core*)** – é uma ontologia geral de um domínio específico, ou seja, especificam um conjunto mínimo de conceitos para um campo específico, mas que ainda podem ser subdivididos em outros subdomínios.
- **Ontologias de Domínio (*domain*)** – são aplicáveis a um domínio com um ponto de vista específico. Ou seja, esse ponto de vista define como um grupo de usuários conceitua e visualiza algum fenômeno específico. É caracterizada pelo fato de nela serem definidos os conceitos (ou classes) de um domínio particular.
- **Ontologias de Tarefa (*task*)** – são aquelas onde está contido o conhecimento para realizar uma tarefa ou atividade genérica, que podem contribuir na resolução de problemas, independente do domínio que ocorrem.
- **Ontologias de Aplicação (*application*)** – são tidas como a especialização das ontologias de domínio. Elas representam o modelo particular de um domínio, tendo como propósito específico de determinada aplicação.

Nesta tese será utilizada uma ontologia de fundamentação para propor uma ontologia de referência. Através do reuso da ontologia de referência será desenvolvida uma ontologia de domínio.

3.2.2 Componentes de uma Ontologia

Para modelar os conhecimentos de um dado domínio existem alguns componentes ontológicos apontados por Corcho et al. (2005) e que são tidos como os principais e que são utilizados na atividade de conceitualização, de forma a evitar omissões, redundâncias e inconsistências, sendo eles:

- **Classes:** uma classe é então definida como a representação de um conceito. As classes são, portanto, a representação de termos gerais em uma descrição de um domínio. Podem ser descritas de forma que sejam apresentados os requisitos para participação na classe.
- **Axiomas:** estabelecem sentenças que sempre são verdadeiras. São usados para representar um conhecimento que não pode ser expresso pelos outros componentes.

- **Relações:** são entidades que unem outras entidades. Elas representam um tipo de associação entre as classes do domínio.
- **Instâncias:** são utilizadas para representar elementos ou indivíduos em uma ontologia. Logo, elas representam objetos no domínio de interesse.
- **Constantes:** são valores numéricos que não mudam no decorrer do tempo.
- **Atributos ou propriedades:** descrevem propriedades, podendo ser de instância ou de classes.

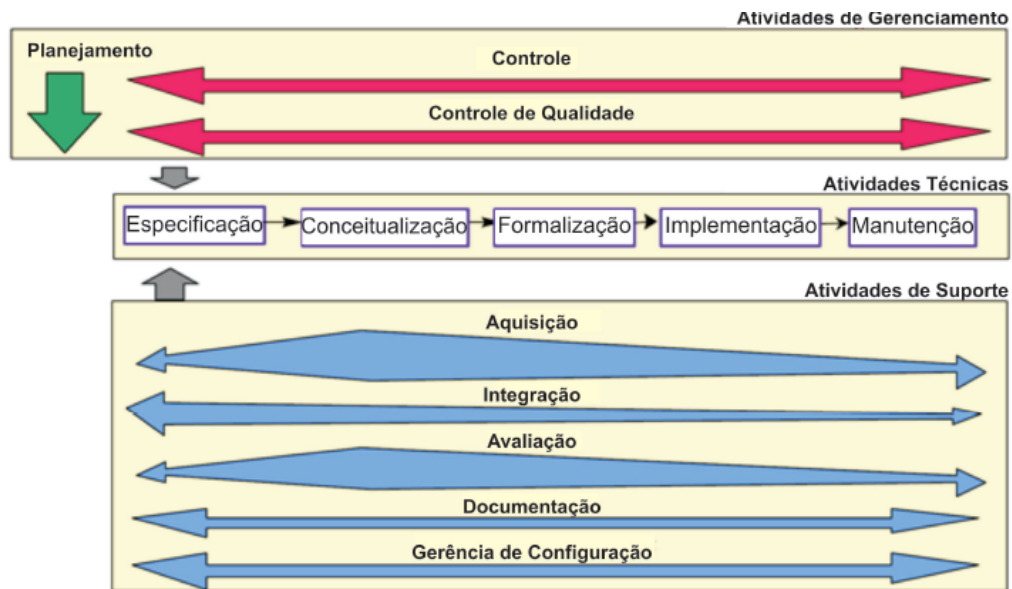
3.2.3 Engenharia Ontológica (metodologia de construção)

A metodologia é uma técnica que, por meio dos estudos dos métodos, busca facilitar e criar uma certa padronização para alcançar um fim desejado, neste caso, a construção de ontologia (DE MATTOS, 2010). Metodologias têm sido construídas com o intuito de sistematizar a criação e manipulação de ontologias, uma vez que, a adoção de metodologias para a construção de ontologias tem por objetivo reduzir as dificuldades encontradas em sua implementação e facilitar a reutilização. Existem diversas metodologias descritas na literatura, tais como a Enterprise Ontology (USCHOLD, 1996), Ontology Development 101 (NOY; MCGUINNESS, 2001) e a metodologia denominada METHONTOLOGY (FERNÁNDEZ, 1997). Analisando o trabalho de Rodrigues (2019), podemos perceber que dentre estas, a última é a mais utilizada para a construção de ontologias. Portanto, nesta tese, foi escolhida a Methontology para construção da Onto4CAAL, pois existe uma maturidade maior dessa metodologia, uma vez que, ela possui melhor detalhamento que ajuda na estruturação das ontologias e auxilia na possibilidade de reuso.

Segundo López (2000), a Methontology possibilita a construção de ontologias no nível do conhecimento, sendo caracterizada por apresentar: uma identificação do processo de desenvolvimento de ontologias; um ciclo de vida baseado em evolução de protótipos (permitindo adicionar, mudar ou remover termos em cada nova versão); e técnicas particulares para alcançar cada uma de suas atividades.

A Methontology é um método estruturado composto de várias atividades, que estão divididas em três grupos: **atividades de gerenciamento**, técnicas **(desenvolvimento)** e **suporte**, conforme a Figura 5.

Figura 5 – Ciclo de vida de desenvolvimento de ontologia através da Methontology.



Fonte: (Corcho et al., 2005, p.03)

As atividades de gerenciamento são responsáveis pelo planejamento de tarefas que precisam ser realizadas durante a construção da ontologia, os recursos necessários para cada, controle do andamento destas e analisa os resultados de cada uma. As atividades de suporte (aquisição, integração, avaliação, documentação e gestão da configuração) são atividades realizadas durante todo o ciclo de vida da ontologia. Já as atividades de desenvolvimento correspondem aos estágios que dão corpo ao ciclo de vida da metodologia, sendo elas detalhadas a seguir, estando baseadas em (FERNANDEZ et al, 1997):

- **Especificação:** o objetivo da atividade de especificação é produzir um documento que, independente do seu nível de formalidade, sirva como um documento de especificação ontológica, escrito em linguagem natural. Logo, a especificação

contém o objetivo principal da ontologia, tendo como resultado a geração de um documento de especificação de requisitos.

- **Conceitualização:** nesta atividade será apresentado um modelo conceitual que descreve a solução pretendida através de um glossário de termos do domínio. Os termos incluem conceitos, instâncias, verbos e propriedades.
- **Formalização:** o objetivo dessa atividade é definir os conceitos através de expressões lógicas, que são sempre verdadeiras no domínio considerado. Logo, é nessa atividade que se trabalham com as tabelas de axiomas lógicos.
- **Implementação:** é nessa atividade onde será construído um modelo computável em uma linguagem ontológica, sendo que para isso é importante a utilização de ferramentas que auxiliem o desenvolvimento desse modelo de forma automatizada e facilitada.
- **Manutenção:** é a atividade onde são realizadas as alterações, quando necessárias, além de possíveis melhorias ou correções, tratando, inclusive, do surgimento de novos requisitos.

3.2.4 Estratégias para Construção de Ontologias

Tratando ainda sobre a Engenharia de Ontologias, existem as estratégias para construção de ontologias, como as propostas por Uschold & Gruninger (1996) – *bottom-up*, *top-down* e *middle-out*. Segundo Calhau (2011) a estratégia *bottom-up* permite considerar particularidades dos sistemas e do processo na representação da conceituação, permitindo assim o detalhamento semântico. De acordo com Rodrigues (2019), na estratégia do tipo *bottom-up*, a partir dos conceitos mais específicos (geralmente extraídos de fontes documentais) constroem-se os termos mais genéricos, o que se leva a construir modelos detalhados e específicos para um domínio, podendo, no entanto, levar a problemas de reusabilidade e integração com ontologias de referência.

Já na estratégia do tipo *top-down*, Calhau (2011) aponta que ela incorpora a semântica geral das ontologias, ou seja, a construção da ontologia começa modelando os conceitos de nível superior, que são posteriormente refinados. Para Rodrigues (2019),

na estratégia *top-down* especializam-se conceitos mais gerais (oriundos de teorias básicas e gerais) em outros mais voltados à especificidade do domínio, ressaltando que os modelos construídos nesta abordagem são mais reusáveis; por outro lado, sofrem por problemas de estabilidade da representação.

Na estratégia do tipo *middle-out*, Calhau (2011) afirma que o modelo é construído com base tanto nas ontologias (construção *top-down*) quanto nos modelos conceituais de sistemas e no modelo de processo (construção *bottom-up*), sempre levando em conta os requisitos da integração. Para Rodrigues (2019), a estratégia *middle-out* é a versão híbrida das abordagens *bottom-up* e *top-down*, onde é realizada a indicação dos principais termos correlatos do domínio (isto é, as categorias intermediárias da representação), para só então decidir, a necessidade de especialização e/ou generalização. Com isso, é possível obter o *trade-off* entre reusabilidade e estabilidade combinando ambas as estratégias, congregando os pontos fortes de cada uma, sendo, portanto, essa estratégia a escolhida para este trabalho.

3.2.5 Ferramenta para Construção de Ontologias

Além das metodologias para construção de ontologias, há também o uso de ferramentas para apoiar o processo de desenvolvimento de ontologias, tais como as citadas por Rodrigues (2019), sendo elas WebODE, HOZO, Ontoedit, OilEd Ontology editor, Dogma modeler, OntoUML e Protégé.

De acordo Mendonça et al. (2021) uma pesquisa quantitativa (realizada em 2013) com 65 profissionais que trabalham com ontologias identificou, dentre outras questões, os editores preferidos, onde o Protégé apareceu como o mais utilizado, na preferência de 50% dos entrevistados. Uma outra pesquisa realizada por Malik (2017) sobre usabilidade de editores de ontologia apontou que o Protégé foi considerado o editor mais fácil de usar e aquele que exigiu menos tempo para as tarefas.

Em 2018, Siricharoen (2018) entrevistou cerca de 30 profissionais de ontologias, questionando qual o melhor editor para iniciantes, sendo o Protégé apontado por 70% dos profissionais como o mais adequado.

Segundo Lívero (2012), a ferramenta Protégé é *software* livre e *open-source*, sendo uma plataforma que fornece um conjunto de ferramentas para a construção de

modelos de domínio e conhecimento com aplicações baseadas em ontologias. A plataforma pode ser utilizada para carregar, editar e salvar ontologias em diversos formatos. Entre eles destacam-se RDF, XML, UML, OWL e bancos de dados relacionais.

Logo, a ferramenta Protégé é recomendada nessa proposta pelas seguintes razões: i) possui interface amigável; ii) possibilita documentar os objetos; iii) é de fácil obtenção por ser de domínio público; iv) possui uma comunidade de pesquisadores que contribui com a sua evolução, mantendo a ferramenta sempre atualizada; v) de fácil usabilidade e vi) possui documentação disponível.

3.3 Lógica de Descrições (DL)

De acordo Baader et al. (2003), Lógica de Descrição (DL, do inglês *Description Logics*) trata-se de um termo que se refere a um conjunto de linguagens lógicas para fins da representação de conhecimento, possuindo formalismos de representação de conhecimento, tais como redes semânticas e quadros (*frames*).

Para Vieira et al. (2005), as lógicas de descrições são formalismos para representar conhecimento e raciocinar sobre ele, significando assim que a sintaxe desse formalismo foi definida para facilitar o raciocínio, tornando-o computacionalmente menos custoso. Além disso, a DL é segmentada em categorias que se diferenciam pelo poder de expressividade, o qual se relaciona diretamente com a complexidade das inferências realizadas. Em consequência, observa-se a relação de quanto maior a complexidade, maior o tempo para retorno do processo de inferência (BAADER et al., 2003).

Por isso, Araujo et al. (2020) pontua que a expressividade da linguagem da Lógica de Descrição está atrelada ao conjunto de construtores e propriedades disponíveis para representar algum domínio. Também cabe destacar que a linguagem mais utilizada para a construção de ontologias é a OWL, sendo ela uma linguagem de marcação semântica usada para publicar e compartilhar ontologias na *web* (MCGUINNESS et al., 2004).

De acordo com Vieira et al. (2005), foram definidas três sub-linguagens OWL, cada uma correspondendo a uma lógica de descrição diferente (OWL Lite, DL e Full). A linguagem OWL encontra-se na versão 2 (OWL 2), lançada em 2009 e revisada em 2012.

Dentre as sublinguagens existentes para a OWL 2, temos a sublinguagem *SHOIQ* (KRÖTZSCH; SIMANČÍK; HORROCKS, 2014), que corresponde aproximadamente ao conjunto de construtores disponíveis no OWL 2. Segundo SIKOS (2017), essa é uma das mais expressivas lógicas de descrição decidíveis até o momento, apoiando a negação atômica, intersecção de conceitos, restrições universais, quantificação existencial, combinando operadores matemáticos como relações de subclasse, equivalência, conjunção, disjunção, negação, restrições de propriedade, propriedades inversas, entre outros. A seguir veremos sobre a sintaxe a semântica dessa sublinguagem.

3.3.1 Sintaxe da Lógica de Descrição *SHOIQ*

De acordo com Krötzsch, Simančík, Horrocks (2014), formalmente, toda ontologia DL é baseada em três conjuntos finitos de símbolos de assinatura: um conjunto das assinaturas dos indivíduos (NI), um conjunto das assinaturas dos conceitos (NC) e um conjunto das assinaturas das relações (NR) ou papéis. Com isso, a estrutura das expressões da sublinguagem *SHOIQ* é justamente definida sobre esses três conjuntos finitos de símbolos, resultando na estrutura contida no Quadro 2, onde temos na referida gramática a definição dos construtores de conceitos (C) na primeira linha, sendo N um inteiro não negativo. Na segunda linha, temos a definição dos construtores das relações (R), onde U é o papel universal. Definimos $\mathcal{L}$ como o conjunto de todos os conceitos *SHOIQ*.

Quadro 2 - Expressões em *SHOIQ*.

Expressões
$C ::= N_c \mid C \sqcap C \mid C \sqcup C \mid \neg C \mid \top \mid \perp \mid \exists R.C \mid \forall R.C \mid \geq n R.C \mid \leq n R.C \mid$ $\exists R.self \mid N_i$

$R ::= U \mid N_R \mid N_{-R}$

Fonte: (KRÖTZSCH; SIMANČÍK; HORROCKS, 2014)

Conforme Rodrigues (2019), os construtores de conceitos podem ser classificados em construtores booleanos, restrições de relações, e enumerações nominais. Também, uma base de conhecimento DL ($\mathcal{KB}$) é estruturada em dois componentes, $\mathcal{KB} := \langle \mathcal{A}, \mathcal{T} \rangle$, sendo eles:

- **Os axiomas assercionais (representado por $\mathcal{A}$):**
 - ✓ Instanciação de Conceito, $C(N_I)$
 - ✓ Instanciação de Relação, $R(N_I \times N_I)$
 - ✓ Igualdade e desigualdade de Indivíduos, $N_I = N_I$, $N_I \neq N_I$, respectivamente; já que DL não suporta *Unique Name Assumption* (UNA), ou seja, instâncias podem referenciar o mesmo objeto no domínio (se não for dito nada ao contrário)
- **Os axiomas terminológicos (representado por $\mathcal{T}$):**
 - ✓ Inclusão de conceitos, $C \sqsubseteq C$
 - ✓ Equivalência de conceitos, $C \equiv C$

Ainda segundo Rodrigues (2019), fragmentos sofisticados como *SHOIQ* possuem um componente relacional ($\mathcal{R}$), chamado de RBox, que contempla:

- ✓ Inclusão de propriedade, $R \sqsubseteq R$;
- ✓ Equivalência de propriedade, $R \equiv R$;
- ✓ Composição de propriedade, $R \circ R \sqsubseteq R$;
- ✓ Propriedades Disjuntas, *Disjoint* (R, R);
- ✓ Propriedade Inversa, $R \equiv R^{-}$, além de outros axiomas, como transitividade, simetria (e assimetria), e reflexividade.

O Quadro 3 apresenta os construtores booleanos de operações para conjunção, disjunção e negação de conceitos lógicos.

Quadro 3 – Construtos Booleanos de Conceitos *SRQ*.

Nome	Sintaxe	Descrição
União	$\text{Chefe} \sqcup \text{Subordinado}$	Declaração que representa o conjunto de indivíduos formados por instâncias dos conceitos Chefe ou Subordinado.
Interseção	$\text{Chefe} \sqcap \text{Funcionário}$	Declaração que representa um conjunto de indivíduos que são, ao mesmo tempo, um Chefe e Funcionário. O conceito Funcionário equivale a Chefe ou Subordinado.
Complemento	$\text{Chefe} \sqcap \neg \text{Homem}$	Construção que representa o conjunto de indivíduos do conceito Chefe que não é Homem.
Top Concept	$\top \sqsubseteq \text{Chefe} \sqcup \text{Subordinado}$	Utilizado quando se quer enfatizar todas as instâncias. Por exemplo, todas as instâncias no domínio citado são membros de Chefe ou Subordinado.
Bottom Concept	$\text{Chefe} \sqcap \text{Subordinado} \sqsubseteq \perp$	Estabelece que dois conceitos são disjuntos, isto é, não apresentam instâncias em comum. Exemplo: Chefe é disjunto de Subordinado.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O Quadro 4 apresenta as restrições (existencial, universal, domínio e numérica) para as relações, onde são utilizados os quantificadores $\exists$ (existencial) e $\forall$ (universal), de forma que o Quadro 4 mostra como obter a semântica de cada expressão composta a partir da semântica de suas partes. É importante destacar que em relação ao quantificador existencial, temos que $\exists R.C$ representa o conjunto dos indivíduos **p** tais que existe um indivíduo **k**, tal que R relaciona p com k e k está em C. No que diz respeito ao quantificador universal, temos que $\forall R.C$ representa o conjunto dos indivíduos **p** tais que para qualquer indivíduo **k**, se R relaciona p com k, então k está em C.

Quadro 4 – Construtores para restrições de relações *SRQ*.

Nome	Sintaxe	Descrição
Restrição Existencial	$\exists \text{chefeDe.Subordinado}$	Descreve aqueles indivíduos que são Chefe de pelo menos um indivíduo Subordinado, ou

		seja, aqueles indivíduos que têm um chefe.
Restrição Universal	$\forall \text{subordinadoDe.Chefe}$	Define o conjunto com todas as instâncias que caso possuam um Subordinado, este deve ter um Chefe.
Restrição de Domínio	$\exists \text{éSubordinado.T} \sqsubseteq$ Funcionário	Restringe o domínio da relação éSubordinado para indivíduos do conceito Funcionário.
Restrição Numérica	$\geq 1 \text{ subordinadoDe.Chefe}$	Restringe o número de indivíduos participantes da relação. Portanto, descreve o conjunto de indivíduos que são subordinados de pelo menos um Chefe.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.3.2 Semântica da Lógica de Descrição $\mathcal{SROIQ}$

De acordo com Krötzsch, Simančík, Horrocks (2014), o significado formal dos axiomas DL é dado por sua semântica modelo-teórica. Em particular, a semântica especifica quais são as consequências lógicas de uma ontologia. A semântica formal é, portanto, a principal diretriz para toda ferramenta que computa consequências lógicas de ontologias DL, e uma compreensão básica de seu funcionamento é vital para fazer escolhas razoáveis de modelagem e compreender os resultados fornecidos pelos aplicativos de *software*.

Em relação a definição semântica de DL, Baader et al. (2017) a define em termos de interpretações de primeira ordem, sendo uma interpretação ($\mathcal{I}$) uma tupla $\langle \Delta^{\mathcal{I}}, \cdot^{\mathcal{I}} \rangle$, onde $\Delta^{\mathcal{I}}$ representa o conjunto não vazio conhecido como o domínio de $\mathcal{I}$, enquanto que $\cdot^{\mathcal{I}}$ é uma função que mapeia conceitos para subconjuntos de $\Delta^{\mathcal{I}}$, relações para subconjuntos de $\Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$ e instâncias para elementos de $\Delta^{\mathcal{I}}$.

Segundo Rodrigues (2019), os axiomas, portanto, restringem o domínio modelado e, a partir disso, definem estados do mundo válidos ou interpretações válidas (estados que satisfazem os axiomas). Por outro lado, se não há nenhuma interpretação válida, diz-se que o modelo é sem uso, ou inconsistente.

O Quadro 5 detalha parte semântica para cada construtor definido por Krötzsch, Simančík, Horrocks (2014), onde a semântica dos axiomas é formada a partir da semântica dos construtores mais básicos.

Quadro 5 – Sintaxe X Semântica da $\mathcal{SROIQ}$.

Construtor	Sintaxe	Semântica
Indivíduos		
Nome do Indivíduo	a	a^I
Papéis		
Relação	R	R^I
Relação Inversa	R^-	$\{\langle x, y \rangle \mid \langle y, x \rangle \in R^I\}$
Relação Universal	U	$\Delta^I \times \Delta^I$
Conceitos		
Conceito	A	A^I
Intersecção	$C \sqcap D$	$C^I \cap D^I$
União	$C \sqcup D$	$C^I \cup D^I$
Complemento	$\neg C$	$\Delta^I \setminus C^I$
<i>Top Concept</i>	$\top$	Δ^I
<i>Bottom Concept</i>	$\perp$	$\emptyset$
Restrição Existencial	$\exists R. C$	$\{X \mid \text{alguns } R^I\text{-sucessor de } x \text{ está em } C^I\}$
Restrição Universal	$\forall R. C$	$\{X \mid \text{todos os } R^I\text{-sucessor de } x \text{ estão em } C^I\}$
Restrição Numérica	$\geq n R. C$	$\{X \mid \text{pelo menos } n R^I\text{-sucessor de } x \text{ estão em } C^I\}$
	$\leq n R. C$	$\{X \mid \text{no máximo } n R^I\text{-sucessor de } x \text{ estão em } C^I\}$
Reflexividade Local	$\exists R. \text{Self}$	$\{X \mid \langle x, x \rangle \in R^I\}$
Nominais	$\{a\}$	$\{a^I\}$

Fonte: (KRÖTZSCH, SIMANČÍK, HORROCKS, 2014)

3.4 UFO: A Ontologia de Fundamentação Unificada

Uma ontologia de fundamentação, às vezes também chamada de ontologia de nível superior, define uma gama de categorias ontológicas independentes de domínio de nível superior, que formam uma base geral para ontologias específicas de domínio mais elaboradas. Na literatura existem diversas ontologias de fundamentação, tais como as citadas por Mascardi, Cordi e Rosso (2007) e Farinelli e Souza (2021), sendo elas: BFO, Cyc, DOLCE, GFO, PROTON, Sowa's, SUMO, UFO e YAMATO.

Para esta tese, adotamos a ontologia de fundamentação que foi proposta por Guizzardi et al. (2005) – denominada *Unified Foundational Ontology* (UFO), sendo ela uma combinação de outras duas ontologias de fundamentação: a GFO/GOL (HERRE, 2010) e OntoClean/DOLCE (GUARINO; WELTY, 2000). O principal objetivo da UFO é obter uma ontologia fundamental que seja adaptada para aplicações em modelagem conceitual, podendo ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento.

Segundo Sousa (2021), a UFO fornece uma teoria de distinções e restrições ontológicas para conduzir a construção de modelos ontologicamente consistentes. Ela aborda uma tipologia de universais como os tipos sortais rígidos (*kind*, *subkind*), sortais anti-rígidos (*phase*, *role*), e os tipos dispersivos não sortais (ou seja, aqueles que definem conceitos mais genéricos, tais como *mixin*, *category*, *rolemixin*), entre outros, tendo assim, no Quadro 6 os perfis dos tipos Universais da UFO.

Quadro 6 – Perfil dos Tipos Universais da UFO.

Estereótipo	Descrição	Restrição
«kind»	Tipo Sortal Rígido	Não pode especializar «subkind», «phase», «role», «roleMixin».
«subkind»	Tipo Sortal Rígido	Não pode especializar «phase», «role», «roleMixin», e deve existir exatamente um supertipo «kind», direta ou indiretamente.
«phase»	Tipo Sortal instanciado apenas em certos contextos, e dependente de uma propriedade intrínseca	Definido como parte de uma partição. Deve existir exatamente um supertipo «kind», direta ou indiretamente.
«role»	Tipo Sortal instanciado apenas em certos contextos, e dependente de uma relação externa	Cardinalidade do lado oposto ao tipo «role» deve ser ≥ 1 . Deve existir exatamente um supertipo «kind», direta ou indiretamente.
«mixin»	Tipo genérico representando propriedades abstratas de tipos disjuntos	Não pode especializar «kind», «subkind», «phase», «role», «roleMixin».

«category»	Tipo «mixin» rígido, que se especializa em diferentes «kinds»	Não pode especializar «kind», «subkind», «phase», «role», «roleMixin».
«rolemixin»	Tipo «mixin» que se especializa em diferentes «roles», com supertipos «kind» distintos	Não pode especializar «kind», «subkind», «phase», «role». Deve existir uma relação com cardinalidade ≥ 1 no lado oposto da associação.

Fonte: (SOUSA 2021 apud GUIZZARDI, 2005)

De acordo com Guizzardi (2005), a UFO é organizada em três conjuntos de camadas incrementais, sendo elas:

1. UFO-A: define o núcleo da UFO, excluindo termos relacionados a perdurantes e termos relacionados às esferas das coisas intencionais e sociais;
2. UFO-B: define, como incremento ao UFO-A, termos relacionados a perdurantes;
3. UFO-C: define, como um incremento para UFO-B, termos explicitamente relacionados às esferas das coisas intencionais e sociais, incluindo as questões linguísticas.

Nas seções seguintes abordaremos mais detalhes sobre cada uma das camadas da UFO.

3.4.1 UFO-A: Uma Ontologia para Endurantes

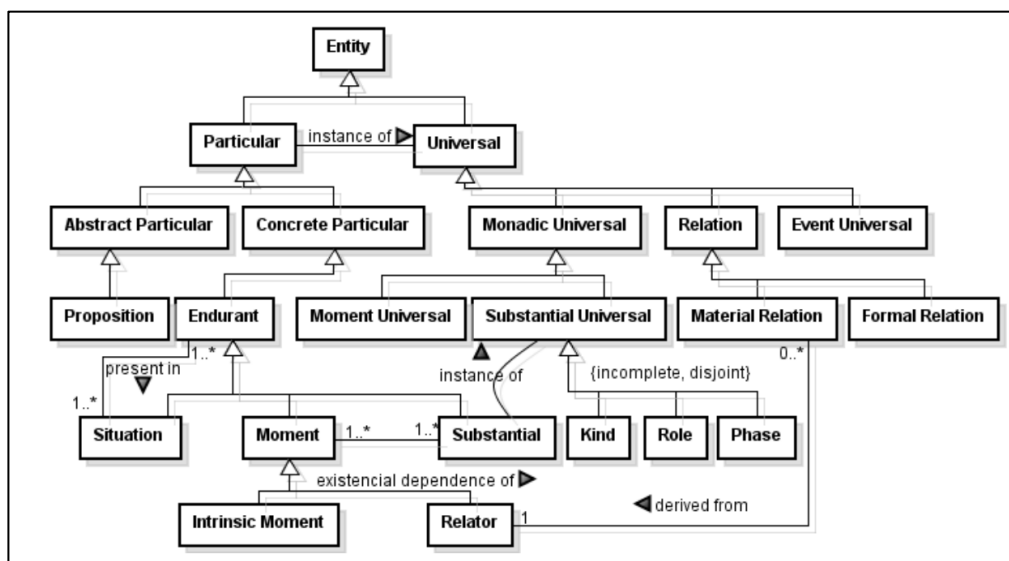
A UFO-A é o núcleo da ontologia UFO, sendo uma Ontologia de *Endurant* (são entidades perenes que existem, mesmo com o passar do tempo) e é composta de um número de teorias que abordam a base de todas as construções de modelagem conceitual clássica incluindo tipos de objetos e estruturas taxonômicas, relações parte-todo, propriedade intrínsecas e propriedades relacionais, entidades fracas, atributos e tipos de dados, etc.

De acordo com Guizzardi et. al. (2008), uma distinção fundamental nesta ontologia é entre as categorias de *Particular* (Instâncias) e *Universal* (Tipo), pois *Particular* são entidades que existem na realidade possuindo uma identidade única. O *Universal*, inversamente, são padrões de características, que podem ser realizados em vários particulares diferentes, ou seja, o *Particular* são instâncias do *Universal*.

Um *Endurant* pode ser do tipo *Substantial* (existencialmente independente), *Moment* (existir somente quando associados a outro particular) ou *Situation* (uma parte da realidade reconhecida como um todo, um estado de coisas).

Uma característica importante que caracteriza o *Moment* é que ele só pode existir em outros indivíduos. A dependência existencial pode ser usada para diferenciar *Intrinsic Moment* e *Relator*: momentos intrínsecos são dependentes de um único indivíduo; os relacionais dependem de uma pluralidade de indivíduos.

Figura 6 – Fragmentos da UFO-A.



Fonte: (GUIZZARDI; FALBO; GUIZZARDI, 2008)

No que diz respeito ao tipo *Universal*, vale destacar que as *Relation* são entidades que unem outras entidades. As subcategorias *Kind*, *Role* e *Phase* foram descritas no Quadro 6. A Figura 6 apresenta uma visão parcial da UFO-A.

3.4.2 UFO-B: Uma Ontologia para Perdurantes

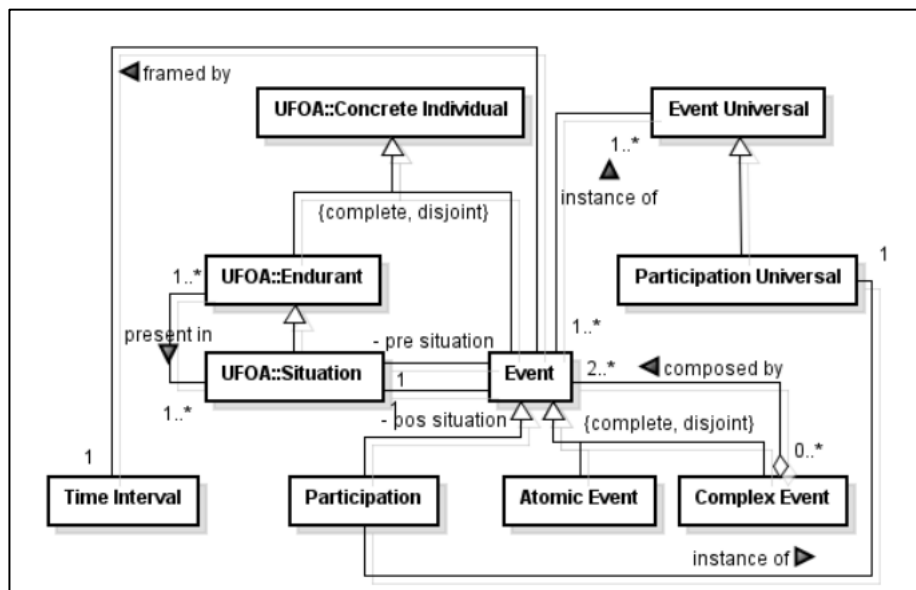
A UFO-B é uma Ontologia de *Perdurant* (são indivíduos compostos por partes temporais, acontecem no tempo no sentido de que se estendem no tempo acumulando partes temporais), tendo como figura principal o *Event*.

De acordo com GUIZZARDI; FALBO; GUIZZARDI (2008), um *Event* (são transformações possíveis, ou seja, está associado a mudança do estado das coisas) pode

ser classificado como *Atomic Event* (não possuem partes impróprias), *Complex Event* (é uma agregação de dois ou mais outros eventos) ou *Participation* (é um tipo especial de *Event* envolvendo a participação de um *Substancial*). É importante destacar que os eventos são entidades ontologicamente dependentes no sentido de que dependem existencialmente de seus participantes para existir.

Em resumo, a UFO-B visa sistematizar conceitos como estados, processos, eventos, relações temporais, entre outros. A Figura 7 apresenta o núcleo da UFO-B.

Figura 7 – Fragmentos da UFO-B.



Fonte: (GUIZZARDI; FALBO; GUIZZARDI, 2008)

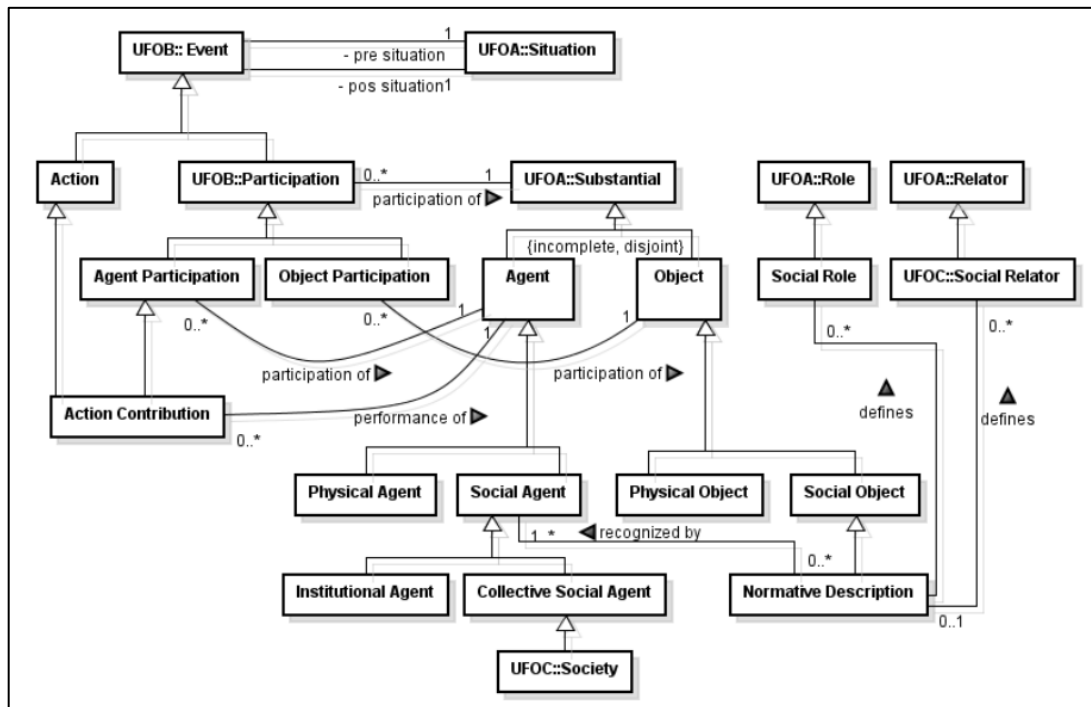
3.4.3 UFO-C: Uma Ontologia para Entidades Sociais

A UFO-C é terceira camada da UFO e é uma ontologia de entidades sociais, sendo construída sobre UFO-A e UFO-B (*endurants* e *perdurants*).

Analisando a Figura 8, que é um fragmento da ontologia UFO-C, podemos perceber que ela aborda *Substancial*, que pode ser do tipo *Agent* e *Object*, podendo ser entidades físicas (*Agent* – uma pessoa; *Object* – um livro) ou sociais (*Agent* – uma Organização social; *Object* – Descrições Normativas). De acordo com RODRIGUES (2019), embora ambos possam participar em *Events* arbitrários, (*Agent Participation* e *Object Participation*), ao contrário de *Objects* inanimados, um *Agent* cria ações (*Action Contribution*), geralmente dirigido por uma intenção ou crença (ou algum outro

Intentional Moment). *Social Agents* costumam reconhecer um conjunto de regras/normas do tipo *Social Object*, conhecido como *Normative Description*, que definem *Social Roles*. Temos ainda as figuras do *Institutional Agent* e do *Collective Social Agent*, que são especializações do *Agent*.

Figura 8 – Fragmentos da UFO-C



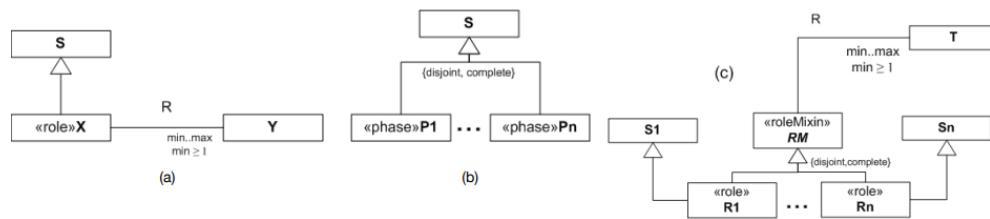
Fonte: (GUIZZARDI; FALBO; GUIZZARDI, 2008)

3.5 Padrões e Anti-Padrões

Para Guizzardi e Sales (2016), ao desenvolver modelos de alta qualidade, um modelador deve ter o apoio de ferramentas expressivas de engenharia, como linguagens e metodologias de modelagem teoricamente bem fundamentadas, padrões e antipadrões e ambientes de suporte automatizados.

Padrões são estratégias de modelagem que atendem satisfatoriamente as teorias subjacentes (GUIZZARDI; SALES, 2014). Dentre os padrões de modelagem definidos pela UFO, temos: *Role Pattern*, *Phase Partition Pattern* e *RoleMixin Pattern*, sendo eles representados na Figura 9.

Figura 9 – Padrões Role Pattern (a), Phase Partition Pattern (b) e RoleMixin Pattern (c) da UFO



Fonte: (GUIZZARDI; SALES, 2014)

No entanto, os padrões não garantem que instâncias de modelos indesejados sejam criadas. Portanto, é imperativo fazer uso adicional de antipadrões, isto é, configurações adicionais para descobrir suposições suscetíveis a erros, o que pode levar a um estado de coisas não intencional. De acordo com Guizzardi e Sales (2014), esses antipadrões capturam decisões de modelagem propensas a erros que podem resultar na criação de modelos que permitem instâncias de modelos não intencionais (representando situações indesejadas).

Diante disso, Guizzardi e Sales (2014) propuseram um catálogo de anti-padrões, sendo alguns deles: *Relation Specialization*, *Imprecise Abstraction*, *Relator With Overlapping Roles*, e *Twin Relator Instances*.

3.6 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou informações relativas ao referencial teórico sobre a temática abordada nesta pesquisa, onde foi apresentada uma visão geral da *Web Semântica* e a sua *Arquitetura*. Vimos as definições e conceitos sobre *ontologia*, especificando a sua *tipologia*, assim como os componentes que constituem uma *ontologia*.

Em seguida foi visto sobre como se processa a *Engenharia Ontológica*, ou seja, sobre a metodologia de construção de uma *ontologia*, tratando sobre as estratégias e as ferramentas utilizadas para construir uma *ontologia*.

Também foi apresentada a definição de *lógica de Descrição (DL)*, sendo apresentadas a *sintaxe* e a *semântica* da *Lógica de Descrição $\mathcal{SROIQ}$* , assim como

houve a descrição da Ontologia de Fundamentação Unificada (UFO) e suas subclassificações (UFO-A, UFO-B e UFO-C), sendo ainda tratada a questão de padrões e anti-padrões em modelos ontológicos. A UFO-A e UFO-C foram utilizadas na criação da Ontologia de Requisitos para Sistemas AAL (Onto4CAAL) apresentada nesta tese.

O próximo capítulo apresentará informações referentes ao processo de mapeamento sistemático da literatura conduzido nesta pesquisa.

4 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta os procedimentos realizados durante o desenvolvimento do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) definido para este trabalho. O mapeamento foi publicado por Silva & Alencar (2020), e visou traçar um panorama geral sobre ontologias, sistemas AAL e *compliance* e os problemas em aberto nessa área. Um mapeamento sistemático da literatura, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Durante a etapa de planejamento foram estabelecidos os objetivos da pesquisa e foi criado um protocolo de mapeamento, adaptado do modelo de Kitchenham e Charters. (2007).

Através dos resultados alcançados e apresentados no presente capítulo, será possível levantar quais estudos estão disponíveis na literatura, que tratam sobre ontologias em projetos de sistemas AAL.

4.1 Introdução

O levantamento do estado da arte é atividade obrigatória na realização de qualquer pesquisa científica de qualidade. Seja para delinear um novo projeto de pesquisa, escrever uma monografia/dissertação/tese ou propor um artigo científico, pesquisadores precisam realizar um levantamento da literatura existente sobre determinado tópico de pesquisa (DERMEVAL et al., 2019).

Um Mapeamento Sistemático da Literatura é um tipo de Revisão Sistemática e, segundo Marques et. al. (2015), são utilizados para prover uma ampla visão de uma área de pesquisa e estabelecer se existem evidências de pesquisas em um determinado tópico. Ao contrário das revisões informais da literatura, onde o pesquisador não segue um processo definido para sua condução, um Mapeamento Sistemático é executado de maneira formal obedecendo a um protocolo pré-estabelecido.

Um MSL difere de uma revisão da literatura simples ou de um *survey* por ser um estudo replicável, científico e transparente, pois estabelece um processo formal para conduzir a investigação, evitando a introdução de rumo da revisão de literatura informal, dando maior credibilidade à pesquisa em andamento (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Baseado nisso, apresentamos no Quadro 7 um comparativo realizado por Travassos & Biolchini (2007), em que são explicadas as diferenças entre revisões tradicionais e sistemáticas.

Quadro 7 – Comparativo entre Revisão Tradicional e Revisão Sistemática.

Características	Revisão Tradicional	Revisão Sistemática
Questão	Escopo abrangente, formulação genérica	Foco definido, formulação específica
Identificação da pesquisa	Usualmente não especificada e tendenciosa	Fontes abrangentes, estratégia de busca definida e explícita
Seleção	Usualmente não especificada e tendenciosa	Baseada em critérios explícitos e uniformemente aplicados
Análise	Variável	Rigorosa nos objetivos e no método, é crítica
Síntese	Geralmente um sumário qualitativo	Síntese qualitativa e/ou quantitativa
Inferências	Algumas vezes baseada em evidência	Usualmente baseada em evidência

Fonte: Travassos & Biolchini (2007)

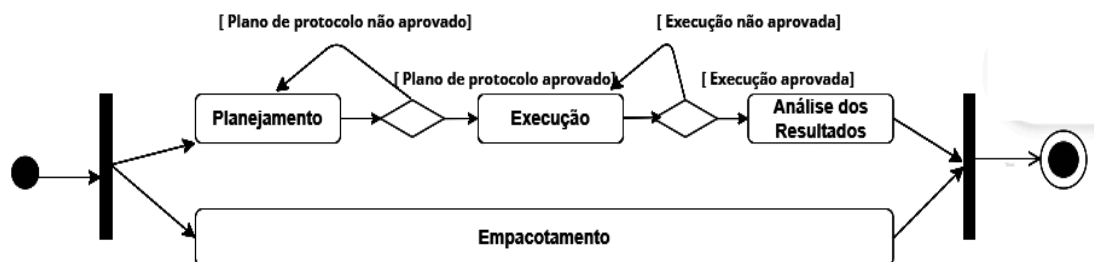
Analisando o Quadro 3, podemos inferir que o mapeamento sistemático procura minimizar erros sistemáticos e aleatórios buscando definir claramente o procedimento a ser adotado na condução do levantamento do estado da arte de um tópico de pesquisa.

Por isso Hulley et al. (2015) apontam que revisões sistemáticas identificam um conjunto de estudos já finalizados que abordam uma determinada questão de pesquisa e avaliam os resultados desses estudos para evidenciar conclusões sobre um corpo de conhecimento.

Por exemplo, para Dermeval et al. (2019) revisões sistemáticas devem ser executadas de acordo com uma estratégia de busca previamente definida e que permita que sua completude seja avaliada por outros pesquisadores, devem considerar um período específico para a busca, recuperar trabalhos que atendam palavras-chaves pré-determinadas, além de definir de forma clara os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos buscados.

O início de um MSL se dá, primeiramente, pela determinação do protocolo que enumera as questões a serem pesquisadas e os métodos utilizados para guiar a revisão. Sendo assim, Travassos & Biolchini (2007) assinalam três fases essenciais para a construção de uma Revisão, que podem ser seguidas para o Mapeamento, sendo elas: Planejamento, Execução e Análise dos Resultados. A Figura 10 representa as etapas definidas por Travassos & Biolchini (2007).

Figura 10 – Processo contendo as etapas do mapeamento sistemático.



Fonte: Adaptado de Travassos & Biolchini (2007)

Baseado nas etapas apresentadas na Figura 10, a próxima seção tratará da etapa de planejamento do MSL.

4.2 Fase de Planejamento

Durante a fase de planejamento foram estabelecidos os objetivos da pesquisa e foi criado um protocolo de revisão, adaptado do modelo de Mian et al. (2007) e Kitchenham e Charters (2007), contendo itens como: identificação e seleção das bases de dados, métodos de busca e palavras-chave, estratégia de busca e critérios de inclusão e exclusão dos estudos. Esta seção apresenta os tópicos do protocolo que guiou o estudo.

4.2.1 Questões do MSL

Com o objetivo de enriquecer e fortalecer os conhecimentos teóricos dos pesquisadores em relação ao domínio do problema – a engenharia de requisitos em sistemas AAL – procurou-se responder a algumas questões, que são as descritas no Quadro 8:

Quadro 8 – Questões de busca de referência para o MSL.

Código de identificação das Questões do MSL	Descrição das Questões de Pesquisa
Q1	Existe ontologia para para sistemas AAL?
Q2	Existe ontologia para <i>compliance</i> ?
Q2.1	Qual domínio essa ontologia de <i>compliance</i> aborda?
Q3	Existe <i>compliance</i> em sistemas AAL?
Q4	Existe taxonomia para sistemas AAL?
Q5	Existe ontologia para <i>compliance</i> para sistemas AAL?

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.2.2 Estratégia de Busca

A construção das *strings* de busca foi realizada seguindo uma estratégia composta pelos seguintes passos:

- Identificação das principais palavras-chave;
- Além das palavras-chave, foram buscados sinônimos dessas expressões em: artigos, revisões e mapeamentos sistemáticos, de forma a aumentar a amplitude de trabalhos que tratem do referido tema;
- As palavras-chaves serão formuladas no idioma universal Inglês, devido ao foco da pesquisa abranger um conteúdo de relevância mundial;
- A *string* de busca é gerada a partir da combinação dessas palavras-chave e sinônimos.

Os termos e sinônimos identificados são apresentados no Quadro 9 abaixo:

Quadro 9 – Palavras-chave e sinônimos.

Palavras-chave	
#	Sinônimos
Ontology	Ontologies
Ambient Assisted Living	AAL
<i>Compliance</i>	Compliant
Taxonomy	-----

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As strings definidas são apresentadas a seguir nos Quadros 10, 11, 12, 13 e 14:

Quadro 10 - String 01

String 01
((<i>"AAL"</i> OR <i>"Ambient Assisted Living"</i>) AND (<i>"ontology"</i> OR <i>"ontologies"</i>))

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 11 – String 02

<i>String 02</i>
((<i>"ontology"</i> OR <i>"ontologies"</i>) AND (<i>"compliant"</i> OR <i>"compliance"</i>))

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 12 – String 03

<i>String 03</i>
((<i>"AAL"</i> OR <i>"Ambient Assisted Living"</i>) AND (<i>"compliant"</i> OR <i>"compliance"</i>))

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 13 – String 04

<i>String 04</i>
((<i>"AAL"</i> OR <i>"Ambient Assisted Living"</i>) AND (<i>"taxonomy"</i>))

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 14 – String 05

<i>String 05</i>
((<i>"AAL"</i> OR <i>"Ambient Assisted Living"</i>) AND (<i>"ontology"</i> OR <i>"ontologies"</i>) AND (<i>"compliant"</i> OR <i>"compliance"</i>))

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.2.3 Bases de Busca

A busca por trabalhos foi realizada de forma eletrônica, através de mecanismos de busca de *web* sites especializados e de renome científico-acadêmico. Três critérios

para a seleção das fontes foram: disponibilidade de consultar os artigos na *web*, presença de mecanismo de busca usando palavras-chave; e importância e relevância das fontes.

Ao todo foram usadas 9 fontes de busca para essa pesquisa, sendo 8 automáticos e 1 manual, o Repositório de dissertações e teses da Capes.

As bases de busca utilizadas foram:

- IEEE¹;
- Science Direct³;
- Scopus³;
- ACM⁴;
- Web of Science⁵;
- Engineering Village⁶;
- PubMed⁷;
- JHI⁸;
- Repositório de dissertações e teses da capes⁹;

¹ <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

² <http://www.sciencedirect.com/>

³ <http://dl.acm.org/>

⁴ <https://www.scopus.com/>

⁵ <http://login.webofknowledge.com/>

⁶ <https://www.engineeringvillage.com>

⁷ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

⁸ <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/search>

⁹ <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

4.2.4 Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos

A inclusão de um estudo é determinada pela relevância em relação às questões de pesquisa, determinada pela análise do título, palavras-chave, resumo, introdução e conclusão. Diante disso, foram definidos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Critérios de Inclusão:

- Estudos primários;
- Estudos publicados entre 1990 a 2019;
- Estudos acessíveis gratuitamente;
- As fontes devem disponibilizar os trabalhos na íntegra;
- Estudos que abordem as questões de pesquisa.

Critérios de Exclusão:

- Estudos desenvolvidos em idiomas diferentes do inglês ou português;
- Estudos secundários;
- Estudos não acessíveis gratuitamente;
- Estudos duplicados (apenas um será considerado);
- Artigos curtos (< 5 páginas);
- Estudos que não estejam relacionados as questões de pesquisa;
- Estudo redundante (a versão mais completa será considerada);
- Estudos que não estejam disponíveis em formato digital;
- Literatura cinza.

4.3 Etapa de Execução

Nessa etapa, foi realizada a condução e análise dos estudos primários. O rigor do processo de busca é um fator que distingue revisões sistemáticas de outros tipos de revisões (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Nessa RSL o processo de busca, seleção, análise e extração das informações contou com 4 fases distintas, que são descritas detalhadamente abaixo:

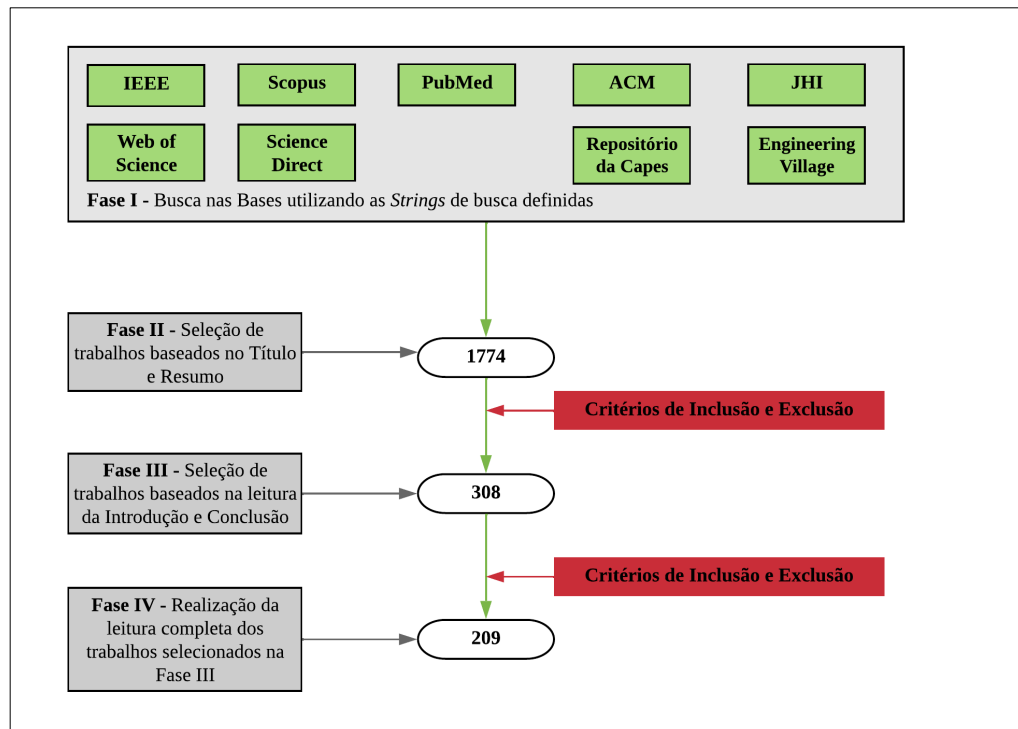
- **Fase I** – Realizada pesquisas nas bases de busca selecionadas, usando as strings de busca definidas.
- **Fase II** – Os estudos encontrados foram inicialmente avaliados segundo o título e resumos (abstract), em sendo relevante ao contexto da pesquisa, considerando os critérios de inclusão, o estudo foi selecionado para a próxima etapa, caso contrário ele foi excluído.
- **Fase III** – realizada uma leitura da introdução e conclusão de cada estudo pré-selecionado. Se houve relevância para o contexto da pesquisa, o estudo foi selecionado para a próxima etapa e fichado no formulário de condução da revisão, caso contrário ele foi excluído.
- **Fase V** – Nesta última etapa os trabalhos foram lidos integralmente e aplicados os critérios de qualidades. Após isso, os estudos incluídos foram documentados através de formulários para a extração dos dados.

O início da etapa de execução foi em 15/10/2019 e para apoiar a extração e registro dos dados e posterior análise, todos os trabalhos encontrados na Fase I foram exportados para a ferramenta StArt¹.

Em relação às fases para a execução do MSL (Figura 11), a Fase I consistiu na utilização das strings de busca nas fontes definidas, sendo retornados 1774 trabalhos, levando em consideração trabalhos entre 1990 e dez/2019. Em seguida, foi aplicada a Fase II do protocolo, onde foram lidos os títulos dos trabalhos e resumos e analisados já considerando alguns dos critérios de inclusão/exclusão, resultando em 308 trabalhos selecionados. A Fase III consistiu em avaliar os resultados por meio da leitura da introdução e conclusão, dos 308 estudos que ficaram da etapa anterior, tendo 210 trabalhos selecionados para a próxima fase. Na Fase IV, os trabalhos aprovados na fase anterior passaram por uma leitura completa. Durante essa leitura, foi constatado que dois trabalhos tinham títulos distintos, mas o conteúdo era o mesmo, sendo dessa forma considerado como duplicado, restando assim 209 trabalhos na Fase IV.

¹ <http://lapes.dc.ufscar.br/software/start-tool>

Figura 11 – Etapas para seleção dos trabalhos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.4 Avaliação de Qualidade

Para avaliação dos estudos selecionados, foram utilizados os critérios de qualidade, sendo os que estão apresentados no Quadro 15. Essa avaliação foi definida para evitar vieses e maximizar a validade da análise, sendo essa uma das formas de avaliação, conforme aponta kitchenham e Charters (2007).

A avaliação da qualidade dos estudos será realizada por meio de uma técnica de pontuação para avaliar a credibilidade, integridade e relevância dos estudos selecionados.

Quadro 15 – Critérios de Qualidade.

#	Critério	Possibilidades de Respostas
C1	Existe uma justificativa porque o estudo foi realizado?	$A = 1, NA = 0, AP = 0.5$
C2	O artigo é baseado em pesquisa?	$A = 1, NA = 0$
C3	Os objetivos da pesquisa estão claros?	$A = 1, NA = 0, AP = 0.5$
C4	A abordagem proposta está descrita com clareza?	$A = 1, NA = 0, AP = 0.5$
C5	O domínio de aplicação do sistema AAL é descrito?	$A = 1, NA = 0$
C6	O estudo é suportado por alguma ferramenta?	$A = 1, NA = 0$
C7	Os resultados do estudo são abordados?	$A = 1, NA = 0, AP = 0.5$
C8	A limitação desse estudo é explicitamente discutida?	$A = 1, NA = 0, AP = 0.5$
C9	Existe uma descrição clara sobre os problemas em aberto?	$A = 1, NA = 0, AP = 0.5$

Fonte: Elaborado pela Autora.

Os critérios de avaliação foram adaptados da literatura e proposto pelo autor. As possibilidades de respostas são: 0 (não atende = NA), 1 (atende = A) e 0.5 (atende parcialmente = AP).

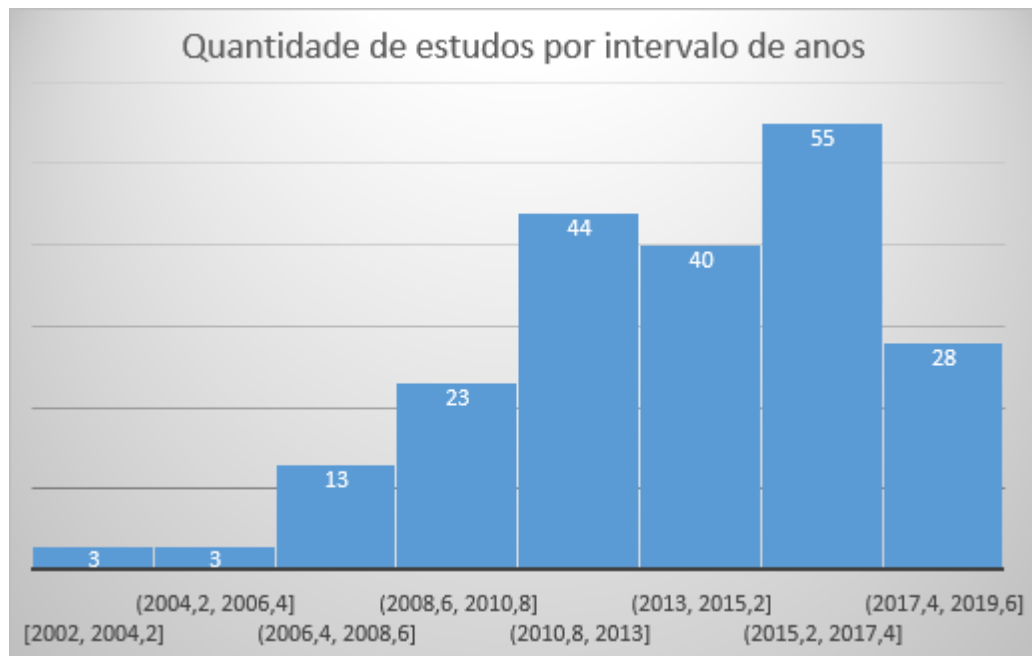
4.5 Análise dos Artigos Selecionados e Resultados

Nesta seção, apresentamos os resultados obtidos por meio da extração de dados dos 209 artigos que preencheram os critérios de inclusão. Apresentamos uma visão geral das características gerais de cada artigo, bem como os resultados das questões de pesquisa.

4.5.1 Dados Gerais dos Artigos

No link (<https://github.com/timoteogomes/Artigos-do-MSL.git>) está contida a tabela com os dados gerais (título, autores e ano de publicação) dos 209 artigos avaliados. Os artigos analisados nesse MSL foram publicados entre 1990 e 2019, conforme é apresentado no Gráfico 1. É possível perceber que o intervalo de anos de 2010- 2019 é o que possui a maior quantidade de publicações, demonstrando assim o interesse crescente na pesquisa por sistemas AAL.

Gráfico 1 – Quantidade de estudos relevantes por ano.



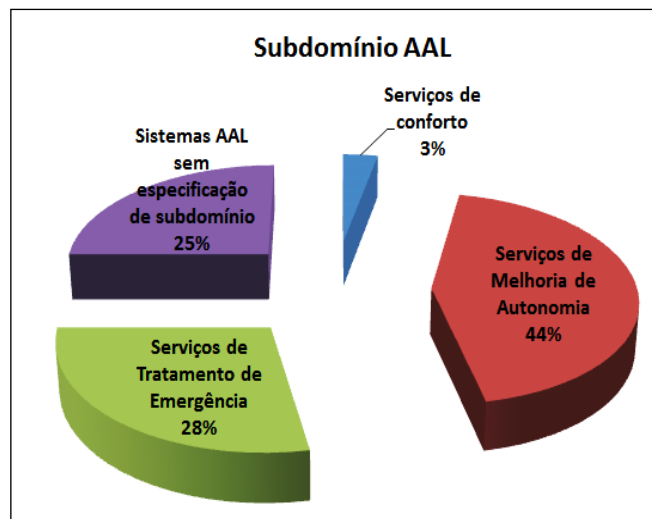
Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.5.2 Q1 – Quais Ontologias Existentes para Sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existe alguma ontologia para desenvolvimento de sistemas AAL, quais os editores de ontologia que foram utilizados, o subdomínio AAL que foi tratado e a aplicação da ontologia. O Gráfico 2 apresenta os subdomínios de AAL que foram abordados nos 64 trabalhos que trataram sobre a Q1. Conforme pode ser visto, 44% desse total de trabalhos que responderam a Q1 abordaram a ontologia no subdomínio AAL de serviços de melhoria de autonomia; 28% abordaram a ontologia no

subdomínio AAL de serviços de tratamento de emergência; 3% abordaram a ontologia no subdomínio AAL de serviços de conforto e; 25% não especificaram o subdomínio de AAL onde a ontologia pode ser aplicada. Ainda é possível verificar no Gráfico 3 os editores de ontologia que foram citados nos referidos trabalhos. Podemos ver que 18% dos 64 trabalhos utilizaram o Protégé para editar a ontologia, 2% usaram o Hozo e 70% não especificaram o editor de ontologia que utilizaram.

Gráfico 2 – Porcentagem dos Subdomínios ALL abordados nas ontologias encontradas na Q1.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

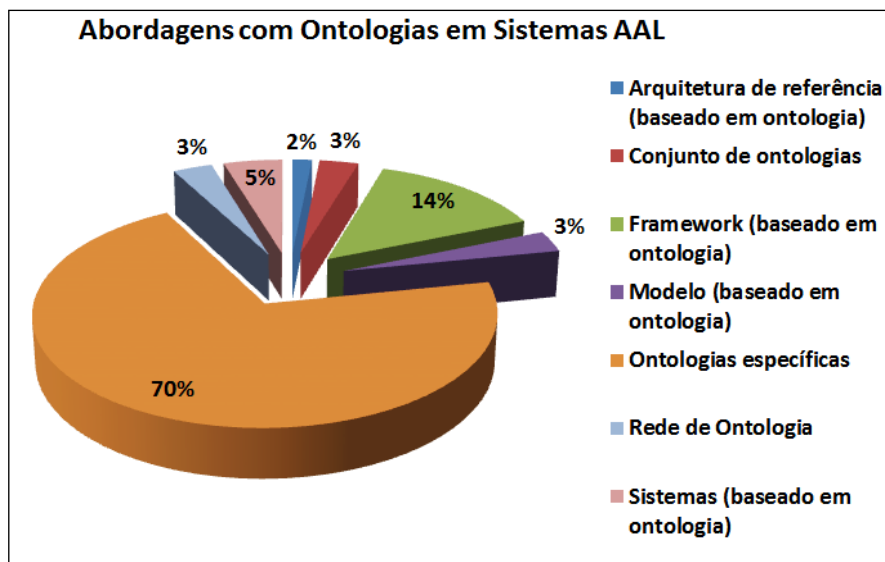
Gráfico 3 – Porcentagem dos Editores utilizados nas ontologias encontradas na Q1.



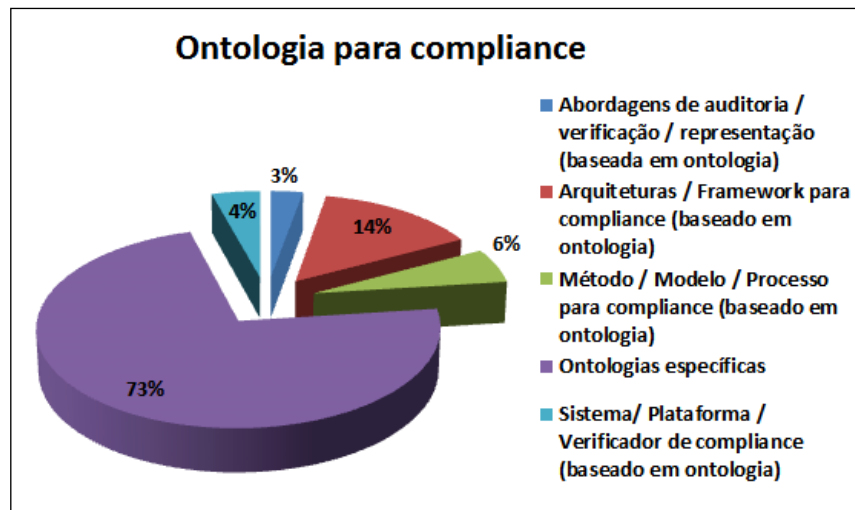
Fonte: Elaborado pelo Autor.

O Gráfico 4 retrata os tipos de abordagem dos trabalhos em relação ao uso de ontologia, onde 70% dos trabalhos trataram de ontologias específicas para as mais diversas aplicações em AAL (ontologia de reconhecimento de atividades em AAL, ontologia do modelo de usuário AAL, ontologia de contexto do SafeRoute AAL, Ontologia do modelo de usuário AAL e etc). Outros 14% trabalharam com Framework para sistemas AAL baseados em ontologia. Em seguida 5% trataram sobre sistemas AAL baseados em ontologia, 3% sobre redes de ontologia, 3% sobre conjunto de ontologias, 3% sobre Modelo para AAL baseados em ontologia e 2% sobre arquiteturas de referência para AAL baseadas em ontologia. O resultado dessa questão de busca é importante para identificar os diferentes domínios que são abordados pelos estudos e para quais domínios as ontologias de AAL estão sendo propostas.

Gráfico 4 – Percentual das abordagens de ontologias para sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Gráfico 5 – Percentual dos tipos de Ontologias para *compliance*.

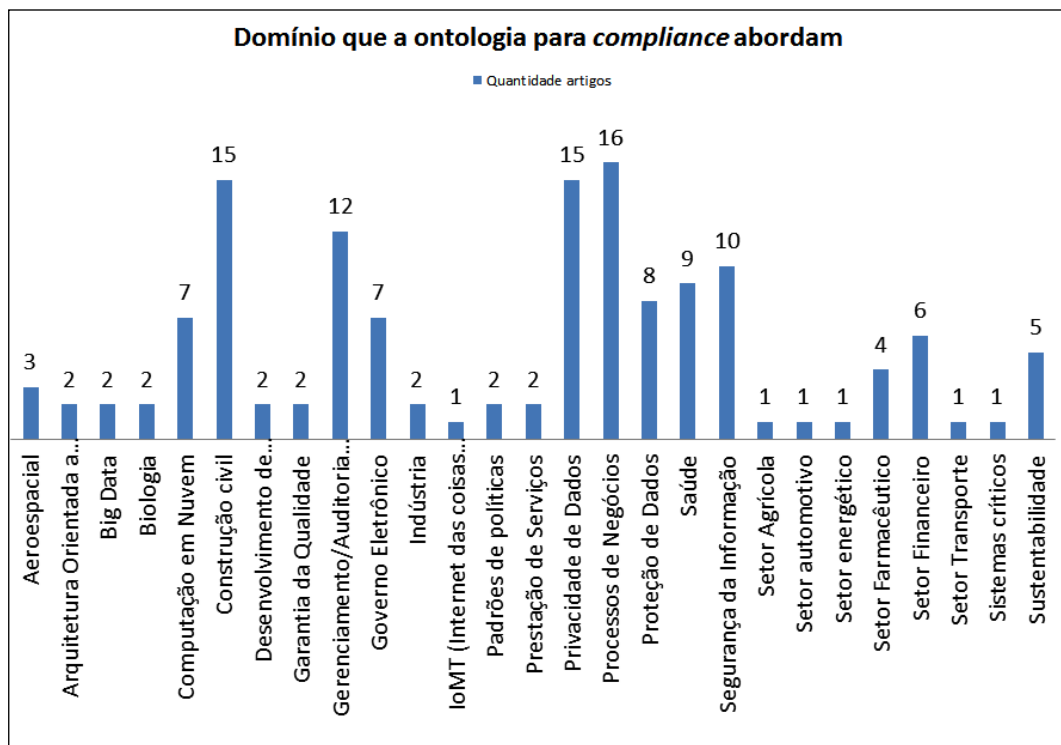
Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.5.3 Q2 e Q2.1– Quais Ontologias Existentes para *Compliance*? Qual Domínio essa Ontologia de *Compliance* Aborda?

O objetivo da Q2 é identificar se existe alguma ontologia que englobe os conceitos de *compliance*. A proposta da Q2.1 é identificar qual o domínio coberto pela ontologia de *compliance* que foi encontrada. O Gráfico 5 demonstra que 73% dos 139 trabalhos que responderam a Q2 trataram de ontologias específicas para *compliance*; 14% trataram sobre arquiteturas/framework para *compliance* baseados em ontologia; 6% trataram sobre método/modelo/processo para *compliance* baseado em ontologia; 4% trataram sobre sistema/plataforma/verificador de *compliance* baseado em ontologia; e 3% trataram sobre abordagens de auditoria/verificação/representação de *compliance* baseado em ontologia.

Já o Gráfico 6, que representa o resultado da Q2.1, apresenta os domínios que são abordados por essas ontologias, sendo os mais representativos: Processos de negócios, Privacidade de dados e Construção civil. O resultado dessa questão de busca é importante para identificar os diferentes domínios que são abordados pelos estudos e para quais domínios as ontologias de *compliance* estão sendo propostas.

Gráfico 6 – Porcentagem Domínios que as ontologias para *compliance* abordam.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.5.4 Q3 –Existe *Compliance* em Sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existem conceitos de *compliance* para desenvolvimento de sistemas AAL. Essa pergunta é importante, para saber se os aspectos de *compliance* são considerados no desenvolvimento de sistemas AAL. A Figura 12 apresenta o resultado da Q3, onde apenas 3, dos 210 trabalhos que foram lidos na Fase IV trataram sobre o aspecto de *compliance* em Sistemas AAL. A intenção dessa questão é levantar como é abordada a *compliance* em sistemas AAL e as normas que foram tratadas nessas abordagens. Conforme visto na Figura 12, um dos trabalhos (id 5183) trata de arquitetura de redes para assistência médica e para isso segue os padrões OPC UA, ISO/IEEE 11073 e HL7; o trabalho de id 4838 aborda a *compliance* no tocante ao atendimento do sistema aos requisitos não funcionais conforme o que está disposto no Documento de Especificação de Requisitos; e o trabalho de id 5797 aborda a *compliance* no atendimento de padrão para interoperabilidade entre dispositivos no domínio de monitoramento remoto de pacientes baseando-se na norma ISO/IEEE 11073. O resultado dessa questão de busca é importante

para identificar as diferentes normas que podem ser consideradas quando no desenvolvimento de sistemas AAL.

Figura 12 - Resultado da Q3 (compliance em sistemas AAL).

Id do estudo	Qual abordagem de compliance em AAL?	Norma(s) abordada(s)
5183	Arquitetura de redes heterogêneas em aplicativos e implantações de assistência médica	OPC UA; ISO/IEEE 11073; HL7
4838	Verificação (conforme Documento de Especificação de Requisitos) do cumprimento de requisitos não funcionais em sistemas AAL	-----
5797	Interoperabilidade entre dispositivos no domínio de Monitoramento Remoto de Pacientes	ISO/IEEE 11073

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.5.5 Q4 – Quais Taxonomias Existentes para Sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existem taxonomias para desenvolvimento de sistemas AAL. A Figura 13 apresenta o resultado da Q4, onde apenas 3 (três), dos 210 (duzentos e dez) trabalhos que foram lidos na Fase IV trataram/abordaram/apresentaram taxonomia para Sistemas AAL. Conforme visto na Figura 13, um dos trabalhos (id 102738) trata da categorização dos tipos de sistemas AAL; o trabalho de id 102752 apresenta uma taxonomia para classificar estruturas de protocolo de sistemas AAL com foco em sistemas DRE adaptativos (sistemas distribuídos em tempo real); e o trabalho de id 102753 aborda uma taxonomia específica de domínio para o design da interação do usuário em sistemas AAL.

Figura 13 - Resultado da Q4 (taxonomia para sistemas AAL).

Id do estudo	Apresenta taxonomia para AAL?	O que a taxonomia aborda?
102738	Sim	A Taxonomia categoriza os sistemas AAL de maneira descendente, destacando as categorias mais importantes
102752	Sim	A Taxonomia para classificar estruturas de protocolo sistemas AAL, com recursos relevantes para sistemas DRE (sistemas distribuídos em tempo real) adaptativos.
102753	Sim	Taxonomia específica de domínio para o design da interação do usuário em sistemas AAL

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.5.6 Q5 – Quais Ontologias Existentes para *Compliance* para Sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existe alguma ontologia que englobe os conceitos de *compliance* para desenvolvimento de sistemas AAL. Não foi encontrado nenhum trabalho que abordasse conjuntamente ontologia, *compliance* e sistema AAL.

4.6 Síntese do Capítulo

Neste capítulo foi explanada a condução da revisão sistemática da literatura (RSL). Foi possível visualizar o processo empregado na RSL, desde o planejamento até a apresentação dos resultados obtidos. Por meio dessa revisão sistemática da literatura, identificaram-se trabalhos relevantes para a temática da pesquisa.

As *strings* de busca aplicadas retornaram 1774 trabalhos, totalizando as nove bases de dados. Após todo o processo de seleção dos trabalhos, apenas 209 trabalhos foram selecionados.

Por meio dessa revisão, foi constatado que, apesar de 30,47% dos trabalhos terem tratado sobre ontologia para sistemas AAL, nenhum deles aborda a eliciação de requisitos, assim como não considera tratar *compliance*, requisitos éticos e requisitos não funcionais nesse tipo de sistema. Observou-se também que muitas dessas ontologias foram desenvolvidas para domínios específicos de sistemas AAL, uma vez que cada área possui características específicas. Diante disso, ficou evidente a necessidade de ontologias de mais alto nível que tenha por objetivo auxiliar na eliciação de requisitos para sistemas AAL e que levem em consideração *compliance*, requisitos éticos e requisitos não funcionais, podendo ser possível utilizá-la em diferentes domínios de sistemas AAL.

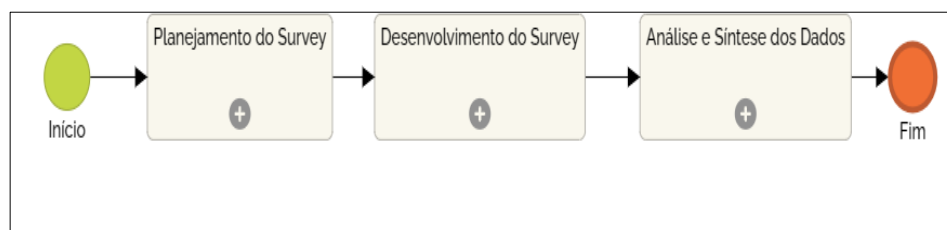
5 SURVEY COM ESPECIALISTAS EM SISTEMAS AAL

Neste capítulo será descrito todo o processo de execução do *survey* que teve por objetivo validar e consultar a Academia e a Indústria a respeito dos elementos que foram levantados na Literatura e propostos inicialmente para compor a Ontologia de NFR para desenvolvimento de sistemas AAL com aspectos de *compliance*, onde é abordado sobre os aspectos metodológicos, o protocolo da pesquisa, o questionário, a análise dos dados, síntese dos resultados e questões relativas à ameaça à validade. Através dos resultados alcançados e apresentados no presente capítulo, foi realizada uma reformulação nos elementos propostos, atendendo as sugestões/apontamentos feitos pelos entrevistados.

5.1 Aspectos Metodológico

Um dos métodos empíricos escolhido para realização dessa tese foi um *survey*. Segundo Provdanov (2013), um *survey* ocorre quando envolve a investigação direta com pessoas cujo comportamento desejamos conhecer através de algum tipo de questionário. Ele não é indicado para uma análise de problemas mais complexos, pois é considerado um método mais superficial. Portanto, foi escolhido esse método para investigar (de maneira geral) o processo de engenharia de requisitos empregado durante o desenvolvimento de um sistema AAL. Entende-se que a finalidade de um *survey* é produzir estatísticas, ou seja, descrições quantitativas ou numéricas de alguns aspectos da população de estudo. As etapas são apresentadas na Figura 14 (PFLEEGER; KITCHENHAM, 2001):

Figura 14 –Etapas do *survey*.



Fonte: Adaptado (PFLEEGER; KITCHENHAM, 2001)

5.1.1 Etapa I – Planejamento do Survey

Nessa etapa foi realizado o planejamento para definir o objetivo do *survey*, identificar a população-alvo, definição das questões de pesquisas e os métodos de análise de dados. Diante disso, o objetivo definido foi o de validar/consultar a respeito dos elementos que foram levantados na Literatura e propostos inicialmente para compor a ontologia de NFR para desenvolvimento de sistemas AAL com aspectos de *compliance*, assim como de identificar os NFR's considerados mais críticos no contexto de sistemas AAL e se a abordagem de *compliance* é relevante e levada em consideração.

O público-alvo desse estudo, isto é, o grupo de indivíduos ao qual a pesquisa se aplica, foi de acadêmicos e profissionais que trabalham com estudo/desenvolvimento de sistemas AAL. Para isso, foi realizado um levantamento dos NTA (Núcleos de Tecnologia Assistivas) de várias universidades brasileiras (14 no total) e estrangeiras (10 no total), assim como de empresas nacionais e estrangeiras que atuam no desenvolvimento de sistemas (12 empresas nacionais e 21 internacionais, totalizando 33 empresas).

A escolha se deu pelo fato de tais Núcleos/Empresas atuarem na área de sistemas AAL e, por consequência, da sua representatividade para pesquisa. Diante desse contexto, esse método de amostragem é considerado não probabilístico porque a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende do julgamento do pesquisador (PFLEEGER; KITCHENHAM, 2001).

5.1.2 Etapa II – Desenvolvimento do Survey

Na etapa de desenvolvimento do *survey* realizou-se a coleta dos dados, onde para tal coleta, foi utilizado o instrumento questionário (ver Apêndices F [português] e G [inglês]), elaborado através da ferramenta online QuestionPro¹, sendo construída uma versão na língua portuguesa e outra na língua inglesa, contendo ambas 35 questões. O intuito de ter além da versão em inglês uma outra em português foi poder facilitar para a comunidade nacional a participação.

¹<https://www.questionpro.com/>

O questionário utilizado nessa pesquisa pode ser classificado como questionário semiestruturado, uma vez que constaram questões de múltipla-escolha, assim como, de questões abertas. De forma a avaliar o referido questionário antes da aplicação do *survey*, foi realizado um teste piloto com um acadêmico (doutorando) que atua também no mercado de desenvolvimento de sistemas, com o intuito de melhor avaliar o questionário e estimar o tempo médio para resposta.

No total foram enviadas 333 solicitações de respostas, onde houve a preocupação de consultar a academia e a indústria. Em relação a academia, foram enviadas na versão em português 204 solicitações, enquanto na versão inglês foram 92. Para a versão em português, as solicitações ocorreram via:

- Mensagem na Plataforma Lattes: 116
- E-mail: 88

Para a versão em inglês, as solicitações ocorreram via:

- E-mail: 86
- LinkedIn: 5
- ResearchGate: 1

Já para a indústria, foram enviadas 37 solicitações, sendo elas feitas tanto para empresas nacionais como para internacionais. Para empresas nacionais foram enviadas 12 solicitações, sendo:

- E-mail: 11
- Fale conosco do site da empresa: 1

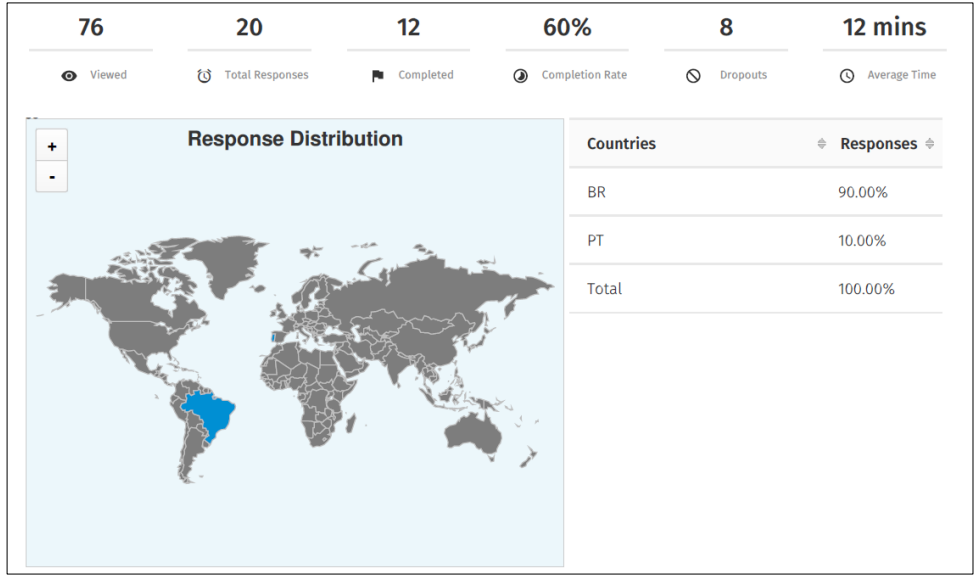
Para empresas internacionais foram enviadas 25 solicitações (para duas dessas empresas foram enviados para mais de um endereço de e-mail), sendo todas elas via e-mail:

- E-mail: 24
- Fale conosco do site da empresa: 1

O questionário foi enviado por uma mensagem de solicitação de participação (ver Apêndices B [português] e C [inglês]), entre os dias 11/08/2021 a 02/09/2021, onde na versão em Português, o questionário foi visualizado por 76 (setenta e seis) possíveis

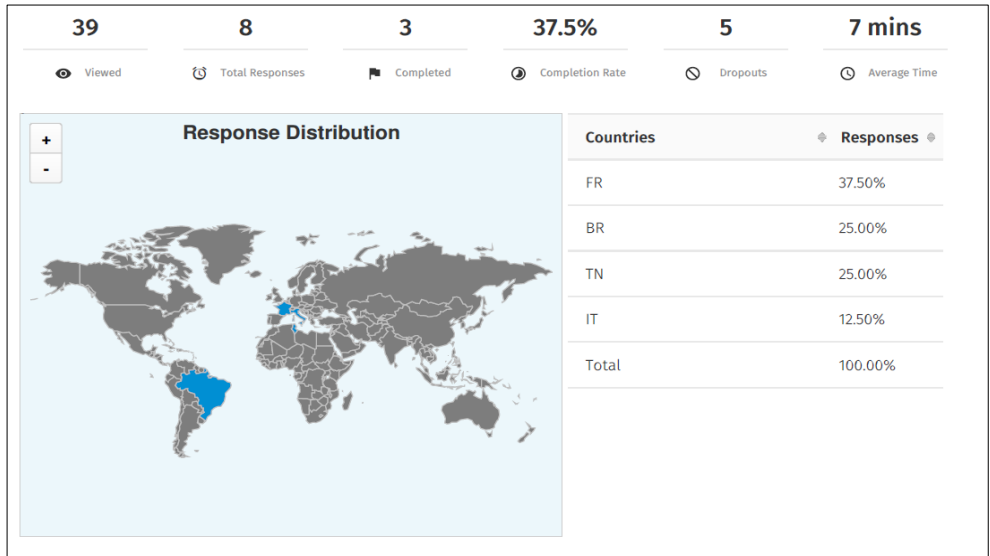
entrevistados, onde 20 (vinte) deles iniciaram a responder o questionário, tendo, no entanto, 8 (oito) desistências no percurso das perguntas e 12 (doze) conclusões, ou seja, que responderam o questionário até a última pergunta, conforme a Figura 15. Já na versão em inglês, o referido questionário foi visualizado por 39 (trinta e nove) possíveis entrevistados, onde 8 (oito) deles iniciaram a responder o questionário, tendo, no entanto, 5 (cinco) desistências no percurso das perguntas e 3 (três) conclusões, conforme a Figura 16.

Figura 15 – Quantidade e localização geográfica dos entrevistados (questionário em português).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 16 – Quantidade e localização geográfica dos entrevistados (questionário em inglês).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

É importante ressaltar que foi assegurado o compromisso ético em preservar as informações coletadas através do questionário aplicado, conforme consta na carta convite para participação da pesquisa (ver Apêndice D [português] e E [inglês]). Apesar de alguns dos entrevistados não terem completado todo o questionário, como não é possível identificar/separar os dados dos que responderam do início até o fim em detrimento dos que desistiram no transcurso das respostas, foram contabilizadas todas as respostas dadas a cada uma das perguntas constantes no questionário.

5.1.3 Etapa III – Análise dos Dados e Síntese dos Resultados

Nessa etapa buscou-se validar/consultar a respeito dos elementos que foram levantados na literatura e propostos inicialmente para compor a ontologia de NFR para desenvolvimento de sistemas AAL com aspectos de *compliance*, analisando os ambientes, agentes e dispositivos que podem constituir um sistema AAL. Além disso, foi possível identificar os NFR's considerados mais críticos no contexto de sistemas AAL, analisando também como são abordados os requisitos éticos e, por fim, como é tratada a *compliance* e a sua relevância e impacto nestes tipos de sistemas.

Diante do que foi exposto sobre o *survey*, as seções seguintes apresentam os resultados obtidos pela aplicação deste e após análise dos dados.

5.2 Análise e Síntese dos Dados

Esta seção apresenta a análise e síntese dos dados que foram extraídos do questionário aplicado. Esse questionário foi dividido em cinco partes, que serão apresentadas nas subseções seguintes.

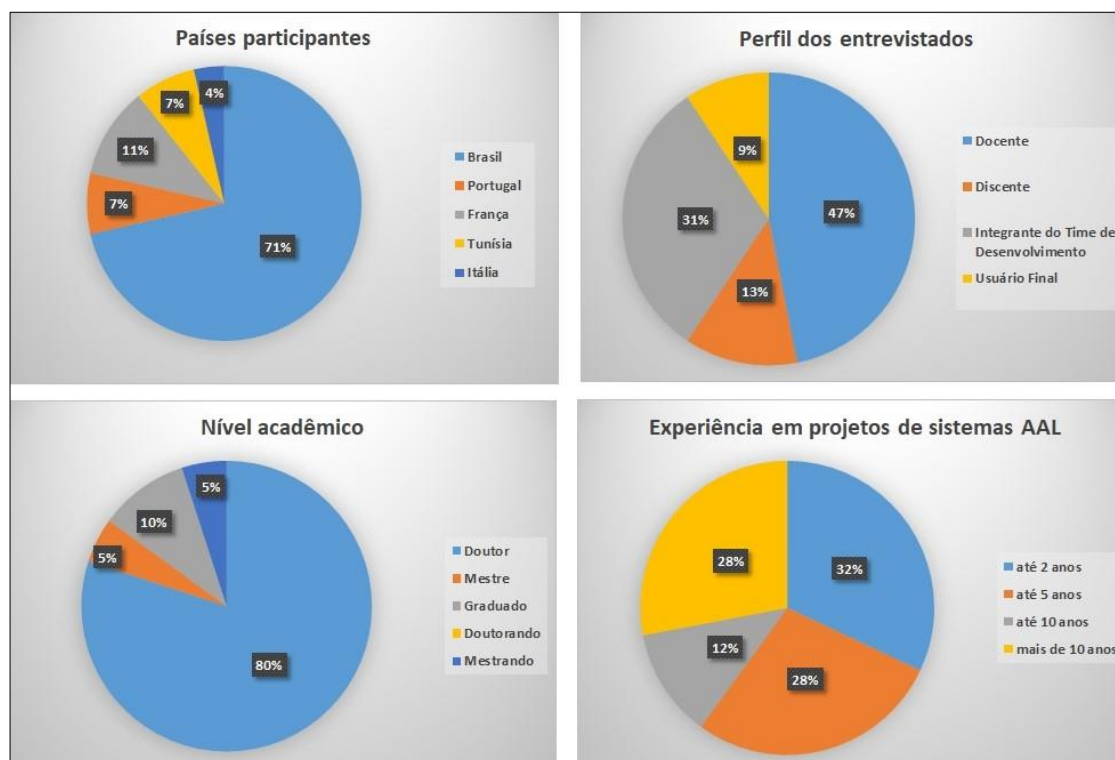
5.2.1 Parte 1– Características dos Respondentes

A primeira parte do questionário teve o propósito de identificar as características dos entrevistados, conforme pode ser observado na Figura 17. É importante ressaltar que na versão em português, 20 (vinte) entrevistados iniciaram a responder o questionário, sendo 18 (dezoito) do Brasil e 2 (dois) de Portugal. Já na versão em inglês,

8 (oito) entrevistados iniciaram a responder o questionário, sendo 3 (três) da França, 2 (dois) da Tunísia, 2 (dois) do Brasil e 1 (um) da Itália.

Dentre aqueles que responderam à questão de pesquisa sobre a sua relação de atuação (academia ou indústria) em projetos de sistemas AAL, temos 32 (trinta e duas) respostas para essa questão do questionário, apesar de haver 28 possíveis respondentes. Isso se deu pelo fato de ter sido permitido ao entrevistado marcar mais de uma opção. Logo, podemos perceber que **existem entrevistados que atuam em ambas as áreas, ou seja, tanto na academia quanto na indústria**. Em números percentuais, foi observado que 47% dos entrevistados atuam como docentes que trabalham em linhas de pesquisa que desenvolvem projetos ligados a sistemas AAL, outros 31% como integrante do time de desenvolvimento, 13% como discentes e 9% como usuário final. Foi possível observar também que **existem usuários finais que, além de utilizarem sistemas AAL, também atuam, quer seja na pesquisa (academia), quer seja na indústria de desenvolvimento** de sistemas AAL. Isso pode ser concluído devido ao fato de que o *survey* foi enviado somente para pessoas que fazem partes de Núcleos de Desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (academia) e para empresas de desenvolvimento de sistemas AAL.

Figura 17 – Características e Identificação dos Entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação ao nível acadêmico dos entrevistados que responderam ao *survey*, é possível observar na Figura 17, que 20 (vinte) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 80% são doutores, 5% é mestre, 5% é mestrando e 10% é graduado. Vale destacar que as solicitações enviadas para os do grupo da academia contemplaram aqueles que eram: mestrando, doutorando, mestres ou doutores. Com isso, podemos inferir que, possivelmente, os graduados participantes são pessoas da indústria. Vale destacar que o fato da **maioria dos respondentes possuírem a titulação de doutor** gera um fator que robustece as considerações que foram feitas pelos entrevistados nas demais questões do *survey*.

Quando tratado com os entrevistados sobre o tempo em que atuam na área de sistemas AAL, 25 (vinte e cinco) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 32% possuem até 2 anos de atuação nessa área; outros 28% possuem até 5 anos; 12% possuem até 10 anos de atuação e 28% atuam há mais de 10 anos. Isso mostra que **todos os respondentes possuem um tempo razoável de experiência** em relação ao desenvolvimento desses tipos de sistemas.

5.2.2 Parte II – Características dos Sistemas AAL

A segunda parte do questionário se propôs a investigar sobre as características específicas dos sistemas AAL, buscando validar/consultar, através dos entrevistados, o que foi proposto para permitir ao desenvolvedor permear os diversos elementos que podem constituir esse tipo de sistema. De início, questionamos sobre a completude da classificação de sistemas AAL proposta inicialmente e baseada em Nehmer et al. (2006), onde 26 (vinte e seis) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, sendo que 54% responderam que “Sim”, que as subclassificações propostas inicialmente atendiam aos tipos de sistemas AAL, conforme a Figura 18. Os outros 46% responderam que “Não”, que existiam outros tipos de sistemas AAL. Para os que responderam “não”, foi questionado quais estariam faltando. Essa pergunta foi respondida por 7 (sete) participantes, onde as respostas abordaram:

- Serviços de acompanhamento;
- Serviços relacionados com automação e maior conforto do usuário;
- Ambientes com foco em Tecnologia Assistiva (ex.: local com utilização de sinais biomédicos para acionamento/controle de um ambiente);

- Atividades profissionais;
- Educacional;
- Serviços governamentais.

As respostas que apontaram serviços relacionados com automação e conforto do usuário, acreditamos que estão contemplados na subclassificação Serviços de Conforto proposto por Nehmer et al. (2006). De igual forma, a proposta de inclusão dos Ambientes com foco em Tecnologias Assistivas, entendemos que quaisquer ambientes (interno ou externo) podem se enquadrar dentro desse parâmetro, a partir do momento que é implantado um sistema AAL. Ainda assim, diante das demais respostas, **é possível perceber que houve uma expansão na aplicação de sistemas AAL**, assim como, da necessidade de evolução/aprimoramento na classificação dos tipos de sistemas AAL.

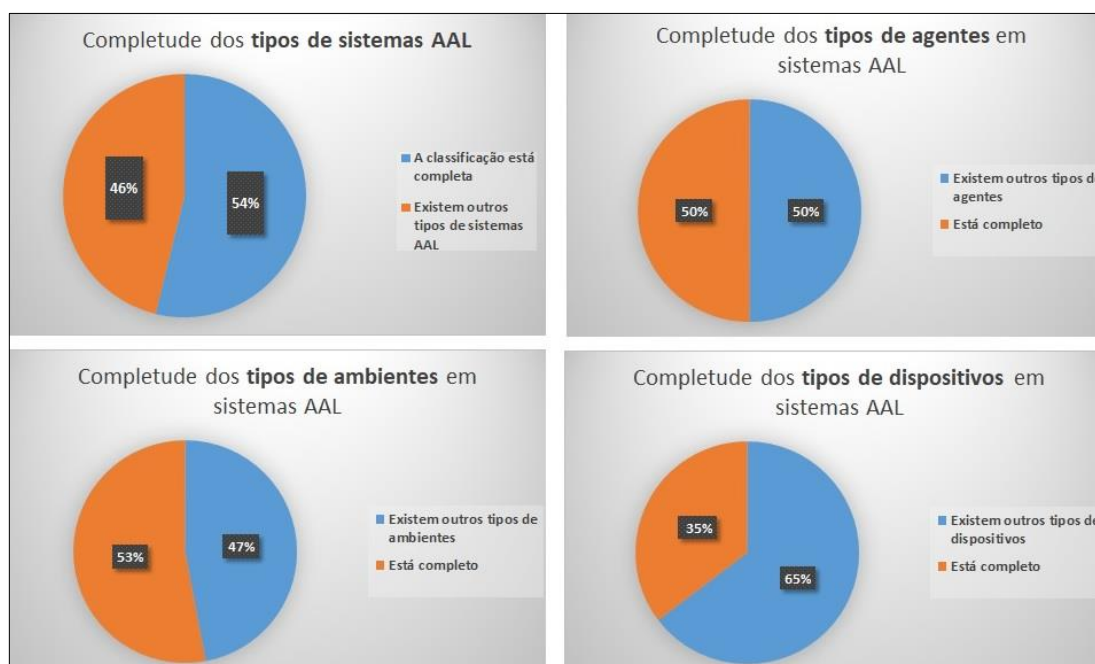
Quando questionados sobre se existia mais algum agente, além dos que foram apresentados no enunciado da pergunta, e que poderiam fazer parte de um sistema AAL, 18 (dezoito) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 50% responderam que os agentes apresentados inicialmente já atendiam aos sistemas AAL, ou seja, estava completo. Os outros 50% responderam que existem outros agentes que deveriam ser incorporados. Diante disso, para esses que responderam que existem outros tipos de agentes, foi questionado quais seriam esses agentes que estavam faltando. Essa pergunta foi respondida por 8 (oito) participantes, onde as respostas abordaram:

- Familiares (citado mais por mais de um entrevistado);
- Agente de entretenimento e leitura;
- Educadores;
- Empregador;
- Colegas;
- Fornecedores dos equipamentos e serviços;
- Organizações;
- Acompanhantes domésticos.

Assim como aconteceu com os tipos de sistemas AAL, em relação aos agentes, também foi possível, através das respostas do *survey*, tomar conhecimento de uma gama de agentes, por ora não contemplados na proposta, que podem ser considerados em um processo de desenvolvimento de sistemas AAL. Apesar de na subclassificação

apresentada inicialmente, já ter sido contemplado o agente “Cuidador”, houve a menção da necessidade de inclusão do agente “acompanhantes domésticos”. Segundo Batista (2013), a CBO (Classificação Brasileira de Ocupações) apresenta como sinônimos para cuidador de idoso os termos: Acompanhante de idosos, Cuidador de pessoas idosas e dependentes, Cuidador de idosos domiciliar, Cuidador de idosos institucional. No entanto, considerando que Berzins & Paschoal (2009) defendem que **o acompanhante** seria uma pessoa que atuaria com foco nas necessidades físicas e sociais, visando auxílio nas atividades de vida diária e diminuição do isolamento social, **consideraremos assim a inclusão dessa subclassificação de agente, sendo um papel diferente do cuidador**, que teria uma atuação mais ligada aos cuidados clínicos. Vale destacar também que, dentre os agentes citados pelos entrevistados como sugestão de inclusão na subclassificação, houve o destaque para os “familiares”.

Figura 18 – Completude dos tipos de sistemas AAL, dos tipos de agentes, dos tipos de ambientes e dos tipos de dispositivos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação aos tipos de ambientes onde podem ser aplicados sistemas AAL, tomando por base as subclassificações apresentadas na pergunta, 17 (dezessete) entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 53% responderam que os ambientes apresentados inicialmente já atendiam a locais onde os sistemas AAL podem

ser aplicados. Os outros 47% responderam que “Sim”, que existem outros ambientes que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, para estes que responderam que existem outros ambientes, foi questionado quais seriam esses possíveis ambientes. Essa pergunta foi respondida por 7 participantes, onde as respostas abordaram:

- Casas Geriátricas (citado mais por mais de um entrevistado, sendo por um deles denominado de Asilo);
- Clínicas (citado mais por mais de um entrevistado);
- ONG;
- Mobilidade (dentro de algum veículo);
- Lojas de comércio de produtos especializados para o usuário final;
- Centros de Reabilitação;
- Escola;
- Estruturas especializadas, como habitações médicas (não hospitalares);
- Ambiente de trabalho.

As respostas apontaram alguns outros ambientes que devem ser considerados. Para a sugestão de inclusão das casas geriátricas, apesar da proposta inicial contemplar o ambiente denominado asilo, acataremos a sugestão, no entanto, mudando a nomenclatura para Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPI), uma vez que, a Portaria n°. 2.528, de 19 de outubro de 2006, que dispõe sobre a Política Nacional de Saúde do Idoso, denominando assim os locais de abrigo a esse público, sendo essa designação citada em diversos trabalhos (CAMARANO e KANSO, 2010; POLLO e ASSIS, 2019; CAMARGOS, 2014). Isso se aplicará também para a sugestão de inclusão das Estruturas especializadas, como habitações médicas (não hospitalares), que na comunidade europeia, de acordo com um dos entrevistados que é francês, é chamada de EHPAD, que traduzido, significa Estabelecimento de Alojamento para Pessoas Idosas Dependentes (a exemplo do que é apresentado em <http://www.residenceduboisjoli.com/pages/accueil.php>), diferenciando das casas geriátricas, pelo fato de possuir também uma infraestrutura (de equipamentos e profissionais de saúde) para atendimento médico (consultas, exames e internação) no próprio local. Com isso, os asilos, casas geriátricas e habitações médicas (não hospitalares), entrarão como uma subclassificação das ILPI. Podemos ainda **perceber a evolução na visão de locais que podem ser considerados no uso de sistemas AAL**,

tais como a sugestão de inclusão do ambiente denominado Mobilidade (algo que pode ser usado em meios de transportes) e Ambiente de trabalho, além de outros citados acima.

No que diz respeito aos dispositivos que podem fazer parte de um sistema AAL, tomando por base os que foram apresentados na pergunta, 17 (dezessete) entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 35% responderam que os dispositivos apresentados inicialmente já atendiam aos que podem ser aplicados em sistemas AAL. Os outros 65% responderam que “Sim”, que existem outros dispositivos que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, para estes que responderam que existem outros dispositivos, foi questionado quais seriam esses dispositivos. Essa pergunta foi respondida por 11 participantes, onde as respostas abordaram:

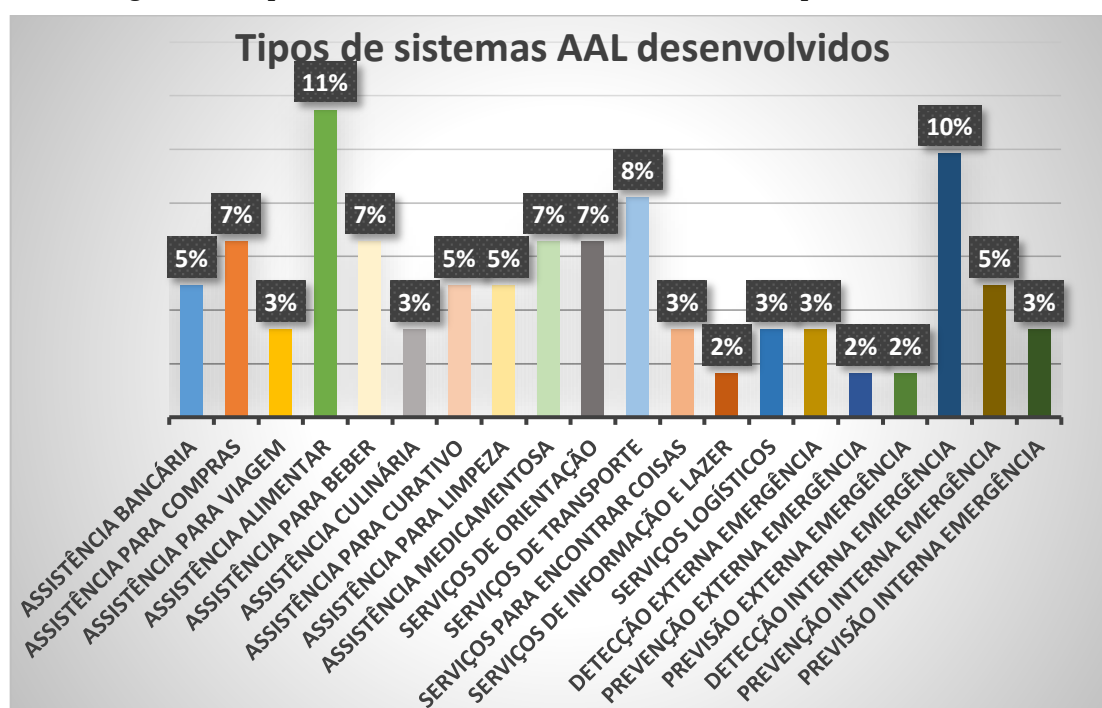
- Wearable (dispositivos vestíveis);
- Dispositivo de comando por voz (citado por mais de um entrevistado);
- Cameras;
- Caixa de som e aparelho celular;
- Recipiente (no caso de um administrador de pílulas automático, por exemplo);
- Dispositivos de sinais eletrofisiológicos;
- Atuador;
- Switches.

Para os tipos de dispositivos, também foi possível, através das respostas do *survey*, tomar conhecimento de alguns outros que podem ser considerados em um processo de desenvolvimento de sistemas AAL. Dentre os sugeridos, **o destaque está para os dispositivos vestíveis (*wearable*)**, sendo algo que vem sendo cada vez mais demandado pela população, conforme Pandelo (2016). Isso se dá pelo fato desses dispositivos serem utilizados por indivíduos em suas atividades cotidianas, permitindo-lhes monitorar ou intervir sobre condições de saúde, além de que, o seu uso pode contribuir para a redução dos gastos em saúde, minimização dos erros médicos, prevenção de hospitalizações desnecessárias e ampliação das possibilidades de interação entre pacientes e profissionais de saúde, conforme Rocha (2016).

Em relação à classificação de sistemas AAL que são desenvolvidos/abordados pelo entrevistado, tomando por base as subclassificações apresentadas, as opções foram marcadas 61 (sessenta e um) vezes, visto que, cada entrevistado poderia marcar mais de

uma opção (subtipo de sistema), ao final, pode-se verificar que **os sistemas AAL do tipo Assistência Alimentar foi o que mais se destacou**, ficando com 11% das menções, vindo em seguida os sistemas do tipo Detecção Interna de Emergência, ficando com 10% das menções, e logo após, os sistemas do tipo Serviços de Transporte, ficando com 8%. É importante destacar que todos os subtipos de sistemas AAL (vinte no total) que foram apresentados no enunciado da questão, foram selecionados por, pelo menos, 1 (um) participante, conforme a Figura 19.

Figura 19 – Tipos de sistemas AAL abordados/desenvolvidos pelos entrevistados.



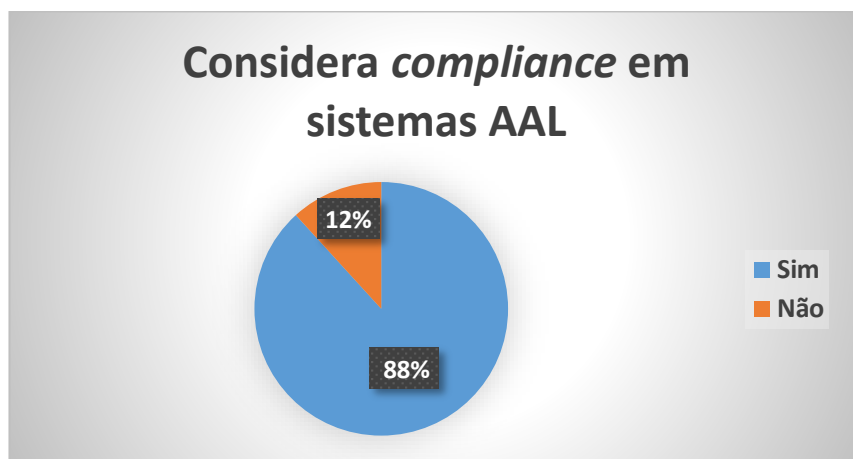
Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.2.3 Parte III – Compliance em Projetos de Sistemas AAL

A terceira parte do questionário teve como objetivo levantar como é tratada a questão de *compliance* em projetos de sistemas AAL. Quando perguntado aos entrevistados sobre a questão de levarem em consideração *compliance* na execução dos seus projetos de sistemas AAL, 17 (dezessete) deles chegaram a responder a essa pergunta, onde 12% responderam que “Não”, ou seja, que não levam em consideração

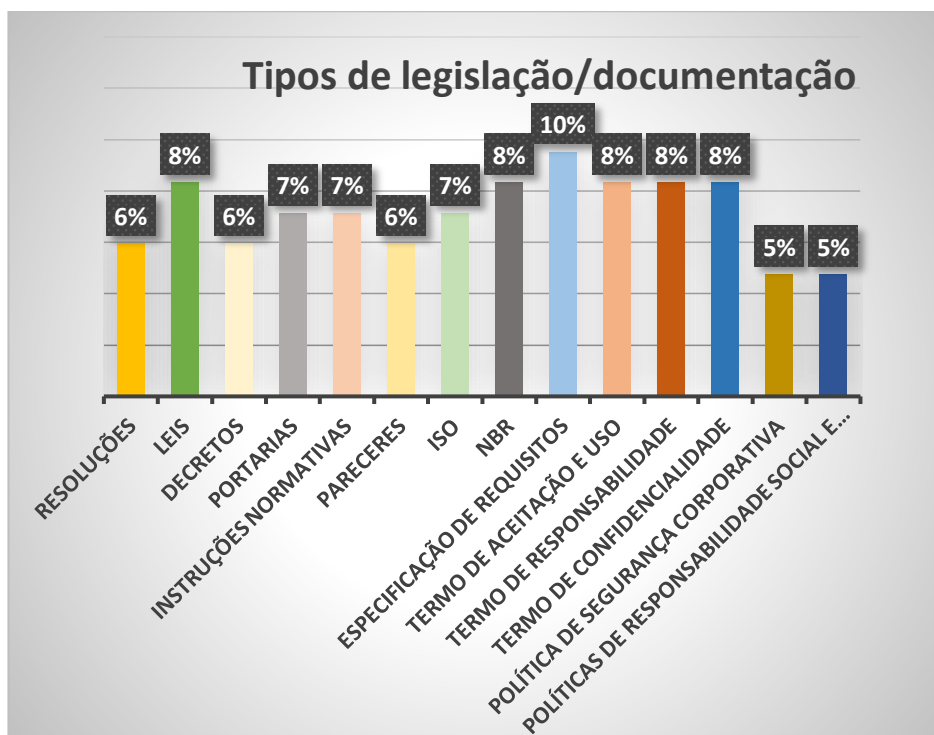
compliance para desenvolvimento de sistemas AAL. Em contrapartida 88% responderam que “Sim”, ou seja, que levam em consideração os aspectos de *compliance*, conforme pode ser visto na Figura 20. Diante disso, para estes que responderam que “Sim”, foi questionado quais seriam os tipos de legislação/documentação que eles levam em consideração para os seus projetos de sistemas AAL. Essa pergunta obteve 84 respostas, uma vez que, foi facultado aos entrevistados marcarem mais de uma opção.

Figura 20 – Tratamento de *compliance* em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 21 – Tipos de legislação/documentação que são consideradas em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

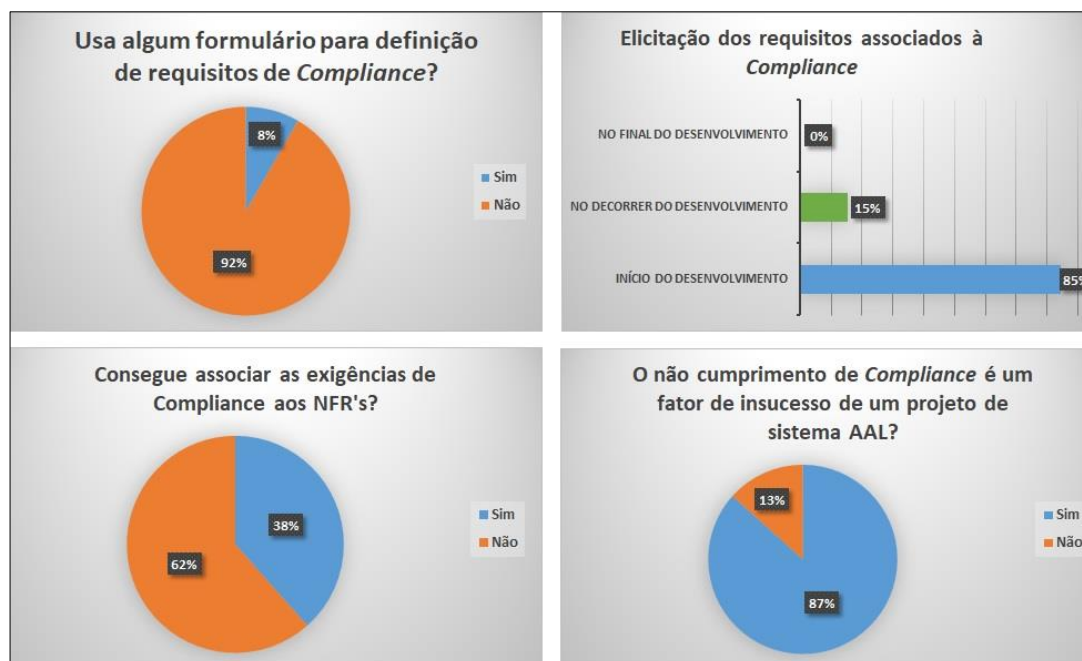
Conforme a Figura 21, pode-se verificar que dentre os tipos de legislações/documentações que foram apresentados no enunciado da questão, a Especificação de Requisitos foi a mais citada, ficando com 10% das menções, vindo em seguida Leis, NBR, Termo de Aceitação e Uso, Termo de Responsabilidade e Termo de Confidencialidade com 8% cada e Portarias, Instruções Normativas e ISO com 7% cada. É importante destacar que todos os subtipos (14 no total) de legislações/documentações foram selecionados por, pelo menos, 1 (um) participante, conforme a Figura 21. Ainda foi questionado aos entrevistados quais as referências de legislação são levadas em consideração para os seus projetos de sistemas AAL, onde as respostas citaram:

- ISO IEC 61508;
- NBR 1050 (Acessibilidade);
- NBR ISO 7176;
- NBR 9050;
- Normatização interna do comitê de ética em pesquisa.

Além das legislações apontadas, uma das respostas destacou que o tipo de legislação a ser seguida dependia “da área específica na qual o Sistema será aplicado/utilizado”. Uma outra resposta, e é possível concluir que foi de algum entrevistado da indústria, apontou que “sendo uma indústria, sempre seguimos todas as leis, normas e necessidades necessárias”. Nessa questão, após avaliação das respostas do *survey*, em relação à proposta inicial, foi possível identificar a necessidade inclusão do tipo Normatização do comitê de ética e pesquisa. Além disso, **foi possível conhecer algumas normas que são consideradas no desenvolvimento de sistemas AAL.**

Ao ser avaliado se os entrevistados utilizam algum formulário para auxiliar no processo de definição dessas legislações, 12 (doze) entrevistados responderam a essa questão, onde 92% responderam que “Não”, enquanto que 8% responderam que “Sim”, que utilizam algum formulário, conforme a Figura 22. Diante disso, para este que respondeu que “Sim”, foi questionado como seria esse formulário. Essa pergunta foi respondida pelo entrevistado, apontando que além dos formulários específicos dos órgãos legisladores, eles possuem um processo interno de controle, no entanto, não detalhou como seriam esses formulários ou o referido processo interno de controle.

Figura 22– *Compliance* em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

No que diz respeito a em que momento de um projeto de sistemas AAL os requisitos associados à *compliance* são elicitados, 13 (treze) entrevistados responderam a essa questão, onde 85% responderam que essa atividade é realizada no “Início do desenvolvimento”, enquanto 15% responderam que a referida atividade é feita “No decorrer do desenvolvimento”, de acordo com a Figura 22. Diante disso, podemos concluir que **existe um predomínio no entendimento de que os requisitos de *compliance*, assim como os demais requisitos de qualquer sistema, devem ser elicitados no início do processo de desenvolvimento.**

Buscando também verificar quais os profissionais são os responsáveis por fazer a elicitação dos requisitos associados a *compliance*, 11 (onze) entrevistados responderam a essa questão, onde as respostas citaram (sabendo que houve respostas que citaram mais de um tipo de profissional):

- Desenvolvedor (4 respostas citaram esse profissional);
- Gerente de projeto (2 respostas citaram esse profissional);
- Todos os envolvidos no projeto contribuem, visto que são equipes multidisciplinares (3 respostas citaram isso);
- Profissional em saúde (1 resposta citou);

- Setor Jurídico (1 resposta citou);
- P&D (1 resposta citou);
- Engenheiro de segurança (1 resposta citou);

Quando tratado com os entrevistados sobre se eles conseguiam associar as exigências de *compliance* aos Requisitos Não Funcionais (NFR's) na execução dos seus projetos de sistemas AAL, 13 (treze) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, tendo 62% respondido que “Não”, ou seja, que não conseguem fazer essa associação de *compliance* e NFR's em sistemas AAL. Em contrapartida 38% responderam que “Sim”, que conseguem fazer essa associação, conforme Figura 22. Diante disso, **foi possível verificar que existe uma deficiência por parte dos stakeholders de projetos de sistemas AAL no tocante a conseguir correlacionar *compliance* e o atendimento aos Requisitos Não Funcionais.**

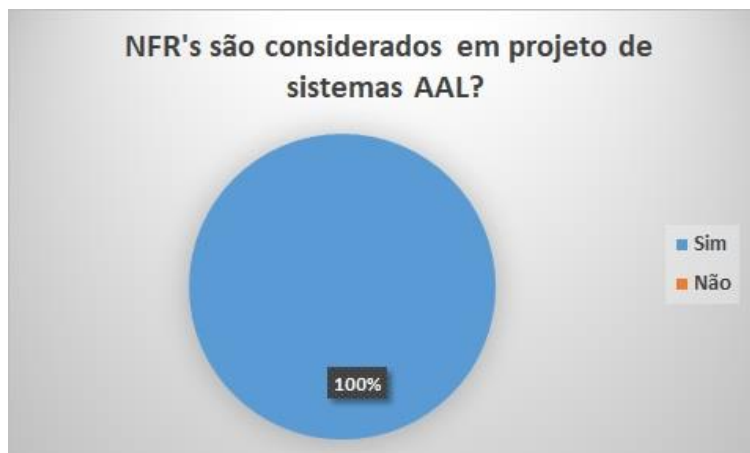
Ainda em relação a *compliance* em projetos de Sistemas AAL, pode ser visto na Figura 22 que foi questionado aos entrevistados se eles consideram que o não cumprimento de *compliance* pode ser um dos fatores de insucesso em um projeto de sistema AAL, onde 15 (quinze) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, tendo 13% respondendo que “Não”, ou seja, que não seria um fator de insucesso, enquanto 87% responderam que “Sim”, que é um fator de insucesso. Com isso, é possível verificar que **existe uma prevalência no entendimento, por parte dos stakeholders de projetos de sistemas AAL, de que não levar em consideração aspectos de *compliance* ou o seu descumprimento, é de fato um fator de insucesso em projetos de Sistemas AAL.**

5.2.4 Parte IV – Requisitos Não Funcionais em Projetos de Sistemas AAL

A quarta parte do questionário teve como objetivo levantar como é tratada a questão de requisitos não funcionais (NFR's) em projetos de sistemas AAL. Quando perguntado aos entrevistados sobre a questão de levarem em consideração os NFR's para execução de um projeto de sistemas AAL, 15 (quinze) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 100% responderam que “Sim”, ou seja, que levam em consideração os Requisitos Não Funcionais em projetos de sistemas AAL, conforme a

Figura 23. Esse dado é bastante relevante, demonstrando assim a importância que os NFR possuem no desenvolvimento desse tipo de sistema.

Figura 23 – Tratamento de NFR's em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quando tratado com os entrevistados sobre os requisitos não funcionais (NFR) ligados a qualidade do produto, tomando por base as subclassificações apresentadas na pergunta, onde estavam elencadas 31 subclassificações de NFR's ligados a qualidade do produto, sendo esses aqueles sugeridos na taxonomia de Garcés (2017), foi perguntado se havia mais algum tipo de NFR que fazia parte desse tipo de sistema que não constava na referida lista. Quinze entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 73% responderam que "Não", ou seja, que a lista estava completa, alegando assim que os tipos de NFR ligados a qualidade do produto apresentados inicialmente já atendiam ao desenvolvimento de sistemas AAL, conforme pode ser visto na Figura 24. Os outros 27% responderam que existem outros tipos de NFR's ligados a qualidade do produto e que deveriam ser levados em consideração, mas que não constavam na lista. Diante disso, para esses que responderam que existem outros tipos, foi questionado quais seriam esses possíveis requisitos não funcionais. Essa pergunta foi respondida por 3 participantes, onde as respostas abordaram:

- Rastreabilidade;
- Privacidade (dos dados)
- Confiança associada a segurança (diferente de confiabilidade - o termo usado em inglês foi *Dependability*);

Para os tipos de requisitos não funcionais ligados a qualidade do produto em sistemas AAL, foi possível, através das respostas do *survey*, tomar conhecimento de outros requisitos, além daqueles contemplados inicialmente na proposta, de acordo com a taxonomia de Garcés (2017). **O destaque aqui se dá para o requisito privacidade** (dos dados), principalmente, tendo em vista a instituição da LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais) no Brasil. É importante destacar também a sugestão de **acréscimo do requisito confiança**, sendo essa associada a segurança e diferente de confiabilidade (que já está contemplada na taxonomia de Garcés [2017]). A confiança, segundo Sommerville (2019), inclui uma série de características como confiabilidade, proteção e segurança, onde um *software* confiável não deve causar prejuízos físicos ou econômicos no caso de falha de sistema. Já a confiabilidade é a probabilidade de, durante determinado período, o sistema prestar serviços corretamente, conforme o esperado pelo usuário.

Figura 24 –Completude dos NFR's associados a qualidade do produto em sistemas AAL.

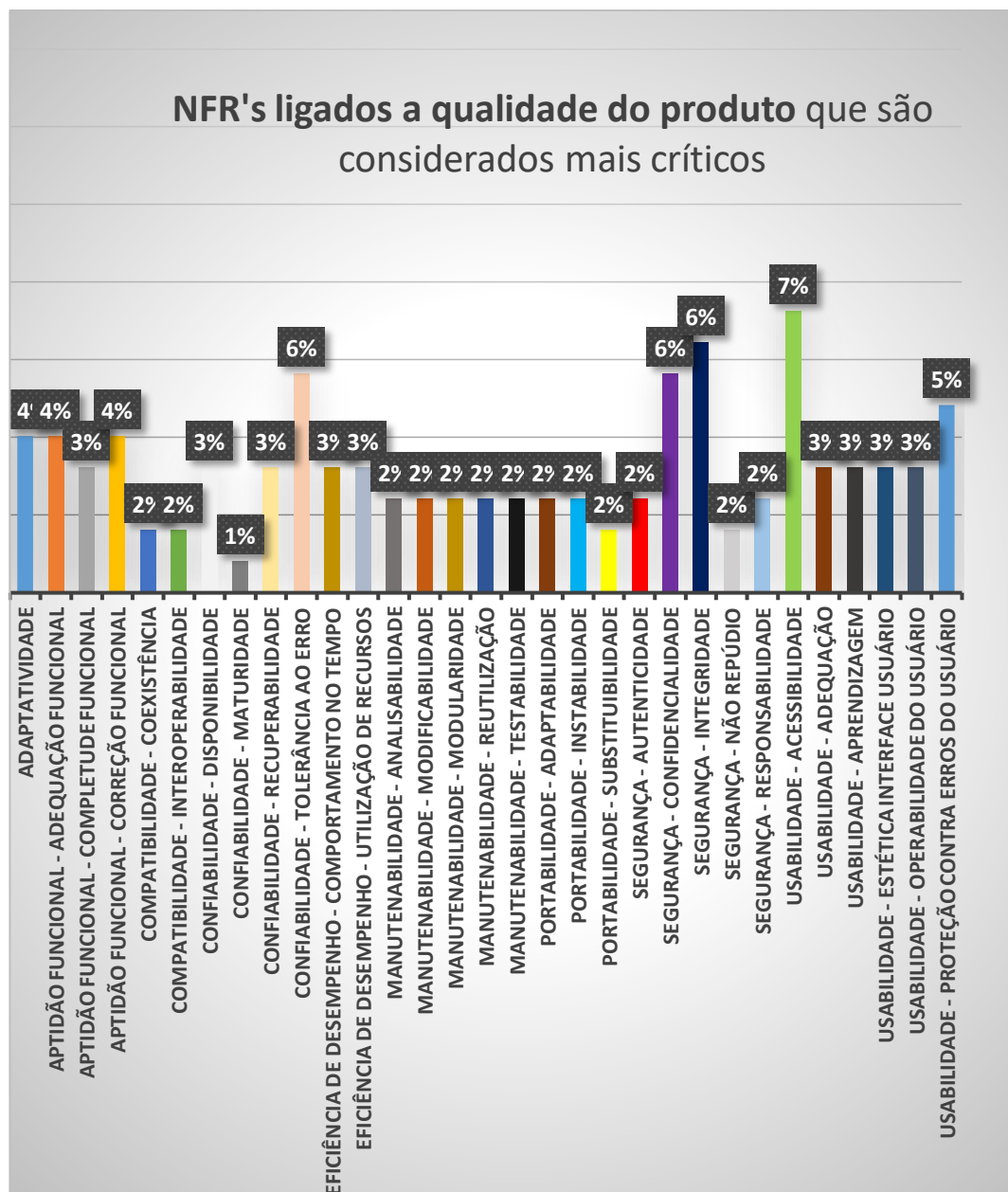


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação a quais **requisitos não funcionais ligados a qualidade do produto que seriam os considerados mais críticos** e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL, tomando por base as subclassificações apresentadas, as opções foram marcadas 124 vezes, uma vez que, cada entrevistado poderia marcar mais de uma opção (subtipo de NFR ligado a qualidade do produto), onde ao final, pode-se verificar que o NFR do tipo **Usabilidade - Acessibilidade foi o que mais se destacou**, ficando com 7% das menções, vindo em seguida os NFR's dos tipos

Segurança - Integridade, Confiabilidade - Tolerância ao Erro e Segurança - Confidencialidade, ficando com 6%. É importante destacar que todos os subtipos (31 no total) de NFR de qualidade do produto foram selecionados por, pelo menos, 1 (um) participante, conforme a Figura 25.

Figura 25 –NFR's considerados críticos que estão associados a qualidade do produto.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

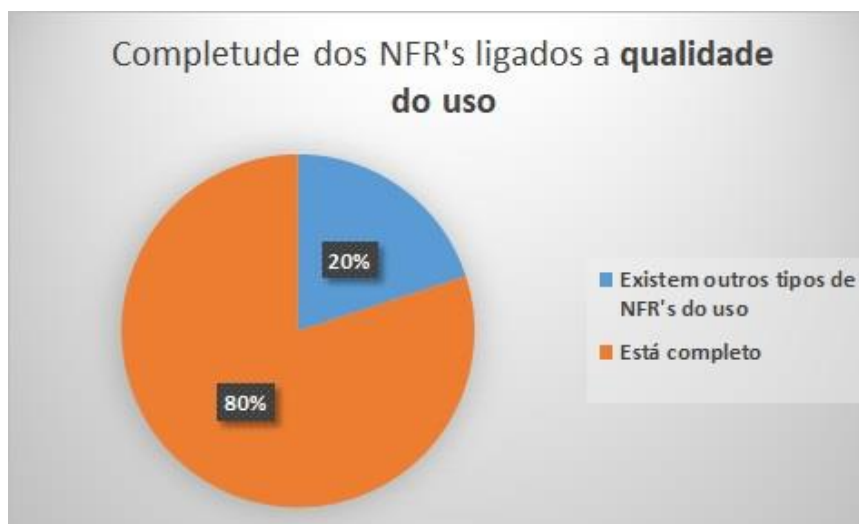
Quando tratado com os entrevistados sobre os requisitos não funcionais (NFR's) ligados a qualidade de uso, tomando por base as subclassificações apresentadas na pergunta, sendo esses aqueles sugeridos na taxonomia de Garcés (2017), onde estavam

elencadas 11 subclassificações de NFR ligados a qualidade de uso, foi questionado se havia mais algum NFR que fazia parte desse tipo de sistema e que não constava na referida lista. Essa pergunta foi respondida por 15 (quinze) entrevistados, onde 80% responderam que “Não”, ou seja, que a lista estava completa, alegando assim que os tipos de NFR’s ligados à qualidade de uso apresentados inicialmente já atendiam ao desenvolvimento de sistemas AAL. Os outros 20% responderam que “Sim”, que existem outros tipos de NFR’s ligados à qualidade de uso e que deveriam ser levados em consideração, conforme pode ser visto na Figura 26. Diante disso, para estes que responderam existem outros tipos, foi questionado quais seriam esses possíveis requisitos não funcionais. As respostas apontaram:

- Mitigação do Risco Social.
- Privacidade (no uso);

O destaque aqui se dá para o requisito **Mitigação do Risco Social**, que segundo Alvarenga (2012) o risco social constitui-se num fenômeno que comprometa a capacidade dos indivíduos de assegurar e garantir a sua independência social por si só.

Figura 26 – Completude dos NFR’s associados a qualidade do uso em sistemas AAL.

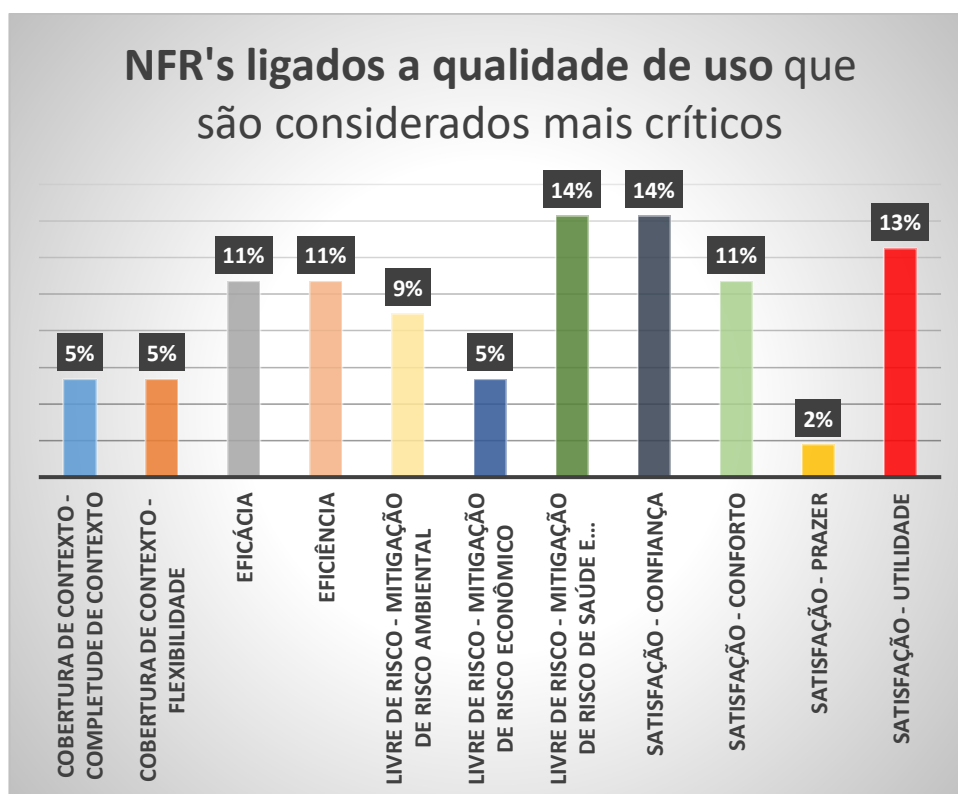


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação a quais **requisitos não funcionais ligados a qualidade de uso seriam os considerados mais críticos** e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL, tomando por base as subclassificações apresentadas, as opções foram marcadas 56 vezes, uma vez que, cada entrevistado poderia marcar mais

de uma opção (subtipo de NFR ligado a qualidade de uso). Essa pergunta foi respondida por 15 (quinze) entrevistados, onde ao final, pode-se verificar que **o requisito Livre de Risco - Mitigação de Risco de Saúde e Segurança e o requisito Satisfação - Confiança foram os que mais se destacaram**, ficando com 14% das menções, vindo em seguida os NFR do tipo Satisfação - Utilidade, ficando com 13%, e logo após, os NFR's dos tipos Satisfação – Conforto, Eficácia e Eficiência, ficando com 11% cada. É importante destacar que todos os subtipos (11 no total) de NFR's de qualidade de uso foram selecionados por, pelo menos, 1 (um) participante, conforme a Figura 27.

Figura 27 –NFR's considerados críticos que estão associados a qualidade do uso.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Ao ser avaliado se os entrevistados utilizam algum formulário para auxiliar no processo de definição dos NFR, 15 (quinze) entrevistados responderam a essa questão, onde 80% responderam que “Não”, enquanto 20% responderam que “Sim”, que utiliza algum formulário, conforme a Figura 28. Diante disso, para estes que responderam que “Sim”, foi questionado como seria este formulário. As respostas a essa pergunta, dadas pelos entrevistados que ficaram dentro dos 20%, apontaram que:

- Um dos entrevistados utiliza formulários criados de forma *ad-hoc* (Formulários Volere);
- O outro entrevistado descreveu o formulário, afirmando que ele possui: i) os *stakeholders* que têm "interesse" diretamente ou indiretamente nesse NFR, como eles o classificam em termos de importância (muito importante ... nada importante); ii) uma descrição validada por todos os *stakeholders*; iii) decomposição ou refinamento, i. e. lista de requisitos para identificar requisitos funcionais, sempre que possível e usando catálogos como o de chung; iv) como eles normalmente são conflituosos entre si, identificar as contribuições negativas (hurt ou -);
- O terceiro entrevistado não descreveu como seria o referido formulário.

Figura 28 – Uso de formulário para definição de NFR's em projetos de sistemas AAL.



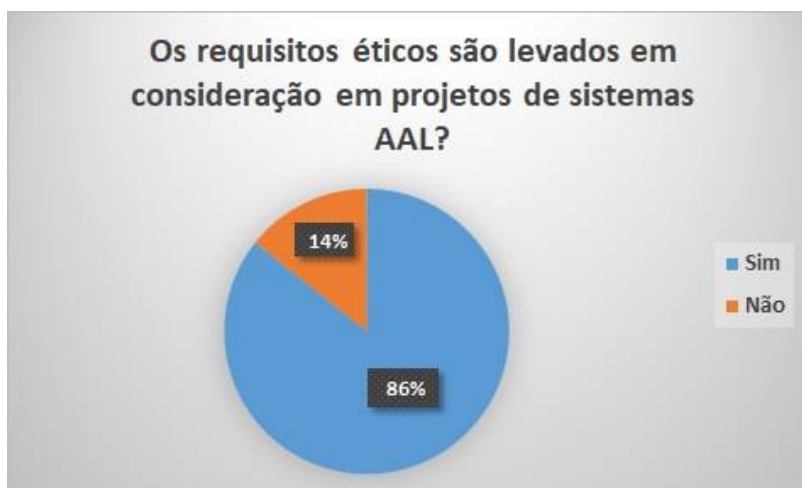
Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.2.5 Parte V – Requisitos Éticos em Projetos de Sistemas AAL

A quinta parte do questionário teve como objetivo verificar a visão dos entrevistados a respeito dos requisitos éticos e como eles são tratados em projetos de sistemas AAL. Quando perguntado aos entrevistados sobre a questão de os requisitos éticos serem levados em consideração para execução de um projeto de sistemas AAL, 14 (catorze) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 86% responderam que “Sim”, que levam em consideração tais requisitos, de acordo com a Figura 29. Os outros 14% responderam que “Não”. Isso mostra que a maioria dos

stakeholders envolvidos em projetos de Sistemas AAL se preocupam em atender os requisitos classificados como éticos.

Figura 29 – Tratamento de requisitos éticos em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quando tratado com os entrevistados sobre os requisitos éticos, tomando por base as subclassificações apresentadas na pergunta, onde estavam elencados 7 subclassificações de requisitos éticos, conforme proposto por Panico et al. (2020), foi perguntado se havia mais algum tipo de requisito ético que fazia parte desse tipo de sistema e que não constava na referida lista, 15 (quinze) entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 80% responderam que “Não”, ou seja, que os tipos de requisitos éticos associados a sistemas AAL apresentados inicialmente já atendiam ao desenvolvimento desses sistemas, conforme apresentado na Figura 30. Os outros 20% responderam que “Sim”, que existem outros tipos de NFR’s que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, para estes que responderam que “Sim”, foi questionado quais seriam esses possíveis requisitos éticos. Essa pergunta foi respondida e as respostas abordaram:

- Privacidade (mais de um entrevistado apontou esse requisito);
- Aceitação social (diferente de lealdade ou não maleficência);
- Bondade moral.

Para os tipos de requisitos éticos em sistemas AAL, foi possível, através das respostas do *survey*, tomar conhecimento de outros requisitos que os *stakeholders* levam

em consideração, além daqueles contemplados inicialmente na proposta. É interessante perceber que o requisito privacidade, que também foi citado entre os requisitos não funcionais de qualidade do produto, voltou a ser citado, por mais de um entrevistado, só que agora, no olhar de atendimento da ética. É importante destacar também a sugestão de acréscimo do requisito aceitação social, que a característica que está associada ao apoio ou oposição da comunidade como uma condição fundamental para estabelecer e executar com sucesso um projeto (FALCK; SPANGENBERG, 2014).

Figura 30 – Completude dos requisitos éticos em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação a quais requisitos éticos que seriam considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL, tomando por base as subclassificações apresentadas, as opções foram marcadas 40 vezes, uma vez que, cada entrevistado poderia marcar mais de uma opção (7 subtipos de requisitos éticos), ao final, **pode-se verificar que o requisito ético do tipo Não Maleficência foi o que mais se destacou**, ficando com 25% das menções, vindo em seguida o requisito ético do tipo Utilidade, ficando com 20% das menções, e logo após, os requisitos do tipo Autonomia, ficando com 18%. É importante destacar que todos os subtipos dos requisitos éticos foram selecionados por, pelo menos, 1 (um) participante, conforme a Figura 31.

Por fim, quando questionados se consideram que seja importante a análise de *compliance*, de Requisitos Não Funcionais (NFR) e de requisitos éticos no desenvolvimento de sistemas AAL, 14 (catorze) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde **93% responderam que “Sim”, que consideram importante**

analisar cada uma dessas variáveis, conforme a Figura 32. Os outros 7% responderam que “Não”. Isso tende a demonstrar que a maioria daqueles que atuam no desenvolvimento de sistemas AAL, consideram ser importante a análise de *compliance*, de Requisitos Não Funcionais (NFR) e de requisitos éticos no desenvolvimento de tais sistemas.

Figura 31 – Requisitos éticos considerados críticos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 32 –Considera importante analisar *compliance*, NFR e requisitos éticos em projetos de sistemas AAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.3 Ameaças à Validade

De acordo com Travassos et. al. (2002), existem quatro tipos de validade dos resultados de um experimento, sendo eles: validade interna, validade externa, validade de construção e a validade de conclusão. As principais ameaças relacionadas à validade do estudo realizado estão listadas nesta Seção.

5.3.1 Validade Interna

Segundo Wainer (2007), a validade interna é a confiança que se tem de que o efeito observado é realmente devido à manipulação feita, e não a outros fatores. Neste *survey* foram consideradas três principais ameaças que representam um risco de interpretação imprópria dos resultados: (a) classificação de experiência dos participantes; (b) o entendimento do que representa cada tipo de requisito não funcional; (c) o que o participante entende por *compliance*.

Em relação à primeira ameaça (a), poderia ser dada uma informação equivocada sobre o tempo de experiência em projetos de sistemas AAL. Esse risco foi controlado enviando o *survey* apenas para participantes da academia que tivessem relação institucional com algum Núcleo de Desenvolvimento de Tecnologias Assistivas ou, no caso de participantes da indústria, o envio foi realizado somente para empresas especializadas em desenvolvimentos de sistemas AAL ou Tecnologias Assistivas. Em relação ao entendimento do que representa cada tipo de requisito não funcional (b), buscou-se utilizar nos requisitos apresentados a classificação proposta por Gárces (2017), sendo uma classificação de requisitos não funcionais específica para sistemas AAL. No que diz respeito ao entendimento de *compliance* (c), no enunciado das questões existe a exemplificação do que seria um exemplo de resposta, orientando assim o entrevistado no que poderia ser considerado uma resposta válida.

5.3.2 Validade Externa

Segundo Wainer (2007), a validade externa é a confiança que se tem que o efeito observável é generalizável. Para Travassos et. al. (2002), dentre ameaças existentes na

validade externa, existe o caso da população dos participantes não ser representativa à população sob interesse, a instrumentação não ser adequada à prática industrial, e o experimento ser executado num dia ou tempo especial que venha afetar os resultados. Para este *survey* identificamos como principal ameaça o tamanho da amostra utilizada neste trabalho. Levando em consideração que o método de amostragem utilizado foi o não probabilístico, sendo esse um método que não define o tamanho da amostra (PFLEEGER; KITCHENHAM, 2001), sendo esse o método escolhido, visto que, a representatividade da população é praticamente impossível de medir (não há como determinar a quantidade exata de pesquisadores e profissionais da indústria que atuam em desenvolvimento de sistemas AAL), assim como, a porcentagem de entrevistados que responderam ao questionário.

5.3.3 Validade de Construção

De acordo com Hoss & Ten Caten (2010), a validação de construção de um questionário sempre é necessária quando não há nenhum critério de mensuração direto definido para o atributo que se deseja medir. Ou seja, é uma validação que considera os relacionamentos entre a teoria e a observação, avaliando se o tratamento dos dados reflete bem o resultado.

Para este *survey*, buscando tratar às possíveis ameaças à validade de construção do questionário, tais como (a) coerência das perguntas e (b) ambiguidade dos termos, sabendo que é necessário garantir que o *survey* meça exatamente o que se propõe a medir. Como essas ameaças apontadas estão relacionadas ao viés do pesquisador, foi necessário mitigar essas ameaças. Para tal, nas questões que trataram sobre Requisitos Não Funcionais (NFR's), quer seja de qualidade do produto ou de qualidade de uso, foi apresentada a mais extensa subclassificação encontrada na literatura, de forma a melhorar o entendimento/discernimento do entrevistado. De igual forma, foi feito com os tipos de legislações que podem fazer parte de *compliance*, apresentando as subclassificações da literatura. Para além disso, também foi realizado um teste piloto do questionário, sendo ele submetido a um especialista de desenvolvimento de sistemas, para uma primeira validação, podendo, justamente, avaliar as ameaças apontadas. Após analisar as observações apresentadas, foram realizados alguns ajustes.

5.3.4 Validade de Conclusão

Segundo Travasso et. al. (2002), a validade de conclusão considera as possíveis conclusões errôneas retiradas dos resultados. Neste estudo, o maior problema é o tamanho da amostra, visto que, apesar de terem sido enviados 333 solicitações de participação, os que se dispuseram a responder atingiu 8,4%. Com isso, podemos perceber que a quantidade de participantes não é ideal do ponto de vista estatístico. De acordo com Conte et al. (2007), pequenas amostras são um problema conhecido em experimentos na área de Engenharia de *Software* e que são difíceis de serem superados. Diante disso, existe uma limitação nos resultados desse estudo, sendo estes considerados indícios e não conclusivos.

Vale ressaltar que, conforme Travassos et al. (2002), para os experimentos aplicados, que são o alvo da maioria dos experimentos na área de Engenharia de *Software*, a ordem da importância dos tipos da validade é: interna, externa, construção e conclusão.

5.4 Síntese do Capítulo

Neste capítulo buscamos retratar os dados referentes ao processo de condução do *survey*, onde foi possível analisar os tipos de sistemas AAL que são desenvolvidos, a sua área (especificidade) de aplicação, os ambientes, os agentes e os dispositivos que podem ser levados em consideração para esse tipo de sistema. Foi possível ainda analisar quais os NFR's que são levados em consideração e todos os mais críticos para esses sistemas. Também foi identificada a visão a respeito da relação *compliance* e NFR's em sistemas AAL, assim como o tratamento dado aos requisitos éticos nesses sistemas. Diante do exposto, através desse *survey*, é possível identificar os benefícios de uma abordagem de auxílio à especificação de requisitos para sistemas AAL que contemplem requisitos não funcionais (NFR's), *compliance* e requisitos éticos.

6 ONTOLOGIA DE REQUISITOS PARA SISTEMAS AAL

Este capítulo descreve uma ontologia de referência para sistemas AAL (Onto4CAAL) e uma ontologia de domínio para sistemas de plataformas de elevação vertical (Onto4Elev). Ambas as ontologias foram construídas a partir da ontologia de topo UFO, o que possibilita avaliar a modelagem conceitual por meio de primitivas e restrições de modelagem estereotipadas. A ontologia Onto4CAAL foi construída a partir dos resultados obtidos pelo MSL (conforme descrito no capítulo 4) e pelo *survey* com especialistas em Sistemas AAL (conforme descrito no capítulo 5). Já ontologia Onto4Elev foi concebida através do reuso da Onto4CAAL e do acréscimo das especificidades do domínio tendo por base o *survey* com profissionais da indústria que desenvolvem/fabricam plataformas de elevação vertical para pessoas com mobilidade reduzida (conforme descrito no Apêndice A). No decorrer deste capítulo, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa:

“Como é possível formalizar o conhecimento dos requisitos de sistemas AAL, por meio de uma ontologia, que possa ser usada e reutilizada para auxiliar na especificação dos requisitos, por intermédio da lógica de descrição?”.

6.1 Construção da Ontologia

De acordo com Rautenberg (2009), não há uma padronização de um processo de desenvolvimento de ontologias, uma que, existem na literatura vários processos de desenvolvimento de ontologias. Diante disso, para o desenvolvimento da ontologia Onto4CALL, escolhemos a Methontology (GÓMEZ-PÉREZ et al., 2006) por ser utilizada e recomendada pela *Foundation for Intelligent Physical Agents* (FIPA)¹.

Com base nos resultados do MSL e do *survey*, foi desenvolvida uma ontologia de referência de requisitos para sistemas AAL, a Onto4CAAL (Ontologia de Requisitos para Sistemas AAL). Com os resultados do MSL, percebemos que não existe nenhum

¹ <http://www.fipa.org/>

trabalho que abrange os principais conceitos do domínio de um sistema AAL associado a *compliance* e a requisitos não funcionais em uma ontologia. Logo, a falta desse modelo conceitual pode dificultar a representação do conhecimento desse domínio, uma vez que ele é multidisciplinar e abrangido por uma infinidade de normas. Vale destacar que um fator importante no desenvolvimento de sistemas AAL é a comunicação entre os *stakeholders* e segundo Sousa (2016), eles precisam de técnicas que facilitem a comunicação, pois se não há um consenso entre os conceitos do domínio, consequentemente gera requisitos ambíguos e inconsistentes, podendo, inclusive, colocar em risco a vida do usuário do referido sistema.

A escolha da ontologia para representação do conhecimento do domínio fornece uniformidade aos conceitos e aos termos quanto à sintaxe e semântica, facilitando a comunicação entre os envolvidos no projeto e, consequentemente, melhorando a compreensão dos requisitos associados aos sistemas AAL. Além disso, diferentemente da linguagem natural, a ontologia ainda possui a característica de poder ser escrita em linguagem formal (PEASE, 2011). Com isso, a ontologia Onto4CAAL ajudará a fase de definição de requisitos no domínio de sistemas AAL.

As etapas sugeridas pela Methontology e que foram utilizadas no desenvolvimento da Onto4CALL são as que foram apresentadas na Figura 5, sendo as mesmas descritas a seguir:

6.1.1 Especificação

O objetivo da especificação é produzir um documento escrito em linguagem natural, usando um conjunto de representações intermediárias. A ideia é identificar o propósito e o escopo da ontologia. O propósito responde à questão “por que a ontologia é construída?”, enquanto o escopo responde a questão “quais são as intenções de uso e usuários da ontologia?”. Com isso, a especificação contém o objetivo principal da ontologia, considerando seus usuários alvo, cenários onde será usada e o escopo, que inclui o conjunto de termos a ser representado, suas características e granularidade.

Diante das inúmeras peculiaridades que os sistemas AAL possuem e a vasta gama de requisitos legais (*compliance*) que tais sistemas devem cumprir, faz-se necessário a compilação e o estabelecimento das relações entre tais legislações que

regem os requisitos legais e os sistemas AAL em si. Com isso, é apresentada a ontologia Onto4CAAL, que possui como propósito estabelecer as correlações entre os aspectos de *compliance* e os sistemas AAL. Logo, essa ontologia tem a função de auxiliar o desenvolvedor de sistemas AAL no tocante ao descobrimento dos requisitos durante a atividade de elicitação, bem como na especificação dos requisitos elicitados, atendendo os critérios de *compliance* que o referido sistema deva cumprir.

Para isso, algumas Questões de Competência (QC) para o domínio de sistemas AAL foram criadas, para ajudar na especificação de requisitos e delimitação do escopo da Ontologia. A seguir, listamos as QC definidas para Onto4CAAL:

- QC1: Em quais tipos os sistemas AAL são classificados?
- QC2: Quais tipos de objetos estão presentes em um sistema AAL?
- QC3: Em quais tipos as normas são classificadas?
- QC4: Quantas partes têm uma norma?
- QC5: Quais agentes são considerados no desenvolvimento de sistemas AAL?
- QC6: Que tipos de requisitos funcionais existem em sistemas AAL?
- QC7: Que tipos de requisitos não funcionais existem em sistemas AAL?
- QC8: Que tipos de ambientes existem em sistemas AAL?
- QC9: Quais as partes que constituem um sistema AAL?
- QC10: Que tipos de conflitos podem existir na elicitação de requisitos?
- QC11: Algum ato legal gera requisitos?
- QC12: O que é uma norma legal no contexto dos sistemas AAL?

6.1.2 Aquisição do Conhecimento

Essa etapa possui como objetivo adquirir conhecimento sobre um domínio por meio de técnicas de elicitação do conhecimento, consultando os especialistas de domínio ou recorrendo à literatura. Ela ocorreu em paralelo às outras etapas, sendo muito intensa durante a fase inicial da construção da ontologia e foi diminuindo ao longo do desenvolvimento. Para compor a aquisição do conhecimento da Onto4CAAL, utilizamos os artigos encontrados no MSL (conforme descrito no capítulo 4) e *survey* com especialistas em Sistemas AAL (conforme descrito no capítulo 5). Já a ontologia Onto4Elev foi concebida por meio do reuso da Onto4CAAL e do acréscimo das

especificidades do domínio tendo por base as entrevistas com profissionais da indústria que desenvolvem/fabricam plataformas de elevação vertical para pessoas com mobilidade reduzida.

Para essa etapa foi utilizada a abordagem *middle out*, visto que ela possibilita um equilíbrio em termos de nível de detalhes, permitindo identificar conceitos centrais do domínio do conhecimento, sendo, em seguida, esses conceitos generalizados e especializados para produzir a ontologia Onto4CAAL.

6.1.3 Conceitualização

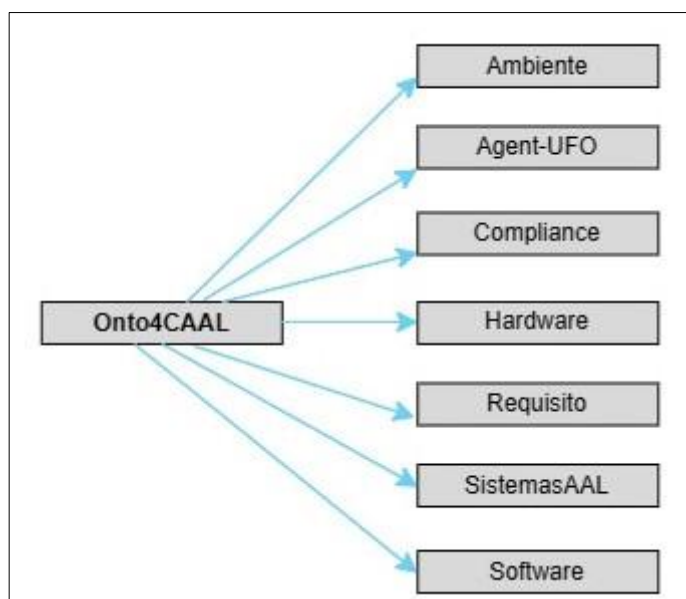
Essa etapa é considerada a fase principal da metodologia. Segundo Araujo (2003), nessa fase, o domínio do conhecimento será estruturado em um modelo conceitual, descrevendo o problema e suas possíveis soluções, tendo como base o vocabulário definido nas fases de especificação e aquisição do conhecimento. A primeira atividade a ser realizada é construir um Glossário de Termos (GT), onde está contido o nome do termo e sua descrição. O GT pode ser visualizado no Apêndice G.

6.1.4 Formalização

A Onto4CAAL é uma ontologia de referência que compreende uma definição formal dos requisitos para sistemas AAL em geral. A axiomatização é ilustrada por meio da notação OntoUML2, e formalizada por axiomas na lógica de descrição (DL). A OntoUML2 é uma extensão da UML para modelagem de ontologias a partir da UFO. Na OntoUML2, as regras sintáticas evoluíram com base no feedback de usuários e em análises de como a linguagem era usada na prática (GUIZZARDI et al., 2021). Diante disso, os conceitos são considerados como classes UML, as relações assumem o papel de herança e associações, e as instâncias são descritas por meio de diagramas de objetos.

Para simplificar a apresentação da ontologia, a Onto4CAAL será dividida em sete módulos, conforme apresenta a Figura 33, sendo eles: *SistemasALL*, *Compliance*, *Requisito*, *Agent-UFO (Stakeholders)*, *Ambiente*, *Hardware* e *Software*.

Figura 33 – Módulos da Onto4CAAL.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

É importante destacar que a classe **SistemasAAL** está relacionada com as classes *Hardware*, *Software*, *Requisito*, *Compliance* e *Ambiente*, sendo isso feito por meio das propriedades “possui”, “tem”, “éInfluenciadoPor” e “usadoEm”, ou seja, **“SistemasAAL possui um Dispositivo”**, **“SistemasAAL tem um Requisito”** e um **“SistemasAAL é influenciado por Compliance”** e **“SistemasAAL é usado em um Ambiente”**. Com isso, a classe *SistemasAAL* é uma classe definida (*Defined Class*), pois existem condições necessárias e suficiente que a determina, conforme exposto acima.

Como foi dito, na etapa de formalização foi utilizada a axiomatização, que é ilustrada por meio da notação UML, e formalizada por axiomas na lógica de descrição (DL). Diante disso, os conceitos são considerados como classes UML, as relações assumem o papel de herança e associações, e as instâncias são descritas por meio de diagramas de objetos. A seguir está sendo apresentada a notação UML e a formalização por axiomas.

6.1.4.1 Notação UML da Onto4CAAL

A Figura 34 (pode ser obtida através do link <https://github.com/timoteogomes/Nota-o-UML-da-Onto4CAAL.git>) apresenta a modelagem de todos os módulos associados à ontologia Onto4CAAL, onde foram consideradas as sugestões propostas pelos entrevistados do *survey* (os acréscimos oriundos do *survey* estão destacados nas caixas com bordas pontilhadas em vermelho). Essa modelagem foi realizada utilizando o princípio da UFO (ontologia de fundamentação) proposta por Guizzardi (2005) e modelada pela OntoUML (GUIZZARDI & WAGNER, 2012), utilizando para isso um *plugin* da ferramenta Visual Paradigm.

6.1.4.2 Axiomas do Módulo SistemasAAL

Inicialmente, entendemos ser importante a análise do processo de desmembramento da OntoUML à Lógica de Descrição, no entanto, para esta tese, devido a questão de espaço, estamos assumindo que consideramos mais importante demonstrar a partir deste ponto, ou seja, já da apresentação dos axiomas, destacando que a UFO serviu para uma modelagem de mais alto nível. O Quadro 16 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TS}$ estabelecidos para o módulo **SistemasAAL** e suas relações com os demais módulos da Onto4CAAL. Dentre os axiomas que são apresentados, temos tanto axiomas de conceitos como os de relação.

Temos, por exemplo, a relação **usadoEm**, que faz uma associação do **SistemasAAL** ao **Ambiente**, ou seja, um **SistemasAAL** é usado em um ambiente. Também foi criada uma relação inversa (**usa**), cujo objetivo é mostrar que um ambiente usa um determinado **SistemasAAL**.

O axioma “ $\text{SistemaALL} \sqsubseteq \exists \text{usadoEm.Ambiente}$ ”, por exemplo, é um axioma de relação existencial ($\exists$), onde representa aquelas instâncias que são SistemaAAL usadas em pelo menos uma instância de Ambiente.

No contexto da UFO, a Figura 34 especifica os subsistemas que fazem parte de um sistema AAL. **SistemasAAL** foi classificado com o estereótipo $\langle\langle \text{kind} \rangle\rangle$, pois representa um complexo funcional, ou seja, um todo que possui partes que contribuem de diferentes maneiras para sua funcionalidade, sendo esses conceitos construídos a partir do *Kind* da UFO-A.

Quadro 16 – Axiomas de SistemasALL.

TS	$\text{SistemaALL} \sqsubseteq \text{ServicoTratamentoEmergencia} \sqcup \text{ServicoConforto} \sqcup \text{ServicoMelhoriaAutonomia}$
	$\text{ServicoTratamentoEmergencia} \sqsubseteq \text{SistemaALL}$
	$\text{ServicoConforto} \sqsubseteq \text{SistemaALL}$
	$\text{ServicoMelhoriaAutonomia} \sqsubseteq \text{SistemaALL}$
	$\text{ServicoTratamentoEmergencia} \sqsubseteq \neg \text{ServicoConforto}$
	$\text{ServicoConforto} \sqsubseteq \neg \text{ServicoMelhoriaAutonomia}$

	$\text{ServicoMelhoriaAutonomia} \sqsubseteq \neg \text{ServicoTratamentoEmergencia}$
	$\text{ServicoTratamentoEmergencia} \equiv \text{AssistenciaInternaEmergencia} \sqcup \text{AssistenciaExternaEmergencia}$
	$\text{AssistenciaInternaEmergencia} \sqsubseteq \text{ServicoTratamentoEmergencia}$
	$\text{AssistenciaExternaEmergencia} \sqsubseteq \text{ServicoTratamentoEmergencia}$
	$\text{AssistenciaInternaEmergencia} \equiv \text{PrevencaoInterna} \sqcup \text{PrevisaoInterna} \sqcup \text{DeteccaoInterna}$
	$\text{PrevencaoInterna} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaEmergencia}$
	$\text{PrevisaoInterna} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaEmergencia}$
	$\text{DeteccaoInterna} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaEmergencia}$
	$\text{AssistenciaExternaEmergencia} \equiv \text{PrevencaoExterna} \sqcup \text{PrevisaoExterna} \sqcup \text{DeteccaoExterna}$
	$\text{PrevencaoExterna} \sqsubseteq \text{AssistenciaExternaEmergencia}$
	$\text{PrevisaoExterna} \sqsubseteq \text{AssistenciaExternaEmergencia}$
	$\text{DeteccaoExterna} \sqsubseteq \text{AssistenciaExternaEmergencia}$
	$\text{ServicoConforto} \equiv \text{AssistenciaInternaConforto} \sqcup \text{AssistenciaExternaConforto}$
	$\text{AssistenciaInternaConforto} \sqsubseteq \text{ServicoConforto}$
	$\text{AssistenciaExternaConforto} \sqsubseteq \text{ServicoConforto}$
	$\text{AssistenciaInternaConforto} \sqsubseteq \neg \text{AssistenciaExternaConforto}$
	$\text{AssistenciaInternaConforto} \equiv \text{ServicosEncontrarCoisas} \sqcup \text{ServicosInformacaoLazer} \sqcup \text{ServicosLogisticos} \sqcup \text{ServicosAcompanhamento}$
	$\text{ServicosEncontrarCoisas} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaConforto}$
	$\text{ServicosInformacaoLazer} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaConforto}$
	$\text{ServicosLogisticos} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaConforto}$
	$\text{ServicosAcompanhamento} \sqsubseteq \text{AssistenciaInternaConforto}$
	$\text{AssistenciaExternaConforto} \equiv \text{ServicosOrientacao} \sqcup \text{ServicosTransporte} \sqcup \text{ServicosGovernamentais} \sqcup \text{ServicosAcompanhamento}$
	$\text{ServicosOrientacao} \sqsubseteq \text{AssistenciaExternaConforto}$
	$\text{ServicosTransporte} \sqsubseteq \text{AssistenciaExternaConforto}$

ServicosGovernamentais $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaConforto
ServicosAcompanhamento $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaConforto
ServicoMelhoriaAutonomia $\equiv$ AssistenciaInternaAutonomia $\sqcup$ AssistenciaExternaAutonomia
AssistenciaInternaAutonomia $\sqsubseteq$ ServicoMelhoriaAutonomia
AssistenciaExternaAutonomia $\sqsubseteq$ ServicoMelhoriaAutonomia
AssistenciaInternaAutonomia $\sqsubseteq \neg$ AssistenciaExternaAutonomia
AssistenciaInternaAutonomia $\equiv$ AssistenciaBeber $\sqcup$ AssistenciaAlimentar $\sqcup$ AssistenciaCulinaria $\sqcup$ AssistenciaCurativo $\sqcup$ AssistenciaLimpeza $\sqcup$ AssistenciaMedicamentosa $\sqcup$ ServicosApoioAtividadesProfissionais $\sqcup$ ServicosApoioEducacional
AssistenciaBeber $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
AssistenciaAlimentar $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
AssistenciaCulinaria $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
AssistenciaCurativo $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
AssistenciaLimpeza $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
AssistenciaMedicamentosa $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
ServicosApoioAtividadesProfissionais $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
ServicosApoioEducacional $\sqsubseteq$ AssistenciaInternaAutonomia
AssistenciaExternaAutonomia $\equiv$ AssistenciaBancaria $\sqcup$ AssistenciaCompras $\sqcup$ AssistenciaViagem $\sqcup$ ServicosApoioAtividadesProfissionais $\sqcup$ ServicosApoioEducacional
AssistenciaBancaria $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaAutonomia
AssistenciaCompras $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaAutonomia
AssistenciaViagem $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaAutonomia
ServicosApoioAtividadesProfissionais $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaAutonomia
ServicosApoioEducacional $\sqsubseteq$ AssistenciaExternaAutonomia
SistemaALL $\sqsubseteq \exists$ temRequisito.Requisito
temRequisito $\equiv \acute{e}$ Requisito –
SistemaALL $\sqsubseteq \exists$ usadoEm.Ambiente

	$\text{usadoEm} \equiv \text{usa} -$
	$\text{SistemaALL} \sqsubseteq \exists \text{usaH}.\text{Hardware}$
	$\text{usaH} \equiv \acute{\text{e}}\text{UsadoPor} -$
	$\text{SistemaALL} \sqsubseteq \exists \text{utiliza}.\text{Software}$
	$\text{utiliza} \equiv \acute{\text{e}}\text{Utilizado} -$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.1.4.3 Axiomas do Módulo *Compliance*

O Quadro 17 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TC}$ estabelecidos para o módulo **Compliance** e suas relações com os demais módulos da Onto4CAAL. Dentre os axiomas que são apresentados, temos tanto axiomas de conceitos como os de relação.

Em relação aos axiomas de conceitos, temos, por exemplo, o axioma “ $\text{Compliance} \equiv \text{Legislacao} \sqcup \text{NormaExterna} \sqcup \text{PoliticaNormaInterna}$ ”, que representa o conjunto de **Compliance** formados por instâncias dos conceitos Legislação, Norma Externa e Política Norma Interna, que são os tipos de *compliance* previstos, porém, distintos. Por isso o axioma “ $\text{InternalStandardsPolicies} \sqsubseteq \neg \text{Legislation}$ ”, representa que as instâncias **InternalStandardsPolicies** são disjuntas das instâncias **Legislation**.

Alguns domínios de Sistemas AAL são regidos por normas que regulamentam as necessidades exigidas para demonstrar que um sistema é seguro e confiável para se operar nesse tipo de ambiente. Existem normas específicas para cada domínio (o que veremos mais adiante na ontologia de domínio). Assim sendo, muitas normas influenciam consideravelmente na definição dos requisitos.

Quadro 17 – Axiomas de *Compliance*

$\mathcal{TC}$	$\text{Compliance} \equiv \text{Legislacao} \sqcup \text{NormaExterna} \sqcup \text{PoliticaNormaInterna}$
	$\text{Legislacao} \sqsubseteq \text{Compliance}$
	$\text{NormaExterna} \sqsubseteq \text{Compliance}$
	$\text{PoliticaNormaInterna} \sqsubseteq \text{Compliance}$
	$\text{Legislacao} \sqsubseteq \neg \text{NormaExterna}$
	$\text{NormaExterna} \sqsubseteq \neg \text{PoliticaNormaInterna}$
	$\text{PoliticaNormaInterna} \sqsubseteq \neg \text{Legislacao}$

	Legislação $\equiv$ Resolução $\sqcup$ Decreto $\sqcup$ Lei $\sqcup$ Portaria $\sqcup$ InstrucaoNormativa $\sqcup$ Parecer
	Resolução $\sqsubseteq$ Legislação
	Decreto $\sqsubseteq$ Legislação
	Lei $\sqsubseteq$ Legislação
	Portaria $\sqsubseteq$ Legislação
	InstrucaoNormativa $\sqsubseteq$ Legislação
	Parecer $\sqsubseteq$ Legislação
	Nacional $\sqsubseteq$ Legislação
	Internacional $\sqsubseteq$ Legislação
	Nacional $\sqsubseteq \neg$ Internacional
	NormaExterna $\equiv$ NBR $\sqcup$ ISO
	NBR $\sqsubseteq$ NormaExterna
	ISO $\sqsubseteq$ NormaExterna
	PoliticaNormaInterna $\equiv$ Politica $\sqcup$ Termo $\sqcup$ EspecificacaoRequisitos $\sqcup$ NormatizacaoComiteEticaPesquisa
	Politica $\sqsubseteq$ PoliticaNormaInterna
	Termo $\sqsubseteq$ PoliticaNormaInterna
	EspecificacaoRequisitos $\sqsubseteq$ PoliticaNormaInterna
	NormatizacaoComiteEticaPesquisa $\sqsubseteq$ PoliticaNormaInterna
	Politica $\equiv$ SegurancaCorporativa $\sqcup$ ResponsabilidadeSocialAmbiental
	SegurancaCorporativa $\sqsubseteq$ Politica
	ResponsabilidadeSocialAmbiental $\sqsubseteq$ Politica
	Termo $\equiv$ Responsabilidade $\sqcup$ Confidencialidade $\sqcup$ AceitacaoUso
	Responsabilidade $\sqsubseteq$ Termo
	Responsabilidade $\sqsubseteq$ Confidencialidade
	Responsabilidade $\sqsubseteq$ AceitacaoUso
	Compliance $\sqsubseteq \exists$ influencia.Requisito
	Compliance $\sqsubseteq \forall$ influenciaRequisitoNF.RequisitoNaoFuncional
	Requisito $\sqsubseteq \forall \text{ÉInfluenciadoPor.Compliance}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.1.4.4 Axiomas do Módulo Requisito

O Quadro 18 apresenta em DL os axiomas **TR** estabelecidos para o módulo **Requisito** e suas relações com os demais módulos da Onto4CAAL. A partir das entidades da UFO-A *Mode*, *kind*, *subKind*, e *quality*, foram definidos os conceitos para o domínio de sistemas AAL.

Sabendo que os requisitos representam as funcionalidades e restrições de um sistema, na Onto4CAAL, classificamos os **Requisito** em **RequisitoFuncional** e **RequisitoNaoFuncional**. O axioma "Requirement $\equiv$ NonFunctionalRequirement $\sqcup$ FunctionalRequirement", representa o conjunto de Requisitos formados por instâncias dos conceitos NonFunctionalRequirement ou FunctionalRequirement.

Duas subdivisões foram criadas a partir do **RequisitoNaoFuncional**, uma para dividir os requisitos relacionados a qualidade (**RequisitoQualidade**), a segunda para dividir os requisitos éticos (**RequisitoEtico**). Os requisitos ligados a qualidade foram subdivididos em **QualidadeProduto** e **QualidadeUso**, usando para isso o conceito de *subKind*. Esses, por sua vez, foram subdivididos em vários outros subtipos de requisitos, sendo eles definidos como $\langle\langle Quality \rangle\rangle$, que segundo a UFO, é um momento universal intrínseco, ou seja, momentos que são dependentes de um único indivíduo para existir, sendo considerado como um Sortal Rígido (*Rigid Sortal*) que fornece um princípio de identidade às suas instâncias. Esses requisitos ligados a qualidades de uso foram classificados em **CoberturaContexto**, **Eficacia**, **Eficiencia**, **LivreRisco**, **PrivacidadeNoUso** e **Satisfacao**; enquanto os requisitos ligados a qualidades do produto foram classificados em **Adaptatividade**, **AptidaoFuncional**, **Compatibilidade**, **Confiabilidade**, **EficienciaDesempenho**, **Manutenabilidade**, **Portabilidade**, **PrivacidadeDados**, **Rastreabilidade**, **Seguranca** e **Usabilidade**. Alguns desses requisitos possuem algumas subdivisões, que foram definidas como $\langle\langle Mode \rangle\rangle$, pois é considerado como uma intenção rígida. Segundo Guizzardi (2021), as instâncias de um *Mode* são aspectos de outros indivíduos e que provê um critério de identidade. Um exemplo é o requisito **Confidencialidade**, que é uma subdivisão do requisito do tipo **Seguranca**, conforme pode ser visto na Figura 35.

Os requisitos do tipo éticos, sendo uma das grandes contribuições deste trabalho, foram classificados em *AceitacaoSocial*, *Autonomia*, *Beneficencia*, *BondadeMoral*, *Fidelidade*, *Independencia*, *Justica*, *NaoMaleficencia*, *PrivacidadeNoUso* e *Utilidade*. A exemplo do que foi observado como umas conclusões do *survey*, os requisitos éticos possuem uma relevância considerável no tocante ao sucesso dos sistemas AAL, uma vez que impactam diretamente no sentimento do usuário.

Quadro 18 – Axiomas de Requisito

TR	$\text{Requisito} \equiv \text{RequisitoNaoFuncional} \sqcup \text{RequisitoFuncional}$
	$\text{RequisitoFuncional} \sqsubseteq \neg \text{RequisitoNaoFuncional}$
	$\text{RequisitoNaoFuncional} \sqsubseteq \text{Requisito}$
	$\text{RequisitoFuncional} \sqsubseteq \text{Requisito}$
	$\text{RequisitoNaoFuncional} \equiv \text{RequisitoQualidade} \sqcup \text{RequisitoEtico}$
	$\text{RequisitoQualidade} \sqsubseteq \neg \text{RequisitoEtico}$
	$\text{RequisitoQualidade} \sqsubseteq \text{RequisitoNaoFuncional}$
	$\text{RequisitoEtico} \sqsubseteq \text{RequisitoNaoFuncional}$
	$\text{RequisitoQualidade} \equiv \text{QualidadeProduto} \sqcup \text{QualidadeUso}$
	$\text{QualidadeProduto} \sqsubseteq \text{RequisitoQualidade}$
	$\text{QualidadeUso} \sqsubseteq \text{RequisitoQualidade}$
	$\text{QualidadeProduto} \sqsubseteq \neg \text{QualidadeUso}$
	$\text{QualidadeProduto} \equiv \text{Seguranca} \sqcup \text{AdequacaoFuncional} \sqcup$ $\text{Portabilidade} \sqcup \text{EficienciaDesempenho} \sqcup \text{Usabilidade} \sqcup$ $\text{Adaptatividade} \sqcup \text{Manutenibilidade} \sqcup \text{Compatibilidade} \sqcup$ $\text{Confiabilidade} \sqcup \text{Rastreabilidade} \sqcup \text{PrivacidadeDados}$
	$\text{Seguranca} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$
	$\text{AdequacaoFuncional} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$
	$\text{Portabilidade} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$
	$\text{EficienciaDesempenho} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$
	$\text{Usabilidade} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$
	$\text{Adaptatividade} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$
	$\text{Manutenibilidade} \sqsubseteq \text{QualidadeProduto}$

Compatibilidade $\sqsubseteq$ QualidadeProduto
Confiabilidade $\sqsubseteq$ QualidadeProduto
Rastreabilidade $\sqsubseteq$ QualidadeProduto
PrivacidadeDados $\sqsubseteq$ QualidadeProduto
Seguranca $\equiv$ Confidencialidade $\sqcup$ Integridade $\sqcup$ Responsabilidade $\sqcup$ Autenticidade $\sqcup$ NaoRepudio $\sqcup$ ConfiancaSeguranca
Confidencialidade $\sqsubseteq$ Seguranca
Integridade $\sqsubseteq$ Seguranca
Responsabilidade $\sqsubseteq$ Seguranca
Autenticidade $\sqsubseteq$ Seguranca
NaoRepudio $\sqsubseteq$ Seguranca
ConfiancaSeguranca $\sqsubseteq$ Seguranca
Portabilidade $\equiv$ Adaptabilidade $\sqcup$ Instalabilidade $\sqcup$ Substituibilidade
Adaptabilidade $\sqsubseteq$ Portabilidade
Instalabilidade $\sqsubseteq$ Portabilidade
Substituibilidade $\sqsubseteq$ Portabilidade
EficienciaDesempenho $\equiv$ Capacidade $\sqcup$ ComportamentoTempo $\sqcup$ UtilizacaoRecursos
Capacidade $\sqsubseteq$ EficienciaDesempenho
ComportamentoTempo $\sqsubseteq$ EficienciaDesempenho
Utilizacao de Recursos $\sqsubseteq$ EficienciaDesempenho
Usabilidade $\equiv$ OperabilidadeUsuario $\sqcup$ Acessibilidade $\sqcup$ Aprendizagem $\sqcup$ EsteticaInterfaceUsuario $\sqcup$ Adequacao $\sqcup$ ProtecaoContraErrosUsuario
Operabilidade do Usuario $\sqsubseteq$ Usabilidade
Acessibilidade $\sqsubseteq$ Usabilidade
Aprendizagem $\sqsubseteq$ Usabilidade
Estetica da Interface do Usuario $\sqsubseteq$ Usabilidade
Adequacao $\sqsubseteq$ Usabilidade
Protecao contra Erros do Usuario $\sqsubseteq$ Usabilidade
QualidadeUso $\equiv$ Eficacia $\sqcup$ Eficiencia $\sqcup$ CoberturaContexto $\sqcup$ LivreRisco $\sqcup$ Satisfacao $\sqcup$ PrivacidadeNoUso

Eficacia $\sqsubseteq$ QualidadeUso
Eficiencia $\sqsubseteq$ QualidadeUso
CoberturaContexto $\sqsubseteq$ QualidadeUso
LivreRisco $\sqsubseteq$ QualidadeUso
PrivacidadeNoUso $\sqsubseteq$ QualidadeUso
Satisfacao $\sqsubseteq$ QualidadeUso
LivreRisco $\equiv$ MitigacaoRiscoAmbiental $\sqcup$ MitigacaoRiscoEconomico $\sqcup$ MitigacaoRiscosSaudeSeguranca $\sqcup$ MitigacaoRiscoSocial
MitigacaoRiscoAmbiental $\sqsubseteq$ LivreRisco
MitigacaoRiscoEconomico $\sqsubseteq$ LivreRisco
MitigacaoRiscosSaudeSeguranca $\sqsubseteq$ LivreRisco
MitigacaoRiscoSocial $\sqsubseteq$ LivreRisco
Satisfacao $\equiv$ Utilidade $\sqcup$ Confianca $\sqcup$ Conforto $\sqcup$ Prazer
Utilidade $\sqsubseteq$ Satisfacao $\sqcup$ RequisitoEtico
ConfiancaUso $\sqsubseteq$ Satisfacao
Conforto $\sqsubseteq$ Satisfacao
Prazer $\sqsubseteq$ Satisfacao
Cobertura de Contexto $\equiv$ Completude do Contexto $\sqcup$ Flexibilidade
Completude do Contexto $\sqsubseteq$ Cobertura de Contexto
Flexibilidade $\sqsubseteq$ Cobertura de Contexto
RequisitoEtico $\equiv$ Autonomia $\sqcup$ Beneficencia $\sqcup$ Fidelidade $\sqcup$ Independencia $\sqcup$ Justica $\sqcup$ NaoMaleficencia $\sqcup$ AceitacaoSocial $\sqcup$ BondadeMoral $\sqcup$ PrivacidadeNoUso
Autonomia $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
Beneficencia $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
Fidelidade $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
Independencia $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
Justica $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
NaoMaleficencia $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
AceitacaoSocial $\sqsubseteq$ RequisitoEtico
BondadeMoral $\sqsubseteq$ RequisitoEtico

	$\text{define} \equiv \text{foiDefinidoPor} -$
	$\text{Requisito} \sqsubseteq \exists \text{foiDefinidoPor}.\text{Stakeholder}$
	$\text{RequisitoNaoFuncional} \sqsubseteq \exists \text{temRequisitoNF}.\text{RequisitoEtico} \sqcap \exists \text{temRequisitoNF}.\text{RequisitoQualidade} \sqcap \forall \text{temRequisitosNF} (\text{Etico} \sqcup \text{RequisitoQualidade})$
	$\text{temRequisito} \equiv \acute{\text{e}}\text{Requisito} -$
	$\text{RequisitoNaoFuncional} \sqsubseteq \forall \text{causaImpactoNegativo}.\text{RequisitoFuncional}$
	$\text{RequisitoNaoFuncional} \sqsubseteq \forall \text{causaImpactoPositivo}.\text{RequisitoFuncional}$
	$\text{RequisitoFuncional} \sqsubseteq \forall \acute{\text{e}}\text{ImpactadoPositivamentePor}.\text{RequisitoN\~aoFuncional}$
	$\text{RequisitoFuncional} \sqsubseteq \forall \acute{\text{e}}\text{ImpactadoNegativamentePor}.\text{RequisitoNaoFuncional}$
	$\text{Requisito} \sqsubseteq \forall \text{foiInfluenciado}.\text{Compliance}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.1.4.5 Axiomas do M3dulo Agent-UFO

O Quadro 19 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{T}\mathbf{Ag}$ estabelecidos para o m3dulo **Agent** e suas rela33es com os demais m3dulos da Onto4CAAL. A partir das entidades da UFO-C *Agent*, foram definidos os conceitos gen3ricos para o dom3nio de sistemas AAL.

A UFO-C 3 dividida em duas categorias *Social Agent (Organiza3ao)* e *Physical Agent (Pessoa)*. Diante disso, com rela33o aos agentes envolvidos no processo ou no uso de um sistema AAL, inclusive na defini33o de requisitos, onze pap3is foram definidos, sendo eles especificados no axioma conceitual “ $\text{Stakeholder} \equiv \text{IntegranteTimeDev} \sqcup \text{ClienteCorporativo} \sqcup \text{UsuarioFinal} \sqcup \text{ClientePessoal} \sqcup \text{Cuidador} \sqcup \text{ProfissionalSaude} \sqcup \text{Empregador} \sqcup \text{AcompanhanteDomestico} \sqcup \text{Familiar} \sqcup \text{Educador} \sqcup \text{AgenteEntretenimento}$ ”. Desses, nove pap3is s3o especializa33es de **Stakeholder e Pessoa** e dois pap3is s3o especializa33es de **Stakeholder** e **Organiza3ao**, que s3o o **ClienteCorporativo** e o **Empregador**. J3 entre os pap3is da especializa33o **Stakeholder e Pessoa**, temos, por exemplo, o **IntegranteTimeDev**, que pode ser uma

pessoa da equipe de teste, da equipe de engenharia de requisitos, da equipe de codificação e etc.

A relação **define** faz uma associação do **Stakeholder** ao **Requisito**, ou seja, um **Stakeholder** é responsável por definir um requisito, sendo representada pelo axioma relacional “ $\text{Stakeholder} \sqsubseteq \exists \text{define. Requisito}$ ”. Também foi criada uma relação inversa (**foiDefinidoPor**), que tem como objetivo mostrar que um requisito é definido por um determinado **Stakeholder**, representada pelo axioma “ $\text{Requisito} \sqsubseteq \forall \text{foiDefinidoPor.Stakeholder}$ ”.

Quadro 19 – Axiomas de Agent

JA g	$\text{Stakeholder} \sqsubseteq \text{IntegranteTimeDev} \sqcup \text{ClienteCorporativo} \sqcup \text{UsuarioFinal} \sqcup \text{ClientePessoal} \sqcup \text{Cuidador} \sqcup \text{ProfissionalSaude} \sqcup \text{Empregador} \sqcup \text{AcompanhanteDomestico} \sqcup \text{Familiar} \sqcup \text{Educador} \sqcup \text{AgenteEntretenimento}$
	$\text{ClienteCorporativo} \sqsubseteq \text{Organizacao} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{IntegranteTimeDev} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{UsuarioFinal} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{ClientePessoal} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Cuidador} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{ProfissionalSaude} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Empregador} \sqsubseteq \text{Organizacao} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{AcompanhanteDomestico} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Familiar} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Educador} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{AgenteEntretenimento} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Stakeholder} \sqsubseteq \exists \text{define.Requisito}$
	$\text{ClienteCorporativo} \sqsubseteq \neg \text{ClientePessoal}$
	$\text{Organizacao} \sqsubseteq \neg \text{Pessoa}$
	$\text{Stakeholder} \sqsubseteq \exists \text{define. Requisito}$
	$\text{Requisito} \sqsubseteq \forall \text{foiDefinidoPor.Stakeholder}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.1.4.6 Axiomas do Módulo Ambiente

O Quadro 20 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TA}$ estabelecidos para o módulo *Ambiente* e suas relações com os demais módulos da Onto4CAAL. Dentre os axiomas que são apresentados, temos tanto axiomas de conceitos como os de relação, definidos em conceitos genéricos para o domínio de sistemas AAL.

Em relação aos axiomas de conceitos, temos, por exemplo, o axioma “*InstituicaoLongaPermanenciaIdosos* $\equiv$ *CasaGeriátrica* $\sqcup$ *HabitacoesMedicas* $\sqcup$ *Asilo*”, que representa o conjunto de *InstituicaoLongaPermanenciaIdosos* formado por instâncias dos conceitos *CasaGeriátrica*, *HabitacoesMedicas* e *Asilo*.

Foi definido também um axioma relacional, visto que um sistemas AAL é utilizado em um dado ambiente (como foi visto na seção 6.1.4.2), logo, um ambiente tem sistema AAL, sendo isso representado pelo axioma “*Ambiente* $\sqsubseteq$ $\exists$ tem.SistemaAAL”, onde é usada a relação *tem*.

Quadro 20 – Axiomas de Ambiente

$\mathcal{TA}$	$\text{Ambiente} \equiv \text{AmbienteTrabalho} \sqcup \text{Mobilidade} \sqcup \text{AmbienteExterno} \sqcup \text{Casa} \sqcup \text{Hospital} \sqcup \text{InstituicaoLongaPermanenciaIdosos} \sqcup \text{LojaProdutosEspecializados} \sqcup \text{InstituicaoEnsino}$
	$\text{AmbienteTrabalho} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{Mobilidade} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{AmbienteExterno} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{Casa} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{Hospital} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{InstituicaoLongaPermanenciaIdosos} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{LojaProdutosEspecializados} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{InstituicaoEnsino} \sqsubseteq \text{Ambiente}$
	$\text{InstituicaoLongaPermanenciaIdosos} \equiv \text{CasaGeriátrica} \sqcup \text{HabitacoesMedicas} \sqcup \text{Asilo}$
	$\text{CasaGeriátrica} \sqsubseteq \text{InstituicaoLongaPermanenciaIdosos}$
	$\text{HabitacoesMedicas} \sqsubseteq \text{InstituicaoLongaPermanenciaIdosos}$

	$\text{Asilo} \sqsubseteq \text{InstituicaoLongaPermanenciaIdosos}$
	$\text{CasaGeriátrica} \sqsubseteq \neg \text{Habita\c{c}oesMedicas}$
	$\text{Habita\c{c}oesMedicas} \sqsubseteq \neg \text{Asilo}$
	$\text{Asilo} \sqsubseteq \neg \text{CasaGeriátrica}$
	$\text{Casa} \equiv \text{WC} \sqcup \text{Quarto} \sqcup \text{SalaEstar} \sqcup \text{SalaJantar} \sqcup \text{EntradaPrincipal}$
	$\text{SalaEstar} \sqsubseteq \neg \text{SalaJantar}$
	$\text{Ambiente} \sqsubseteq \exists \text{tem.SistemaAAL}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.1.4.7 Axiomas do Módulo *Hardware*

O Quadro 21 apresenta em DL os axiomas **TDE** estabelecidos para o módulo **Hardware** e suas relações com os demais módulos da Onto4CAAL. Dentre os axiomas que são apresentados, temos tanto axiomas de conceitos como os de relação, definidos em conceitos genéricos para o domínio de sistemas AAL.

Em relação aos axiomas de conceitos, temos, por exemplo, o axioma “Hardware $\equiv$ DispositivoEletrico”, que representa o conjunto de **Hardware** formado por instâncias do conceito **DispositivoEletrico**.

Foram definidos também axiomas relacionais, visto que em um sistema AAL é utilizado **Hardware** (como foi visto na seção 6.1.4.2, tendo o axioma “SistemaALL $\sqsubseteq \exists \text{usaH.Hardware}$ ”), fazendo uso da relação **usaH**. Também foi criada uma relação inversa (**éUsadoPor**), que tem como objetivo mostrar que um *hardware* é utilizado por um sistema AAL, sendo isso representado pelo axioma “Hardware $\sqsubseteq \exists \text{éUsadoPor.SistemaAAL}$ ”.

Quadro 21 – Axiomas de DispositivoEletrico

	$\text{Hardware} \equiv \text{DispositivoEletrico}$
TDE	$\text{DispositivoEletrico} \equiv \text{Botao} \sqcup \text{Display} \sqcup \text{Sensor} \sqcup \text{Valvula} \sqcup \text{DispositivoSinais} \sqcup \text{DispositivoVestivel} \sqcup \text{Smartphone} \sqcup \text{ComandoPorVoz} \sqcup \text{Camera} \sqcup \text{Switches} \sqcup \text{Atuador} \sqcup \text{CaixaSom}$
	$\text{Display} \sqsubseteq \text{DispositivoEletrico}$
	$\text{Sensor} \sqsubseteq \text{DispositivoEletrico}$

	Valvula $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	DispositivoSinais $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	DispositivoVestivel $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	Smartphone $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	ComandoPorVoz $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	Camera $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	Switches $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	Atuador $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	CaixaSom $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
	Hardware $\sqsubseteq \exists \text{éUsadoPor.SistemaAAL}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6.2 Ontologia de Domínio

Nesta seção iremos explorar a Ontologia de Domínio construída a partir da Onto4Elev. Essa é uma ontologia de domínio para plataforma de elevação vertical (PEV), sendo essa uma das inúmeras aplicações associadas a sistemas AAL do tipo transporte, que é um tipo das subclassificações dos sistemas associados a Serviços de Conforto, conforme a classificação de NEHMER et al. (2006).

6.2.1 Onto4Elev

Uma das características das ontologias de referência é a possibilidade do seu reuso para criação de ontologias de domínio. Considerando que os sistemas AAL possuem diversas classificações e subtipos, a existência de uma ontologia de referência possibilita a aplicação para desenvolvimento de ontologias específicas.

Como demonstração da possibilidade de reutilização da ontologia Onto4CAAL, foi proposta uma ontologia de domínio para modelar os requisitos de uma plataforma de elevação vertical (Onto4Elev), sendo essa uma das inúmeras aplicações associadas a sistemas AAL.

Essa ontologia foi construída a partir dos conceitos da ontologia de referência Onto4CAAL. Para definição dos elementos específicos dessa ontologia, foi realizada uma investigação na literatura de quais elementos deveriam ser considerados para a construção de uma PEV. Posteriormente, de forma a verificar/validar os elementos que foram levantados na literatura e propostos inicialmente para compor a ontologia Onto4Elev, foi realizado um *survey* com profissionais da indústria (conforme descrito no Apêndice A) que desenvolvem/fabricam plataformas de elevação vertical para pessoas com mobilidade reduzida. Esse *survey* foi de extrema importância para determinar os elementos e validar a ontologia proposta. O domínio de plataformas de elevação vertical possui algumas normas, *stakeholders* e requisitos específicos. Diante disso, foram criados novos conceitos e relacionamentos a partir da Onto4CAAL.

A seguir veremos sobre a notação UML da Onto4Elev e os axiomas resultantes da extensão da Onto4CAAL para o domínio das PEV's:

6.2.1.1 Notação UML da Onto4Elev e Axiomas

A Figura 37 (pode ser obtida através do link <https://github.com/timoteogomes/Notacao-UML-da-Onto4Elev.git>) apresenta a modelagem UML de todos os módulos associados a sistemas AAL do tipo PEV, onde é possível identificar tanto elementos que foram adicionados por meio do levantamento de informações na literatura (são os que estão com as classes na cor verde), quanto os que foram adicionados como resultado do *survey*, que são os que estão hachurados com pontilhados na cor azul. Os elementos representados pelas classes com as bordas em cor preta são os que foram herdados da Onto4CAAL.

Além disso, houve também a construção de novos axiomas, oriundos, justamente, das inserções realizadas em favor do domínio das Plataformas de Elevação Vertical.

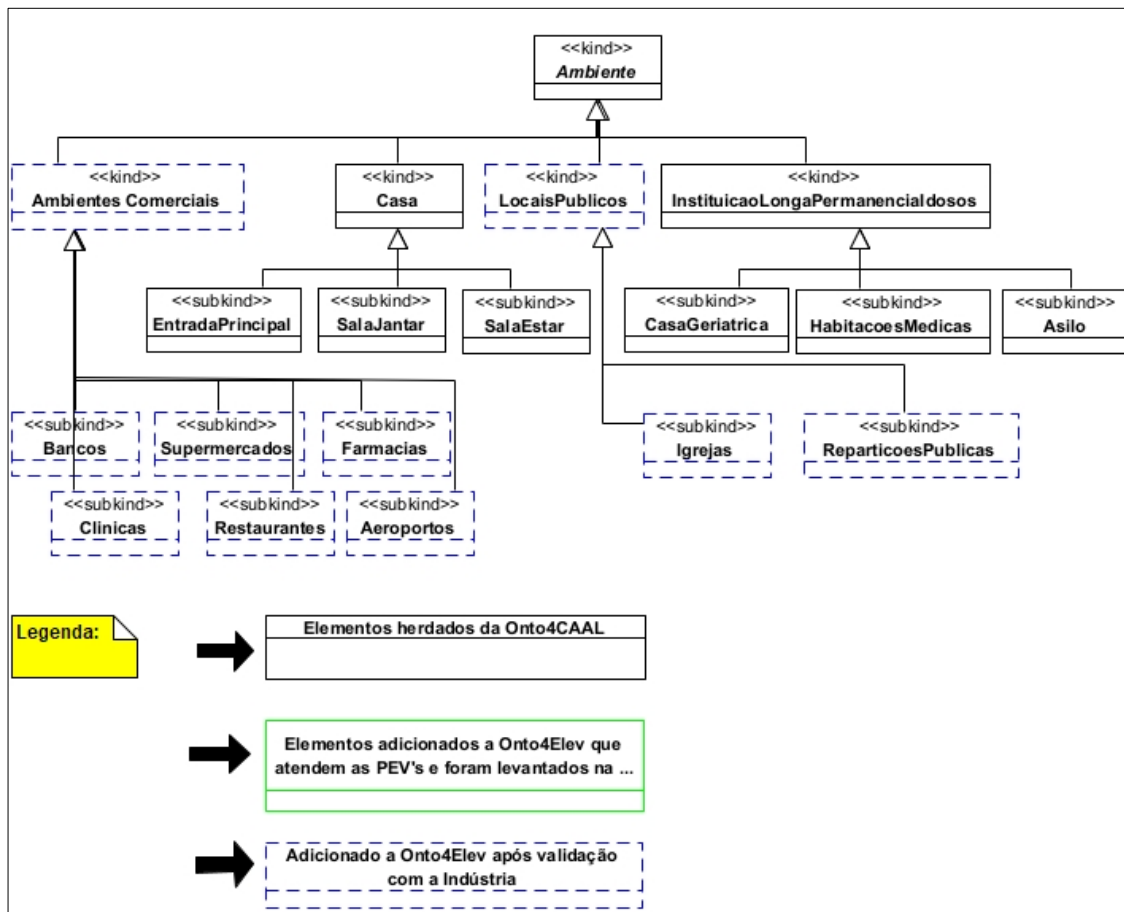
A seguir, vamos destacar o que foi reusado da Onto4CAAL e as inserções realizadas, de forma a possibilitar a construção da Onto4Elev.

1) Tipos de Ambientes

Conforme descrito na legenda da Figura 35, é possível perceber que houve a agregação de tipos de ambientes de aplicação das PEV's, tendo a sua ênfase no contexto externo (lugares públicos e comerciais).

O Quadro 22 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TA}$ estabelecidos para o módulo *Ambiente* e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 35 –Modelagem da classe Ambiente da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 22 – Axiomas de Ambiente da Onto4Elev

$\mathcal{TA}$	Ambiente $\equiv$ AmbientesComerciais $\sqcup$ Casa $\sqcup$		
	InstituicaoLongaPermanenciaIdosos $\sqcup$ LocaisPublicos		
	AmbientesComerciais $\sqsubseteq$ Ambiente		
	Casa $\sqsubseteq$ Ambiente		
	InstituicaoLongaPermanenciaIdosos $\sqsubseteq$ Ambiente		
	LocaisPublicos $\sqsubseteq$ Ambiente		
	InstituicaoLongaPermanenciaIdosos	$\equiv$	CasaGeriatrica $\sqcup$ HabitacoesMedicas $\sqcup$ Asilo

CasaGeriátrica $\sqsubseteq$ InstituicaoLongaPermanenciaIdosos
HabitaçõesMedicas $\sqsubseteq$ InstituicaoLongaPermanenciaIdosos
Asilo $\sqsubseteq$ InstituicaoLongaPermanenciaIdosos
CasaGeriátrica $\sqsubseteq \neg$ HabitaçõesMedicas
HabitaçõesMedicas $\sqsubseteq \neg$ Asilo
Asilo $\sqsubseteq \neg$ CasaGeriátrica
Casa $\equiv$ SalaEstar $\sqcup$ SalaJantar $\sqcup$ EntradaPrincipal
SalaEstar $\sqsubseteq$ Casa
SalaJantar $\sqsubseteq$ Casa
EntradaPrincipal $\sqsubseteq$ Casa
SalaEstar $\sqsubseteq \neg$ SalaJantar
LocaisPublicos $\equiv$ Igrejas $\sqcup$ ReparticoesPublicas
Igrejas $\sqsubseteq$ LocaisPublicos
ReparticoesPublicas $\sqsubseteq$ LocaisPublicos
AmbientesComerciais $\equiv$ Aeroportos $\sqcup$ Bancos $\sqcup$ Clinicas $\sqcup$ Farmacias $\sqcup$ Restaurantes $\sqcup$ Supermercados
Aeroportos $\sqsubseteq$ AmbientesComerciais
Bancos $\sqsubseteq$ AmbientesComerciais
Clinicas $\sqsubseteq$ AmbientesComerciais
Farmacias $\sqsubseteq$ AmbientesComerciais
Restaurantes $\sqsubseteq$ AmbientesComerciais
Supermercados $\sqsubseteq$ AmbientesComerciais
Ambiente $\sqsubseteq \exists$ item.SistemaAAL

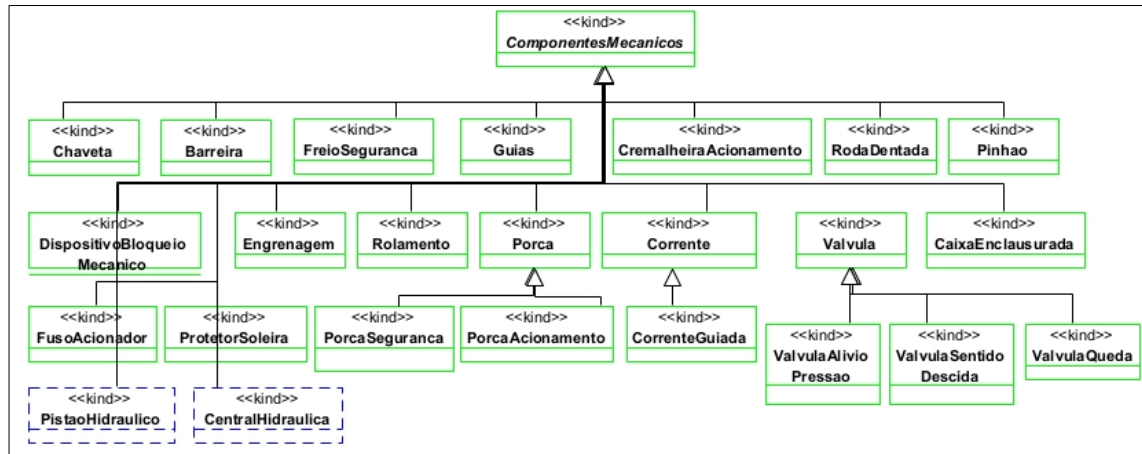
Fonte: Elaborado pelo Autor.

2) Componentes Mecânicos

Para o sistema AAL do tipo PEV foi agregada a Onto4Elev o elemento do tipo Componentes Mecânicos, podendo perceber que esse elemento, conforme Figura 36, não faz parte da constituição da ontologia de referência, ou seja, da Onto4CAAL, mas que possui diversos componentes que são usados em construção de PEV's e que precisam ser considerados no momento da especificação dos requisitos.

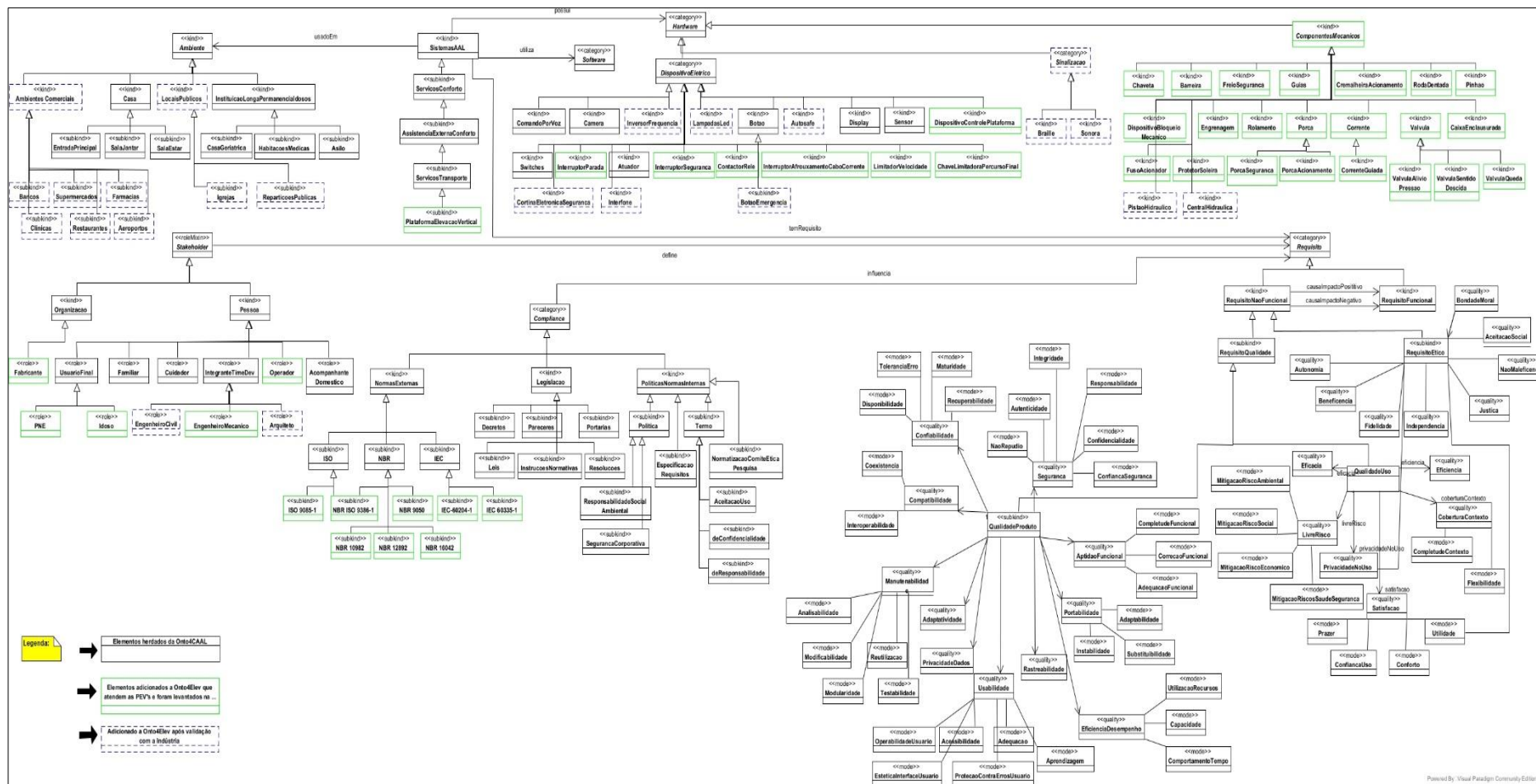
O Quadro 23 apresenta em DL os axiomas **JCM** estabelecidos para o módulo **ComponentesMecanicos** e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 36 –Modelagem da classe ComponentesMecanicos da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Fonte: Elaborado pelo Autor.



Quadro 23 – Axiomas de Componentes Mecânicos da Onto4Elev

	Hardware $\equiv$ ComponentesMecânicos
JCM	ComponentesMecânicos $\equiv$ Barreira $\sqcup$ CaixaEnclausurada $\sqcup$ CentralHidraulica $\sqcup$ Chaveta $\sqcup$ Corrente $\sqcup$ CremalheiraAcionamento $\sqcup$ DispositivoBloqueioMecânico $\sqcup$ Engrenagem $\sqcup$ FreioSeguranca $\sqcup$ FusoAcionador $\sqcup$ Guias $\sqcup$ Pinhao $\sqcup$ PistaoHidraulico $\sqcup$ Porca $\sqcup$ ProtetorSoleira $\sqcup$ RodaDentada $\sqcup$ Rolamento $\sqcup$ Valvula
	Barreira $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	CaixaEnclausurada $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	CentralHidraulica $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Corrente $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	CremalheiraAcionamento $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	DispositivoBloqueioMecânico $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Engrenagem $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	FreioSeguranca $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	FusoAcionador $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Guias $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Pinhao $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	PistaoHidraulico $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Porca $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	ProtetorSoleira $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	RodaDentada $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Rolamento $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Valvula $\sqsubseteq$ ComponentesMecânicos
	Corrente $\equiv$ CorrenteGuiada
	CorrenteGuiada $\sqsubseteq$ Corrente
	Porca $\equiv$ PorcaAcionamento $\sqcup$ PorcaSeguranca
	PorcaAcionamento $\sqsubseteq$ Porca
	PorcaSeguranca $\sqsubseteq$ Porca
	Valvula $\equiv$ ValvulaQueda $\sqcup$ ValvulaSentidoDescida $\sqcup$ ValvulaAlivioPressao

	ValvulaQueda $\sqsubseteq$ Valvula
	ValvulaSentidoDescida $\sqsubseteq$ Valvula
	ValvulaAlivioPressao $\sqsubseteq$ Valvula
	Hardware $\sqsubseteq \exists \text{éUsadoPor.SistemaAAL}$

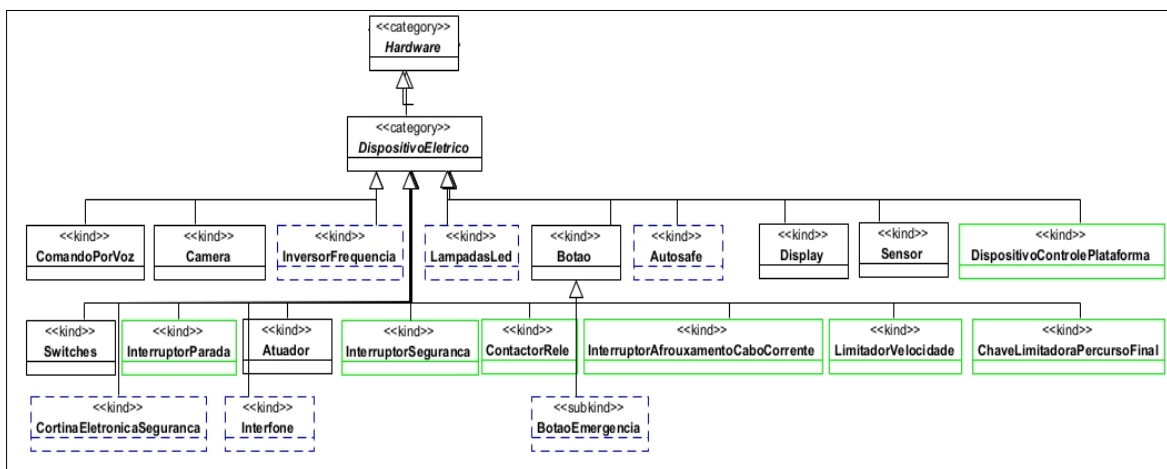
Fonte: Elaborado pelo Autor.

3) Dispositivos Elétricos

Em relação aos dispositivos elétricos, de acordo com a Figura 38, foram acrescentados vários novos subelementos, a exemplo da **CortinaEletronicaSeguranca** e do **DispositivoControle Plataforma**, que são específicos desse tipo de sistemas.

O Quadro 24 apresenta em DL os axiomas **TDE** estabelecidos para o módulo **DispositivoEletrico** e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 38 –Modelagem da classe DispositivoEletrico da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 24 – Axiomas de DispositivoEletrico da Onto4Elev.

	Hardware $\equiv$ DispositivoEletrico
TDE	DispositivoEletrico $\equiv$ Atuador $\sqcup$ Autosafe $\sqcup$ Botao $\sqcup$ Camera $\sqcup$ ChaveLimitadoraPercursoFinal $\sqcup$ ComandoPorVoz $\sqcup$ ContactorRele $\sqcup$ CortinaEletronicaSeguranca $\sqcup$ Display $\sqcup$ DispositivoControlePlataforma $\sqcup$ Interfone $\sqcup$ InterruptorAfrouxamentoCaboCorrente $\sqcup$ InterruptorParada $\sqcup$

InterruptorSeguranca $\sqcup$ InversorFrequencia $\sqcup$ LampadasLed $\sqcup$ LimitadorVelocidade $\sqcup$ Sensor $\sqcup$ Switches
Atuador $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Autosafe $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Botao $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Camera $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
ChaveLimitadoraPercursoFinal $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
ContactorRele $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
CortinaEletronicaSeguranca $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Display $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
DispositivoControlePlataforma $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Interfone $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
InterruptorAfrouxamentoCaboCorrent $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
InterruptorParada $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
InterruptorSeguranca $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
InversorFrequencia $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
LampadasLed $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
LimitadorVelocidade $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Sensor $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Switches $\sqsubseteq$ DispositivoEletrico
Botao $\equiv$ BotaoEmergencia
BotaoEmergencia $\sqsubseteq$ Botao
Hardware $\sqsubseteq \exists \acute{e}$ Usado Por. SistemaAAL

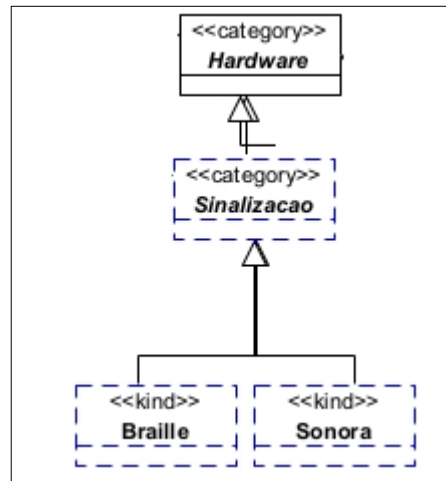
Fonte: Elaborado pelo Autor.

4) Sinalização

Para o sistema AAL do tipo PEV foi agregada a Onto4Elev o elemento do tipo Sinalização, podendo perceber que esse elemento, conforme Figura 39, não faz parte da constituição da ontologia de referência, ou seja, da Onto4CAAL, mas que é extremamente importante no contexto das PEV's. Foram inseridos os elementos de sinalização **Braile** e **Sonora**.

O Quadro 25 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TSi}$ estabelecidos para o módulo *Sinalizacao* e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 39 –Modelagem da classe Sinalizacao da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 25 – Axiomas de Sinalizacao da Onto4Elev

	$\text{Hardware} \equiv \text{Sinalizacao}$
$\mathcal{TSi}$	$\text{Sinalizacao} \equiv \text{Braille} \sqcup \text{Sonora}$
	$\text{Braille} \sqsubseteq \text{Sinalizacao}$
	$\text{Sonora} \sqsubseteq \text{Sinalizacao}$
	$\text{Hardware} \sqsubseteq \exists \text{éUsadoPor}.\text{SistemaAAL}$

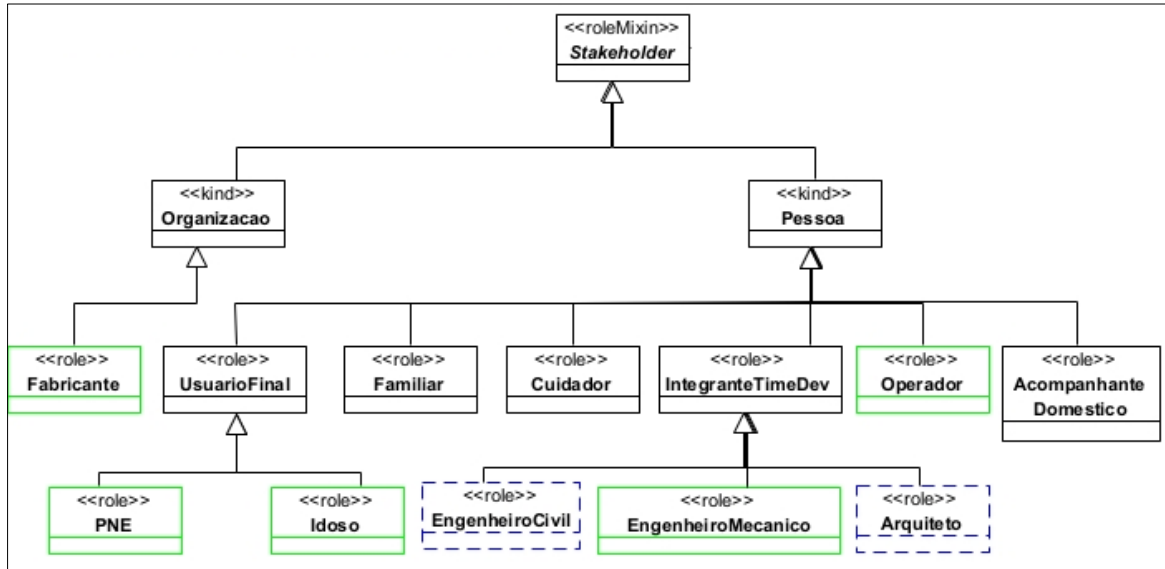
Fonte: Elaborado pelo Autor.

5) Stakeholders

Em relação aos *stakeholders*, de acordo com a Figura 40, foram acrescentados vários novos subelementos, a exemplo do *Arquiteto*, *Engenheiro Mecânico* e do *Engenheiro Civil*, sendo profissionais que comumente participam do projeto de construção de uma PEV, assim como o papel do *Operador*, e os usuários finais, tais como o *PNE* e o *Idoso*, justamente devido a especificidade desse tipo de sistema AAL.

O Quadro 26 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TS}$ estabelecidos para o módulo *Stakeholder* e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 40 –Modelagem da classe Stakeholder da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 26 – Axiomas de Stakeholder da Onto4Elev.

TS	$\text{Stakeholder} \equiv \text{Pessoa} \sqcup \text{Organizacao}$
	$\text{Pessoa} \sqsubseteq \text{Stakeholder}$
	$\text{Organizacao} \sqsubseteq \text{Stakeholder}$
	$\text{Pessoa} \equiv \text{IntegranteTimeDev} \sqcup \text{UsuarioFinal} \sqcup \text{Operador} \sqcup \text{Cuidador} \sqcup \text{AcompanhanteDomestico} \sqcup \text{Familiar}$
	$\text{Organiza\c{c}\~ao} \equiv \text{Fabricante}$
	$\text{Fabricante} \sqsubseteq \text{Organizacao} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{IntegranteTimeDev} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{UsuarioFinal} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Operador} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Cuidador} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{AcompanhanteDomestico} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{Familiar} \sqsubseteq \text{Pessoa} \sqcap \text{Stakeholder}$
	$\text{IntegranteTimeDev} \equiv \text{EngenheiroCivil} \sqcup \text{EngenheiroMecanico} \sqcup \text{Arquiteto}$
	$\text{UsuarioFinal} \equiv \text{PNE} \sqcup \text{Idoso}$

	$\text{PNE} \sqsubseteq \text{UsuarioFinal}$
	$\text{Idoso} \sqsubseteq \text{UsuarioFinal}$
	$\text{EngenheiroCivil} \sqsubseteq \text{IntegranteTimeDev}$
	$\text{EngenheiroMecanico} \sqsubseteq \text{IntegranteTimeDev}$
	$\text{Arquiteto} \sqsubseteq \text{IntegranteTimeDev}$
	$\text{Stakeholder} \sqsubseteq \exists \text{define.Requisito}$
	$\text{Organizacao} \sqsubseteq \neg \text{Pessoa}$

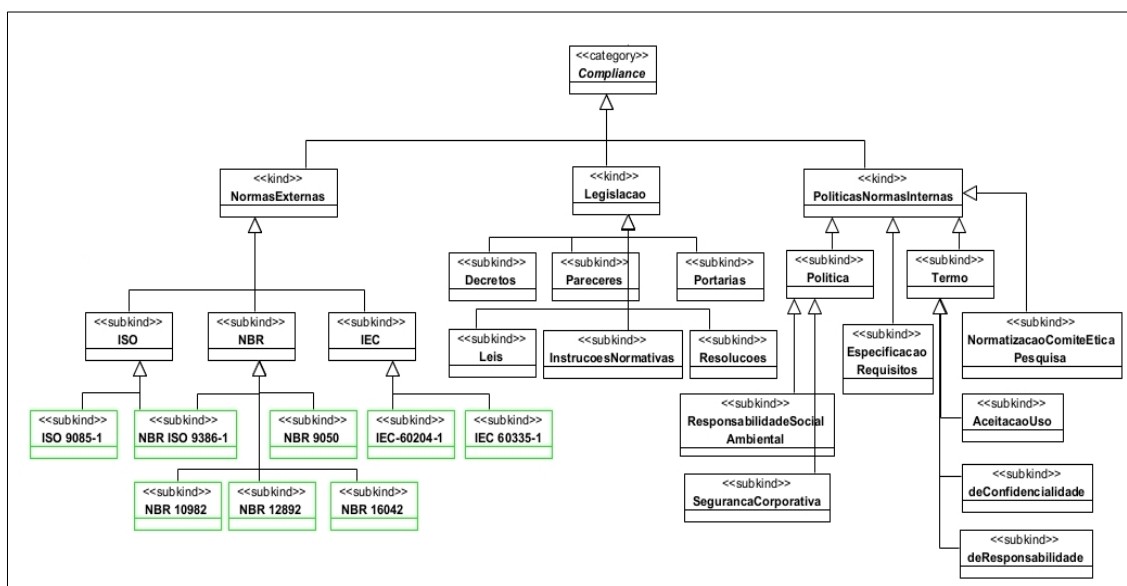
Fonte: Elaborado pelo Autor.

6) Compliance

Em relação as questões relacionadas a *compliance*, de acordo com a Figura 41, foram acrescentadas várias normas regulamentadoras que, no contexto do Brasil, devem ser consideradas quando da construção de PEV's, a exemplo das Normas **NBR 9050** (acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos) que trata das questão de acessibilidade e a **NBR ISO 9386-1** (Plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida) que trata dos requisitos de segurança e operação.

O Quadro 27 apresenta em DL os axiomas $\mathcal{TC}$ estabelecidos para o módulo **Compliance** e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 41 –Modelagem da classe *Compliance* da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 27 – Axiomas de *Compliance* da Onto4Elev.

$\mathcal{T}$ $\mathcal{C}$	$\text{Compliance} \equiv \text{Legislacao} \sqcup \text{NormaExterna} \sqcup \text{PoliticaNormaInterna}$
	$\text{Legislacao} \sqsubseteq \text{Compliance}$
	$\text{NormaExterna} \sqsubseteq \text{Compliance}$
	$\text{PoliticaNormaInterna} \sqsubseteq \text{Compliance}$
	$\text{Legislacao} \sqsubseteq \neg \text{NormaExterna}$
	$\text{NormaExterna} \sqsubseteq \neg \text{PoliticaNormaInterna}$
	$\text{PoliticaNormaInterna} \sqsubseteq \neg \text{Legislacao}$
	$\text{Legisla\c{c}\~ao} \equiv \text{Resolu\c{c}\~ao} \sqcup \text{Decreto} \sqcup \text{Lei} \sqcup \text{Portaria} \sqcup$ $\text{InstrucaoNormativa} \sqcup \text{Parecer}$
	$\text{Resolu\c{c}\~ao} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Decreto} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Lei} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Portaria} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{InstrucaoNormativa} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Parecer} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Nacional} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Internacional} \sqsubseteq \text{Legisla\c{c}\~ao}$
	$\text{Nacional} \sqsubseteq \neg \text{Internacional}$
	$\text{NormaExterna} \equiv \text{NBR} \sqcup \text{ISO} \sqcup \text{IEC}$
	$\text{NBR} \sqsubseteq \text{NormaExterna}$
	$\text{ISO} \sqsubseteq \text{NormaExterna}$
	$\text{IEC} \sqsubseteq \text{NormaExterna}$
	$\text{NBR} \equiv \text{NBR9050} \sqcup \text{NBR10982} \sqcup \text{NBR12892} \sqcup \text{NBR16042} \sqcup$ NBR9386-1
	$\text{NBR9050} \sqsubseteq \text{NBR}$
	$\text{NBR10982} \sqsubseteq \text{NBR}$
	$\text{NBR12892} \sqsubseteq \text{NBR}$
	$\text{NBR16042} \sqsubseteq \text{NBR}$
	$\text{NBR9386-1} \sqsubseteq \text{NBR}$
	$\text{ISO} \equiv \text{ISO9085-1} \sqcup \text{ISO9386-1}$

	$ISO9085-1 \sqsubseteq NBR$
	$ISO9386-1 \sqsubseteq NBR$
	$IEC \equiv IEC60204-1 \sqcup IEC60335-1$
	$IEC60204-1 \sqsubseteq IEC$
	$IEC60335-1 \sqsubseteq IEC$
	$PoliticaNormaInterna \equiv Politica \sqcup Termo \sqcup EspecificacaoRequisitos \sqcup$ $NormatizacaoComiteEticaPesquisa$
	$Politica \sqsubseteq PoliticaNormaInterna$
	$Termo \sqsubseteq PoliticaNormaInterna$
	$EspecificacaoRequisitos \sqsubseteq PoliticaNormaInterna$
	$NormatizacaoComiteEticaPesquisa \sqsubseteq PoliticaNormaInterna$
	$Politica \equiv SegurancaCorporativa \sqcup ResponsabilidadeSocialAmbiental$
	$SegurancaCorporativa \sqsubseteq Politica$
	$ResponsabilidadeSocialAmbiental \sqsubseteq Politica$
	$Termo \equiv Responsabilidade \sqcup Confidencialidade \sqcup AceitacaoUso$
	$Responsabilidade \sqsubseteq Termo$
	$Responsabilidade \sqsubseteq Confidencialidade$
	$Responsabilidade \sqsubseteq AceitacaoUso$
	$Compliance \sqsubseteq \exists influencia.Requisito$
	$Compliance \sqsubseteq \forall influenciaRequisitoNF.RequisitoNaoFuncional$
	$Requisito \sqsubseteq \forall \acute{e}InfluenciadoPor.Compliance$

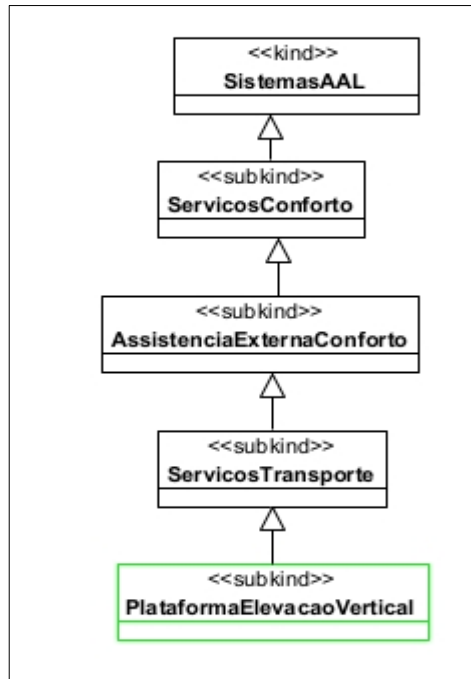
Fonte: Elaborado pelo Autor.

7) Sistemas AAL

Em relação ao tipo de Sistema AAL, de acordo com a Figura 42, foi acrescentado o sistema **PlataformaElevacaoVertical**, tomado para o Estudo de Caso para verificação dessa proposta (capítulo 7).

O Quadro 28 apresenta em DL os axiomas **TSA** estabelecidos para o módulo **SistemasAAL** e suas relações com os demais módulos da Onto4Elev.

Figura 42 –Modelagem da classe SistemasAAL da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 28 – Axiomas de Sistemas ALL da Onto4Elev.

TS A	$\text{SistemaALL} \equiv \text{ServicoConforto}$
	$\text{ServicoConforto} \sqsubseteq \text{SistemaALL}$
	$\text{ServicoConforto} \equiv \text{AssistenciaExternaConforto}$
	$\text{AssistenciaExternaConforto} \sqsubseteq \text{ServicoConforto}$
	$\text{AssistenciaExternaConforto} \equiv \text{ServicosTransporte}$
	$\text{ServicosTransporte} \sqsubseteq \text{AssistenciaExternaConforto}$
	$\text{ServicosTransporte} \equiv \text{PlataformaElevacaoVertical}$
	$\text{PlataformaElevacaoVertical} \sqsubseteq \text{ServicosTransporte}$
	$\text{SistemaALL} \sqsubseteq \exists \text{temRequisito.Requisito}$
	$\text{temRequisito} \equiv \acute{e}\text{Requisito} -$
	$\text{SistemaALL} \sqsubseteq \exists \text{usadoEm.Ambiente}$
	$\text{usadoEm} \equiv \text{usa} -$
	$\text{SistemaALL} \sqsubseteq \exists \text{usaH.Hardware}$
	$\text{usaH} \equiv \acute{e}\text{UsadoPor} -$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

8) Requisitos

Em relação aos requisitos, é importante destacar que, mesmo com a pesquisa na literatura, assim como com a aplicação do *survey* com especialistas da indústria de fabricação de PEV's, os que estão contidos na Onto4CAAL atendem ao contexto da Onto4Elev. Isso demonstra a completude da taxonomia de Garces [35].

6.3 Trabalhos Relacionados

A partir dos resultados levantados no MSL, surgiu a necessidade de propor uma ontologia para especificação de requisitos voltada ao domínio de sistemas AAL e que suportem Requisitos Não Funcionais (qualidade de uso, qualidade do produto e requisitos éticos) e *Compliance*, pois não foi encontrado nenhum trabalho nessa temática. Os estudos que apresentam uma correlação mais significativa com esta pesquisa e que foram encontrados na literatura são ontologias que tratam, dentro do desenvolvimento de sistemas AAL, de tipos de sistemas, ambientes, dispositivos e *stakeholders*, não levando em consideração outras especificidades do domínio de sistemas AAL. Esses trabalhos são discutidos a seguir:

Tabela 1 – Comparativo entre as Ontologias.

Ontologias	Tipos de Sistemas AAL	Dispositivos	Ambientes	Stakeholders	NFRs de Qualidade do Produto	NFRs de Qualidade de Uso	Requisitos Éticos	Compliance
GoAAL (T1)	X	X	X	X	--	--	--	--
MoMOntology (T2)	--	X	--	X	--	--	--	--
VAALID (T3)	--	X	X	X	--	--	--	--
Onto4 CAAL	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Elaborado pelo Autor.

- **T1** – (CAMERANESI et al., 2016): esse trabalho aponta que ainda faltam modelos e metodologias capazes de fornecer assistência aos projetistas de sistemas AAL durante o desenvolvimento. Por isso, Cameranesi et. al. (2016) propuseram uma ontologia (GoAAL) para representar formalmente o conhecimento relevante no domínio AAL, que varia de objetivos a medidas e sensores.

- **T2** – (VILLARREAL, 2014): esse estudo apresenta uma ontologia para classificação de elementos médicos como doenças, recomendações, prevenções, alimentos, dispositivos móveis e sugestões de dieta, sendo essa ontologia denominada MoMOntology. Foi desenvolvido, baseado nessa ontologia, um aplicativo que gera perfis de pacientes individuais, autocontrole e módulos de educação para suas doenças crônicas.
- **T3** – (MOCHOLÍ, 2010): esse estudo descreve um conjunto de ontologias criadas no âmbito do projeto europeu VAALID que permite aos projetistas dos serviços para Ambient Assisted Living modelar e caracterizar um ambiente AAL, os atores envolvidos e os diferentes tipos de espaços e dispositivos.

Analisando as coberturas citadas na Tabela 1, temos que:

- **Tipos de sistemas AAL** – com aos tipos de sistemas AAL, podemos perceber que as ontologias dos trabalhos T2 e T3 não abordaram tal temática. Apesar de T1 abordar algumas subclassificações, existe uma lacuna. Nesta tese fizemos essa abordagem, tomando por referência as 31 subclassificações levantadas por Nehmer et al. (2006), além das que foram adicionados após realização do *survey*.
- **Dispositivos** – com relação a abordar os dispositivos, todas as ontologias (os trabalhos T1, T2 e T3) abordaram tal temática. Apesar disso, em T1 o foco foi sensores. Em T2 o foco foram os dispositivos associados a área médica. Nesta tese fizemos essa abordagem, tomando, no entanto, o cuidado de separar os módulos de *Hardware* e *Software*, e na parte de *Hardware*, incluir os dispositivos das mias variadas aplicações, independente do domínio do sistema AAL.
- **Ambientes** – com relação aos vários ambientes de aplicação dos Sistemas AAL, podemos perceber que a ontologia do trabalho T2 não considera tal temática. Os trabalhos T1 e T3, consideraram a questão dos ambientes de

aplicação de um sistema AAL, no entanto, em T1, não há citação de ambientes externos, assim como em T3, onde os autores simplificaram os conceitos gerenciados, definindo Ambientes como entidades que podem ser colocadas em vários níveis do piso; cada nível do piso pode ser composto por vários espaços, cada um desses espaços pode ser classificado como Salas, Escadas ou Rampas, além de ser específico para o domínio Domótico. Nesta tese fizemos a abordagem tanto dos ambientes internos quanto externos. Além disso, trabalhamos as subdivisões de cômodos que podem existir em um ambiente doméstico, por exemplo.

- **Stakeholders** – com relação a tratar os *stakeholders*, podemos perceber que todas as ontologias (os trabalhos T1, T2 e T3) abordaram tal temática. No entanto, vale ressaltar os perfis de stakeholders abordados nos trabalhos são bem específicos. Nesta tese abordamos perfis generalistas para o domínio de sistemas AAL na Onto4CAAL e outros específicos na Onto4Elev.
- **Requisitos Não Funcionais (Qualidade do Produto e Qualidade do Uso)** – com relação a tratar os requisitos não funcionais, podemos perceber que nenhuma das ontologias (os trabalhos T1, T2 e T3) abordou tal temática. É importante destacar que a divisão desses requisitos em projetos de Sistemas AAL é importante, pois os requisitos não funcionais são considerados, inclusive, em muitos casos, mais importantes do que requisitos funcionais. Nesta tese fizemos essa abordagem, além da divisão em qualidade de uso e qualidade do produto.
- **Requisitos Éticos** – com relação a tratar os requisitos éticos, podemos perceber que nenhuma das ontologias (os trabalhos T1, T2 e T3) abordou tal temática. Dentro do contexto de sistemas AAL, os requisitos éticos são de total relevância, principalmente no tocante a aceitação do uso. Nesta tese fizemos essa abordagem, trabalhando com os requisitos éticos citados por Panico et al. (2020).

- **Compliance** – com relação a tratar *compliance*, podemos perceber que nenhuma das ontologias (os trabalhos T1, T2 e T3) abordou tal temática. O atendimento a *compliance* é umas das formas de garantia de que o sistema AAL seguiu as regras legais e documentais do projeto. Nesta tese fizemos essa abordagem, trabalhando tanto nas Normas Regulamentadoras, assim como o documento de especificação de requisitos e demais documentações internas de uma empresa.

6.4 Síntese do Capítulo

Neste capítulo abordamos os dados referentes ao processo de condução para elaboração das ontologias Onto4CAAL e Onto4Elev. As fases de especificação, aquisição do conhecimento, conceitualização, formalização, documentação e implementação foram descritas nesse capítulo. As fases avaliação (verificação e validação) serão apresentados no próximo capítulo. O processo de axiomatização foi baseado na UFO e formalizada na lógica de descrição (DL). Essa formalização permite a criação de diversas ontologias de domínio, visto as inúmeras vertentes dos sistemas AAL. Por fim, apresentamos os trabalhos relacionados com esta pesquisa. O próximo capítulo apresenta as verificações e validação que foram utilizadas nas ontologias propostas.

7 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS ONTOLOGIAS

Neste capítulo, descrevemos o planejamento e os resultados da verificação e validação das ontologias propostas (Onto4CAAL e OntoElev). Neste capítulo respondemos a seguinte questão de pesquisa: **“Como verificar e validar os resultados alcançados nesta pesquisa, para que se possa realizar simulações de definição de requisitos em projetos de Sistemas AAL?”**.

De acordo com Sousa (2021), uma ontologia pode ser construída do zero ou uma ontologia existente pode ser modificada para construir novas ontologias, mas, independente da forma de construção, são necessárias técnicas para avaliar as características (verificar) e a validade da ontologia.

7.1 Verificação Empírica

Estudiosos, a exemplo de Demo (2000), defendem que a experiência prática é fundamental para o conhecimento humano. Para que os dados coletados tenham um significado, é necessário estabelecer uma conexão com o referencial teórico. Essa interação facilita, portanto, a aproximação da teoria com a prática. Para Fleury (2016), a pesquisa científica e a pesquisa aplicada não são mutuamente exclusivas, pois a ciência objetiva tanto o conhecimento em si mesmo quanto as contribuições práticas decorrentes desse conhecimento. De acordo com Wohlin et al (2012), os estudos empíricos têm um valor autônomo, mas também podem fazer parte de uma troca de conhecimento e esforço de melhoria em conjunto entre a academia e a indústria.

Existem diversas maneiras de se realizar um estudo empírico (estudos de caso, pesquisa de laboratório, pesquisa de campo, transferência de tecnologia, simulação e etc). Tendo em vista que a engenharia de sistemas é, geralmente, conduzida em conjunto pela academia e pela indústria, de forma a permitir a transferência de conhecimento em ambas as direções, possibilitando assim a transferência de novos métodos, tecnologias

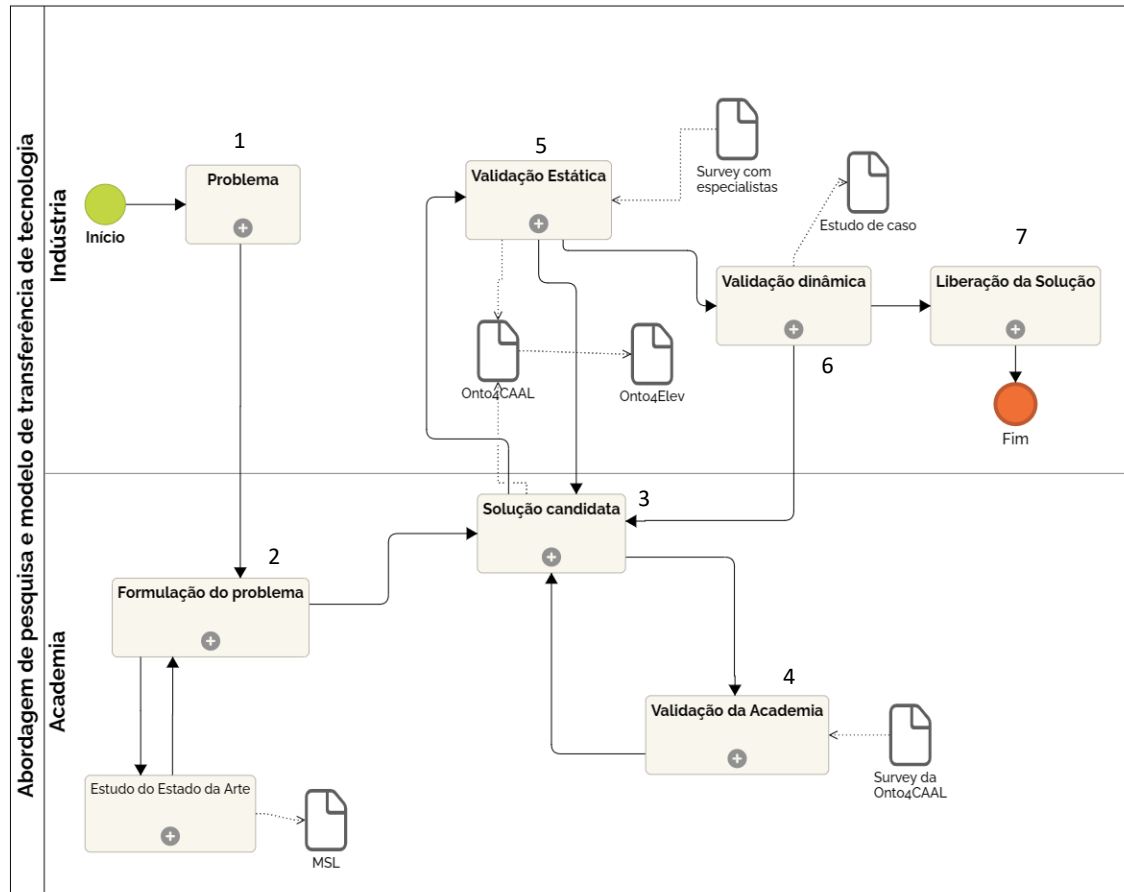
e ferramentas, para este trabalho, adotamos a abordagem de pesquisa proposto por Gorschek et al., (2006). Na Figura 44 temos a adaptação do referido modelo, levando em consideração as especificidades para esta tese. Esse tipo de estudo empírico é dividido em sete etapas (conforme apresentado na Figura 43 e descritos a seguir).

Por isso, neste trabalho, foram utilizados o estudo de caso e a simulação (consultas após instanciação da ontologia), uma vez que, no entendimento de Fidel (1992), o estudo de caso é apropriado para investigação de fenômenos, quando há: uma grande variedade de fatores e relacionamentos; não existem leis básicas para determinar quais fatores e relacionamentos são importantes; os fatores e relacionamentos podem ser diretamente observados.

As vantagens dessa metodologia, segundo Bruyne et al. (1994), são as seguintes: criar um estímulo a novas oportunidades de descobertas do desenvolvimento da investigação; trabalhar com situações concretas, possibilitando, se necessário, mudanças favoráveis no caso em estudo; procurar relacionar a teoria com a prática; não requerer um modo único de coleta de dados, podendo o investigador utilizar de entrevistas, observações, relatórios e questionários.

De acordo com Mendonça (2014), não há consenso por parte dos pesquisadores quanto às etapas a serem seguidas no desenvolvimento do estudo de caso. Para esse trabalho, utilizamos as etapas propostas por Chizzotti (2006) e que são: 1. Seleção e delimitação do caso; 2. Trabalho de campo; e 3. Organização e redação do relatório.

Figura 43 – Visão geral da abordagem de pesquisa.



Fonte: Adaptado de (GORSCHKE et al., 2006).

1. **Problema:** corresponde à identificação de potenciais áreas de melhoria com base nas necessidades do setor da indústria/área em análise. Nesse ponto identificamos lacunas na elicitação e especificação de requisitos em sistemas AAL;
2. **Formulação do Problema:** é formulada uma agenda de pesquisa usando várias avaliações para encontrar tópicos de pesquisa e formular declarações de problemas ao estudar o estado da arte. Para esta tese, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura, possibilitando identificar as lacunas existentes no tocante a elicitação e especificação de requisitos para sistemas AAL;

3. **Solução Candidata:** envolve a formulação de uma solução candidata numa cooperação da Academia com a Indústria. Neste trabalho, a solução proposta foi uma ontologia *core* de requisitos para sistemas AAL, a Onto4CAAL. Essa, por sua vez, gerou a ontologia de domínio, a Onto4Elev, voltada para Plataformas de Elevação Vertical;
4. **Validação na Academia:** essa etapa prevê uma validação na Academia. Para tal, realizamos um *survey* com especialistas da academia, mestres e doutores, que trabalham em pesquisas na área de conhecimento da temática de pesquisa, ou seja, de sistemas AAL;
5. **Validação Estática:** os especialistas da indústria avaliam a solução candidata off line. Nessa etapa, realizamos um *survey* da Onto4Elev somente com especialistas do domínio, ou seja, da Indústria de desenvolvimento/construção de Plataformas de Elevação Vertical, de forma a validar os elementos contidos na referida ontologia. Com base nessa validação estática, recebemos feedback dos especialistas do domínio e uma nova solução aprimorada foi proposta, contendo os devidos ajustes;
6. **Validação Dinâmica:** assim que a nova solução passar pela validação estática e houver acordo e compromisso para implementar a nova solução, é hora de passar para uma validação dinâmica. Devido às dificuldades de avaliação num projeto em execução na indústria, foi realizada uma validação por meio de um Estudo de Caso baseado em dados da literatura. Para uma validação num projeto da indústria, ficará como trabalhos futuros;
7. **Liberação da Solução:** diz respeito a liberação da solução para larga aplicação em processo industrial, contendo toda documentação e orientações de aplicação da solução.

7.1.1 Estudo de Caso

Nesta seção relatamos a aplicação de um estudo de caso, onde os requisitos são utilizados no desenvolvimento de sistemas AAL do tipo Plataformas de Elevação Vertical, sabendo que esses requisitos foram extraídos da literatura, oriundo do trabalho

de Gomes (2019). O estudo de caso tem o propósito de demonstrar a adequação da ontologia de aplicação para Plataformas de Elevação Vertical, a Onto4Elev.

7.1.1.1 Cenário

A ontologia Onto4Elev foi instanciada com requisitos de um projeto mecânico (GOMES, 2019) de uma plataforma de elevação motorizada para pessoas com mobilidade reduzida, onde foram elicitados diversos requisitos específicos para a construção da referida plataforma.

Segundo Gomes (2019), existem diversas Normas que se aplicam ao projeto de elevador e plataformas, tais como: NBR 12892 (Projeto, fabricação e instalação de elevador unifamiliar), NBR 16042 (Elevadores elétricos de passageiros) e NBR 9386-1 (Plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida), sendo esta última a utilizada no projeto proposto e a aplicada neste cenário. A plataforma proposta no projeto foi a do tipo de acionamento por fuso, que é uma dentre os oito tipos possíveis para esse tipo de plataforma.

Após análise do projeto proposto por Gomes (2019), foram elicitados 16 requisitos, estando contidos no Quadro 29, onde cada um deles recebeu um identificador, além da descrição e do tipo, baseado no módulo Requisitos da Onto4Elev.

Quadro 29 – Requisitos do Estudo de Caso.

Requisito	Descrição	Tipo
REQ-1	A PEV deve possuir uma velocidade máxima de até 0,15 m/s	Segurança → Integridade
REQ-2	As dimensões planas mínimas da PEV para o uso adotado, que foi o de cabine com acompanhante em pé atrás do usuário de em cadeira de rodas, é de 800 x 1600 mm (largura x comprimento)	Usabilidade → adequação
REQ-3	De acordo com a ABNT NBR ISO 9386-1:2013, o equipamento precisa ter duas formas para parada.	Confiabilidade → tolerância ao erro
REQ-4	A PEV deve ter freio eletromagnético normalmente fechado.	Eficiência de desempenho → utilização de recursos

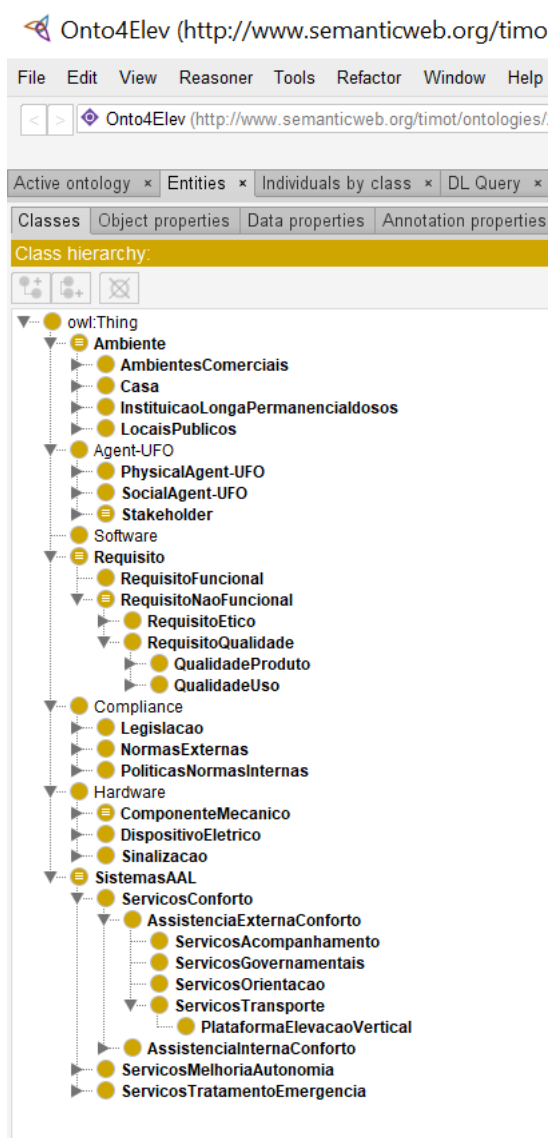
REQ-5	A PEV deve ter freio contra falha do sistema de acionamento	Confiabilidade → recuperabilidade
REQ-6	A PEV deve possuir partida do motor controlado por inversor de frequência	Eficiência de desempenho → utilização de recursos
REQ-7	A norma ABNT NBR ISO 9386-1:2013 define que o coeficiente de segurança para todas as partes do equipamento deve ser maior ou igual a 1,6. Para esse projeto o fator definido foi 7.	Segurança → responsabilidade
REQ-8	O revestimento do piso da PEV deve ser antiderrapante	Livre de risco → MitigaçãoRiscosSaudeSeguranca
REQ-9	O rolamento da PEV deve ser substituído a cada 3 anos.	Manutenabilidade → modificabilidade
REQ-10	A carga nominal considerada da PEV deve ser de 2453 N	Eficiência de desempenho → capacidade
REQ-11	A expectativa de vida da PEV foi definida para um uso diário de 1h em 10 anos, resultando em 3650 horas.	Eficiência de desempenho → comportamento tempo
REQ-12	A PEV acionada por fuso deve contar com uma porca de segurança, sendo essas acopladas à castanha e tem por objetivo a prevenção diante de uma queda descontrolada da porca sobre o fuso.	Confiabilidade → tolerância ao erro
REQ-13	A PEV terá os botões de subida e descida dentro da plataforma, além dos botões de chamada nos dois pavimentos	Usabilidade → operabilidade do usuário
REQ-14	A PEV contará com três tipos de botões conforme a norma NBR9386-1 [15]: botões de operação, alarme de emergência e parada de emergência	Usabilidade → operabilidade do usuário
REQ-15	Cada pavimento contará com um botão de chamada e um botão de emergência protegido	Usabilidade → operabilidade do usuário
REQ-16	De acordo com a norma NBR 9386-1, é necessário garantir que o botão seja mantido pressionado durante toda a viagem	Usabilidade → ProtecaoContraErrosUsuario

Fonte: Elaborado pelo Autor.

7.2 Verificação - Instanciação e Consulta

De forma a realizar a instanciação e a consulta da Onto4Elev (simulação do cenário estabelecido), foi utilizada a ferramenta Protégé (versão 5.5.0), que é um aplicativo de código aberto para criação e edição de ontologias, oferecendo uma interface gráfica e uma arquitetura para criação de ferramentas baseadas em conhecimento, sendo construída a Onto4Elev, conforme a Figura 44, onde são demonstradas as classes criadas na referida ferramenta.

Figura 44 – Classes da Ontologia Onto4Elev na ferramenta Protégé.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

É possível perceber na Figura 44 os 6 módulos definidos para composição da Onto4Elev, destaque exemplo do modulo SistemasAAL, que é constituído das classes *ServicosTratamentoEmergencia*, *ServicosConforto* e *ServicosMelhoriaAutonomia*, além das subclasses de cada uma delas. Após a inclusão das classes, foram adicionadas também as propriedades e os axiomas, como podem ser vistos na Figura 45, existem, além dos 682 axiomas, também há 196 classes, 28 propriedades de objetos e 7 propriedades de dados.

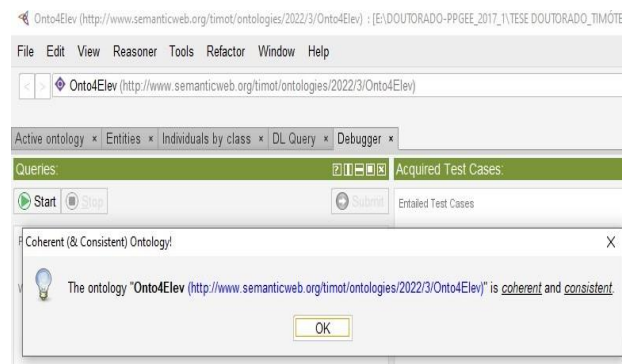
Em seguida foi realizada a instanciação da Onto4Elev, inserindo os requisitos contidos no Quadro 29, onde ao final, foi realizado o teste de coerência e consistência sintática, usando para isso o reasoner HermiT (versão 1.4.3) e Pellet, ambos nativos do Protégé. A Figura 46 demonstra que a Onto4Elev é consistente sintaticamente e coerente, sendo assim considerada uma ontologia operacional.

Figura 45 – Métricas da ontologia Onto4Elev na ferramenta Protégé.

Ontology metrics:	
Metrics	
Axiom	682
Logical axiom count	368
Declaration axioms count	260
Class count	196
Object property count	28
Data property count	7
Individual count	29
Annotation Property count	4
Class axioms	
SubClassOf	195
EquivalentClasses	6
DisjointClasses	30
GCI count	0
Hidden GCI Count	3
Object property axioms	
SubObjectPropertyOf	27
EquivalentObjectProperties	0
InverseObjectProperties	7
DisjointObjectProperties	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

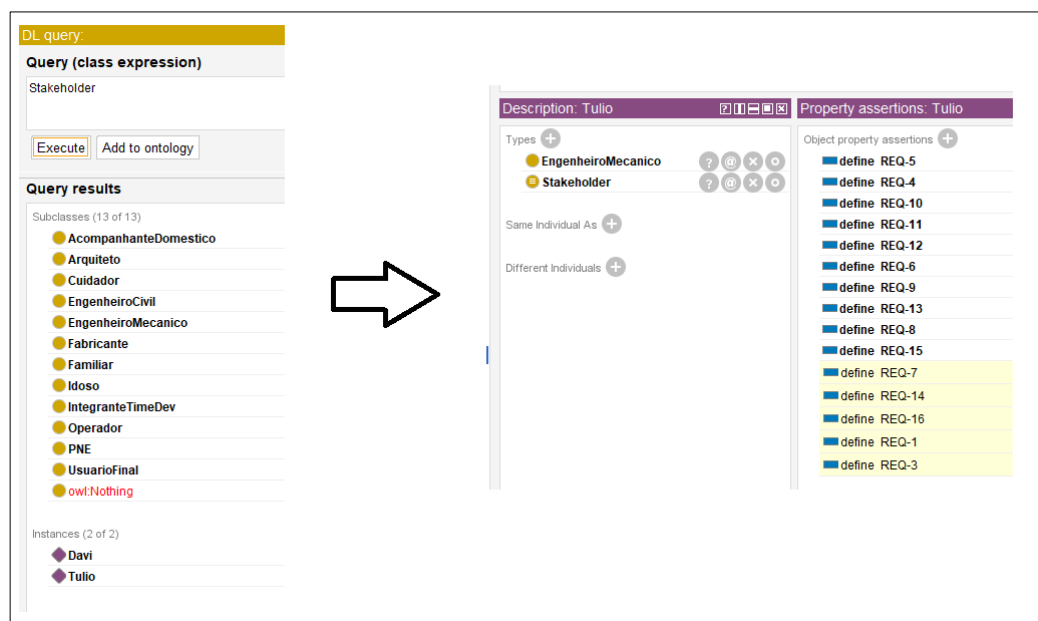
Figura 46 – Tela de demonstração de consistência sintática e coerência da Onto4Elev.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

As Figuras 47, 48 e 49 apresentam os resultados de consultas por Lógica de Descrição (DL). Na Figura 47 é possível perceber que ao executar o teste para avaliar o retorno da Classe *Stakeholder*, podemos verificar que foram inseridas duas instâncias (Davi, Túlio), e quando da seleção de Túlio, é informado que ele é um Stakeholder do tipo Engenheiro Mecânico e que definiu os requisitos REQ-1, REQ-3, REQ-4, REQ-5, REQ-6, REQ-7, REQ-8, REQ-9, REQ-10, REQ-11, REQ-12, REQ-13, REQ-14, REQ-15 e REQ-16. Já na Figura 48 podemos ver que foi instanciado na Classe *Compliance* a Norma NBR ISO 9386-1, que é do tipo NBR e, é ela uma Norma que possui influência sobre os requisitos REQ-3, REQ-7, REQ-14 e REQ-16.

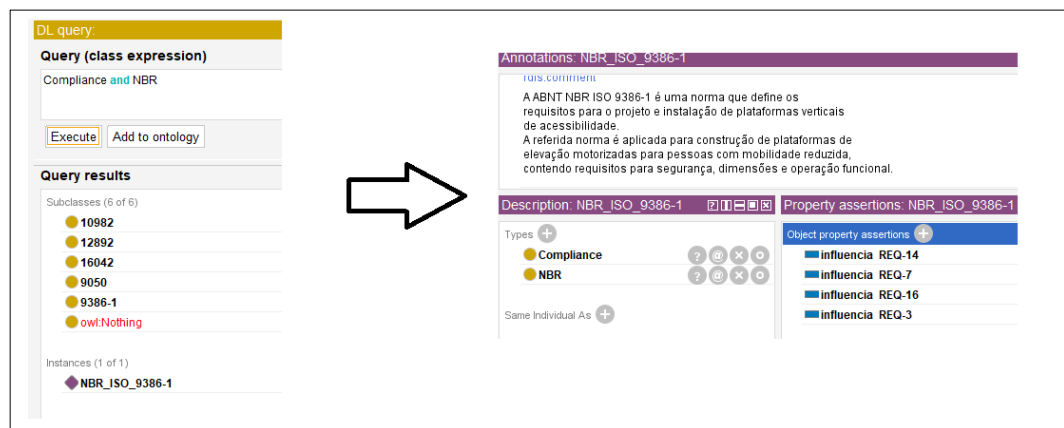
Figura 47 – Tela de consulta DL para a classe *Stakeholder*.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Ainda tratando sobre consulta por DL, é possível perceber na Figura 49 o resultado da consulta a Classe Requisito, aonde são retornados todos os 16 requisitos contidos no Quadro 29, além de ser possível identificar que o REQ-7 foi definido pelo *stakeholder* Túlio e que esse requisito é influenciado pela Norma NBR ISO 9386-1. Na Figura 51 é demonstrada a apresentação dos relacionamentos existentes com o REQ-7. Isso mostra a utilidade na rastreabilidade quando do uso de Ontologia com o suporte de um editor, a exemplo do Protégé.

Figura 48 – Tela de consulta DL para classe *Compliance*.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 49 – Tela de Consulta DL para classe *Requisito*.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

7.3 Verificação – Padrões UFO

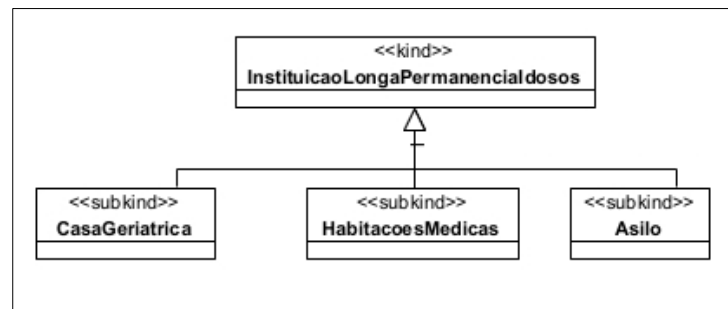
Segundo Gangemi e Presutti (2009), um Padrão de Ontologia é uma solução de modelagem para resolver um problema recorrente de projeto de ontologia. Já Falbo et al. (2013) define um Padrão de Ontologia como algo que descreve um problema de modelagem recorrente particular que surge em contextos específicos de desenvolvimento de ontologia e apresenta uma solução comprovada para o problema. Como descrito anteriormente, a ontologia de nível superior UFO estabelece um conjunto de categorias e restrições e, segundo Guizzardi et al. (2011), a OntoUML (usada para modelagem da UFO), é uma linguagem orientada a padrões, o que significa que a linguagem orienta o usuário a modelos resultantes da combinação de padrões de projeto. Esses padrões constituem primitivas de modelagem de mais alta granularidade, representando a combinação desses elementos em condições específicas, obedecendo as restrições ontológicas da UFO.

Logo, ao adotar a UFO como a ontologia de nível superior, a modelagem das ontologias propostas nesta tese está respondendo as regras de fundamentação da UFO. É importante destacar que, de forma a simplificar a modelagem, realizamos a união de categorias e estruturas de restrição, ajudando assim a gerar relações taxonômicas coerentes e estabelecer um conceito ontológico bem fundamentado.

Nesta tese foram adotados alguns destes padrões de modelagem da UFO. A seguir veremos a aplicação e verificação de alguns deles, tais como:

- **Padrões *Kind* e *Subkind*:** O Padrão *Kind* representa um sortal substancial que fornece um princípio de identidade para suas instâncias, sendo responsável pela estruturação da taxonomia representante do domínio. *Kinds* podem ser especializados em outros subtipos rígidos que herdaram o princípio de identidade e são chamados *Subkinds*. Uma Instituição de Longa Permanência para Idosos é considerada um «*kind*» nas ontologias propostas nesta tese. Ela possui, por sua vez, subtipos, a exemplo de **Asilo**, **CasaGeriatrica** e **HabitacoesMedicas**, sendo estes classificados como um «*subkind*», uma vez que eles herdaram o princípio de identidade da classe **InstituicaoLonga PermanenciaIdosos**, conforme a Figura 50.

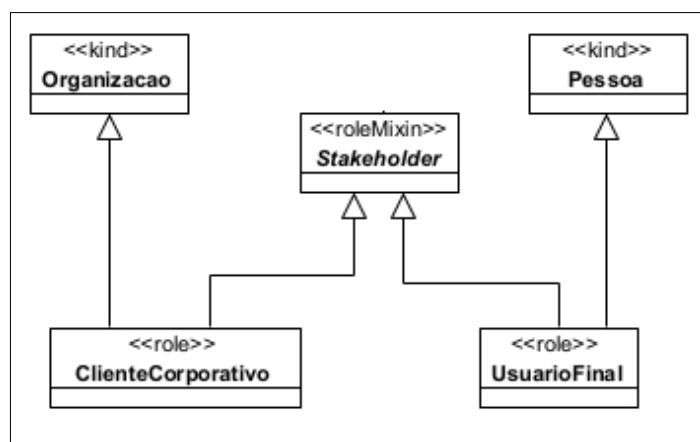
Figura 50 – Padrões Kind e Subkind.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

- Padrões RoleMixin e Role:** Os anti-rígidos que abstraem propriedades comuns a tipos *Role* são denominados *RoleMixin*. O padrão *RoleMixin* é usado para lidar com situações em que o tipo anti-rígido dependente é usado especificamente para instanciar diferentes subtipos de *kind*, além de exigir dependências externas como o tipo `<<role>>` requisita, o supertipo deve ser um `<<rolemixin>>`. Na Figura 51 temos que a classe **Stakeholder** é `<<RoleMixin>>`, que por sua vez, generaliza várias classes, conforme foi visto na seção na seção 6.1.4.1, sendo essas classificadas como `<<role>>`, a exemplo das classes **UsuarioFinal** e **ClienteCorporativo**, em que UsuarioFinal é especialização da classe **Pessoa** (`<<kind>>`), enquanto que ClienteCorpotrativo é uma especialização da classe **Organizacao**, que é um `<<kind>>`.

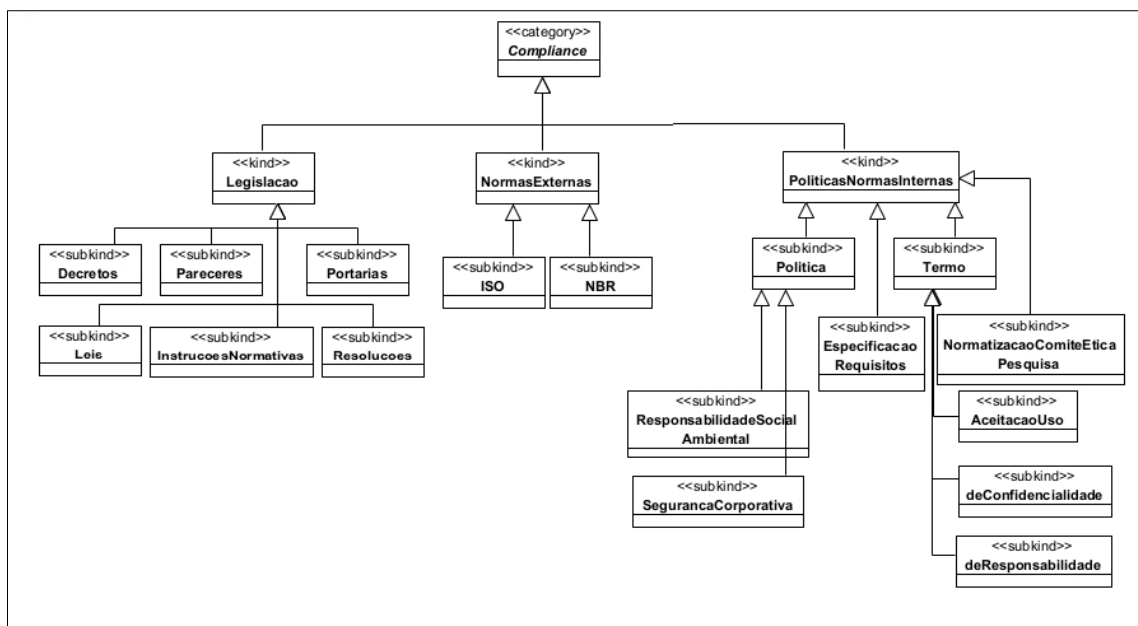
Figura 51 – Padrões RoleMixin e Role.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

- **Padrão *Category*:** O padrão *Category* é o *Mixin* rígido que abstrai propriedades que são comuns a tipos rígidos e mutuamente disjuntos, ou seja, os tipos assim estereotipados representam tipos rígidos e que são independentes. Um exemplo é a classe **Compliance** (`<<category>>`) que generaliza as classes independentes **Legislacao**, **NormasExternas** e **PolíticasNormasInternas**, que são do tipo `<<kind>>`, conforme a Figura 52.

Figura 52 – Padrão *Category*.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

7.4 Verificação – Inferências Abox

Nesta seção, fornecemos um exemplo de requisitos utilizados no desenvolvimento de Sistemas AAL; esses foram extraídos da literatura, conforme descrito anteriormente. A instanciação da ontologia permite consultas e inferências relacionadas ao domínio, mostrando a coerência delas em modelar o domínio ao qual se propõem. Em LD, o conhecimento é dividido em duas partes: TBox e ABox. Uma TBox

se refere à definição de conceitos e propriedades de um domínio(terminologias). Já uma ABox se refere à especificação de indivíduos de um ou mais conceitos.

7.4.1 Inferências Realizadas

Conforme apresentado no capítulo 6, as ontologias foram construídas utilizando a Ferramenta Protégé (versão 5.5.0). Sendo assim, suas instanciações foram construídas nessa ferramenta, e o *reasoner* utilizado foi o HermiT (versão 1.4.3) e Pellet, também nativos do Protégé. A seguir é apresentado um cenário real com o intuito de ilustrar a simulação realizada pela ferramenta Protégé. Os resultados apresentados estão em forma de ABox.

O Quadro 30 apresenta as instâncias do cenário do domínio PEV:

Quadro 30 – ABox Instâncias Cenário de domínio do projeto de uma PEV.

$\mathcal{A}_{C1}$	SistemaAAL(PEV-Demo), <i>Software</i>(software-controle), <i>Hardware</i>(BotaoEmergencia- TipoCogumelo), Ambiente(casa), usadoEm(casa), utiliza(<i>software</i>-controle), usaH(BotaoEmergencia- TipoCogumelo), <i>Compliance</i> (NBR_ISO_9386-1), influencia (REQ-3, REQ-7, REQ-14, REQ-16), Requisito(REQ-1), Requisito(REQ-2), Requisito(REQ-3), Requisito(REQ-4), Requisito(REQ-5), Requisito(REQ-6), Requisito(REQ-7), Requisito(REQ-8), Requisito(REQ-9), Requisito(REQ-10), Requisito(REQ-11), Requisito(REQ-12), Requisito(REQ-13), Requisito(REQ-14), Requisito(REQ-15), Requisito(REQ-16), define(Tulio, REQ-1), define(Davi, REQ-2), define(Tulio, REQ-3), define(Tulio, REQ-4), define(Tulio, REQ-5), define(Tulio, REQ-6), define(Tulio, REQ-7), define(Tulio, REQ-8), define(Tulio, REQ-9), define(Tulio, REQ-10), define(Tulio, REQ-11), define(Tulio, REQ-12), define(Tulio, REQ-13), define(Tulio, REQ-14), define(Tulio, REQ-15), define(Tulio, REQ-16), temRequisito(PEV-Demo, REQ-1), temRequisito(PEV-Demo, REQ-2), temRequisito(PEV-Demo, REQ-3), temRequisito(PEV-Demo, REQ-4), temRequisito(PEV-Demo,
--------------------	---

	REQ-5), temRequisito(PEV-Demo, REQ-6), temRequisito(PEV-Demo, REQ-7), temRequisito(PEV-Demo, REQ-8), temRequisito(PEV-Demo, REQ-9), temRequisito(PEV-Demo, REQ-10), temRequisito(PEV-Demo, REQ-11), temRequisito(PEV-Demo, REQ-12), temRequisito(PEV-Demo, REQ-13), temRequisito(PEV-Demo, REQ-14), temRequisito(PEV-Demo, REQ-15) , temRequisito(PEV-Demo, REQ-16),, causaImpactoPositivo(REQ-14, REQ-15), causaImpactoPositivo(REQ-16, REQ-15)
--	---

Fonte: Elaborado pelo Autor.

ABox Cenário 1 – No Quadro 31 são apresentadas os ABox das inferências realizadas para o Cenário 1. Essas inferências têm como objetivo verificar a ontologia Onto4Elev para demonstrar a adequação ao domínio das Plataformas de Elevação Vertical. É importante salientar que os resultados das inferências serão apresentados em ABox. Nesse processo levamos em consideração os axiomas apresentados no Quadro 23 e os axiomas terminológicos dispostos nas Ontologias Onto4CAAL e Onto4Elev.

Quadro 31 – Inferências ABox 1

define(Tulio, REQ-1), Requisito(REQ-1) = Stakeholder(Tulio)
define(Davi, REQ-2), Requisito(REQ-2) = Stakeholder(Davi)
define(Tulio, REQ-3), Requisito(REQ-3) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-4), Requisito(REQ-4) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-5), Requisito(REQ-5) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-6), Requisito(REQ-6) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-7), Requisito(REQ-7) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-8), Requisito(REQ-8) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-9), Requisito(REQ-9) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-10), Requisito(REQ-10) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-11), Requisito(REQ-11) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-12), Requisito(REQ-12) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-13), Requisito(REQ-13) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-14), Requisito(REQ-14) = Stakeholder(Tulio)

define(Tulio, REQ-15), Requisito(REQ-15) = Stakeholder(Tulio)
define(Tulio, REQ-16), Requisito(REQ-16) = Stakeholder(Tulio)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Conforme apresentado no Quadro 31, nessas primeiras inferências, temos que as instâncias Tulio e Davi reúnem as condições necessárias para serem considerados um *Stakeholder*, pois, segundo os axiomas da Onto4CAAL, é considerado um *Stakeholder* quando define algum requisito. Também é possível inferir que cada *Stakeholder* define algum requisito, onde nesse caso, Tulio define os requisitos REQ-1, REQ-3, REQ-4, REQ-5, REQ-6, REQ-7, REQ-8, REQ-9, REQ-10, REQ-11, REQ-12, REQ-13, REQ-14, REQ-15 e REQ-16, enquanto que Davi define o requisito REQ-2.

Analisando o Quadro 32, podemos perceber que as propriedades apresentadas são consideradas recursos de uma PEV. Diante disso, segundo os axiomas da Onto4CAAL, PEV-Demo é considerada um Sistema AAL por ser usado em um Ambiente, usar um *Hardware*, utilizar um *Software* e ter Requisitos.

Quadro 32 – Inferências ABox 2

usadoEm (casa), utiliza(<i>software</i> -controle), usaH (BotaoEmergencia-TipoCogumelo), temRequisito(REQ-1, REQ-2, REQ-3, REQ-4, REQ-5, REQ-6, REQ-7, REQ-8, REQ-9, REQ-10, REQ-11, REQ-12, REQ-13, REQ-14, REQ-15 e REQ-16) = SistemaAAL(PEV-Demo)
--

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação aos requisitos, de acordo com o Quadro 33, podemos inferir que as instâncias REQ-1, REQ-2, REQ-3, REQ-4, REQ-5, REQ-6, REQ-7, REQ-8, REQ-9, REQ-10, REQ-11, REQ-12, REQ-13, REQ-14, REQ-15 e REQ-16 podem ser consideradas requisitos do sistema PEV-Demo, uma vez que, eles podem ser classificados como RequisitoNaoFuncional, utilizando a relação temRequisito.

Quadro 33 – Inferências Abox3

temRequisito (PEV-Demo, REQ-1) = RequisitoNaoFuncional(REQ-1)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-2) = RequisitoNaoFuncional(REQ-2)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-3) = RequisitoNaoFuncional(REQ-3)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-4) = RequisitoNaoFuncional(REQ-4)

temRequisito (PEV-Demo, REQ-5) = RequisitoNaoFuncional(REQ-5)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-6) = RequisitoNaoFuncional(REQ-6)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-7) = RequisitoNaoFuncional(REQ-7)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-8) = RequisitoNaoFuncional(REQ-9)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-10) = RequisitoNaoFuncional(REQ-11)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-12) = RequisitoNaoFuncional(REQ-13)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-14) = RequisitoNaoFuncional(REQ-14)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-15) = RequisitoNaoFuncional(REQ-15)
temRequisito (PEV-Demo, REQ-16) = RequisitoNaoFuncional(REQ-16)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De acordo com a inferência do Quadro 34, percebe-se que uma Norma influencia o sistema AAL (PEV-Demo). A Norma definida é a NBR_ISO_9386-1 que trata justamente dos requisitos de segurança, dimensões e operação funcional das plataformas de elevação vertical.

Quadro 34 – Inferências Abox4

Influencia (NBR_ISO_9386-1, PEV-Demo) = Norma (NBR_ISO_9386-1)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O Quadro 35 apresenta as inferências para o conceito *causaImpactoPositivo*. Nessa consulta é possível identificar que os requisitos REQ-14 e REQ-16 causam impacto positivo no requisito de REQ-15. Um fator interessante com a ontologia proposta é a rastreabilidade dos requisitos, sendo possível rastrear quais requisitos têm impactos em outros (positivos e/ou negativos) e descrever qual a causa. Na Engenharia de Requisitos a rastreabilidade é uma parte importante do processo de engenharia de sistemas, pois garante que todos os requisitos foram considerados adequadamente durante cada fase do desenvolvimento, e que não há "brechas" de escopo no sistema desenvolvido devido a requisitos perdidos. Isso também garante que todos os requisitos sejam internamente consistentes uns com os outros.

Quadro 35 – Inferências Abox5

causaImpactoPositivo(REQ-14, REQ-15) = Requisito(REQ-14)
causaImpactoPositivo(REQ-16, REQ-15) = Requisito(REQ-16)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As ontologias em OWL estão disponíveis em:
<https://github.com/timoteogomes/Onto4CAAL---DefesaTese.git> (Onto4CAAL) e
<https://github.com/timoteogomes/Onto4Elev---DefesaTese.git> (Onto4Elev).

7.5 Validação – Resultados das Questões de Competência

Segundo (BEZERRA; FREITAS; SANTANA, 2013 apud SILVA, 2019), questões de competência desempenham um importante papel em todo ciclo de desenvolvimento de ontologias, já que elas representam os requisitos funcionais da ontologia. Um aspecto fundamental em relação ao uso de questões de competência para a criação de ontologia é testar se uma QC pode ser respondida adequadamente (WISNIEWSKI, 2018).

Nesta seção são apresentadas as respostas (resultados) das QC's que foram definidas na seção 6.1.1. As respostas das QC's foram obtidas de através de checagem manual e descritas em linguagem natural, tomando por base a metodologia do projeto NeOn (SUAREZ-FIGUEROA et. al., 2008).

A seguir, são apresentadas as questões de competências e as respectivas respostas:

– QC1: Em quais tipos os sistemas AAL são classificados?

Resposta:

Serviços Tratamento Emergência

Assistência Interna

Prevenção Interna

Previsão Interna

Deteção Interna

Assistência Externa

Prevenção Externa

Previsão Externa

Detecção Externa

Serviço de Conforto

Assistência Interna

Serviços de Encontrar Coisas

Serviços de Informação e Lazer

Serviços Logísticos

Serviços de Acompanhamento

Assistência Externa

Serviços de Orientação

Serviços de Transporte

Serviços Governamentais

Serviços de Acompanhamento

Serviços de Melhoria de Autonomia

Assistência Interna

Assistência para Beber

Assistência para Alimentar

Assistência Culinária

Assistência para Curativo

Assistência para Limpeza

Assistência Medicamentosa

Serviços de Apoio a Atividades Profissionais

Serviços de Apoio Educacional

Assistência Externa

Assistência Bancária

Assistência para Compras

Assistência de Viagem

Serviços de Apoio a Atividades Profissionais

Serviços de Apoio Educacional

– QC2: Quais tipos de objetos estão presentes em um sistema AAL?

Resposta:

- Tipo de Sistemas AAL
- Compliance
- Requisito
- Stakeholders
- Ambiente
- Hardware
- Software

– QC3: Em quais tipos as normas são classificadas?

Resposta:

- Legislação
 - Resolução
 - Decreto
 - Lei
 - Portaria
 - Instrução Normativa
 - Parecer
- Norma Externa
 - NBR
 - ISO
 - IEC
- Política e Norma Interna
 - Política
 - Segurança Corporativa
 - Responsabilidade Social Ambiental
- Termo
 - de Responsabilidade
 - de Confidencialidade

de Aceitação de Uso

Especificação de Requisitos

Normatização e Comitê de Ética em Pesquisa

– QC4: Quantas partes têm uma norma?

Resposta:

Título

Número

Definição

Dependência de Norma

– QC5: Quais agentes são considerados no desenvolvimento de sistemas

AAL?

Resposta:

Organização

Fabricante

Cliente Corporativo

Empregador

Pessoa

Integrante de Time de Desenvolvimento

Usuário Final

Idoso

PNE

Operador

Cuidador

Acompanhante Doméstico

Familiar

Cliente Pessoal

Empregador

Educador

Agente de Entretenimento

– **QC6: Que tipos de requisitos funcionais existem em sistemas AAL?**

Resposta: Cada sistema AAL possui seus requisitos funcionais de forma específica, não havendo subclassificação.

– **QC7: Que tipos de requisitos não funcionais existem em sistemas AAL?**

Resposta:

Requisito Ético

Aceitação Social

Autonomia

Beneficência

Bondade Moral

Fidelidade

Independência

Justiça

Não Maleficência

Privacidade no Uso

Utilidade

Requisito de Qualidade

Qualidade do Produto

Adaptatividade

AptidaoFuncional

AdequacaoFuncional

CompleitudeFuncional

CorrecaoFuncional

Compatibilidade

Coexistencia

Interoperabilidade

Confiabilidade

Disponibilidade

Maturidade

- Recuperabilidade
- ToleranciaErro
- Eficiência de Desempenho
 - Capacidade
 - Comportamento ao longo do Tempo
 - Utilização de Recursos
- Manutenabilidade
 - Analísabilidade
 - Modificabilidade
 - Modularidade
 - Reutilização
 - Testabilidade
- Portabilidade
 - Adaptabilidade
 - Instabilidade
 - Substituibilidade
- Privacidade dos Dados
- Rastreabilidade
- Segurança
 - Autenticidade
 - Confiança na Segurança
 - Confidencialidade
 - Integridade
 - Não Repúdio
 - Responsabilidade
- Usabilidade
 - Acessibilidade
 - Adequação
 - Aprendizagem
 - Estética da Interface do Usuário
 - Operabilidade do Usuário
 - Proteção Contra Erros do Usuário

CoberturaContexto
 CompletudeContexto
 Flexibilidade
 Eficácia
 Eficiência
 Livre de Risco
 Mitigação de Risco Ambiental
 Mitigação de Risco Econômico
 Mitigação de Risco Social
 Mitigação de Riscos de Saúde e Segurança
 Privacidade no Uso
 Satisfação
 Confiança no Uso
 Conforto
 Prazer
 Utilidade

– QC8: Que tipos de ambientes existem em sistemas AAL?

Resposta:

Ambiente de Trabalho
 Locais Públicos
 Igrejas
 Repartições Públicas
 Mobilidade
 Ambiente Externo
 Casa
 Hospital
 Instituicao de Longa Permanência para Idosos
 Casa Geriátrica
 Habitacões Médicas
 Asilo
 Loja de Produtos Especializados
 Instituição de Ensino

Ambientes Comerciais

Aeroportos

Bancos

Clínicas

Farmácias

Restaurantes

Supermercados

– QC9: Quais as partes que constituem um sistema AAL?

Resposta:

Compliance

Requisito

Agent-UFO (Stakeholders)

Ambiente

Hardware

Software

– QC10: Que tipos de conflitos podem existir na elicitação de requisitos?

Resposta:

Impactos negativos

Impactos positivos

– QC11: Algum ato legal gera requisitos?

Resposta:

Legislações

Normas

Documentação interna

– QC12: O que é uma norma legal no contexto dos sistemas AAL?

Resposta: Qualquer legislação/norma/documentação interna que contenha diretrizes, obrigações ou restrições que devem ser atendidas pelo sistema a ser desenvolvido.

7.6 Síntese do Capítulo

Neste capítulo, abordamos sobre a verificação/validação das ontologias. Foram realizados três tipos de verificação, sendo eles: empírica (composta por: *survey* com especialistas, estudo de caso e consultas); padrões e inferências ABox. Primeiro foi realizada uma verificação com especialista do domínio, sendo, em seguida, realizado um estudo de caso com dados da literatura e executada as consultas utilizando a ferramenta Protegé. A segunda etapa da verificação foi analisando na literatura quais padrões existentes da OntoUML e comparando-os com os utilizados nas ontologias. Por fim realizamos uma verificação utilizando inferências em ABox, a partir do cenário usado no estudo de caso com dados da literatura. Também foi realizada a validação das ontologias a partir das respostas das Questões de Competência (QC's). Em resumo, foi possível verificar que as ontologias são consistentes sintaticamente e que o modelo conceitual está correto. A validação, através das respostas obtidas das Questões de Competência, mostrou que as ontologias propostas são aceitáveis aos domínios propostos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo descreve as considerações finais deste estudo, apresentando as conclusões, limitações do trabalho e propostas para trabalhos futuros.

8.1 Conclusões

O processo de envelhecimento em curso, que é perceptível em todas as sociedades, principalmente as industrializadas, tem levantado sérios problemas com a crescente parcela de deficientes e idosos incapazes de conduzir suas vidas dentro da normalidade em casa, ficando cada vez mais isolados da família, dos amigos e da vida em sociedade em si.

Esse cenário introduziu novos desafios científicos que precisaram ser abordados, inclusive, do ponto de vista da ciência da computação. Com isso, foi dada maior atenção a sistemas AAL, sendo esse um tópico de pesquisa multidisciplinar cada vez mais importante para as comunidades de pesquisa médica e tecnológica.

Sabe-se que AAL refere-se a conceitos, produtos e serviços que visam melhorar a qualidade de vida, incluindo autonomia, independência, conforto, segurança, proteção e saúde para todos (com foco em idosos e deficientes).

Verificou-se que esforços estão sendo dedicados ao desenvolvimento adequado dos sistemas AAL. No entanto, as abordagens de construção de sistemas AAL que auxiliam na especificação dos requisitos e na verificação que eles foram atendidos, garantindo assim a implementação do sistema em atendimento aos requisitos (legais, éticos, *compliance* e do sistema), ainda estão em fase de amadurecimento. Além disso, pode-se perceber que, por se tratar de uma área com vários domínios, cada um com características diferentes, a questão de atendimento aos regulamentos e requisitos legais (*compliance*) e éticos são de difícil agrupamento e terminam por serem desconsiderados no tocante ao levantamento de requisitos.

Mocholí et al. (2010) afirmam que projetar sistemas AAL não é uma tarefa trivial e ainda faltam soluções convincentes, capazes de apoiar os projetistas no estágio inicial de desenvolvimento de tais sistemas. Com isso, a construção de sistemas AAL que sejam confiáveis (cumprindo assim os requisitos não funcionais e éticos) e que atendam aos aspectos de *compliance* é uma tarefa extremamente desafiadora e requer novas

abordagens. Apesar dos avanços no desenvolvimento desses sistemas, com o MSL, tem sido possível perceber que não há nenhuma abordagem que trate dessa questão.

Diante da dificuldade em encontrar abordagens de engenharia de requisitos específicas para sistemas AAL que considerem aspectos de *compliance* e requisitos não funcionais (qualidade do produto, qualidade de uso e requisitos éticos), a proposta deste trabalho de tese é fazer uso da ontologia, que é usada para modelar os termos conceituais básicos, a semântica desses termos e definir os relacionamentos entre eles.

Para tal, buscou-se, inicialmente, investigar quais estudos estão disponíveis na literatura, que tratam sobre ontologias de requisitos em projetos de sistemas AAL (tratando a QP01). Através do MSL foi possível identificar trabalhos que tratam sobre ontologias e sistemas AAL. Foram encontrados trabalhos que abordam ontologias específicas para as mais diversas aplicações em AAL (ontologia de reconhecimento de atividades em AAL, ontologia do modelo de usuário AAL, ontologia de contexto do *SafeRoute* AAL, Ontologia do modelo de usuário AAL e etc). Apesar disso, não foram encontrados trabalhos que tratam de forma mais significativa sobre ontologias e requisitos dentro do contexto de desenvolvimento de sistemas AAL.

Em seguida, procurou-se entender como acontece a engenharia de requisitos em desenvolvimento de sistemas AAL e como os requisitos não funcionais (qualidade do produto, qualidade de uso e éticos) e os de *compliance* são definidos e tratados por especialistas do domínio (tratando a QP02). Com as informações extraídas da literatura (conforme descrito na seção 2.1.3) e com a aplicação do *Survey* com especialistas do domínio de AAL (capítulo 4), foi possível entender como acontece a engenharia de requisitos em desenvolvimento de sistemas AAL e como os requisitos não funcionais e os de *compliance* são definidos por especialistas do domínio. Em relação a como acontece a engenharia de requisitos, a literatura mostrou que as abordagens de construção de sistemas AAL ainda estão em fase de concepção e que a assistência ao desenvolvimento de tais sistemas tornou-se uma necessidade urgente. No que diz respeito a como os requisitos não funcionais e os de *compliance* são definidos por especialistas do domínio, o *Survey* com os especialistas mostrou que a definição de requisitos não funcionais e de *compliance* acontece de forma *ad-hoc*. Apesar disso, com o *Survey*, foi possível levantar a informação de que a maioria dos especialistas consideram em seus projetos os requisitos não funcionais, tanto os associados a qualidade do produto, quanto a qualidade de uso e os éticos, assim como os requisitos

associados a *compliance*. Além disso, foi visto os requisitos que são considerados os mais críticos.

Logo após, foi investigado como é possível formalizar o conhecimento dos requisitos de sistemas AAL, através de uma ontologia que possa ser usada e reutilizada para auxiliar na especificação dos requisitos, por intermédio da lógica de descrição (tratando a QP03). Através do uso da *web* semântica (vista no capítulo 3) foi possível verificar a possibilidade de realizar a formalização dos requisitos de sistemas AAL. Diante disso, é proposta uma ontologia de referência para auxílio na especificação de requisitos para sistemas AAL, a Onto4CAAL. Nela estão os conceitos centrais do domínio de sistema AAL, tais como: tipos de sistemas, *stakeholders*, ambientes, *hardware*, normas, requisitos não funcionais, requisitos éticos, *compliance* e os relacionamentos entre esses. A ontologia para representação do conhecimento do domínio fornece uniformidade aos conceitos e aos termos quanto à sintaxe e semântica, facilitando a comunicação entre os envolvidos no projeto e, consequentemente, melhorando a compreensão dos requisitos associados aos sistemas AAL e das legislações envolvidas. Como forma de demonstração de reuso e aplicação da ontologia de referência, é proposta uma ontologia de domínio para sistemas de plataformas de elevação vertical, a Onto4Elev. A ontologia Onto4CAAL ajudará na fase de definição de requisitos no domínio de sistemas AAL. E aqui temos a principal contribuição desta tese, que é fornecer uma base de conhecimento para o desenvolvimento de sistemas AAL, elencando os elementos que devem ser considerados (isso não está esgotado) na elaboração de uma especificação de requisitos de um projeto de sistema AAL, dando destaque aos NFR's que devem ser considerados, inclusive os requisitos éticos, assim como toda parte de legislação (*compliance*) que deve ser atendida e que seja relacionada a tais sistemas. Diante disso, acreditamos que esta tese é pioneira na temática de pesquisa.

Por fim, foi visto como verificar e validar os resultados alcançados nesta pesquisa, para que se possa realizar simulações de definição de requisitos em projetos de sistemas AAL (tratando a QP04). No capítulo 7 foi descrito o planejamento e os resultados das verificações/validações das ontologias propostas (Onto4CAAL e OntoElev). Foram realizados três tipos de verificação, sendo eles: empírica (composta por: survey com especialistas, estudo de caso e consultas); padrões e inferências ABox. Através do *Survey* com especialistas do domínio que atuam na indústria de desenvolvimento/construção de Plataformas de Elevação Vertical, a solução candidata

foi avaliada de forma a verificar os elementos contidos na referida ontologia. Em seguida a ontologia Onto4Elev foi instanciada com requisitos de um projeto mecânico (GOMES, 2019) de uma plataforma de elevação motorizada para pessoas com mobilidade reduzida, onde foram elicitados diversos requisitos específicos para a construção da referida plataforma. Foram realizadas consultas com o uso da ferramenta Protegé, sendo possível verificar a consistência sintática e coerência da ontologia (sendo considerada uma ontologia operacional), assim como, a rastreabilidade dos requisitos e as relações entre eles. As ontologias também foram validadas a partir das respostas das Questões de Competência (QC's), mostrando que são aceitáveis aos domínios propostos.

Logo, a hipótese de pesquisa levantada inicialmente está correta, ou seja, que a construção de ontologia específica, auxilia na especificação de requisitos, contempla os aspectos de *compliance* para o domínio de sistemas AAL e contribui no desenvolvimento de tais sistemas, pois formaliza e integra os conceitos do domínio e as relações entre eles.

Portanto, buscou-se resolver o problema de como formalizar a representação do conhecimento de requisitos não funcionais (qualidade de uso, qualidade do produto e requisitos éticos) em sistema AAL, contemplando também os aspectos de *compliance* e realizar algumas inferências lógicas sobre os requisitos de projetos desses sistemas, utilizando os padrões abertos da *Web Semântica*. Consequentemente, isso garante que a especificação de requisitos para sistemas AAL seja realizada de uma maneira mais formal e que considere os relacionamentos e impactos entre os requisitos não funcionais, ambientes, *hardware*, *software*, *stakeholders* e *compliance*.

8.2 Contribuições

Destacam-se como principais contribuições desse trabalho:

- **Levantamento de elementos que devem ser considerados na especificação de requisitos de um sistema AAL** - A partir da realização do MSL (SILVA & ALENCAR, 2020) foi possível identificar o estado da arte sobre ontologia no desenvolvimento de sistemas AAL e que não existem ontologias de requisitos

específicas para o domínio de sistemas AAL. Após análise, a contribuição deu-se no fato de que esta tese elencou os elementos que devem ser considerados (isso não está esgotado) na elaboração de uma especificação de requisitos de um projeto de sistema AAL. Tais elementos são: os tipos de sistemas AAL (considerando a sua área de aplicação), os ambientes onde serão usados, os agentes, *hardware* e o *software* que podem ser levados em consideração para esse tipo de sistema, os NFR's que devem ser considerados, assim como os requisitos éticos e toda parte de legislação (*compliance*) que deve ser atendida e que seja relacionada a tais sistemas. Diante disso, acreditamos, que esta tese é pioneira na temática de pesquisa.

- **Visão dos especialistas em sistemas AAL** – com a aplicação dos dois *survey*, sendo um deles com especialistas do domínio (academia e indústria) e o outro com profissionais da indústria de desenvolvimento de PEV's, foi possível compreender quais os tipos de sistemas AAL são mais desenvolvidos, os requisitos não funcionais que são considerados mais críticos, a importância de abordar *compliance* e as legislações que são consideradas no desenvolvimento de tais sistemas (no caso das PEV's) e como os requisitos éticos impactam na aceitação e no uso dos sistemas AAL.
- **Ontologia *core* para auxílio na especificação de requisitos para sistemas AAL (Onto4CAAL)** – a contribuição principal desta tese é a ontologia que descreve os principais conceitos envolvidos no desenvolvimento de um sistema AAL. Nesta ontologia trataram-se conceitos centrais do domínio de sistema AAL, tais como: tipos de sistemas, *stakeholders*, ambientes, *hardware*, normas, requisitos não funcionais, requisitos éticos, *compliance* e os relacionamentos entre esses. Isso possibilita o uso de uma ontologia logicamente formalizada para a representação não-ambígua e compartilhada do conhecimento de requisitos em sistemas AAL, sendo possível padronizar o entendimento dos termos associados a esse tipo de sistema, as legislações envolvidas e permitindo verificar as relações entre os elementos, auxiliando o projetista na tomada de decisões. A Onto4CAAL mostrou-se adequada para modelar o domínio de sistema AAL de forma generalista.
- **Ontologia de domínio (Onto4Elev)** – a partir da Onto4CAAL, dos dados da literatura e do *survey* com especialistas da indústria no domínio de PEV's, propôs-se uma ontologia de domínio para este tipo de sistema, a Onto4Elev. Essa ontologia ajudou a ratificar a adequabilidade da Onto4CAAL como uma ontologia central que pode ser reusada e estendida para conceituar outros domínios de sistemas AAL.

8.3 Limitações e Ameaças à Validade

Em relação as limitações que foram constatadas nesta tese, temos:

- Com relação ao Mapeamento Sistemática da Literatura, uma das principais limitações são as imprecisões na extração dos dados e a cobertura da pesquisa. De forma a mitigar tais limitações, foi elaborado e utilizado um protocolo de pesquisa;

- No que diz respeito ao *survey*, identificamos como principal limitação o tamanho da amostra utilizada. Levando em consideração que o método de amostragem utilizado foi o não probabilístico, sendo esse um método que não define o tamanho da amostra, conforme Kitchenham & Pfleeger (2002), pois a representatividade da população é praticamente impossível de medir (não há como determinar a quantidade exata de pesquisadores e profissionais da indústria que atuam em desenvolvimento de sistemas AAL), assim como, a porcentagem de entrevistados que responderam ao questionário.

- No tocante as ontologias, uma das maiores limitações foi tratar do vasto campo dos sistemas AAL, visto que, abrange as mais diversas áreas e agentes envolvidos, sendo por isso, considerada uma área multidisciplinar. Outra limitação foi compreender a complexidade da ontologia de fundamentação UFO. Diante disso, alguns conceitos importantes relacionados ao domínio podem não ter sido contemplados.

Em relação as ameaças que foram constatadas nesta tese, temos:

- Podemos apontar que mesmo realizando um MSL e *survey* com especialistas para identificar os aspectos de *compliance*, *hardware*, NFR (qualidade do produto, de uso do produto e éticos) e ambientes que devem ser considerados em sistema AAL, ainda assim, é possível que existam outros aspectos que não sejam alcançados por esta pesquisa.

8.4 Trabalhos Futuros

A relevância de um trabalho pode ser avaliada também pelas oportunidades de trabalhos futuros que ele provê. Portanto, a partir desta tese, identificamos alguns direcionamentos para novas pesquisas na área de ontologias de requisitos para sistemas AAL:

1. **Ferramenta** – desenvolver uma ferramenta específica para auxiliar os *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento dos sistemas AAL, utilizando como base de conhecimento as ontologias desenvolvidas na lógica de descrição. Com a ferramenta, será possível o uso mais amigável por parte dos envolvidos no processo de desenvolvimento de sistemas AAL, podendo acessar em forma de linguagem natural e compreender os requisitos, *stakeholders*, tipos de sistemas, *hardware*, ambientes de aplicação e *compliance* que fazem parte de um projeto de sistema AAL.
2. **Anti-Padrões** – a partir do catálogo de anti-padrões semânticos proposto por Guizzardi e Sales (SALES, 2014), o intuito é ampliar a verificação das ontologias propostas utilizando esses anti-padrões, avaliando assim a modelagem de forma mais abrangente.
3. **Ontologias de domínios** – concentramos nossa ontologia de domínio na área de sistemas de transportes, sendo ele um dos subtipos dos sistemas de serviço de conforto. No entanto, conforme pôde ser visto no *survey*, outros domínios de sistemas AAL têm sido bastante demandados, tais como: os sistemas do tipo Assistência Alimentar e os sistemas do tipo Detecção Interna de Emergência. Portanto, pretendemos propor ontologias de domínio para estas duas áreas, tratando também de *compliance* específico para cada uma delas.
4. **Expandir a Onto4CAAL** – pretendemos expandir a Onto4CAAL, acrescentando novos conceitos (por meio de novas questões de competência) e explorar *compliance* (normas generalistas) e outros possíveis requisitos éticos para sistemas AAL, que devem ser empregados independente do subtipo de sistema.

8.5 Publicações

- GOMES, Timóteo; ALENCAR, Fernanda MR; SOUSA, Aêda. **De KAOS para SysML na Modelagem de Sistemas Embarcados: Uma Revisão da Literatura**. WER (Workshop em Engenharia de Requisitos), 2018. – Aqui foi apresentada uma revisão sistemática da literatura sobre modelagem KAOS e SysML aplicadas a sistemas embarcados.
- SILVA, Timóteo G.; ALENCAR, Fernanda MR. **Ontologias para Sistemas AAL que abordem Compliance: um mapeamento sistemático da literatura**. ONTOBRAS (Seminário de Pesquisa em Ontologias no Brasil), 2020. - Aqui foi apresentado um mapeamento sistemático da literatura sobre ontologias para sistemas AAL que tratassem também sobre *compliance*.
- GOMES, Timóteo; ALENCAR, Fernanda. **Análise de Ontologias para Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) e o suporte a Compliance**. WER (Workshop em Engenharia de Requisitos), 2021. - Aqui foi apresentada uma visão das ontologias existentes que dão suporte a especificação de requisitos para sistemas AAL e que consideram *compliance*.
- GOMES, Timóteo; ALENCAR, Fernanda. **Um survey com especialistas como validação de elementos para composição de uma ontologia para Sistemas AAL (Ambient Assisted Living)**. (Workshop em Engenharia de Requisitos), 2022. – Aqui foi apresentado o resultado da análise dos dados coletados no *survey* realizado com especialistas para validação dos elementos da ontologia *core* para sistemas AAL, a Onto4CAAL. **Esse artigo recebeu o Best Paper Award da conferência.**
- TIMÓTEO G. SILVA; ALENCAR, F. **Onto4CAAL: An Ontology to Support Requirements Specification in the Development of AAL (Ambient Assisted Living) Systems**. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, [S. l.], v. 90, n. 1, p. 476–500, 2022. – Aqui foram apresentadas as ontologias Onto4CAAL e Onto4Elev, assim como a validação dos elementos da onto4Elev e a simulação com um Caso de Uso.

- Outras publicações como co-autor:
 - SOUSA, A. M. C. ; SILVA, T. G. ; LIMA, L. S. ; ALENCAR, F. M. R . **Os Benefícios do Uso de Ontologias em Sistemas Embarcados**. In: Workshop on Requirements Engineering, 2020, São Paulo.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 19600/2016 – Sistema de Gestão de Compliance: Diretrizes**. Rio de Janeiro, ABNT, 2016.

ALBUQUERQUE, Hidemberg Oliveira et al. **GenNormas: um processo genérico para a Conformidade Legal de Requisitos na Engenharia de Requisitos**. iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação 9.4: 57-76, 2016.

ALOSAIMI, Wael et al. **Evaluating the impact of different symmetrical models of ambient assisted living systems**. Symmetry, 13(3), 450, 2021.

ALVARENGA, Mirella Souza. **Risco e vulnerabilidade: razões e implicações para o uso na Política Nacional de Assistência Social**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

AMANCIO, Andre Fonseca. **PERAF-Um processo de engenharia de requisitos adaptável e flexível: Um processo de engenharia de requisitos adaptável e flexível**. Dissertação — Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Ciência da Computação, 2011.

ARAUJO, Jean; RODRIGUES, Cleyton; FREITAS, Frederico. **Simulando Indenização em Ações Cíveis por meio de Ontologias Baseadas na Lógica Descritiva**. In: Anais do XVII Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional. SBC, p. 483-494, 2020.

ARAUJO, Moysés de. **Educação a distância e a WEB Semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2003.

AUGUSTO, Juan Carlos. **Increasing reliability in the development of intelligent environments**. In: Intelligent Environments, pp. 134–141, 2009.

ÁVILA, Ana Luiza; SPÍNOLA, Rodrigo Oliveira. **Introdução à engenharia de requisitos**. Engenharia de software Magazine, p. 46-52, 2007.

BAADER, Franz et al. (Ed.). **The description logic handbook: Theory, implementation and applications**. Cambridge university press, 2003.

BATISTA, Marina Picazzio Perez. **Reflexões sobre o processo de trabalho de acompanhante de idosos do Programa Acompanhante de Idosos (PAI) no município de São Paulo, SP (Brasil)**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BEACH, Thomas H et al. **A rule-based semantic approach for automated regulatory compliance in the construction sector**. Expert Systems with Applications, 42.12: 5219-5231, 2015.

BENGHAZI, Kawtar et al. **Enabling correct design and formal analysis of Ambient Assisted Living systems**. Journal of Systems and Software, 85(3), 498-510, 2012.

BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora. **The Semantic Web: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities**. Scientific American. 2001. Disponível em: [\(PDF\) The Semantic Web: A New Form of Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities \(researchgate.net\)](#) . Acesso em: outubro de 2022.

BERZINS, Marília Anselmo Viana da Silva; PASCHOAL, Sérgio Márcio Pacheco. **Programa "Acompanhante de Idosos"**. BIS. Boletim do Instituto de Saúde (Impresso), n. 47, p. 53-55, 2009.

BETTAZ, Mohamed; MAOUCHE, Mourad. **Using UML-MARTE and TCOZ for AAL System Specifications: A Case Study**. 7th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO) (pp. 1-6). IEEE, 2018.

BOURQUE, Pierre; FAIRLEY, Richard E. Dick. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK (R))**. Version 3.0. IEEE Computer Society Press, Washington DC, 2014.

BOUZIDI, Khalil Riad et al., **Semantic web approach to ease regulation compliance checking in construction industry**. Future Internet 4.3: 830-851, 2012.

CALHAU, Rodrigo Fernandes. **Uma Abordagem Baseada em Ontologias para a Integração Semântica de Sistemas**. Tese de Doutorado. Master Thesis, Federal University of Espírito Santo, 2011.

CAMARANO, Ana Amélia; KANSO, Solange. **As instituições de longa permanência para idosos no Brasil**. Revista brasileira de estudos de população, v. 27, p. 232-235, 2010.

CAMARGOS, Mirela Castro Santos. **Instituições de longa permanência para idosos: um estudo sobre a necessidade de vagas**. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 31, p. 211-217, 2014.

CAMERANESI, Marco et al. **GoAAL: An ontology for goal-oriented development of AAL environments**. In: Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing. 2016. p. 347-353.

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida. **O papel das definições na pesquisa em ontologia**. Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p.220-238, jan./abr. 2010.

CANDELOORO, Ana Paula P. et al., **Compliance 360º: riscos, estratégias, conflitos e vaidades no mundo corporativo**. São Paulo: Trevisan Editora Universitária, 2012.

CARVALHO, Elaine A.; ESCOVEDO, Tatiana; MELO, Rubens N. **Using business processes in system requirements definition**. In: 2009 33rd Annual IEEE Software Engineering Workshop. IEEE. p. 125-130, 2009.

CARVALHO, Rodrigo Aquino de. **Perspectivas na web semântica para a Ciência da informação**. 2009, 186p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2009.

CHENG, Danny C. et al. **Towards Compliance Management Automation thru Ontology mapping of Requirements to Activities and Controls**. In 2018 Cyber Resilience Conference (CRC) (pp. 1-3). IEEE, 2018.

CHENG, Danny C.; LIM-CHENG, Nathalie Rose. **An ontology based framework to support multi-standard compliance for an enterprise**. International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS) (pp. 1-6). IEEE, 2017.

CHIZZOTTI, Antônio. **Estudo de caso. Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: RJ Vozes, p. 135-142, 2006.

CHRISTEL, Michael G.; KANG, Kyo C. **Issues in Requirements Elicitation**. Carnegie Mellon University. Software Engineering Institute, 1992.

CICIRELLI, Grazia et al. **Ambient assisted living: a review of technologies, methodologies and future perspectives for healthy aging of population**. Sensors, v. 21, n. 10, p. 3549, 2021.

COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. **Compliance Manual: preserving the good governance and integrity of organizations**. Sao Paulo: Atlas, 2010.

COMISSÃO EUROPÉIA, **Plano de Ação sobre Tecnologias da Informação e Comunicação e Envelhecimento**, Disponível em: [EUR-Lex - 52007DC0332 - PT - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) . Acesso em: setembro de 2019.

CONTE, Tayana et al. **Usability evaluation based on web design perspectives**. In: First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007). IEEE, 2007. p. 146-155.

CULMONE, R., et al., **AAL domain ontology for event-based human activity recognition**. IEEE/ASME 10th International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA). IEEE, 2014.

DA SILVA, Daniela Lucas. **Uma proposta metodológica para construção de ontologias: uma perspectiva interdisciplinar entre as Ciências da Informação e da Computação**. UFMG, 2008.

DAVEY, Bill; PARKER, Kevin R. **Requirements elicitation problems: a literature analysis**. Issues in Informing Science and Information Technology, v. 12, p. 71–82, 2015.

DE BRUYNE, Paul; HERMAN, Jacques. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica**. Livraria Francisco Alves, 1977.

DE MATTOS, Merisandra Côrtes. **A metodologia Methontology na construção de ontologias**. Revista de Iniciação Científica, v. 5, n. 1, 2010.

DEMO, Pedro. Metodologia científica em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 1989. **Pesquisa e construção do conhecimento**, v. 2, 2000.

DERMEVAL, D.; COELHO, JAP de M.; BITTENCOURT, I. I. **Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação** (pp. 5-6). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação.[GS Search], 2019.

DISI, Essam O.; ZUALKERNAN, Imran A. **Compliance-Oriented Process Maps and SLA Ontology to Facilitate Six Sigma Define Phase for SLA Compliance Processes**. In 2009 International Conference on Management and Service Science (pp. 1-4). IEEE, 2009.

DOHR, Angelika et al. **The internet of things for ambient assisted living**. sSeventh international conference on information technology: new generations. IEEE, 2010.

ERAZO-GARZON, Lenin et al. **A data quality model for AAL systems**. In Information and Communication Technologies of Ecuador (TIC. EC) (pp. 137-152). Springer International Publishing, 2020.

FALBO, Ricardo A.; GUIZZARDI, Giancarlo; GANGEMI, Aldo; PRESUTTI, Valentina. **Ontology patterns: Clarifying concepts and terminology**. **CEUR Workshop Proceedings**, [S. l.], v. 1188, 2013.

FALCK, W. E.; SPANGENBERG, J. H. **Selection of social demand-based indicators: EObased indicators for mining**. Journal of Cleaner Production, v. 84, p. 193–203, 2014.

FARINELLI, Fernanda; SOUZA, Amanda Damasceno. **Ontologias de alto nível: porque precisamos e como usar**. Fronteiras da Representação do Conhecimento, v. 1, n. 1, p. 174-202, 2021.

FARQUHAR, Adam et al. **Collaborative Ontology Construction for Information Integration, Technical Report KSL-95-63**. Knowledge Systems Laboratory. Stanford University, 1995.

FELICÍSSIMO, Carolina Howard; BREITMAN, Karin Koogan. **Taxonomic Ontology Alignment-an Implementation**. In WER (pp. 152-163), 2004.

FERNANDEZ-LOPEZ, Mariano; GÓMEZ-PÉREZ, Asunción; JURISTO, Natalia. **Methontology: from ontological art towards ontological engineering**. In:

Proceedings of the AAAI97 Spring Symposium. Stanford, USA: [s.n.], 1997. p. 33–40, 1997.

FERNEDA, Edberto. **Recuperação de Informação: Análise sobre a contribuição da Ciência da Computação para a Ciência da Informação**. 137 p. Tese (Doutorado) – Escola de Documentação e Artes – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27143/tde-15032004-130230/pt-br.php>>. Acesso em: novembro de 2022.

FIDEL, Raya. The case study method: A case study. **Library and Information Science Research**, v. 6, n. 3, p. 273-288, 1984.

FLEURY, Maria Tereza Leme; DA COSTA WERLANG, Sergio Ribeiro. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **Anuário de Pesquisa GVPesquisa**, 2016.

FREITAS Henrique et al. **O método de pesquisa survey**. São Paulo/SP: Revista de Administração da USP, RAUSP, v. 35, nr. 3, Jul-Set, p.105-112, 2000.

GANGEMI, Aldo; PRESUTTI, Valentina. Ontology design patterns. In: **Handbook on ontologies**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 221-243, 2009.

GARCÉS, Lina et al. **Quality attributes and quality models for ambient assisted living software systems: A systematic mapping**. Information and Software Technology, 82, 121-138, 2017.

GHISI, Fernando Benedet. **Uma Abordagem para Manutenção de Ontologias de uma Plataforma de Business Intelligence Semântico**. UFSC, 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, Túlio Batista. Projeto mecânico de uma plataforma de elevação motorizada para pessoas com mobilidade reduzida. Universidade de Brasília, 2019.

GÓMEZ-PÉREZ, Asunción; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Mariano; CORCHO, Oscar. **Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web**. Springer Science & Business Media, 2006.

GORSCHKE, Tony; GARRE, Per; LARSSON, Stig; WOHLIN, Claes. A model for technology transfer in practice. **IEEE Software**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 88–95, 2006. DOI: 10.1109/MS.2006.147.

GRUBER, Thomas R. A. **Translation Approach to Portable Ontology Specifications**. Knowledge acquisition, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.

GUARINO, Nicola; WELTY, Christopher. Ontological analysis of taxonomic relationships. In: International Conference on Conceptual Modeling 2000, **Anais [...]**. [s.l: s.n.] p. 210–224.

GUIZZARDI, Giancarlo. **Ontological foundations for structural conceptual models**. [S. l.], 2005.

GUIZZARDI, Giancarlo; ALMEIDA, João Paulo; GUIZZARDI, Renata S. S.; BARCELLOS, Monalessa Perini; FALBO, Ricardo. Ontologias de fundamentação, modelagem conceitual e interoperabilidade semântica. **CEUR Workshop Proceedings**, [S. l.], v. 728, 2011.

GUIZZARDI, Giancarlo; FONSECA, Claudenir M.; ALMEIDA, João Paulo A.; SALES, Tiago Prince; BENEVIDES, Alessander Botti; PORELLO, Daniele. Types and taxonomic structures in conceptual modeling: A novel ontological theory and engineering support. **Data & Knowledge Engineering**, [S. l.], v. 134, n. May, p. 101891, 2021. DOI: 10.1016/j.datak.2021.101891. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.datak.2021.101891>.

GUIZZARDI, Giancarlo; SALES, Tiago Prince. Anti-patterns in Ontology-driven Conceptual Modeling: The Case of Role Modeling in OntoUML. **Ontology Engineering with Ontology Design Patterns: Foundations and Applications**, [S. l.], v. 25, n. August, p. 161, 2016. DOI: 10.3233/978-1-61499-676-7-161.

GUIZZARDI, Giancarlo; WAGNER, Gerd. **Conceptual simulation modeling with ONTO-UML advanced tutorial**. In: Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC). IEEE, 2012. p. 1-15.

HERRE, Heinrich. General Formal Ontology (GFO): A foundational ontology for conceptual modelling. In: **Theory and applications of ontology: computer applications**. [s.l.] : Springer, 2010. p. 297–345.

HILIA, Mohamed; CHIBANI, Abdelghani; DJOUANI, Karim. **Trends and challenges in formal specification and verification of services composition in ambient assisted living applications**. Procedia Computer Science, 19, 540-547, 2013.

HOOD, Colin et al. **Requirements Management: The Interface Between Requirements Development and All Other Systems Engineering Processes**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

HOSS, Marcelo; TEN CATEN, Carla Schwengber. **Processo de Validação Interna de um Questionário em um Survey Research sobre ISO 9001: 2000**. Produto & Produção, v. 11, n. 2, 2010.

HULLEY, Stephen B. et al. **Delineando a pesquisa clínica-4**. Artmed Editora, 2015. IEEE-std. 610: **Standard glossary of software engineering terminology**. USA, 1990.

ISO/IEC/IEEE 24765: 2010. **Systems and Software Engineering - The Institute of Electrical and Electronics Engineers**. Piscataway, NJ. 2010.

JORSHARI, Ftemeh Zarrabi; TAWIL, Rahman H. **A High-Level Scheme for an Ontology-Based Compliance Framework in Software Development**. IEEE 17th

International Conference on High Performance Computing and Communications, 2015 IEEE 7th International Symposium on Cyberspace Safety and Security, and IEEE 12th International Conference on Embedded Software and Systems (pp. 1479-1487). IEEE, 2015.

KANASI, Eleni; AYILAVARAPU, Srinivas; JONES, Judith. **The aging population: demographics and the biology of aging**. Periodontology 2000, v. 72, n. 1, p. 13-18, 2016.

KENDALL, Kenneth E.; KENDALL, Julie E. **Systems Analysis and Design**, Prentice Hall, 8th Edition, 2010.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS Stuart. **Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**, Keele University, EBSE Technical Report-2007-01, 2007.

KITCHENHAM, Barbara; PFLEEGER, Shari Lawrence. Principles of survey research. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, v. 27, n. 5, p. 17-20, 2002.

KLEINBERGER, Thomas et al. **Ambient intelligence in assisted living: enable elderly people to handle future interfaces**. 2007.

KOTONYA, Gerald; SOMMERVILLE, Ian. **Requirements engineering: processes and techniques**. Chichester, England: John Wiley, 1998.

KRÖTZSCH, Markus; SIMANČÍK, František; HORROCKS, Ian. A description logic primer. **Perspectives on Ontology Learning**, [S. l.], v. 18, n. June, p. 3–20, 2014.

LENTZAS, Athanasios; VRAKAS, Dimitris. **Non-intrusive human activity recognition and abnormal behavior detection on elderly people: a review**. Artificial Intelligence Review, 1-47, 2019.

LÍVERO JUNIOR, Julio, **Web Semântica, Ontologias e Linguagem OWL: Um Estudo de Caso sobre a ferramenta Protégé**. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2012.

LÓPEZ, Mariano Fernández. **A survey on methodologies for developin, maintaining, evaluating and reengineering ontologies**. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Spain. 2000. Disponível em: http://www.aifb.unikarlsruhe.de/WBS/ysu/publications/OntoWeb_Del_1-4.pdf.

MACHADO, Alencar et al. **Reactive, proactive, and extensible situation-awareness in ambient assisted living**. Expert Systems with Applications, 76, 21-35, 2017.

MALIK, Zeeshan Haider. **Usability Evaluation of Ontology Engineering Tools**. Computing Conference, London, UK, 2017.

MARCELINO, Isabel et al. **Elder care architecture**. Third International Conference on Systems and Networks Communications (pp. 349-354). IEEE, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade et al. **Metodologia científica** (Vol. 4). São Paulo: Atlas, 2004.

MARQUES, Anna Beatriz et al. **Modelagem de interação e navegação de sistemas interativos: Protocolo de um mapeamento sistemático da literatura**. USES Technical Report Number RT-USES-2015-0001, 2015.

MASCARDI, Viviana; CORDÌ, Valentina; ROSSO, Paolo. **A Comparison of Upper Ontologies**. In: Woa. p. 55-64, 2007.

MCGUINNESS, Deborah L. et al. **OWL web ontology language overview**. W3C recommendation, v. 10, n. 10, p. 2004, 2004.

MENDONÇA, Ana Waley. Metodologia para estudo de caso: livro didático. **Palhoça: Unisul Virtual**, 2014.

MENDONÇA, Fabrício Martins et al. **Onto4AllEditor: um editor web gráfico para construção de ontologias por todos os tipos de usuários da informação**. Em *Questão*, v. 27, n. 3, p. 401-430, 2021.

MIAN, Paula; CONTE, Tayana; NATALI, Ana; BIOLCHINI, Jorge; TRAVASSOS, Guilherme. A Systematic Review Process for Software Engineering. **Empirical Software Engineering**, [S. l.], v. 32, p. 1–6, 2007. DOI: 10.1145/1241572.1241584.

MIGLIAVACCA, Paulo N. **Dicionário de Termos de Negócios**. Saraiva. São Paulo, 2009.

MOCHOLÍ, J. B. et al. **Ontology for modeling interaction in ambient assisted living environments**. In: XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2010. Springer, Berlin, Heidelberg. p. 655-658, 2010.

MORAIS, Edison Andrade Martins; AMBRÓSIO, Ana Paula L. **Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. Relatório Técnico–RT-INF-001/07, 2007.

NAKAGAWA, Elisa Y. et al. **Relevance and perspectives of AAL in Brazil**. *Journal of Systems and Software*, 86(4), 985-996, 2013.

NEHMER, Jürgen et al. **Living assistance systems: an ambient intelligence approach**. In *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering* (pp. 43-50). ACM, 2006.

NOVAES, Paulo José Dantas. **Método e linguagem para modelagem gráfica de requisitos de software e sistemas** (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná), 2019.

NOY, Natalya F. et al. **Ontology development 101: A guide to creating your first ontology**, 2001.

NUSEIBEH, Bashar; EASTERBROOK, Steve. **Requirements Engineering: A Roadmap**. In: Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering, (ICSE '00). Limerick, Ireland: ACM, p. 35–46, 2000.

PANDELO, Helcio Ricardo de. **IoT e Dispositivos Vestíveis Aplicados à Área da Saúde**. 2016.

PANICO, Francesco et al. **Ethical issues in assistive ambient living technologies for ageing well**. Multimedia Tools and Applications, v. 79, n. 47, p. 36077-36089, 2020.

PEASE, Adam. **Ontology: A practical guide**. Articulate Software Press, 2011.

PEREIRA, Tarcísio et al. **A Metamodel for a Requirements Engineering Process of Embedded Systems**. In: Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC), 2016, João Pessoa. Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC), 2016.

PERES, João Roberto; BRIZOTI, Nilson. **Guia COMPLIANCE - Fundamentos**, 2016.

PFLEEGER, Shari Lawrence. **Engenharia de Software: Teoria e Prática**, São Paulo: Prentice Hall, 2ª edição, 2004.

PFLEEGER, Shari Lawrence; KITCHENHAM, Barbara A. Principles of survey research: part 1: turning lemons into lemonade. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 16–18, 2001.

POHL, K.; RUPP, C. **Fundamentos da Engenharia de Requisitos, Um guia de estudo para o Exame CPRE FL (Certified Professional for Requirements Engineering) - Foundation level, em conformidade com o padrão IREB (International Requirements Engineering Board)**, traduzido pela T&M, pg. 27, 2011.

POLLO, Sandra Helena Lima; ASSIS, Mônica de. **Instituições de longa permanência para idosos-ILPIS: desafios e alternativas no município do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v. 11, p. 29-44, 2019.

PORTARIA n°. 2.528, de 19 de outubro de 2006. Aprova a Política Nacional de Saúde do Idoso. [Acesso em 13 de outubro de 2021]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt2528_19_10_2006.html

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software. UMA ABORDAGEM PROFISSIONAL** 8ª ed. São Paulo: Mcgraw-hill, 2016.

PROVDANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar De. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RANIERI, Caetano Mazzoni. **Activity recognition and bioinspired approaches for robotics in intelligent environments**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2021.

RAS, Eric; BECKER, Martin; KOCH, Jan. **Engineering tele-health solutions in the ambient assisted living lab**. In 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW'07) (Vol. 2, pp. 804-809). IEEE, 2007.

RAUTENBERG, Sandro. **Processo de desenvolvimento de ontologias: uma proposta e uma ferramenta**. Revista Tecnologia, v. 30, n. 1, p. 133-144, 2009.

ROBERTSON, Suzanne; ROBERTSON, James. **Mastering the Requirements Process**. 2nd Edition. Addison Wesley, 2006.

ROCHA, Thiago Augusto Hernandez et al. **Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 25, p. 159-170, 2016.

RODRIGUES, Cleyton Mário de Oliveira (Universidade Federal de Pernambuco-UFPE). Uma Abordagem Ontológica para Simulação de Ação Legal e Consistência Semântica Aplicada à Recife. [S. l.], 2019.

ROUSSEY, Catherine; PINET, Francois; KANG, Myoung Ah; CORCHO, Oscar. An introduction to ontologies and ontology engineering. In: **Ontologies in Urban development projects**. [s.l.] : Springer, 2011. p. 9–38.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. Brazilian Journal of Physical Therapy, v. 11, p. 83-89, 2007.

SIKOS, Leslie F. **Description logics in multimedia reasoning**. 2017.

SILVA, Camila Bezerra da. **Uma abordagem de modularização de ontologias baseada na satisfação lógica de questões de competência**. UFPE, 2019.

SILVA, Edna Lucia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC, 2005.

SILVA, Rui Bezerra. **O que é compliance?: Conceitos e ferramentas na visão de um auditor interno**. Albatroz, 2018.

SILVA, Timóteo G.; ALENCAR, Fernanda MR. **Ontologias para Sistemas AAL que abordem Compliance: um mapeamento sistemático da literatura**. 2020.

SIRICHAROEN, Waralak V. **Ontology editors approach for ontology engineering**. In: 2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR). IEEE, p. 373-378, 2018.

SOMMERVILLE, Ian. ; **Engenharia de Software**, 10. ed. — São Paulo : Pearson universidades, 2019.

SOUSA, Aêda Monalliza Cunha de. **Ontologia para especificação de requisitos em sistemas embarcados**. Tese de doutorado, UFPE, 2021.

SOUSA, Aeda. et al. **Use of Ontologies in Embedded Systems: A Systematic Mapping**. In: 2016 10th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC). IEEE, p. 1-8, 2016.

SPOLADORE, Daniele; ARLATI, Sara; SACCO, Marco. **Semantic and Virtual Reality-enhanced configuration of domestic environments: the Smart Home Simulator**. Mobile Information Systems, 2017.

SUAREZ-FIGUEROA, Mari Carmen et al. **NeOn methodology for building contextualized ontology networks**. NeOn Deliverable D, v. 5, p. 4.1, 2008.

TAKÁCS, Barnabás; HANÁK, Dávid., **A Mobile System for Assisted Living with Ambient Facial Interfaces**. International Journal on Computer Science and Informations Systems, 2 ed.:33-50, 2007.

TRAVASSOS, G.; BIOLCHINI, Jorge. **Revisões sistemáticas aplicadas a engenharia de software**. In: XXI SBES-Brazilian Symposium on Software Engineering. 2007.

TRAVASSOS, Guilherme Horta; GUROV, Dmytro; AMARAL, E. A. G. **G. Introdução à engenharia de software experimental**. UFRJ, 2002.

TRIVISIOS, Augusto NS. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. A pesquisa. 1987.

USCHOLD, Mike., **Building ontologies: Towards a unified methodology**. In Proceedings of 16th Annual Conference of the British Computer Society Specialists Group on Expert Systems. Citeseer, 1996.

VERGARA, S.C., **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

VICKERY, Brian. **Metatheory and information science**. Journal of documentation, 1997.

VIEIRA, Renata et al. **Web semântica: ontologias, lógica de descrição e inferência**. Web e Multimídia: Desafios e Soluções, 2005.

VILLARREAL, Vladimir et al. Mobile and ubiquitous architecture for the medical control of chronic diseases through the use of intelligent devices: Using the architecture for patients with diabetes. **Future generation computer systems**, v. 34, p. 161-175, 2014.

WAINER, Jacques et al. **Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação**. Atualização em informática, v. 1, n. 221-262, p. 32-33, 2007.

WIEGERS, Karl. **More About Software Requirements: Thorny Issues and Practical Advice**, Microsoft Press, ISBN:0735622671, 2006.

WISNIEWSKI, Dawid. **Automatic translation of competency questions into sparql-owl queries**. In: Companion Proceedings of the The Web Conference 2018. p. 855-859, 2018.

WOHLIN, Claes; RUNESON, Per; HÖST, Martin; OHLSSON, Magnus C.; REGNELL, Björn; WESSLÉN, Anders. **Experimentation in software engineering**. [s.l: s.n.]. v. 9783642290 DOI: 10.1007/978-3-642-29044-2.

ZHANG, Zheyang. **Effective Requirements Development - A Comparison of Requirements Elicitation techniques**, SQM2007 conference, 2007.

ZHONG, B. T., et al. **Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking**. Automation in Construction, 28: 58-70, 2012.

APÊNDICE A – SURVEY REALIZADO COM ESPECIALISTAS DE PEV PARA VALIDAÇÃO DOS ELEMENTOS DA ONTOLOGIA

Etapas I – Planejamento do Survey com especialistas de PEV

Nessa etapa foi realizado o planejamento para definir o objetivo do *survey*, identificar a população-alvo, definição das questões de pesquisas e os métodos de análise de dados, semelhante ao primeiro *survey* realizado. O objetivo definido foi o de validar/consultar junto a indústria a respeito dos elementos que compõem a Onto4Elev, que é uma ontologia de domínio para Plataformas de Elevação Vertical. Os elementos inicialmente propostos foram o resultado do levantamento na Literatura associado aos que foram reusados da Onto4CAAL.

O público-alvo deste estudo, isto é, o grupo de indivíduos a qual a pesquisa se aplica, foi de profissionais que trabalham com estudo/desenvolvimento de Plataformas de Elevação Vertical. Para isso, foi realizado um levantamento de empresas que possuem fábricas no Brasil. Foram identificadas 16 no total, sabendo que podem haver outras.

Diante desse contexto, esse método de amostragem é considerado não probabilístico porque a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende do julgamento do pesquisador (PFLEEGER; KITCHENHAM, 2001).

Etapas II – Desenvolvimento do Survey com especialistas de PEV

Na etapa de desenvolvimento do *survey* realizou-se a coleta dos dados, onde para tal coleta, foi utilizado o instrumento questionário (ver Apêndices F), elaborado através da ferramenta online QuestionPro¹, sendo construída na língua portuguesa, contendo 8 questões.

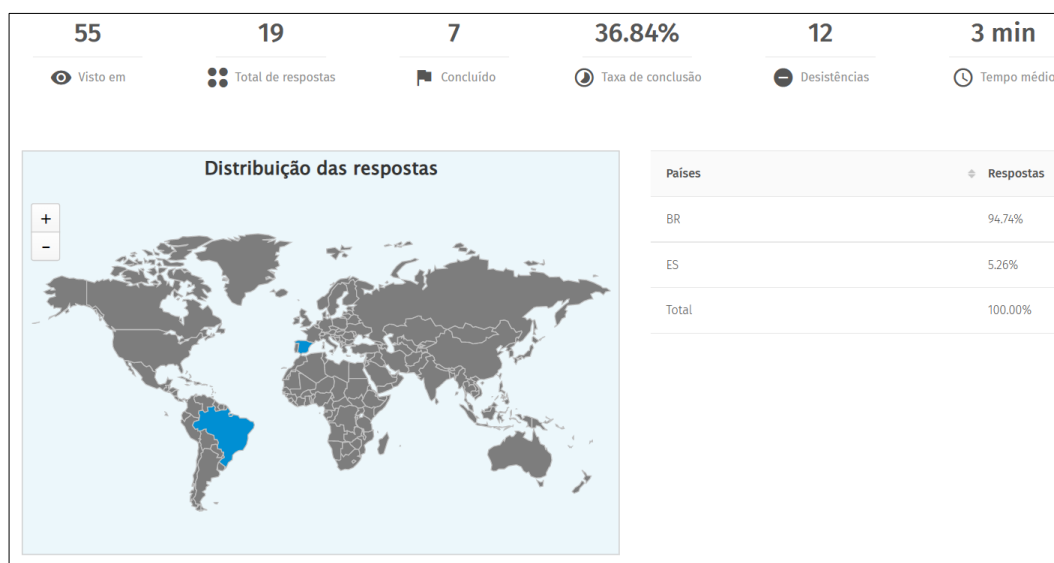
O questionário utilizado nesta pesquisa pode ser classificado como questionário semiestruturado, uma vez que constaram questões de múltipla-escolha, assim como, de questões abertas.

¹<https://www.questionpro.com/>

No total foram enviadas 16 solicitações de respostas para e-mails corporativos, assim como, foram enviadas via LinkedIn outras 18 solicitações a profissionais que atuam em algumas dessas empresas. Isso totalizou um total de 34 solicitações.

O questionário foi enviado entre os dias 18/05/2022 a 14/10/2022. O questionário foi visualizado por 55 (cinquenta e cinco) possíveis entrevistados, onde 19 (dezenove) deles iniciaram a responder o questionário, tendo, no entanto, 12 (doze) desistências no percurso das perguntas e 7 (sete) conclusões, ou seja, os que responderam o questionário até a última pergunta, conforme a Figura 1 (Apêndice A).

Figura 1 (Apêndice A) – Características e Identificação dos Entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

É importante ressaltar que foi assegurado o compromisso ético em preservar as informações coletadas através do questionário aplicado, conforme consta na carta convite para participação da pesquisa (ver Apêndice D).

Etapas III – Análise dos Dados e Síntese dos resultados

Nessa etapa buscou-se apresentar os resultados obtidos pela aplicação deste *survey* e da análise dos dados.

Análise e Síntese dos Dados

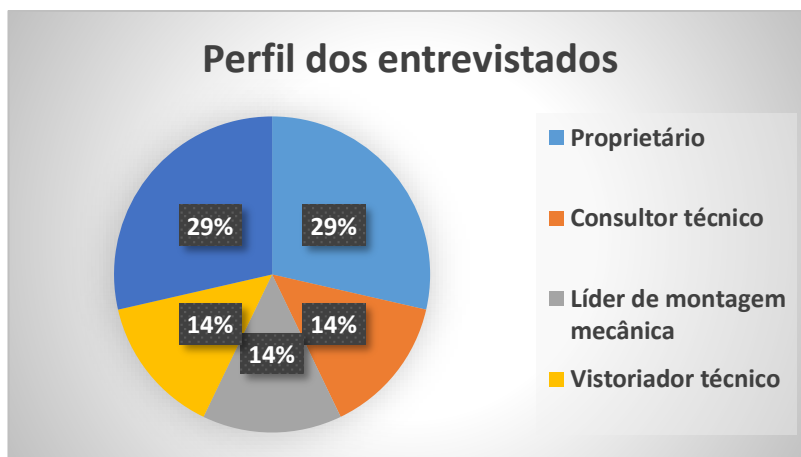
Esta seção apresenta a análise e síntese dos dados que foram extraídos do questionário aplicado.

Parte 1– Características dos Respondentes

A primeira parte do questionário teve o propósito de identificar as características dos entrevistados, conforme pode ser observado na Figura 2 (Apêndice A). É importante ressaltar que mesmo sendo enviado a profissionais que, a priori, residem no Brasil, ocorreu que um dos entrevistados está trabalhando na Espanha. Com isso, 19 (dezenove) entrevistados iniciaram a responder o questionário, sendo 18 (dezoito) do Brasil e 1(um) da Espanha. Destes entrevistados, 7 (sete) deles concluíram as respostas.

Dentre aqueles que responderam à questão de pesquisa sobre a sua função exercida na empresa em projetos de construção de PEV, temos que 2 (dois) dos entrevistados atuam como proprietários de empresas que constroem/desenvolvem PEV, representando 29%; outros 2 (dois) dos entrevistados atuam como engenheiros, representando 29%; 1 (um) dos entrevistados atua como vistoriador técnico, representando 14%; 1 (um) dos entrevistados atua como consultor técnico, representando 14%; e 1 (um) dos entrevistados atua como líder de montagem mecânica, representando 14%. Podemos perceber que dos 71% dos entrevistados atuam na área técnica, o que é relevante para os dados levantados. Além disso, um dos proprietários registrou em comentário na resposta que atua há 25 anos com transporte vertical e desses, 10 anos com acessibilidade (elevadores e plataformas), repassando a ideia de que é um forte conhecedor da área.

Figura 2 (Apêndice A) – Características e Identificação dos Entrevistados.

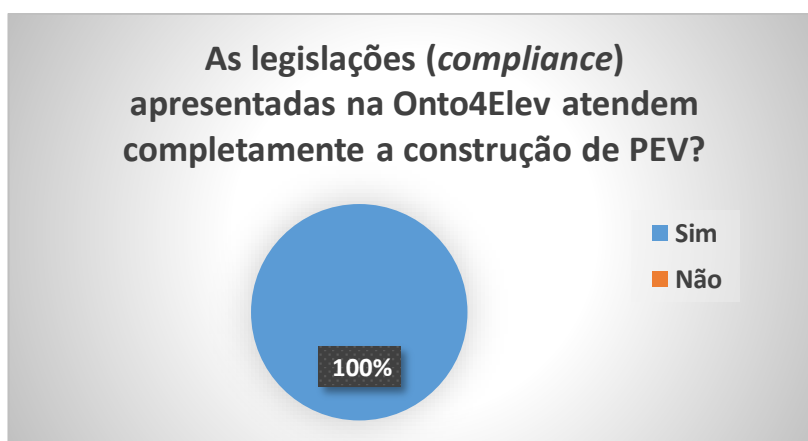


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Parte II – *Compliance* em projetos de PEV

A segunda parte do questionário teve como objetivo levantar se as legislações (*compliance*) incluídas na Onto4Elev já atendia ao que é levado em consideração no desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical. Obtivemos 4 respostas, onde 100% apontaram (conforme a Figura 3 (Apêndice A)) que as legislações apresentadas atendem ao domínio tratado, não havendo nada a acrescentar.

Figura 3 (Apêndice A) – Compliance em projetos de PEV.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Além das legislações apontadas, uma das respostas destacou que pode haver legislação específica, dependendo de exigências específicas dos órgãos estaduais/municipais, como Segur (São Paulo) e GEN (Rio de Janeiro).

Parte III – Características dos Ambientes de Aplicação de PEV

A terceira parte do questionário se propôs a investigar sobre os tipos de ambientes onde podem ser aplicados PEV, tomando por base as subclassificações apresentadas na pergunta, 5 (cinco) entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 100% apontaram outros ambientes que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, para estes que responderam que existem outros ambientes, foi questionado quais seriam esses possíveis ambientes, onde as respostas abordaram:

- Locais públicos
- Bancos
- Supermercados
- Farmácias
- Clínicas
- Restaurantes
- Aeroportos
- Igrejas
- Repartições Públicas

Podemos ainda **perceber a evolução na visão de locais que podem ser considerados no uso de Plataformas de Elevação Vertical, tendo sido eles incorporados a Onto4Elev**, conforme visto na seção 6.2.1.1.

Parte IV – Stakeholders que atuam no desenvolvimento de PEV

No que diz respeito aos *stakeholders* que podem fazer parte de um projeto de desenvolvimento/construção de uma PEV, tomando por base os que foram apresentados na pergunta e buscando verificar quais os profissionais podem auxiliar na elicitação dos requisitos, 4 (quatro) entrevistados responderam a essa questão, onde 3 (três) deles responderam que os propostos inicialmente na Onto4Elev já atendiam a demanda de desenvolvimento de uma PEV. O quarto entrevistado citou alguns outros *stakeholders* que podem fazer parte deste processo, sendo eles:

- Engenheiro Civil;
- Arquiteto.

Diante da sugestão, tais *stakeholders* foram agregados a Onto4Elev, conforme visto na seção 6.2.1.1.

Parte V – Dispositivos elétricos usados na construção de PEV

No que diz respeito aos dispositivos elétricos que podem fazer parte de um projeto de desenvolvimento/construção de uma PEV, tomando por base os que foram apresentados na pergunta, 5 (cinco) entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 1 (um) deles apontou que os sugeridos inicialmente na Onto4Elev já estavam completos. Os outros 4 (quatro) entrevistados responderam que “Sim”, que existem outros dispositivos que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, para estes que responderam que existem outros dispositivos, foi questionado quais seriam esses dispositivos, onde as respostas abordaram:

- Inversor de Frequência;
- Lâmpadas de Led;

- Autosafe;
- Cortina Eletrônica de Segurança;
- Interfone;
- Botão de Emergência.

Para os tipos de dispositivos elétricos, também foi possível, através das respostas do *survey*, tomar conhecimento de alguns outros que podem ser considerados em um processo de desenvolvimento de uma PEV, sendo eles incorporados a Onto4Elev, conforme visto na seção 6.2.1.1.

Parte VI – Componentes mecânicos usados na construção de PEV

No que diz respeito aos componentes mecânicos que podem fazer parte de um projeto de desenvolvimento/construção de uma PEV, tomando por base os que foram apresentados na pergunta, 5 (cinco) entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 3 (três) deles apontaram que os sugeridos inicialmente na Onto4Elev já estavam completos. Um entrevistado respondeu que depende da especificidade do projeto e outro entrevistado respondeu que existem outros componentes mecânicos, sendo eles:

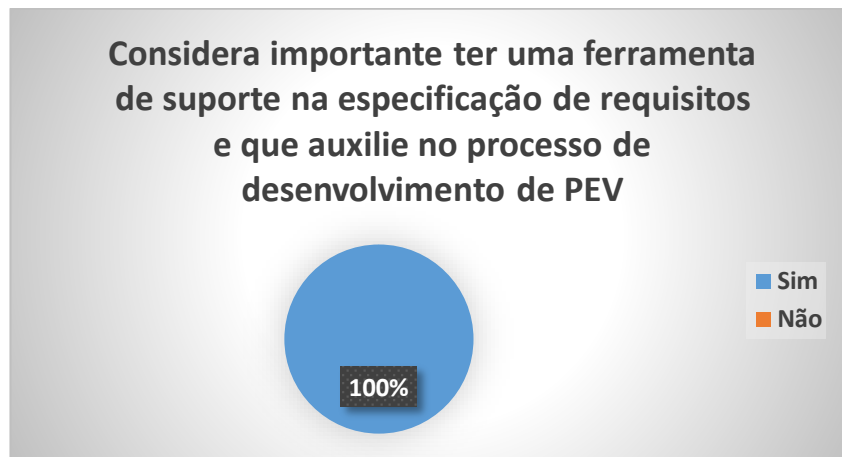
- Pistão Hidráulico;
- Central Hidráulica.

Parte VII – Auxílio para especificação de requisitos que auxilie no processo de desenvolvimento de PEV

Por fim, quando questionados se consideram que seja importante ter um recurso tecnológico, a exemplo de uma ferramenta de suporte na especificação de requisitos e que auxilie no processo de desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical, 7 (sete) entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 100% responderam que “Sim”, que consideram importante ter alguma ferramenta que auxilie nesta atividade, conforme a Figura 4 (Apêndice A). **Isso tende a demonstrar que a maioria daqueles que atuam no desenvolvimento de PEV, consideram ser**

importante a análise de *compliance*, de Requisitos Não Funcionais (NFR) e de requisitos éticos no desenvolvimento de PEV, tendo uma ferramenta que auxilie na atividade de especificação de requisitos.

Figura 4 (Apêndice A) – Considera importante ter uma ferramenta que auxilie no processo de especificação de requisitos no desenvolvimento de PEV.



**APÊNDICE B – MENSAGEM DE SOLICITAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NO
SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL (versão em
português)**

Prezado (a),

Sou o Doutorando Timóteo Gomes da Silva, vinculado ao PPGEE da UFPE e estou desenvolvendo uma pesquisa acadêmica que trata de desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living), Compliance e Requisitos Não Funcionais.

Gostaria de solicitar a sua ajuda na participação de um *Survey*.

O tempo estimado para conclusão é de 12 minutos.

Sua colaboração é extremamente importante para a conclusão do estudo em andamento. A pesquisa pode ser acessada no link abaixo:

LINK DE PESQUISA EM

PORTUGUÊS: <https://www.questionpro.com/t/ATQIUZnlt>

LINK DE PESQUISA EM INGLÊS: <https://www.questionpro.com/t/ATQIUZnovd>

Agradeço a atenção, garantindo o compromisso ético de preservar as informações coletadas por meio da pesquisa aplicada.

Estou à disposição para qualquer informação (timoteogomes@yahoo.com.br)!

Atenciosamente,

A carta convite poderá ser acessada no link:

https://drive.google.com/file/d/1XSZHxTij4vmfsNdiHbjWUc_ccvZtR89o/view?usp=sharing

**APÊNDICE C – MENSAGEM DE SOLICITAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NO
SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL (versão em inglês)**

Dear,

I am the Doctoral Student Timóteo Gomes da Silva, linked to the PPGEE at UFPE and I am developing an academic research that deals with the development of AAL Systems, Compliance and Non-Functional Requirements.

I would like to request your help in participating in this Survey.

Estimated completion time is 12 minutes.

Your collaboration is extremely important to the completion of the ongoing study. The survey can be accessed at the link below:

RESEARCH

LINK: <https://www.questionpro.com/a/TakeSurvey?tt=XVGwXGUkJ7A%3D>

Thank you for your attention, ensuring the ethical commitment to preserving the information collected through applied research.

I am available for any information (timoteogomes@yahoo.com.br)!

Graciously,

The invitation letter can be accessed at the link:

<https://drive.google.com/file/d/1GY0zKflrErI2Xz1pWdQfblUzTm7vVpLo/view?usp=sharing>

**APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DO SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO
DE SISTEMAS AAL (versão em português)**

**Desenvolvimento de sistemas AAL (Ambient Assisted Living) considerando
Compliance e Requisitos Não Funcionais**

1. Você atua em relação a projetos de sistemas AAL como: (pode marcar mais de uma alternativa)
 - Docente
 - Discente
 - Time de Desenvolvimento
 - Usuário Final

2. Qual o seu nível acadêmico?
 - Doutor
 - Mestre
 - Graduado
 - Doutorando
 - Mestrando

3. Há quanto tempo você atua nessa área de sistemas AAL?
 - até 2 anos
 - até 5 anos
 - até 10 anos
 - mais de 10 anos

Levantar os tipos de sistemas AAL

4. A classificação abaixo de sistemas AAL (Ambient Assisted Living) é completa?
 - Sim
 - Não

5. Caso a sua resposta tenha sido "Não" para a pergunta anterior, qual(is) tipo(s) está(ão) faltando?
6. Tomando por base a classificação de sistemas AAL apontados na questão 1, os sistemas desenvolvidos/abordados por você está dentro de qual(is) tipo(s)?

Levantar os elementos de um sistema AAL

7. Além dos Agentes descritos abaixo, existe mais algum que pode fazer parte de um projeto de sistema AAL?
 - Sim
 - Não
8. Caso a sua resposta tenha sido "Sim" para a pergunta anterior, qual(is) agente(s) está(ão) faltando?
9. Além dos Ambientes descritos abaixo, existe mais algum que pode fazer parte de um projeto de sistema AAL?
 - Sim
 - Não
10. Caso a sua resposta tenha sido "Sim" para a pergunta anterior, qual(is) ambiente(s) está(ão) faltando?
11. Além dos Dispositivos descritos abaixo, existe mais algum que pode fazer parte de um projeto de sistema AAL?
 - Sim
 - Não
12. Caso a sua resposta tenha sido "Sim" para a pergunta anterior, qual(is) dispositivo(s) está(ão) faltando?

Compreender (elicitar) os requisitos de *Compliance*

13. *Compliance* é levada em consideração para execução dos seus projetos de sistemas

AAL?

- Sim
- Não

14. Caso a sua resposta tenha sido “Sim” para a pergunta anterior, qual(is) tipo(s) de legislação(ões)/documentações você leva em consideração, dentre os citados abaixo? (Caso não esteja contemplado na Figura, pode informar o tipo de legislação/documentação que você leva em consideração)

15. Quais as referências de legislação você leva em consideração para os seus projetos AAL? (ex.: ISO 5000, Lei 1111/11)

16. Você usa algum formulário para auxiliar no processo de definição dessas legislações?

- Sim
- Não

17. Caso tenha respondido “Sim” para a pergunta anterior, como é esse formulário?

18. Os requisitos associados à *Compliance* são levantados em que momento de um projeto de sistemas AAL?

- Início do desenvolvimento
- No decorrer do desenvolvimento
- No final do desenvolvimento

19. Caso a sua resposta tenha sido “Sim” para a pergunta anterior, quem é o responsável por fazer isso?

20. Você consegue associar as exigências de *Compliance* aos Requisitos Não Funcionais (NFR) (Ex.: Artigo X da norma Y diz respeito ao NFR "Tolerância ao Erro")?

- Sim
- Não

21. Você considera que o não cumprimento de *Compliance* pode ser um dos fatores de insucesso em um projeto de sistema AAL?

- Sim
- Não

Compreender (elicitare) os requisitos não funcionais

22. Os requisitos não funcionais (NFR) são levados em consideração para execução de um projeto de sistemas AAL?

- Sim
- Não

23. Além dos requisitos não funcionais (NFR) ligados a qualidade do produto descritos abaixo, existe mais algum que pode fazer parte de um projeto de sistema AAL?

- Sim
- Não

24. Caso a sua resposta tenha sido "Sim" para a pergunta anterior, qual(is) requisito não funcional ligados a qualidade do produto está(ão) faltando?

25. Em relação aos requisitos não funcionais ligados a qualidade do produto descritos abaixo, assinale aqueles que são considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL?

26. Além dos requisitos não funcionais (NFR) ligados a qualidade do uso descritos abaixo, existe mais algum que pode fazer parte de um projeto de sistema AAL?

- Sim
- Não

27. Caso a sua resposta tenha sido "Sim" para a pergunta anterior, qual(is) requisito não funcional ligados a qualidade do uso está(ão) faltando?

28. Em relação aos requisitos não funcionais ligados a qualidade do uso descritos abaixo, assinale aqueles que são considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL?

29. Você usa algum formulário para auxiliar no processo de definição dos requisitos não funcionais (NFR)?

- Sim
- Não

30. Caso tenha respondido "Sim" para a pergunta anterior, como é esse formulário?

Compreender (elicitare) os requisitos éticos

31. Os requisitos éticos são levados em consideração para execução dos seus projetos de sistemas AAL??

- Sim
- Não

32. Além dos requisitos éticos descritos abaixo, existe mais algum que pode fazer parte de um projeto de sistema AAL?

- Sim
- Não

33. Caso a sua resposta tenha sido "Sim" para a pergunta anterior, qual(is) requisito ético está(ão) faltando?

34. Em relação aos requisitos éticos descritos abaixo, assinale aqueles que são considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observado em qualquer tipo de sistema AAL:

35. Você considera que seja importante a análise de *compliance*, de requisitos não funcionais e de requisitos éticos no desenvolvimento de sistemas AAL?

- Sim
- Não

**APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DO SURVEY SOBRE DESENVOLVIMENTO
DE SISTEMAS AAL (versão em inglês)**

**Development of AAL Systems (Ambient Assisted Living) considering Compliance
and Non-Functional Requirements**

1. You act on AAL system projects as: (you can check more than one alternative)

- Teacher
- student
- Member of the Development Team
- Final user

2. What is your academic level?

- Doctor
- Teacher
- Graduate
- PhD student
- Master's student

3. How long have you been working in this area of AAL systems?

- up to 2 years
- up to 5 years
- up to 10 years
- more than 10 years

Survey the types of AAL systems

4. Is the classification below of AAL (Ambient Assisted Living) systems complete?

- Yes
- No

5. If your answer was “No” to the previous question, which type(s) is(are) missing?
6. Based on the classification of AAL systems indicated in question 1, the systems developed/addressed by you are within which type(s)?

Raise the elements of an AAL system

7. In addition to the Agents described below, are there any other Agents that can be part of an AAL system project?
 - Yes
 - No
8. If your answer was “Yes” to the previous question, which agent(s) is(are) missing?
9. In addition to the Environments described below, are there any more that can be part of an AAL system project?
 - Yes
 - No
10. If your answer was “Yes” to the previous question, which environment(s) is(are) missing?
11. In addition to the Devices described below, are there any more that can be part of an AAL system project?
 - Yes
 - No
12. If your answer was “Yes” to the previous question, which device(s) is(are) missing?

Understand (elicit) Compliance requirements

13. Is compliance taken into account for the execution of your AAL systems projects?

- Yes
- No

14. If your answer was “Yes” to the previous question, which type(s) of legislation(s)/documentation do you consider, among those mentioned below? (If not included in the Figure, you can inform the type of legislation/documentation you consider)

15. Which legislation references do you take into account for your AAL projects? (eg ISO 5000, Law 1111/11)

16. Do you use any form to assist in the process of defining these legislations?

- Yes
- No

17. If you answered “Yes” to the previous question, what is this form like?

18. At what point are the requirements associated with Compliance raised in an AAL systems project?

- Start of development
- In the course of development
- At the end of development

19. If your answer was “Yes” to the previous question, who is responsible for doing this?

20. Can you associate Compliance requirements with Non-Functional Requirements (NFR) (Ex.: Article X of standard Y concerns the NFR "Tolerance to Error")?

- Yes
- No

21. Do you consider that non-compliance with Compliance can be one of the factors of failure in an AAL system project?

- Yes
- No

Understand (elicit) non-functional requirements

22. Are non-functional requirements (NFR) taken into account for the execution of an AAL systems project?

- Yes
- No

23. In addition to the non-functional requirements (NFR) linked to product quality described below, are there any more that can be part of an AAL system design?

- Yes
- No

24. If your answer was “Yes” to the previous question, which non-functional requirement related to the quality of the product is (are) missing?

25. In relation to the non-functional requirements related to product quality described below, tick those that are considered most critical and that cannot be overlooked in any type of AAL system?

26. In addition to the non-functional requirements (NFR) linked to quality of use described below, are there any more that can be part of an AAL system design?

- Yes
- No

27. If your answer was “Yes” to the previous question, which non-functional requirement related to quality of use is (are) missing?

28. In relation to the non-functional requirements related to quality of use described below, tick those that are considered most critical and that cannot be overlooked in any type of AAL system?

29. Do you use any forms to assist in the process of defining non-functional requirements (NFR)?

- Yes
- No

30. If you answered “Yes” to the previous question, what is this form like?

Understand (elicit) ethical requirements

31. Are ethical requirements taken into account for the execution of your AAL systems projects??

- Yes
- No

32. In addition to the ethical requirements described below, are there any more that can be part of an AAL system design?

- Yes
- No

33. If your answer was “Yes” to the previous question, which ethical requirement(s) is(are) missing?

34. In relation to the ethical requirements described below, tick those that are considered most critical and that cannot be overlooked in any type of AAL system

35. Do you consider that the analysis of compliance, non-functional requirements and ethical requirements is important in the development of AAL systems?

- Yes
- No

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DO SURVEY COM ESPECIALISTAS DE PEV

Validação de elementos para Plataforma de Elevação Vertical

1. Qual a função que você exerce na empresa?
2. Além das normas contidas na imagem abaixo, existe mais alguma legislação que é levada em consideração no desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical? Caso sim, aponte qual seria.
3. Além dos ambientes contidos na imagem abaixo, existe mais algum onde pode ser aplicado o uso de uma Plataforma de Elevação Vertical? Caso sim, aponte qual seria.
4. Além dos *stakeholders* (interessados) contidos na imagem abaixo, existe mais algum que é levado em consideração no desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical? Caso sim, aponte qual seria.
5. Além dos dispositivos elétricos contidos na imagem abaixo, existe mais algum que é levado em consideração no desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical? Caso sim, aponte qual seria.
6. Além dos componentes mecânicos contidos na imagem abaixo, existe mais algum que é levado em consideração no desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical? Caso sim, aponte qual seria.
7. Você considera importante ter um recurso tecnológico, a exemplo de uma ferramenta de suporte na especificação de requisitos e que auxilie no processo de desenvolvimento/fabricação/construção de uma Plataforma de Elevação Vertical?

APÊNDICE G – GLOSSÁRIO DE TERMOS

Nome	Descrição	Tipo
AceitacaoUso	caracteriza um componente ou sistema que satisfaz as condições para ser aceito e utilizado pelo usuário final	Conceito
Acessibilidade	grau em que um produto ou sistema pode ser usado por pessoas com a mais ampla gama de características e capacidades para atingir um objetivo específico em um contexto de uso específico	Conceito
AcompanhanteDomestico	pessoa física que é designada para acompanhar um idoso/PNE	Conceito
Adaptabilidade	grau em que um produto ou sistema pode ser eficaz e eficientemente adaptado para <i>hardware</i> , <i>software</i> ou outros ambientes operacionais ou de uso diferentes ou em evolução	Conceito
Adaptatividade	é a capacidade do <i>software</i> de modificar seu próprio comportamento em resposta a mudanças em seu ambiente operacional	Conceito

Adequacao	grau em que os usuários podem reconhecer se um produto ou sistema é apropriado para suas necessidades	
AdequacaoFuncional	grau em que as funções facilitam a realização de tarefas e objetivos especificados	Conceito
Aeroportos	conjunto das instalações preparadas para o tráfego das linhas de transportes aéreos	Conceito
AgenteEntretenimento	pessoa física que é designada para entreter idoso/PNE	Conceito
Ambiente	meio em que vive o usuário final	Conceito
AmbienteExterno	espaço aberto	Conceito
AmbienteTrabalho	ambiente onde o usuário final executa suas atividades laborais	Conceito
Analisabilidade	grau de eficácia e eficiência com o qual é possível avaliar o impacto em um produto ou sistema de uma mudança pretendida em uma ou mais de suas partes, ou diagnosticar um produto quanto a deficiências ou causas de falhas, ou identificar partes para ser modificado	Conceito
Aprendizagem	grau em que um produto ou sistema permite ao usuário aprender como usá-lo com	Conceito

	eficácia, eficiência em situações de emergência	
AptidaoFuncional	descreve o grau em que um produto ou sistema fornece funções que atendem às necessidades declaradas e implícitas quando usado sob condições especificadas	Conceito
Arquiteto	profissional da arte de construir que idealiza, planeja, especifica materiais e elabora os desenhos de um espaço ou obra arquitetônica	Conceito
Asilo	instituição de assistência social onde são abrigados para sustento de idosos	Conceito
AssistenciaAlimentar	sistema AAL do tipo assistência alimentar, auxiliando o usuário final nas atividades de alimentação	Conceito
AssistenciaBancaria	sistema AAL do tipo assistência bancária, auxiliando o usuário final nas atividades bancárias	Conceito
AssistenciaBeber	sistema AAL do tipo assistência para beber, auxiliando o usuário final nas atividades de ingestão de líquidos	Conceito
AssistenciaCompras	sistema AAL do tipo assistência de compras, auxiliando o usuário final nas atividades de compras	Conceito

AssistenciaCulinaria	sistema AAL do tipo assistência para culinária, auxiliando o usuário final nas atividades de preparo de refeições	Conceito
AssistenciaCurativo	sistema AAL do tipo assistência para curativos, auxiliando o usuário final nas atividades de preparo de curativos	Conceito
AssistenciaExternaAutonomia	sistema AAL do tipo assistência externa que auxilia na melhoria de autonomia do usuário final	Conceito
AssistenciaExternaConforto	sistema AAL do tipo assistência externa que auxilia na melhoria de conforto do usuário final	Conceito
AssistenciaExternaEmergencia	sistema AAL do tipo assistência externa que auxilia no tratamento de emergências de saúde do usuário final	Conceito
AssistenciaInternaAutonomia	sistema AAL do tipo assistência interna que auxilia na melhoria de autonomia do usuário final	Conceito
AssistenciaInternaConforto	sistema AAL do tipo assistência interna que auxilia na melhoria de conforto do usuário final	Conceito
AssistenciaInternaEmergencia	sistema AAL do tipo assistência interna que auxilia	Conceito

	no tratamento de emergências de saúde do usuário final	
AssistenciaLimpeza	sistema AAL do tipo assistência para limpeza, auxiliando o usuário final nas atividades de limpeza do ambiente	Conceito
AssistenciaMedicamentosa	sistema AAL do tipo assistência medicamentosa, auxiliando o usuário final nas atividades de tomar remédios	Conceito
AssistenciaViagem	sistema AAL do tipo assistência para viagens, auxiliando o usuário final nas atividades associadas a viagem	Conceito
Atuador	dispositivo de uma máquina que faz a movimentações ou o controle de cargas e mecanismos	Conceito
Autenticidade	grau em que se pode provar que a identidade de um assunto ou recurso é a reivindicada	Conceito
Autosafe	mecanismo que funciona como trava	Conceito
Bancos	estabelecimento de crédito, estatal ou particular, que tem como finalidade o comércio do dinheiro, a sua guarda ou empréstimo, movimentação de títulos e outros	Conceito

Banheiro	local público ou privado, equipado com vaso sanitário; toalete, sanitário	Conceito
Barreira	dispositivo ou conjunto disposto para prover proteção contra queda	Conceito
Botao	dispositivo de comando, que tem como função ligar/desligar a carga de um circuito, a partir de um acionamento manual	Conceito
BotaoEmergencia	dispositivo acionador, colocado em um local visível na máquina ou próximo a ela, sempre ao alcance do operador e que, quando acionados, têm a finalidade de parar o movimento da máquina, desabilitando seu comando.	Conceito
Braile	instrumento que pode fornecer maior segurança para as pessoas com deficiência visual, permitindo o acionamento de botões e leitura de placas indicativas/sinalização	Conceito
CaixaEnclausurada	caixa na qual o espaço é completamente limitado pelo fundo do poço e um invólucro sólido e/ou portas de pavimento atingindo uma altura acima da posição mais	Conceito

	alta do invólucro da plataforma	
CaixaSom	caixa construída contendo uma abertura para um amplificador sonoro (ou alto-falante), melhorando a reprodução sonora	Conceito
Camera	aparelho usado para tirar fotografias e/ou filmar	Conceito
Capacidade	grau em que os limites máximos do produto ou sistema, parâmetro atendem aos requisitos	Conceito
Casa	construção destinada a habitação	Conceito
CasaGeriatrica	local destinado a pacientes com mais de 60 anos e em regime de internato, fornecendo cuidados médicos, fisioterápicos e de enfermagem, além de serviços de apoio terapêutico e nutricional	Conceito
causaImpactoNegativo	associação que relaciona RequisitoNaoFuncional a RequisitoFuncional . Essa associação pode definir se um requisito causa impacto negativo em outro requisito.	Relação
causaImpactoNegativo	associação que relaciona RequisitoNaoFuncional a RequisitoFuncional . Essa associação pode definir se um	Relação

	requisito causa impacto negativo em outro requisito.	
causaImpactoPositivo	associação que relaciona <i>RequisitoNaoFuncional</i> a <i>RequisitoFuncional</i> . Essa associação pode definir se um requisito causa impacto positivo em outro requisito.	Relação
causaImpactoPositivo	associação que relaciona <i>RequisitoNaoFuncional</i> a <i>RequisitoFuncional</i> . Essa associação pode definir se um requisito causa impacto positivo em outro requisito.	Relação
CentralHidraulica	equipamento que oferece força e movimento para equipamentos, através de meios líquidos pressurizados, proporcionando controle de velocidade, e alta pressão no deslocamento da força	Conceito
ChaveLimitadoraPercurso Final	interruptor elétrico de segurança, operado positiva e mecanicamente pela plataforma de elevação no evento de sobrepercurso	Conceito
Chaveta	peça de ferro que, na extremidade do eixo, serve para fixar a roda	Conceito
ClienteCorporativo	representação de uma empresa que é designada como cliente	Conceito
ClientePessoal	pessoa física que é designada como cliente	Conceito

Clinicas	local onde é exercida a atividade de medicina, e por extensão, de outros profissionais da área da saúde, atividades estas que envolvem cuidado, promoção de saúde, prevenção e/ou terapia pós dano ou pós adoecimento, envolvendo escuta, diagnóstico e orientação/tratamento	Conceito
CoberturaContexto	grau em que um produto ou sistema pode ser usado com eficácia, eficiência, isenção de riscos e satisfação em contextos de uso especificados e em contextos além daqueles inicialmente explicitamente identificados	Conceito
Coexistencia	grau em que um produto pode executar suas funções necessárias de forma eficiente enquanto compartilha um ambiente e recursos comuns com outros produtos, sem impacto prejudicial sobre qualquer outro produto	Conceito
ComandoPorVoz	controle de funções através do comando vocal	Conceito
Compatibilidade	grau em que um produto, sistema ou componente pode trocar informações com outros	Conceito

	produtos, sistemas ou componentes e/ou executar suas funções necessárias, enquanto compartilha o mesmo ambiente de <i>hardware</i> ou <i>software</i>	
CompleitudeContexto	grau em que um produto ou sistema pode ser usado com eficácia, eficiência, isenção de riscos e satisfação em todos os contextos de uso especificados	Conceito
CompleitudeFuncional	grau em que o conjunto de funções cobre todas as tarefas especificadas e os objetivos do usuário	Conceito
<i>Compliance</i>	conjunto de ações ou procedimentos que visam verificar o cumprimento de leis, regulamentos, normas ou padrões estabelecidos	Conceito
ComponentesMecanicos	componentes da parte mecânica do sistema AAL	Conceito
ComportamentoTempo	grau em que os tempos de resposta e processamento e as taxas de produtividade de um produto ou sistema, ao executar suas funções, atendem aos requisitos	Conceito
Confiabilidade	é o grau em que um sistema, produto ou componente executa funções especificadas sob condições especificadas	Conceito

	por um período de tempo especificado	
ConfiancaSeguranca	grau em que um usuário ou outra parte interessada tem confiança de que um produto ou sistema é seguro	Conceito
ConfiancaUso	grau em que um usuário ou outra parte interessada tem confiança de que um produto ou sistema se comportará como pretendido	Conceito
Confidencialidade	grau em que o sistema garante que os dados sejam acessíveis apenas àqueles autorizados a ter acesso	Conceito
Conforto	grau em que o usuário está satisfeito com o conforto físico	Conceito
Contactorele	dispositivo operado eletromagneticamente, de capacidade adequada para comutação de um circuito elétrico	Conceito
contem	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>ComponentesMecanicos</i>	Relação
contem	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>ComponentesMecanicos</i>	Relação
CorrecaoFuncional	grau em que as funções fornecem os resultados corretos com o grau de precisão necessário	Conceito

Corrente	corrente de transmissão simples ou dupla que, se usada como parte de um sistema acionador, tanto transmite movimento rotativo de um eixo a outro quanto transmite movimento diretamente à plataforma	Conceito
CorrenteGuiada	corrente que pode ser tanto fixa como móvel e que é completamente guiada ao longo de todo o seu comprimento de tal forma que transmite uma carga tanto comprimida como tensionada	Conceito
CortinaEletronicaSeguranca	equipamento optoeletrônicos com certificação de segurança, utilizado para a supervisão de áreas com zona de risco ou perigo aos operadores	Conceito
CremalheiraAcionamento	tira incorporando dentes especialmente formados com os quais um pinhão acionador pode engrenar para formar um meio de acionamento positivo	Conceito
Cuidador	pessoa física que é designada para cuidar de um idoso/PNE	Conceito
deConfidencialidade	termo de confidencialidade ligado a <i>compliance</i> do fabricante do sistema AAL	Conceito
Decretos	norma de autoria do chefe do Executivo, para regulamentar	Conceito

	lei existente, que tem vigência imediata	
define	associação que relaciona um <i>Stakeholder</i> a um <i>Requisito</i>	Relação
Definicao	definição do Normativo	Conceito
DependenciaNorma	Normas às quais a outra legislação é dependente	Conceito
deResponsabilidade	termo de responsabilidade ligado a <i>compliance</i> do fabricante do sistema AAL	Conceito
DeteccaoExternaEmergencia	sistema AAL que auxilia na detecção de emergências externas associada a saúde do usuário final	Conceito
DeteccaoInternaEmergencia	sistema AAL que auxilia na detecção de emergências internas associada a saúde do usuário final	Conceito
Display	dispositivo para a apresentação de informação, de modo visual e/ou tátil	Conceito
Disponibilidade	grau em que um produto ou sistema está operacional e acessível quando necessário para uso	Conceito
DispositivoBloqueioMecanico	dispositivo que, quando fixado em posição, garante um espaço mínimo de segurança abaixo da plataforma, com a finalidade de manutenção e inspeção	Conceito

DispositivoControle Plataforma	conjunto de componentes elétricos que controlam o movimento da plataforma	Conceito
DispositivoEletrico	conjunto de componentes elétricos que podem fazer parte de um sistema AAL	Conceito
DispositivoVestivel	tecnologias que se apresentam na forma de dispositivos iguais ou similares a peças de roupa ou equipamentos vestíveis	Conceito
éContidoPor	associação que relaciona <i>ComponentesMecanicos</i> a <i>SistemasAAL</i>	Relação
Educador	profissional responsável por coordenar, na relação com o outro, os processos de ensino e aprendizagem	Conceito
Eficacia	precisão e integridade com que os usuários atingem os objetivos especificados	Conceito
Eficiencia	recursos gastos em relação à precisão e completude com que os usuários atingem os objetivos	Conceito
EficienciaDesempenho	está relacionada com a quantidade de recursos utilizados em condições estabelecidas	Conceito
éImpactadoNegativamentePor	associação que relaciona os impactos negativos entre os requisitos	Relação

éImpactadoPositivamentePor	associação que relaciona os impactos positivos entre os requisitos	Relação
éInfluenciadoPor	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>Compliance</i>	Relação
éInfluenciadoPor	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>Compliance</i>	Relação
Empregador	pessoa física/jurídica que contrata um profissional	Conceito
EngenheiroCivil	profissional responsável pelo processo de construção de edifícios, casas, viadutos, túneis e barragens	Conceito
EngenheiroMecanico	profissional responsável pela construção e o desenvolvimento de projetos de sistemas mecânicos	Conceito
Engrenagem	conjunto de peças dentadas usadas para imprimir movimento a eixos rotativos de máquina	Conceito
EntradaPrincipal	entrada principal de uma construção	Conceito
éUsadoPor	associação que relaciona <i>Hardware</i> a <i>SistemasAAL</i>	Relação
éEstabelecido	associação que relaciona <i>Requisito</i> a <i>SistemasAAL</i>	Relação
EspecificacaoRequisitos	documento de especificação de requisitos do projeto do sistema AAL, estando ligado a <i>compliance</i>	Conceito

temRequisito	associação que relaciona Compliance ao recurso Requisito	Relação
EsteticaInterfaceUsuario	grau em que uma interface do usuário permite uma interação agradável e satisfatória para o usuário	Conceito
Fabricante	empresa responsável pela fabricação do sistema AAL	Conceito
Familiar	pessoa física que é membro da família de um idoso/PNE	Conceito
Farmacias	estabelecimento onde se vendem medicamentos (industrializados ou de manipulação), substâncias para uso terapêutico, produtos, objetos e instrumentos de higiene, toalete e perfumaria	Conceito
Flexibilidade	grau em que um produto ou sistema pode ser usado com eficácia, eficiência, isenção de riscos e satisfação em contextos além daqueles inicialmente especificados nos requisitos	Conceito
foiDefinidoPor	associa um Requisito ao Stakeholder que o define	Relação
foiEstabelecidoPor	associa um Requisito ao Compliance que o define	Relação
FreioSeguranca	dispositivo mecânico para parada e manutenção da plataforma no estado	Conceito

	estacionário nas guias no evento de sobrevelocidade no sentido de descida ou quebra da suspensão	
FusoAccionador	componente acionador roscado externamente que age em conjunto com uma porca de acionamento	Conceito
Guias	componentes que direcionam o trajeto da plataforma	Conceito
HabitacoesMedicas	local de alojamento para pessoas idosas dependentes, possuindo uma infraestrutura (de equipamentos e profissionais de saúde) para atendimento médico (consultas, exames e internação) no próprio local	Conceito
<i>Hardware</i>	equipamento físico usado para processar, armazenar ou transmitir programas ou dados de computador	Conceito
Hospital	estabelecimento próprio para internação e tratamento de doentes ou de ferido	Conceito
Idoso	indivíduo com 60 anos ou mais	Conceito
Igrejas	local de culto de um grupo de pessoas	Conceito
ImpactaPositivamente	associação que relaciona <i>RequisitoNaoFuncional</i> a <i>SistemasAAL</i> . Essa associação pode definir se um	Relação

	requisito não funcional causa impacto positivo em um sistema AAL.	
influencia	associação que relaciona <i>Compliance</i> a <i>Requisito</i>	Relação
Instalabilidade	grau de eficácia e eficiência em que um produto ou sistema pode ser instalado e/ou desinstalado com sucesso em um ambiente especificado	Conceito
InstituicaoEnsino	local onde há estruturas sociais voltadas para a educação	Conceito
InstituicaoLongaPermanencia Idosos	local que abriga, coletivamente, idosos com 60 anos ou mais, mas que não há a prestação de serviços médicos	Conceito
InstrucoesNormativas	ato normativo expedido por uma autoridade com competência estabelecida ou delegada para normatizar a matéria, no sentido de disciplinar a execução de lei, decreto ou regulamento, sem, no entanto, transpor ou inovar em relação à norma que complementa	Conceito
IntegranteTimeDev	qualquer profissional que faça parte da equipe de desenvolvimento do sistema AAL	Conceito

Integridade	grau em que um sistema, produto ou componente impede o acesso não autorizado ou a modificação de programas ou dados de computador	Conceito
Interfone	sistema de telefonia interna que interliga unidades diversas de um mesmo complexo	Conceito
Internacional	classificação de legislação do tipo internacional	Conceito
Interoperabilidade	grau em que dois ou mais sistemas, produtos ou componentes podem trocar informações e usar as informações que foram trocadas	Conceito
InterruptorAfrouxamento CaboCorrente	interruptor ou combinação de interruptores, planejado de forma a parar a plataforma de elevação se qualquer cabo de suspensão ou corrente afrouxar	Conceito
InterruptorParada	interruptor ou combinação de interruptores, planejado de forma a trazer a plataforma de elevação à parada automática no, ou próximo ao, pavimento	Conceito
InterruptorSeguranca	chave elétrica que incorpora um ou mais contatos de segurança	Conceito

InversorFrequencia	dispositivo elétrico/eletrônico cuja função é proporcionar um controle mais avançado nos motores	Conceito
ISO	normatização internacional (International Organization for Standardization) de condutas e processos em organizações e entidades públicas, nos mais diferentes segmentos no mercado	Conceito
LampadasLed	dispositivo eletrônico que gera luz ao mesmo tempo que consome pouca energia	Conceito
Legislacao	subclassificação de <i>compliance</i> , sendo o conjunto de normas jurídicas sobre uma matéria	Conceito
Leis	norma escrita que emana da autoridade soberana de uma dada sociedade e impõe a todos os indivíduos a obrigação de submeter-se a ela sob pena de sanções	Conceito
LimitadorVelocidade	dispositivo que, quando a plataforma de elevação atinge uma velocidade predeterminada, causa a sua parada pelo acionamento do freio de segurança	Conceito
LivreRisco	é o grau em que um produto ou sistema mitiga o risco potencial ao status econômico,	Conceito

	à vida humana, à saúde ou ao meio ambiente	
LocaisPublicos	são os lugares administrados pelo governo e pertencem à população	Conceito
LojaProdutosEspecializados	tipo de loja que oferece seus produtos para um nicho específico	Conceito
Manutenabilidade	grau de eficácia e eficiência com que um produto ou sistema pode ser modificado pelos mantenedores	Conceito
Maturidade	grau em que um sistema, produto ou componente atende às necessidades de confiabilidade em operação normal	Conceito
MitigacaoRiscoAmbiental	grau em que um produto ou sistema mitiga o risco potencial à propriedade ou ao meio ambiente nos contextos de uso pretendidos	Conceito
MitigacaoRiscoEconomico	grau em que um produto ou sistema mitiga o risco potencial à situação financeira, operação eficiente, propriedade comercial, reputação ou outros recursos nos contextos de uso pretendidos	Conceito
MitigacaoRiscoSocial	risco de reputação que pode prejudicar o capital social de uma empresa, podendo gerar	Conceito

	poluição ambiental, perigos para a saúde humana, segurança e proteção e ameaças à biodiversidade e ao patrimônio cultural	
MitigacaoRiscosSaude Seguranca	grau em que um produto ou sistema mitiga o risco potencial para as pessoas nos contextos de uso pretendidos	Conceito
Mobilidade	designa qualquer meio de transporte em movimento, sendo um ambiente para aplicação do sistema AAL	Conceito
Modificabilidade	grau em que um produto ou sistema pode ser eficaz e eficientemente modificado sem introduzir defeitos ou degradar a qualidade do produto existente	Conceito
Modularidade	grau em que um sistema ou programa de computador é composto de componentes discretos, de modo que uma alteração em um componente tenha impacto mínimo em outros componentes	Conceito
Nacional	classificação de legislação do tipo internacional	Conceito
NaoRepudio	grau em que ações ou eventos podem ser comprovados, de modo que os eventos ou ações não possam ser repudiados posteriormente	Conceito

NBR	normatização brasileira (Norma Brasileira) de condutas e processos em organizações e entidades públicas, nos mais diferentes segmentos no mercado	Conceito
NormasExternas	subclassificação de <i>compliance</i> , sendo procedimentos definidos por autoridade externa e que são necessários para que o fabricante de um sistema AAL demonstre que seu produto foi construído atendendo aos requisitos	Conceito
NormatizacaoComiteEtica Pesquisa	termo de normatização comitê de ética e pesquisa ligado a <i>compliance</i> do fabricante do sistema AAL	Conceito
Numero	número da Norma	Conceito
OperabilidadeUsuario	grau em que um produto ou sistema é fácil de operar, controlar e apropriado para usar	Conceito
Operador	pessoa física responsável pela operação do sistema AAL	Conceito
Pareceres	documento legal usado para o embasamento de uma decisão judicial	Conceito
Pinhao	roda que apresenta dentes fresados especialmente projetados para engrenar com aqueles de rodas dentadas	Conceito

	similares ou cremalheiras, usada para transmitir movimento relativo	
PistaoHidraulico	peça integrante dos cilindros e bombas, que têm a função de realizar movimentos conforme a pressão de um fluido, proporcionando a transmissão da força necessária para o equipamento	Conceito
PNE	pessoa física portadora de necessidade especial	Conceito
Politica	conjunto de medidas	Conceito
PolíticasNormasInternas	subclassificação de <i>compliance</i> , contendo políticas, termos e normas internas do fabricante do sistema AAL	Conceito
Porca	componente anular de rosca interna	Conceito
PorcaAcionamento	componente anular de rosca interna que age em conjunto com um fuso para reproduzir o movimento linear da plataforma	Conceito
PorcaSeguranca	componente anular roscado internamente, usado em conjunto com um(a) fuso/porca acionador(a)	Conceito
Portabilidade	grau de eficácia e eficiência com que um sistema, produto ou componente pode ser transferido de um <i>hardware</i> ,	Conceito

	<i>software</i> ou outro ambiente operacional ou de uso para outro	
Portarias	subclassificação de <i>compliance</i> , sendo um ato administrativo de qualquer autoridade pública, que contém instruções acerca da aplicação de leis ou regulamentos, recomendações de caráter geral, normas de execução de serviço ou qualquer outra determinação da sua competência	Conceito
usaH	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> ao recurso <i>Hardware</i>	Relação
Prazer	grau em que um usuário obtém prazer em satisfazer suas necessidades pessoais	Conceito
PrevencaoExternaEmergencia	sistema AAL que auxilia na prevenção de emergências externas associada a saúde do usuário final	Conceito
PrevencaoInternaEmergencia	sistema AAL que auxilia na prevenção de emergências internas associada a saúde do usuário final	Conceito
PrevisaoExternaEmergencia	sistema AAL que auxilia na previsão de emergências externas associada a saúde do usuário final	Conceito

PrevisaoInternaEmergencia	sistema AAL que auxilia na previsão de emergências internas associada a saúde do usuário final	Conceito
PrivacidadeDados	grau de proteção de informações e dados dos usuários	Conceito
PrivacidadeNoUso	grau de privacidade no uso do sistema AAL, evitando situações indesejadas	Conceito
ProfissionalSaude	pessoa física que exerce atividade profissional na área de saúde	Conceito
ProtecaoContraErrosUsuario	grau em que um produto ou sistema protege os usuários contra erros	Conceito
ProtetorSoleira	componente vertical liso que se estende para baixo da soleira do pavimento ou da entrada da plataforma	Conceito
Quarto	cômodo qualquer de um edifício que costuma ser usado como dormitório	Conceito
Rastreabilidade	grau em que é possível estabelecer uma relação entre dois ou mais produtos de trabalho	Conceito
Recipiente	caixa ou qualquer outro objeto que possa conter algum líquido, gás ou qualquer objeto.	Conceito
Recuperabilidade	grau em que, em caso de interrupção ou falha, um	Conceito

	produto ou sistema pode recuperar os dados diretamente afetados e restabelecer o estado desejado do sistema	
ReparticoesPublicas	local onde está instalada um órgão do serviço público	Conceito
Requisito	descreve uma funcionalidade do sistema e envolve requisitos funcionais e não funcionais	Conceito
RequisitoEtico	descreve as restrições do sistema associadas as questões éticas	Conceito
RequisitoFuncional	descreve uma função do sistema ao nível de <i>hardware</i> e <i>software</i>	Conceito
RequisitoNaoFuncional	descreve as restrições do sistema	Conceito
Resolucoes	subclassificação de <i>compliance</i> , sendo uma norma jurídica que regula matérias da competência privativa da Casa Legislativa ou do Congresso Nacional, de carácter político, processual, legislativo ou administrativo	Conceito
Responsabilidade	grau em que as ações de uma entidade podem ser atribuídas exclusivamente à entidade fabricante do sistema AAL	Conceito
ResponsabilidadeSocial Ambiental	critérios de responsabilidade que uma empresa, ou	Conceito

	organização tem com a sociedade e com o meio ambiente além das obrigações legais e econômicas do fabricante do sistema AAL	
Restaurantes	estabelecimento comercial onde se preparam e servem comidas	Conceito
Reutilizacao	grau em que um ativo pode ser usado em mais de um sistema ou na construção de outros ativos	Conceito
RodaDentada	roda provida de dentes fresados especialmente projetados para engrenar em uma corrente	Conceito
Rolamento	elemento de transmissão mecânica que funciona como um apoio para a rotação de determinada carga, facilitando a locomoção desse objeto	Conceito
SalaEstar	cômodo qualquer de um edifício destinado, ordinariamente, à recepção de visitas	Conceito
SalaJantar	cômodo qualquer de um edifício destinado, ordinariamente, ao consumo de alimentos de forma coletiva	Conceito
Satisfacao	é o grau em que as necessidades do usuário são satisfeitas quando um produto	Conceito

	ou sistema é usado em um contexto de uso específico	
Seguranca	é o grau em que um sistema protege informações e dados para que pessoas ou outros produtos ou sistemas tenham o grau de acesso aos dados apropriado para seus tipos e níveis de autorização	Conceito
SegurancaCorporativa	conjunto de medidas de segurança empresarial e de governança corporativa, destinadas a proteger os ativos tangíveis e intangíveis de uma Corporação, contra ameaças decorrentes de ações intencionais ou acidentais, visando garantir a continuidade dos negócios do fabricante do sistema AAL	Conceito
Sensor	componente físico que fornece informações atualizadas sobre o contexto em que o sistema está sendo executado	Conceito
SensorAgua	tipo de sensor para detecção de água	Conceito
SensorFumaca	tipo de sensor para detecção de fumaça	Conceito
SensorGas	tipo de sensor para detecção de gás	Conceito

SensorPorta	tipo de sensor para detecção de abertura e fechamento de porta	Conceito
SensorTemperatura	tipo de sensor para detecção de temperatura	Conceito
ServicosAcompanhamento	sistema AAL do tipo serviço de acompanhamento, acompanhando o usuário final em dada atividade	Conceito
ServicosApoioAtividades Profissionais	sistema AAL do tipo serviço de apoio as atividades profissionais do usuário final	Conceito
ServicosApoioEducacional	sistema AAL do tipo serviço de apoio as atividades educacionais do usuário final	Conceito
ServicosConforto	sistema AAL do tipo serviços associados a atividades que proporcionam um melhor conforto para o usuário final	Conceito
ServicosEncontrarCoisas	sistema AAL do tipo serviço de auxílio para encontrar coisas	Conceito
ServicosInformacaoLazer	sistema AAL do tipo serviço de auxílio para obter informações e ajuda nas atividades de lazer	Conceito
ServicosLogisticos	sistema AAL do tipo serviço de auxílio logístico	Conceito
ServicosMelhoriaAutonomia	sistema AAL do tipo serviços associados a atividades que proporcionam uma melhoria na autonomia do usuário final	Conceito

ServicosTratamento Emergencia	sistema AAL do tipo serviços associados a atividades que auxiliam nas atividades de emergência de saúde do usuário final	Conceito
Sinalizacao	elementos que auxiliam na sinalização de um ambiente/dispositivo/comand o	Conceito
SistemasAAL	tecnologias assistivas podem influenciar positivamente a saúde e a qualidade de vida das pessoas	Conceito
Smartphone	telefone móvel ou celular que utiliza de um sistema operacional e funciona como um pequeno computador	Conceito
<i>Software</i>	sequência de instruções escritas para serem interpretadas com o objetivo de executar tarefas específicas. É a parte lógica responsável por mandar instruções para o <i>hardware</i>	Conceito
Sonora	sinalização do tipo sonora	Conceito
<i>Stakeholder</i>	qualquer entidade (pessoa física ou organizacional) que define os requisitos	Conceito
Substituibilidade	grau em que um produto pode substituir outro produto de <i>software/hardware</i> especificado para o mesmo propósito no mesmo ambiente	Conceito

Supermercados	estabelecimento comercial de autosserviço onde se exibem à venda mercadorias variadas (gêneros alimentícios, artigos para limpeza doméstica e higiene pessoal, bebidas, artigos para a casa, etc)	Conceito
Switches	dispositivo mecânico que completa (fecha) ou interrompe (abre) o caminho de corrente em um circuito	Conceito
temRequisito	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>Requisito</i>	Relação
Testabilidade	grau de eficácia e eficiência com o qual os critérios de teste podem ser estabelecidos para um sistema, produto ou componente e os testes podem ser realizados para determinar se esses critérios foram atendidos	Conceito
Titulo	título da Norma	Conceito
ToleranciaErro	grau em que um sistema, produto ou componente opera conforme pretendido, apesar da presença de falhas de <i>hardware</i> ou <i>software</i>	Conceito
usa	associação que relaciona <i>Ambiente</i> a <i>SistemasAAL</i>	Relação
Usabilidade	grau em que um sistema pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com	Conceito

	eficácia, eficiência e satisfação do usuário em um contexto de uso especificado	
usadoEm	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>Ambiente</i>	Relação
UsuarioFinal	Pessoa (idoso/portador de necessidades especiais) que utilizará o sistema AAL desenvolvido	Conceito
Utilidade	garante que o usuário final fique satisfeito com os resultados e consequências obtidos com o uso dos sistemas	Conceito
utiliza	associação que relaciona <i>SistemasAAL</i> a <i>Software</i>	Relação
UtilizacaoRecursos	grau em que as quantidades e tipos de recursos utilizados por um produto ou sistema, ao executar suas funções, atendem aos requisitos	Conceito
Valvula	dispositivo para regular o movimento de um fluido	Conceito