



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

MAURICIO MANOEL COELHO JUNIOR

NFR-DRIVEN DEVELOPMENT: framework para especificação de requisitos de usabilidade e aceitabilidade em ambientes de vida assistida baseado em requisitos legais e experiência de stakeholders

Recife

2023

MAURICIO MANOEL COELHO JUNIOR

NFR-DRIVEN DEVELOPMENT: framework para especificação de requisitos de usabilidade e aceitabilidade em ambientes de vida assistida baseado em requisitos legais e experiência de stakeholders

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: Profa. Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

Coorientador: Prof. Dr. Timóteo Gomes da Silva.

Recife

2023

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

C672n

Coelho Junior, Mauricio Manoel.

NFR-driven development: framework para especificação de requisitos de usabilidade e aceitabilidade em ambientes de vida assistida baseado em requisitos legais e experiência de *stakeholders* / Mauricio Manoel Coelho Junior – 2023.

224 f.: il., figs., tabs., abrev. e siglas.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

Coorientador: Prof. Dr. Timóteo Gomes da Silva.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, 2022.

Inclui Referências e Apêndices.

1. Engenharia Elétrica. 2. Ambientes de vida assistida. 3. Desenvolvimento orientado por requisitos não funcionais. 4. Ambientes inteligentes. 5. Tecnologia assistiva. 6. Inclusão Digital. I. Alencar, Fernanda Maria Ribeiro de (Orientadora). II. Silva, Timóteo Gomes da (Coorientador). III. Título.

UFPE

621.3 CDD (22. ed.)

BCTG/2023-234

MAURICIO MANOEL COELHO JUNIOR

NFR-DRIVEN DEVELOPMENT: framework para especificação de requisitos de usabilidade e aceitabilidade em ambientes de vida assistida baseado em requisitos legais e experiência de stakeholders

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.

Aprovado em: 30 / 08 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Participação por videoconferência

Profa. Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência

Prof. Dr. Marco Aurelio Benedetti Rodrigues (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência

Profa. Dra. Marcia Jacyntha Nunes Rodrigues Lucena (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Participação por videoconferência

Prof. Dr. Ricardo Argenton Ramos (Examinador Externo)
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Participação por videoconferência

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

“Toda a boa dádiva e todo o dom perfeito vem do alto, descendo do Pai das luzes, em quem não há mudança nem sombra de variação.” ([BIBLIA, 2023b](#)).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo privilégio de ser alcançado pelo evangelho do Senhor Jesus Cristo, onde posso conhecer e desfrutar do Seu infinito amor e graça, sendo uma fonte inesgotável de esperança, conforto e direção em minha vida. Foi através do Seu cuidado e provisão que fui capacitado a chegar até aqui, e só posso agradecer sinceramente a Ele por todas as oportunidades e bênçãos que tem derramado sobre mim ao longo dessa jornada.

Agradeço de forma muito carinhosa à minha querida esposa Aline Andrade pela ajuda, apoio e incentivo a nunca desistir, eu sei que foram momentos difíceis, mais suas palavras me deram conforto para não desistir desta jornada. Muito obrigado meu amor, sou mais feliz quando estou ao teu lado.

Ao meu filho Mateus Coelho, papai lhe agradece e lhe pede desculpas por todos os momentos nos quais não foi possível dar-lhe atenção. Nunca esqueça que o pai te ama, e que só conseguimos chegar mais longe com a graça de Deus e estudando. Siga o exemplo do seu pai, que mesmo aos 44 anos concluiu este trabalho, nunca desista, entregue os seus planos a Deus e faça a sua parte, no tempo certo, Deus irá fazer.

Agradeço aos meus pais, Maurício Manoel Coêlho (in memoriam) e Edileuza da Silva Soares, que em toda minha vida me incentivaram a crescer em conhecimento, e a minha irmã Ana Patrícia Soares Coêlho pela ajuda.

Agradeço aos colegas do GRENCI por todo apoio e estímulo a mim concedidos ao longo desses anos, em especial aos colegas João Ferreira, Elias Elnatã e Eduardo Arruda.

A professora Fernanda Alencar, uma orientadora e amiga, que muito me ajudou em todo o período. Eu agradeço a Deus pela sua vida e pela dedicação para comigo e os demais alunos, nunca desistindo, sempre mostrando um caminho para chegar ao nosso objetivo. Muito obrigado por tudo.

Também agradeço ao meu coorientador, o professor Timóteo Gomes, por toda ajuda e contribuições importantes para este trabalho.

Agradeço ainda aos professores Dr. Johnny Marques (ITA) e Dr^a. Marcia Jacyntha Nunes Rodrigues Lucena (UFRN), Dr. Marco Aurelio Benedetti Rodrigues (UFPE) e ao Dr. Ricardo Argenton Ramos (UNIVASF) que aceitaram o convite para fazerem parte da banca de avaliação deste trabalho.

Por fim, agradeço ao meu Pastor Gilberto Diniz pela confiança e ensinamentos, aos componentes da Orquestra El Shaddai e aos demais irmãos IEADPE Porto, Portugal, muito obrigado.

“Mas graças a Deus que nos dá a vitória por nosso Senhor Jesus Cristo.” (BIBLIA, 2023a)

RESUMO

A população mundial está a envelhecer e todos os países do mundo estão a assistir a um crescimento no número de pessoas idosas da sua população. Esse fenômeno, aliado ao aumento das doenças crônicas, impõe desafios crescentes aos sistemas de saúde no cuidado aos idosos, visando preservar sua qualidade de vida. Avanços na área da saúde e tecnologia têm permitido o monitoramento remoto de informações vitais, auxílio no controle de medicamentos diários e a prevenção de acidentes graves. Nesse contexto, as tecnologias como *Ambient Assisted Living* (AAL) surgem como soluções para monitorar a saúde, o estado emocional e as atividades diárias dos idosos, proporcionando-lhes independência, segurança e bem-estar. Para garantir a adequação dessas soluções às necessidades do idoso, é imperativo estabelecer uma base sólida de consenso em relação às avaliações de usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL. Durante o desenvolvimento desses sistemas, É essencial especificar de maneira adequada os requisitos não funcionais que influenciam a usabilidade e a aceitabilidade, levando em consideração os requisitos legais e as experiências dos *stakeholders*, sendo tais aspectos relevantes para esse tipo de sistema. Esta tese apresenta o *NFR-driven development* (NDD), um *framework* que auxilia na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade para sistemas AAL, baseado em requisitos legais e em experiência dos *stakeholders*. Para embasar essa proposta, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) para identificar os principais requisitos não funcionais para sistemas AAL, incluindo requisitos legais que podem impactar o desenvolvimento desses sistemas. A partir dos resultados obtidos com a MSL, foram identificados os requisitos não funcionais que influenciam a usabilidade e a aceitabilidade dos *stakeholders*, bem como os requisitos legais relevantes para esse tipo de sistema. O NDD *framework* reúne os conceitos relevantes e fornece orientações aos engenheiros de requisitos e desenvolvedores durante o processo de especificação de requisitos não funcionais, considerando os requisitos legais e a experiência dos *stakeholders*. Ao adotar esse *framework*, espera-se alcançar sistemas AAL que atendam efetivamente às necessidades e expectativas dos *stakeholders*, garantindo a conformidade com os requisitos legais.

Palavras-chave: ambientes de vida assistida; desenvolvimento orientado por requisitos não funcionais; ambientes inteligentes; tecnologia assistiva; inclusão digital.

ABSTRACT

A worldwide aging population is witnessing a growth in the number of elderly individuals across all countries. This phenomenon, coupled with the rise in chronic diseases, poses increasing challenges to healthcare systems in caring for the elderly, aiming to preserve their quality of life. Advances in health and technology have enabled remote monitoring of vital information, assistance in daily medication management, and the prevention of serious accidents. In this context, technologies such as Ambient Assisted Living (AAL) emerge as solutions to monitor the health, emotional state, and daily activities of the elderly, providing them with independence, safety, and well-being. To ensure the suitability of these solutions for the elderly, it is imperative to establish a solid consensus foundation regarding the usability and acceptability assessments of AAL systems. During the development of these systems, it is essential to adequately specify the non-functional requirements that influence usability and acceptability, taking into account legal requirements and stakeholder experiences, which are relevant aspects for this type of system. This thesis presents NFR-driven development (NDD), a framework that assists in specifying non-functional usability and acceptability requirements for AAL systems based on legal requirements and stakeholder experience. To support this proposal, a Systematic Literature Review (SLR) was conducted to identify the main non-functional requirements for AAL systems, including legal requirements that may impact the development of these systems. Based on the results obtained from the SLR, non-functional requirements influencing usability and acceptability of stakeholders, as well as relevant legal requirements for this type of system, were identified. The NDD framework brings together relevant concepts and provides guidance to requirements engineers and developers during the process of specifying non-functional requirements, considering legal requirements and stakeholder experience. By adopting this framework, it is expected to achieve AAL systems that effectively meet the needs and expectations of stakeholders, ensuring compliance with legal requirements.

Keywords: ambient assisted living; non-functional requirements driven development; intelligent environments; assistive technology; digital inclusion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxonomia proposta por Garcés et al. (2017)	21
Figura 2 – Etapas do Questionário	24
Figura 3 – Fases da Elicitação de Requisitos	37
Figura 4 – Fluxo de trabalho para Construção do <i>Framework</i>	41
Figura 5 – SIG do Requisito não Funcional Contas Seguras	49
Figura 6 – SIG do Requisito não Funcional Contas Seguras e Desempenho de Acesso a Contas	51
Figura 7 – Processo de condução do mapeamento sistemática	58
Figura 8 – Fases do Mapeamento Sistemática	61
Figura 9 – Criando Tabela Temporária no <i>Database</i> da MySM	62
Figura 10 – Aplicando Filtro no <i>Database</i> da MySM	62
Figura 11 – Estatísticas da MSL: Base de Dados e Ano de Publicação	64
Figura 12 – Requisitos não Funcionais agrupados com base na ISO/IEC 25010:2011	65
Figura 13 – Requisitos não Funcionais x Subdomínios AAL x Características	65
Figura 14 – Taxonomia de Requisitos não Funcionais para Sistemas AAL	67
Figura 15 – Visão Geral da Ferramenta MySM	70
Figura 16 – Visão Geral do Processo da Importação dos Arquivos na Ferramenta MySM	71
Figura 17 – Arquivo final de um trabalho após transformação do <i>crawler</i> Catálogo de Teses e Dissertações da Capes	71
Figura 18 – Visão Geral do Processo da Importação de Informações do Artigo	72
Figura 19 – Etapas do Questionário	73
Figura 20 – Gráficos das Características dos Entrevistados - Parte 1	75
Figura 21 – Gráficos das Características dos Entrevistados - Parte 2	76
Figura 22 – Gráficos dos Métodos, Técnica ou Abordagem para a Especificação e/ou Modelagem	77
Figura 23 – Gráficos de Uso do NFR <i>Framework</i>	78
Figura 24 – Gráficos de Captura os Requisitos com os <i>Stakeholders</i>	79
Figura 25 – Gráficos de Requisitos Legais relacionadas a Sistemas AAL	80
Figura 26 – Taxonomia de NFR para Sistemas AAL x Normativas	81
Figura 27 – Gráfico da Experiência/Contexto de Uso do Usuário na Especificação de Requisitos	82
Figura 28 – Modelo Conceitual do <i>NFR-driven development Framework</i>	88
Figura 29 – Processo da Etapa de Levantamento de Requisitos Legais	89
Figura 30 – Requisitos Legais para o Sistema AAL	90
Figura 31 – Processo da Etapa de Identificação e Análise de <i>Stakeholders</i>	91
Figura 32 – Identificação e Análise de <i>Stakeholders</i>	92
Figura 33 – Processo da Etapa de Coleta da Experiência dos <i>Stakeholders</i>	93

Figura 34 – Coleta de Experiência dos <i>Stakeholders</i>	95
Figura 35 – Processo da Etapa Definição de Requisitos não Funcionais	95
Figura 36 – Taxonomia de NFR para Sistemas AAL atualizada nesta Tese	96
Figura 37 – Taxonomia de Aceitabilidade para Sistemas AAL nesta Tese	97
Figura 38 – <i>Softgoal Interdependency Graph</i> de Aceitabilidade nesta Tese	99
Figura 39 – Requisitos não Funcionais relacionados à Usabilidade e Aceitabilidade do Sistema AAL	100
Figura 40 – Taxonomia de NFR para Sistemas AAL x Requisitos Legais	101
Figura 41 – Processo da Etapa Especificação dos Requisitos não Funcionais	101
Figura 42 – <i>Softgoal Interdependency Graph</i> (SIG) dos Requisitos não Funcionais Segurança	103
Figura 43 – Requisitos não Funcionais Especificados para o Sistema AAL	104
Figura 44 – Modelo da Teoria Unificada de Aceitação da Tecnologia (UTAUT)	108
Figura 45 – Tela Inicial da Plataforma em Android TV	111
Figura 46 – Tela Inicial do Sistema da Empresa	112
Figura 47 – Tela Inicial do NFR-driven development Application	112
Figura 48 – Fluxo das Etapas do NFR-driven development Application	113
Figura 49 – Técnicas de Coletas de Dados e Recomendações no NFR-driven development Application	115
Figura 50 – Recomendações de Requisitos não Funcionais no NFR-driven development Application	118
Figura 51 – Tela inicial da Fase 5 no NFR-driven development Application	119
Figura 52 – <i>Softgoal Interdependency Graph</i> de Segurança gerada pelo NFR-driven development Application	120
Figura 53 – <i>Softgoal Interdependency Graph</i> de Segurança gerada no Estudo de Caso	121
Figura 54 – Análise do Perfil do <i>Stakeholder</i> da Equipe no NFR-DD Framework	123
Figura 55 – Análise da Expectativa de Desempenho da Equipe no NFR-DD Framework	123
Figura 56 – Análise da Expectativa de Esforço da Equipe no NFR-DD Framework	124
Figura 57 – Análise da Intenção de Uso da Equipe no NFR-DD Framework	125
Figura 58 – Análise das Condições Facilitadoras da Equipe no NFR-DD Framework	125
Figura 59 – Análise Geral da Equipe no NFR-DD Framework	126
Figura 60 – Modelo Entidade-Relacionamento do NFR-DD Application	185
Figura 61 – Tela Principal do NFR-DD Application	186
Figura 62 – <i>Overview</i> nas etapas no NFR-DD Framework	187
Figura 63 – Step 1: Levantar Requisitos Legais no NFR-DD Framework	187
Figura 64 – Step 2.1: Identificar <i>Stakeholders</i> no NFR-DD Framework	188
Figura 65 – Step 2.2: Analisar <i>Stakeholders</i> no NFR-DD Framework	188
Figura 66 – Step 2.2: Detalhe da Análise do <i>Stakeholders</i> no NFR-DD Framework	189
Figura 67 – Step 3.1: Definir Técnicas de coleta de dados no NFR-DD Framework	189

Figura 68 – Step 3.2: Coletar Experiência dos <i>Stakeholders</i> no NFR-DD <i>Framework</i> . . .	190
Figura 69 – Step 3.2: Detalhe da Coletar da Experiência dos <i>Stakeholders</i> no NFR-DD <i>Framework</i>	190
Figura 70 – Step 4: Definir Requisitos não Funcionais no NFR-DD <i>Framework</i>	191
Figura 71 – Step 5: Especificar Requisitos não Funcionais no NFR-DD <i>Framework</i> . . .	191
Figura 72 – Step 5: Detalhe da Especificação dos Requisitos não Funcionais no NFR-DD <i>Framework</i> - Parte 1	192
Figura 73 – Step 5: Detalhe da Especificação dos Requisitos não Funcionais no NFR-DD <i>Framework</i> - Parte 2	192

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Questões de Pesquisas e a suas Métricas	59
Tabela 2 – <i>String</i> de Busca	59
Tabela 3 – Bases de Dados Utilizadas x Total Artigos	59
Tabela 4 – Critérios de Inclusão e Exclusão	60
Tabela 5 – Critérios para Avaliação de Qualidade	61
Tabela 6 – Trabalhos Selecionados	63
Tabela 7 – Classificação dos trabalhos em relação aos subdomínios de AAL.	64
Tabela 8 – Relação entre Trabalhos x Técnicas/Métodos para Modelagem	67
Tabela 9 – Relação entre Trabalhos x Ferramentas	68
Tabela 10 – Novos Requisitos Legais encontrados na Fase 1	114
Tabela 11 – Comparação Entre os Trabalhos Relacionados	134

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAL	<i>Ambient Assisted Living</i>
AmI	Ambientes Inteligentes
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
DSL	Linguagem Específica de Domínio
ER	Engenheiro de Requisitos
GORE	<i>Goal-Oriented Requirements Engineering</i>
GQM	<i>Goal-Question-Metrics</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
NDD	<i>NFR-Driven Development</i>
OMS	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
RNF	Requisitos não Funcionais
RE	Engenharia de Requisitos
SIG	<i>Softgoal Interdependency Graph</i>
STB	<i>Set-Top Box</i>
SysML	<i>Systems Modeling Language</i>
TAM	Aceitação de Tecnologia
UTAUT	Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contexto	18
1.2	Motivação	20
1.3	Problemática	22
1.4	Objetivos	23
1.5	Procedimentos Metodológicos	24
1.6	Escopo Negativo	26
1.7	Estrutura do Trabalho	26
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1	<i>Ambient Assisted Living</i>	28
2.1.1	Desafios <i>Ambient Assisted Living</i>	32
2.2	Engenharia de Requisitos	33
2.2.1	Elicitação de Requisitos	36
2.2.2	Análise de Requisitos	38
2.3	<i>Framework</i>	39
2.3.1	Metodologia para Construção de Frameworks	39
2.4	<i>Storytelling</i>	43
2.5	Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos	45
2.5.1	<i>NFR Framework</i>	47
2.5.1.1	<i>Softgoal Interdependency Graph</i>	48
2.5.1.2	Operacionalização	50
2.6	Machine Learning	52
2.6.1	Árvores de Decisão	53
2.7	Stakeholders	53
2.8	Requisitos Legais	54
2.9	Considerações Finais	55
3	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	57
3.1	Introdução	57
3.2	Fase de Planejamento	57
3.2.1	Questões de Pesquisa	58
3.2.2	Estratégia de Busca	58
3.2.3	Fontes de busca	58
3.2.4	CrITÉRIOS de Inclusão e Exclusão dos Estudos	59
3.2.4.1	CrITÉRIOS para Avaliação de Qualidade	60
3.3	Fase de execução	60

3.4	Fase de análise e divulgação dos resultados	62
3.4.1	QP1 – Quais os subdomínios de AAL que o estudo suporta?	63
3.4.2	QP2 – Quais os requisitos não funcionais identificados?	64
3.4.3	QP3 - Quais técnicas / métodos são usados para apoiar a modelagem e/ou especificação de NFR em AAL?	66
3.4.4	QP4 - Quais ferramentas são utilizadas na modelagem e/ou especificação de NFR?	68
3.4.5	RQ5 - Quais são os problemas em aberto relacionados à área de pesquisa?	69
3.5	Ameaças à Validade	69
3.6	MySM - My Systematic Mapping	69
3.7	Considerações Finais	71
4	QUESTIONÁRIO COM ESPECIALISTAS EM SISTEMAS AAL . . .	73
4.1	Aspectos Metodológico	73
4.1.1	Planejamento	73
4.1.2	Desenvolvimento	74
4.1.3	Análise dos Dados e Síntese dos Resultados	74
4.2	Análise e Síntese dos Dados	75
4.2.1	Características dos Entrevistados	75
4.2.2	Método, Técnica ou Abordagem para a Especificação e/ou Modelagem .	76
4.2.3	Uso do NFR Framework	77
4.2.4	Captura os Requisitos com os Stakeholders	79
4.2.5	Requisitos Legais relacionadas a Sistemas AAL	80
4.2.6	Experiência/Contexto de Uso do Stakeholder na Especificação de Requisitos	82
4.3	Ameaças a Validade	83
4.3.1	Validade Interna	84
4.3.2	Validade Externa	84
4.3.3	Validade de Construção	85
4.3.4	Validade de Conclusão	85
4.4	Considerações Finais	85
5	NFR-DRIVEN DEVELOPMENT FRAMEWORK	87
5.1	Modelo Conceitual do <i>Framework</i>	87
5.1.1	Levantamento de Requisitos Legais	88
5.1.2	Identificação e Análise de Stakeholders	90
5.1.3	Coleta da Experiência dos Stakeholders	93
5.1.4	Definição de Requisitos não Funcionais	95
5.1.5	Especificação dos Requisitos não Funcionais	101
5.1.6	Ambiente Computacional	104
5.2	Considerações Finais	105

6	AVALIAÇÃO DO NFR-DD <i>FRAMEWORK</i>	107
6.1	Adoção de Tecnologia	107
6.1.1	Questionário baseado na UTAUT	109
6.1.2	Hipóteses	109
6.1.3	Objetivos	110
6.1.4	Resultados Esperados	110
6.1.5	Sistema de <i>Streaming</i> da Empresa	110
6.2	Usando o <i>NFR-Driven Development Framework</i>	111
6.2.1	Fase 1: Levantamento de Requisitos Legais	113
6.2.2	Fase 2: Identificação e Análise de Stakeholders	113
6.2.3	Fase 3: Coleta da Experiência dos Stakeholders	114
6.2.4	Fase 4: Definição de Requisitos não Funcionais	117
6.2.5	Fase 5: Especificação dos Requisitos não Funcionais	118
6.3	Questionário de Avaliação do <i>NFR-driven developer Framework</i>	122
6.3.1	Perfil do Stakeholder	122
6.3.2	Expectativa de Desempenho (ED)	122
6.3.3	Expectativa de Esforço (EE)	123
6.3.4	Intenção de Uso (IU)	124
6.3.5	Condições Facilitadoras (CF)	125
6.3.6	Gerais	126
6.4	Discussão do Questionário de Avaliação	127
6.5	Análise das Hipóteses	128
6.6	Considerações Finais	130
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
7.1	Trabalhos Relacionados	134
7.2	Contribuições	137
7.3	Limitações	138
7.4	Trabalhos Futuros	139
7.5	Publicações	140
	REFERÊNCIAS	142
	APÊNDICE A – PROCESSO DE MAPEAMENTO COM A FERRA- MENTA MYSM	156
	APÊNDICE B – PROTOCOLO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	169

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL	174
APÊNDICE D – NFR-DRIVEN DEVELOPMENT APPLICATION . . .	184
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO NFR-DRIVEN DEVELOPMENT FRAMEWORK	193
APÊNDICE F – DOCUMENTOS GERADOS PELO ESTUDO DE CASO	208
APÊNDICE G – RESUMO DOS DADOS ESTATÍSTICOS GERADOS PELO ESTUDO DE CASO	220
APÊNDICE H – EXEMPLO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	221

1 INTRODUÇÃO

Na [seção 1.1](#) é apresentado o contexto do trabalho de pesquisa, descrevendo como a população idosa vem crescendo durante os anos e os principais impactos desse crescimento. Na [seção 1.2](#), é apresentada a motivação desta tese com foco na população idosa. Na [seção 1.3](#), apresenta-se o problema que esta pesquisa aborda e tenta resolver. Na [seção 1.4](#), apresenta-se o objetivo desta pesquisa. Na [seção 1.5](#), apresentam-se os procedimentos metodológicos desta pesquisa. O escopo negativo desta pesquisa é apresentado na [seção 1.6](#). Por fim, apresenta-se na [seção 1.7](#) a estrutura proposta para todo o documento.

1.1 CONTEXTO

Uma das maiores conquistas da humanidade foi o aumento do tempo de vida associado a melhora dos parâmetros de saúde das populações, ainda que essas conquistas estejam longe de serem compartilhadas de forma distributiva nos diferentes países e contextos socioeconômicos. Chegar à velhice era uma prerrogativa de poucos ([BARBACCIA et al., 2022](#); [RUDNICKA et al., 2020](#); [WONGSALA; ANBÄCKEN; ROSENDAHL, 2021](#)), hoje, passa a ser comum encontrar cada vez mais idosos, mesmo em países mais pobres. Essa grande conquista do século XXI se transformou, no entanto, num grande desafio. O Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas estima que nas próximas três décadas, o número de pessoas com 65 anos ou mais em todo o mundo atingirá 1,5 bilhão até 2050 ([NATIONS, 2020](#)). Segundo o gabinete de estatística da União Europeia ([COMMISSION, 2021](#)) a percentagem da população em idade ativa tem diminuído, em contrapartida, que a população idosa tem crescido, representando 31,3% da população na União Europeia até 2100.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ([IBGE, 2022](#)) indica que a população idosa tem crescido, podendo chegar em 2060 com 73 milhões de idosos vivendo no país. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera um país envelhecido quando 14% da sua população possui mais de 65 anos. No Brasil, esse processo levará pouco mais de duas décadas, sendo considerado um país velho em 2032, quando 32,5 milhões dos mais de 226 milhões de brasileiros terão 65 anos ou mais ([SBGG, 2019](#)).

Por outro lado, à medida que a idade avança, as pessoas vão se tornando mais frágeis e, conseqüentemente, passam a pleitear mais serviços de saúde e uma maior atenção, para terem uma mínima qualidade de vida. Isso porque é na população idosa que se encontra uma maior ocorrência de doenças crônicas como o diabetes, a hipertensão e as doenças do coração, que demandam tratamento contínuo e monitoramento constantes, assim como dificuldades de locomoção, que os fazem ser mais sujeitos a incidentes. A [OMS \(2014\)](#) faz um alerta em sua publicação "Envelhecer bem" de que deve ser uma prioridade global: "Os sistemas de saúde devem encontrar procedimentos eficazes para prover soluções aos problemas enfrentados pela população mundial mais envelhecida". Nesse sentido, surgem a necessidade do uso de tecnologias que permitam

aos objetos físicos estarem conectados, comunicando-se entre si e com pessoas, permitindo, principalmente, mais autonomia e qualidade de vida aos idosos. Para tanto, faz-se necessário o uso de sensores inteligentes e *softwares* que permitam a transmissão de dados em tempo real, facilitando o monitoramento.

Mais recentemente, tem-se a Internet das Coisas - *Internet of Things* (IoT) uma tecnologia que possibilita conectar os objetos mundo real ao mundo virtual para permitir a comunicação através da grande rede. Com ela é possível a conectividade em tempo real e um ambiente no qual objetos e pessoas pareçam estar sempre conectados por meio de chips e sensores, e onde se tenha a capacidade de transferência de um grande volume de dados, por uma rede, de forma automática (NEERAJ, 2016). Desenvolvimentos em IoT podem desempenhar um papel importante na concepção de soluções relativas à saúde e à qualidade de vida do idoso (FORBES, 2014), por exemplo, para o acompanhamento de sinais vitais (frequência cardíaca, temperatura corporal, pressão arterial, dentre outros) e de atividades diárias (exercícios fisioterápicos) ou onde haja riscos de acidentes (queda, incêndio, intoxicação, dentre outros).

Na perspectiva do público idoso, pode-se destacar os Ambientes de Vida Assistida (*Ambient Assisted Living* - AAL), que segundo (RASHIDI; MIHAILIDIS, 2013) engloba toda a tecnologia da *Smart Home*, robótica assistiva e dispositivos vestíveis para permitir novos produtos, serviços e processos que ajudam a prolongar o tempo que os idosos podem viver em casa, aumentando a sua autonomia e auxiliando-os na realização de atividades da vida diária (WOJCIECHOWSKI; XIONG, 2008), proporcionando vidas seguras e saudáveis para idosos e pessoas em recuperação.

Ambientes de Vida Assistida é uma abordagem aos desafios relacionados com o envelhecimento populacional e tem como principais objetivos a aplicação de tecnologias ambientais inteligentes no apoio e formação de pessoas com necessidades específicas, e no desenvolvimento de ambientes seguros para a manutenção de uma vida independente, promovendo o envelhecimento ativo (RASHIDI; MIHAILIDIS, 2013; WOJCIECHOWSKI; XIONG, 2008).

Segundo (JÚNIOR et al., 2021) muitos trabalhos na literatura têm se concentrado principalmente na especificação dos aspectos funcionais e no fornecimento de soluções técnicas para aplicações e serviços AAL (OMEROVIC et al., 2013). No entanto, esses trabalhos frequentemente não abordam aspectos importantes, como a qualidade do serviço em termos de usabilidade e aceitabilidade, bem como o contexto de uso do idoso e os requisitos legais que devem ser considerados na especificação de requisitos não funcionais. É importante observar que na usabilidade, os idosos frequentemente enfrentam desafios relacionados à destreza e à cognição, exigindo interfaces intuitivas e fáceis de usar para garantir que possam interagir eficazmente com a tecnologia. No contexto desta tese, a aceitabilidade é definida como o grau de conforto e satisfação do usuário idoso afeta diretamente sua disposição para adotar e continuar utilizando a tecnologia. Portanto, ao considerar esses dois requisitos, podemos criar soluções tecnológicas mais eficazes e inclusivas para a população idosa, levando em conta suas necessidades específicas (JÚNIOR et al., 2021).

A falta de consideração desses aspectos pode representar um obstáculo significativo para o desenvolvimento de qualquer sistema, especialmente no contexto de AAL. Conforme observado por McNaul et al. (2012), é evidente que problemas de qualidade podem ter um impacto direto nas características do sistema. Essas características, restrições e necessidades identificadas pelos usuários são amplamente reconhecidas como requisitos não funcionais (RNF), e é importante ressaltar que os RNF têm um impacto significativo no produto final (RAHMAN; RIPON, 2014).

No contexto de soluções AAL voltadas para o público idoso, a adequada especificação dos RNF desempenha um papel crítico. É necessário considerar a usabilidade, aceitabilidade, requisitos legais e a experiência dos *stakeholders* seja incorporada ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento. Isso garante não apenas a conformidade com os padrões legais e as expectativas dos usuários, mas também a entrega de produtos que verdadeiramente atendam às necessidades e expectativas do público idoso (JÚNIOR et al., 2021; GOMES; ALENCAR, 2022).

1.2 MOTIVAÇÃO

No processo de desenvolvimento de *software* ou *hardware*, o sucesso depende da compreensão da necessidade do usuário e dos requisitos do que se pretende desenvolver. Trata-se da especificação de requisitos, que compreende a definição das funções do sistema pretendido, os modelos de negócio, os modelos de domínio, informações sobre o contexto no qual esse sistema irá operar, sobretudo, os RNF, restrições ou características de qualidade do sistema, ou do próprio processo (SOMMERVILLE, 2019). Em geral, por serem difíceis de especificar, os RNF são negligenciados (LINHARES; LEITE, 2019), representando uma forte ameaça ou mesmo um desastre ao sucesso do projeto, uma vez que podem ser os requisitos mais críticos, a depender da natureza do sistema que se pretenda desenvolver.

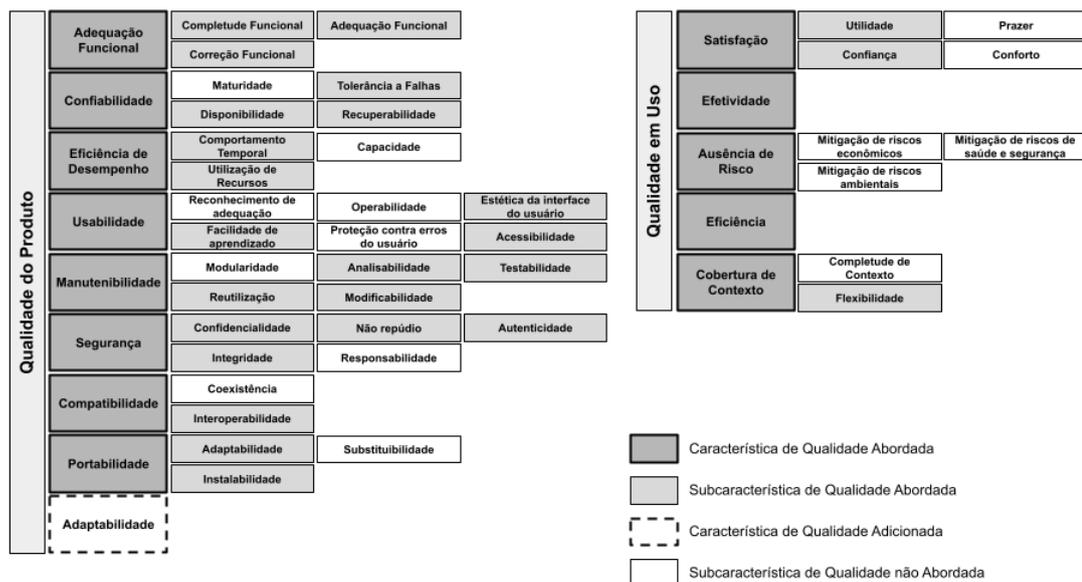
Sistemas AAL devem conseguir coletar, de maneira discreta e não intrusiva (dentro do contexto familiar do idoso), dados sobre as atividades passadas, atuais e futuras dos indivíduos, numa tentativa de melhorar a sua capacidade em atender às necessidades desses usuários (LAHLOU; LANGHEINRICH; ROCKER, 2005). Mangano et al. (2015) definem que uma solução AAL é um sistema que integra diferentes componentes para fornecer um conjunto de serviços ao usuário, compatíveis com requisitos funcionais e não funcionais, sendo projetada para satisfazer principalmente às necessidades dos usuários finais (idosos, parentes, cuidadores, etc.). Portanto, deixar de atender a um RNF pode significar a inutilização de todo o sistema pretendido ou não ter aceitação por parte do idoso, cuidadores e familiares (MCNAULL et al., 2012).

Afsarmanesh et al. (2011) descrevem quatro diferentes aspectos de interesse ou necessidade para cada pessoa que envelhece, e aborda esses aspectos em quatro áreas de interesse. Essas áreas de interesse foram utilizadas nesta tese como subdomínios de AAL: (i) Vida Independente (*Independent Living*) que trata de sistemas que ajudam nas atividades da vida diária (por exemplo, lembretes médicos, monitoramento do *status* de vida) e apoiam à mobilidade das pessoas (por exemplo, assistência de compras, cadeiras de rodas inteligentes); (ii) Saúde e Cuidado na Vida

(*Health and Care in Life*) que trata de sistemas que assistem aos pacientes em atividades relacionadas à sua saúde, por exemplo, monitorar informações remotamente do idoso, assistência de emergência, assistência ao exercício; (iii) Ocupação na Vida (*Occupation in Life*) que trata de sistemas que apoiam os idosos a continuarem as suas atividades profissionais; e (iv) Recreação na Vida (*Recreation in Life*) que trata de sistemas que facilitam a socialização e a participação do cidadão idoso no social, no lazer, na aprendizagem e nas atividades culturais e políticas.

Garcés et al. (2017) apresentam, como resultado de seu mapeamento sistemático, uma taxonomia Figura 1 que detalha os atributos de qualidade (características) essenciais para soluções AAL, baseada no mapeamento dos padrões definidos na ISO/IEC 25010 (ISO, 2011). Na presente tese, essa taxonomia será aprimorada e atualizada para proporcionar uma distinção mais clara dos principais requisitos não funcionais que são particularmente significativos para os sistemas AAL. Embora a Figura 1 contenha outros requisitos não funcionais, nosso trabalho se concentrará na análise e discussão detalhada da aceitabilidade e usabilidade, justificando assim a não inclusão dos demais requisitos não funcionais na discussão.

Figura 1 – Taxonomia proposta por Garcés et al. (2017)



Fonte: Autor

A Programme (2019) aponta alguns objetivos que devem ser atendidos: (i) estender o tempo em que as pessoas podem viver no seu ambiente preferido, aumentando a sua autonomia, autoconfiança e mobilidade; (ii) apoiar a preservação da saúde e as capacidades funcionais das pessoas idosas; e (iii) promover estilos de vida melhores e mais saudáveis para os indivíduos em risco. Nesse sentido, a usabilidade é um termo utilizado para definir o grau de facilidade que as pessoas têm ao utilizar (ISO, 2011) e a aceitabilidade, um termo que se refere à medida que um sistema é considerado adequado, satisfatório e útil para os usuários finais ou os destinatários do sistema (LEAL, 2019; MCCREADIE; TINKER, 2005; WHELAN et al., 2018a).

No desenvolvimento de toda solução, a elicitação e análise dos requisitos são objetos de estudo da engenharia de requisitos. Durante o desenvolvimento do sistema, é importante garantir que a especificação dos requisitos esteja adequada para o sistema, uma vez que são os requisitos que definem como o sistema se comportará em determinadas situações. Eles podem impactar no objetivo final do *software* se não forem considerados durante a análise e desenvolvimento do projeto. Durante o processo do mapeamento sistemático da literatura (JÚNIOR et al., 2021), foram encontrados três problemas em aberto relacionados ao desenvolvimento de sistemas AAL específicos:

- **Aceitabilidade:** Na construção de sistemas AAL, é essencial considerar que usuários idosos ou com necessidades especiais podem manifestar resistência à tecnologia, preferindo métodos tradicionais de cuidados. A ausência de personalização nos sistemas, que atenderia às necessidades individuais dos usuários ou barreiras culturais e sociais, pode resultar em problemas de aceitabilidade (ALMALKI et al., 2022; NADAL; SAS; DOHERTY, 2020). Portanto, desde o início da especificação de requisitos, é fundamental considerar as necessidades dos usuários, incluindo preocupações com privacidade e o temor da dependência excessiva da tecnologia;
- Usabilidade: Envolve a necessidade de construir sistemas AAL que respeitem os princípios de usabilidade voltados para idosos, uma vez que a experiência/contexto de uso e questões culturais do usuário muitas vezes é negligenciada durante a especificação dos requisitos, resultando em interfaces complexas e dificuldades de uso (ROMEIRO; ARAÚJO et al., 2022; VACHER et al., 2011); e
- Requisitos Legais: O desenvolvimento de sistemas AAL deve ter estrita adesão a padrões e regulamentações específicas desde a fase de especificação de requisitos, uma vez que a não conformidade com a legislação pode resultar em preocupações significativas relacionadas à proteção de dados, consentimento informado e responsabilidade legal (OTTO; ANTON, 2007; PROGRAMME, 2019).

Dado o escopo e os problemas apresentados, este trabalho propõe um *framework* para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL baseado em requisitos legais e experiência de *stakeholders*.

1.3 PROBLEMÁTICA

Visando aprofundar e solidificar o embasamento teórico no âmbito do problema investigado, esta tese visa abordar uma questão fundamental de estudo, fundamentada em uma hipótese de pesquisa, conforme delineado a seguir:

- Problema de Pesquisa: A inadequada especificação de requisitos não funcionais, que considere os requisitos legais e experiência de *stakeholders*, faz com que a especificação de requisitos fique limitada, gerando problemas na usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL.
- Pergunta de Pesquisa: Como um *framework* auxilia na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL?
- Hipótese: a construção de um *framework* com base nos requisitos legais e experiências de usuários auxilia a especificar requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade para sistemas AAL.
- Avaliar: avaliar a utilização e aceitação do *framework* proposto pelos engenheiros de requisitos para especificar requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade para sistemas AAL, considerando requisitos legais e experiências dos *stakeholders*.

A partir daí, visando estudar este problema, foram definidas as seguintes questões de pesquisa (QP):

- **QP1** - Quais estudos estão disponíveis na literatura, que tratam sobre especificação e modelagem de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em projetos de sistemas AAL?
- **QP2** - Como é feita a especificação e modelagem de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em desenvolvimento de sistemas AAL, e quais abordagens estão sendo utilizadas na literatura?
- **QP3** - Como é possível formalizar e disponibilizar o conhecimento necessário para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade que considere os requisitos legais e experiência de *stakeholders*?
- **QP4** - Como verificar e avaliar os resultados alcançados nesta pesquisa, para que se possa realizar simulações de especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade que considere os requisitos legais e experiência de *stakeholders*?

1.4 OBJETIVOS

O objetivo principal desta tese é propor um *framework* para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL baseado em requisitos legais e experiência de *stakeholders*.

É fundamental estabelecer objetivos específicos que estejam diretamente relacionados à satisfação do objetivo geral. Esses objetivos desdobrados abordam questões mais delimitadas

e complementares, direcionando esforços para atingir resultados efetivos. Nesta tese, foram delineados cinco objetivos específicos que convergem para a realização do objetivo geral:

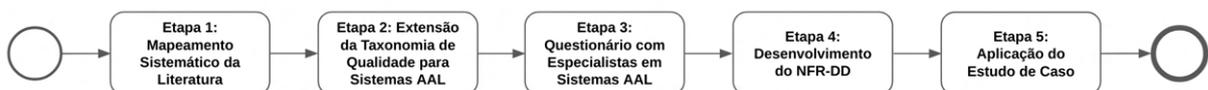
1. Verificar na literatura leis relacionadas a especificação de sistemas AAL;
2. Verificar na literatura como identificar a usabilidade, aceitabilidade e experiências de *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL;
3. Desenvolver o *framework* para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em Sistemas AAL com base nos requisitos legais e experiências de *stakeholders*;
4. Desenvolver uma ferramenta para dar apoio a todas as fases do *framework* e na geração de fragmentos de *Softgoal Interdependency Graph* (SIG); e
5. Avaliar o *framework* proposto.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método científico é descrito por [Gerhardt e Silveira \(2009\)](#) como um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para obter conhecimento. [Marconi e Lakatos \(2003\)](#) definem que a metodologia científica estabelece regras que garantem a segurança na busca pelo conhecimento, sendo a pesquisa uma parte fundamental desse processo. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizado um Estudo Exploratório baseado em Estudo de Caso.

A abordagem exploratória visa desenvolver e esclarecer conceitos e ideias, proporcionando a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses passíveis de investigação. Para isso, são pesquisas com uma construção metodológica mais flexível para poder considerar variados aspectos do fato estudado ([GIL, 2008](#)).

Figura 2 – Etapas do Questionário



Fonte: Autor (2023)

A [Figura 2](#) apresenta cinco etapas dos procedimentos metodológicos deste trabalho, que será detalhado a seguir:

Na Etapa 1: Mapeamento Sistemático da Literatura, realizou-se um mapeamento sistemático da literatura com dois objetivos principais. Primeiramente, buscou-se verificar a existência de leis relacionadas à especificação de sistemas AAL na literatura. Em segundo lugar, investigou-se como identificar a usabilidade, aceitabilidade e experiências dos *stakeholders* na especificação

de requisitos não funcionais de sistemas AAL. A revisão bibliográfica abordou essas questões, fornecendo uma base sólida para as etapas subsequentes.

Na Etapa 2: Extensão da Taxonomia de Qualidade para Sistemas AAL baseou-se nas descobertas do Mapeamento Sistemático da Literatura realizado na Etapa 1, sendo possível identificar e capturar os principais requisitos não funcionais essenciais para sistemas AAL. Além disso, a taxonomia de qualidade existente, proposta por [Garcés et al. \(2017\)](#), foi aprimorada e atualizada para acomodar os novos *insights* e descobertas da pesquisa.

Na Etapa 3: Questionário com Especialistas em Sistemas AAL, utilizou-se um questionário para compreender as perspectivas dos envolvidos no desenvolvimento de sistemas AAL. O objetivo era avaliar como tais sistemas podem atender às necessidades dos *stakeholders*, com um foco particular nos requisitos não funcionais. Foram coletadas 260 solicitações e obtidas 24 respostas válidas (9%), proporcionando *insights* valiosos para o desenvolvimento do *framework*.

A Etapa 4: Desenvolvimento do NFR-DD *Framework*, resultou na criação do NFR-driven *development Framework* (NFR-DD). Este *framework* pretende auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL. Ele reúne conceitos relevantes e fornece orientação ao engenheiro de requisito durante o processo de especificação de requisitos não funcionais, levando em consideração requisitos legais e as experiências dos *stakeholders*.

Por fim, na Etapa 5: Aplicação do Estudo de Caso, realizou-se uma avaliação do NFR-DD *Framework* com base na Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT). O objetivo era analisar a utilização do *framework* para especificar requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade, considerando requisitos legais e as experiências dos *stakeholders*. Esta etapa é subdividida em quatro atividades, sendo elas:

- **Preparação:** Em parceria com uma empresa provedora de serviços de *streaming* que oferece uma plataforma de entretenimento para seus usuários, buscou-se desenvolver um sistema de gestão de saúde integrado à sua plataforma, permitindo que os usuários tenham acesso a informações sobre medicamentos, gestão de prescrições médicas e monitorem sua saúde de forma mais eficiente;
- **Treinamento dos participantes:** Nos dias 03/07/2023 a 07/07/2023 foi apresentado a equipe composta por 11 (onze) integrantes entre desenvolvedores, testes e engenheiro de requisitos o NFR-driven *development Framework*;
- **Execução do Estudo de Caso:** O NFR-DD *framework* será aplicado na especificação de requisitos não funcionais para o sistema de gestão de saúde da plataforma de *streaming*. Os requisitos serão identificados e analisados com base em requisitos legais e considerando a experiência dos *stakeholders*; e

- **Coleta e Análise dos Resultados:** nesta etapa será empregada a técnica de coleta de dados por meio de questionário com o intuito de obter informações valiosas dos *stakeholders* envolvidos no processo de especificação de requisitos não funcionais. O uso do questionário se justifica pela necessidade de reunir uma variedade de perspectivas e opiniões de forma eficiente e abrangente.

1.6 ESCOPO NEGATIVO

É importante apresentar o que não podemos considerar como objetivo deste trabalho. Assim, determinamos os tópicos que estão fora do escopo desta pesquisa. Em primeiro lugar, não é nosso objetivo oferecer uma solução que possa ser utilizada em todos os subdomínios de *Ambient Assisted Living*. Foi definido um escopo dentro do subdomínio saúde e cuidados na vida e as suas respectivas subáreas. No entanto, a obra pode ser adaptada inúmeras vezes para atender os demais subdomínios. É essencial esclarecer que requisitos específicos para uma organização são mais priorizados do que outros e podem não ter sido abordados neste trabalho. Por fim, embora a segurança tenha sido apresentada como um dos principais problemas para a adoção de sistemas *Ambient Assisted Living*, esse tema não se enquadra diretamente no nosso escopo, onde foi priorizada requisitos de usabilidade e aceitabilidade, onde a privacidade é um dos fatores que impactam na aceitabilidade.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

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

- **Capítulo 1** apresenta-se contextualizada do tema de pesquisa, seus objetivos, problemática da pesquisa;
- **Capítulo 2** apresenta a base conceitual para o desenvolvimento do trabalho e relaciona as principais áreas dos estudos: *Ambient Assisted Living*, Engenharia de Requisitos, *Framework*, *Storytelling*, Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos, *Machine Learning*, Definição de *Stakeholders*, e Requisitos Legais.
- **Capítulo 3** apresenta 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 e da ferramenta construída para melhorar o processo de extração dos dados da revisão sistemática;
- **Capítulo 4** apresenta um questionário com especialistas sobre a engenharia de requisitos no desenvolvimento de sistemas AAL e os elementos que compõem tais sistemas.
- **Capítulo 5** apresenta o *NFR-driven development*, um *framework* para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL.

- **Capítulo 6** apresenta um estudo de caso e as atividades realizadas para validação do *framework*; e por fim,
- **Capítulo 7** apresenta as considerações finais, trabalhos relacionados, contribuições, limitações, trabalhos futuros desta tese e publicações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo descreve fundamentação teórica da tese. Na [seção 2.1](#) segue-se apresentando a definição de *Ambient Assisted Living* e os seus benefícios para o público idoso. Na [seção 2.2](#) apresenta-se a definição Engenharia de Requisitos e a sua importância para o desenvolvimento de *software*. Em seguida, na [seção 2.3](#) apresenta-se o conceito de *framework* e como será utilizado nesta tese. Na [seção 2.4](#) apresenta-se o conceito de *Storytelling* e a sua aplicação nesta pesquisa. Na [seção 2.5](#) apresentam-se os conceitos de engenharia de requisitos orientada a objetivos e sua aplicação neste trabalho. Na [seção 2.6](#) apresenta-se o conceito de *Machine Learning*, em [seção 2.7](#) apresenta-se a definição de *Stakeholders* utilizado neste trabalho, e por fim, em [seção 2.8](#) a definição de requisitos legais e suas categorias.

2.1 AMBIENT ASSISTED LIVING

A *Ambient Assisted Living* (AAL) ou Ambiente de Vida Assistida baseia-se no paradigma dos Ambientes Inteligentes (AmI), que se refere a ambientes suportados por computação, comunicação e interação ubíquas e inteligentes para antecipar os desejos do usuário sem a necessidade de mediação consciente (MEMON et al., 2014), de modo a fornecer serviços adequados às pessoas idosas. A AAL, como a AmI, defende a existência de dispositivos computacionais distribuídos por todo o ambiente ou integrados em roupas, eletrodomésticos ou móveis para que, embora invisíveis, possam ajudar a adaptar o ambiente físico às necessidades das pessoas, especialmente das pessoas mais velhas (TEIXEIRA; QUEIRÓS; ROCHA, 2013; BELL; DOURISH, 2007).

Outro conceito de AAL está relacionado com um conjunto de produtos, serviços e sistemas que visam manter a qualidade de vida e a independência da população idosa e indivíduos com necessidades específicas de cuidados (GRGURIC, 2012). Para Almeida et al. (2019), AAL é um sistema crítico, e um dos fatores de sucesso para esses sistemas é uma boa especificação de requisitos não funcionais (MACEDO; CATINI; NETO, 2016). Segundo Avilés-López et al. (2009), AAL representa uma nova geração de produtos e serviços que devem atender aos seguintes requisitos:

- Invisibilidade: embutida em roupas, eletrodomésticos ou móveis;
- Mobilidade: capacidade de ser carregado pelo usuário;
- Espontaneidade: capacidade de se comunicar dinamicamente entre múltiplos pontos;
- Heterogeneidade: integração de diferentes tecnologias;
- Sensibilidade ao contexto: capacidade de interpretar as ações do usuário;
- Proatividade: capacidade de inferir comportamentos de acordo com atividades do usuário;

- Comunicação natural: interação baseada em voz ou gestos; e
- Adaptação: capacidade de reagir a situações inesperadas que possam ocorrer.

Uma classificação dos sistemas AAL foi proposta por [Afsarmanesh et al. \(2011\)](#) focando em quatro áreas de interesse do idoso:

- Vida independente (*independent living*): Esse cenário de vida trata das necessidades básicas de uma pessoa nas atividades da vida que ocorre com frequência consideradas facilmente garantidas (por exemplo: lembretes médicos, monitoramento do estado de vida) e oferece suporte à mobilidade das pessoas (por exemplo, assistência para compras, cadeiras de rodas inteligentes);
- Saúde e Cuidados na Vida (*health and care in life*): auxilia os pacientes em atividades relacionadas à saúde, como o monitoramento remoto de saúde, assistência de emergência e assistência de exercícios;
- Ocupação na Vida (*occupation in life*): auxilia os idosos na continuidade das suas atividades profissionais; e
- Recreação na Vida (*recreation in life*): facilita a socialização e a participação dos idosos em atividades sociais, culturais e de lazer.

A seguir é apresentado as áreas de interesse, com as categorias e subcategorias:

1. Vida independente

- a) *Ambient Assisted Living*: fornecer um ambiente seguro com base na utilização de tecnologia assistiva de sensores ambientais e comunicações amigáveis ao usuário:
 - i. Segurança e cuidados em casa: sensores ambientais e tecnologia assistiva, canais de comunicação, companheirismo; e
 - ii. Gerenciamento de atividades pessoais: refeições e ajuda dietética, compras, lembrete de agenda, interação com instituições públicas.
- b) Apoio à mobilidade física: suporte de navegação para localização móvel, caminhada, incluindo integração de serviços (por exemplo, integração pública de transportes):
 - i. Assistência de localização/posicionamento: onde estou, o que está perto de mim, que caminho seguir, tanto interior como exterior; e
 - ii. Mobilidade e Transporte: dirigir, transporte público, passear com cão de companhia, cadeira de rodas.

2. Saúde e Cuidados na Vida

- a) Monitoramento: meios tecnológicos de monitorização do estado de saúde das pessoas, mediante informação sensorial, procurando anomalias ou comportamentos fora do padrão. A monitorização pode ser realizada em casa ou no exterior:
 - i. Supervisão sensorial: dispositivos de monitoramento vestíveis, automonitoramento, monitoramento remoto; e
 - ii. Monitoramento de doenças crônicas
- b) Cuidado e Intervenção: fornecimento de assistência tecnológica em situações de doença, lesão ou outra insalubridade:
 - i. Auxílio Medicamentoso: suporte para lembrar de medicamentos, dispensador de medicamentos, assistência à memória;
 - ii. Intervenção de Estilo de Vida Saudável: ajudar as pessoas a manter um estilo de vida saudável: dietas, exercício físico, etc.; e
 - iii. Gestão de Saúde: História clínica, gestão do plano terapêutico, teleconsulta.
- c) Reabilitação e Compensação por Incapacidade: fornecer meios tecnológicos de apoio à reabilitação de limitações funcionais e compensação de incapacidades:
 - i. Compensação física: compensação de deficiência sensorial, assistência a deficiência motora;
 - ii. Compensação neuro cognitiva: compensações de transtorno mental; e
 - iii. "Reabilitação: recuperar ou melhorar as funções perdidas após um evento, doença ou lesão que tenha causado incapacidade funcional.

3. Ocupação na Vida

- a) Envelhecer no Trabalho: facilitar a continuação no local de trabalho enquanto envelhece:
 - i. Espaço de trabalho ajustado: ambiente adaptado, ergonomia, luz, ajudante robótico; e
 - ii. Relações intergeracionais: funcionários jovens ajudam os funcionários seniores a alavancar a tecnologia, enquanto os funcionários seniores ajudam os jovens a obter *know-how*.
- b) Prolongando a Vida Profissional: facilitação de uma vida ativa após a aposentadoria:
 - i. Manter vínculos com ex-empregadores;
 - ii. Autônomo e Empreendedorismo; e
 - iii. Trabalhando em comunidades profissionais.

4. Recreação na vida

- a) Socialização: manter-se socialmente ativo por meio de soluções tecnológicas voltadas para redes sociais e construção de comunidades, melhorando assim a qualidade de vida, reduzindo o isolamento social:
 - i. Participação no mundo real e comunidades virtuais; e
 - ii. Gestão de eventos sociais: inclui atividades outdoor e voluntariado, banco de horas.
- b) Entretenimento: diversão, diversões e distrações com a intenção de dar prazer e apoiadas por meios tecnológicos:
 - i. Jogos: jogos de estimulação cerebral, jogos de entretenimento online;
 - ii. Atividades culturais: leitura e contação de histórias online, atendimento remoto a shows de bandas, cinema, teatro, etc.; e
 - iii. Atividades de recreação: ginásios especializados e remotos (atendimento a partir de casa) e esportes, etc.
- c) Aprendizado: promoção e prestação de serviços de formação e educação por meio de meios tecnológicos:
 - i. Aprendizagem Remota: acesso remoto a bibliotecas, pintura, Internet, etc.; e
 - ii. Troca de experiências e compartilhamento de conhecimento: ensino/consultoria à distância, destacando as relações intergeracionais e a partilha de competências.

É possível observar que um sistema pode atender a mais de uma categoria, por exemplo, sistemas relacionados a intergeracional, ou seja, que se realiza entre duas ou mais gerações, pode atender a categoria “Envelhecer no Trabalho” e “Aprendizado”. [Broek, Cavallo e Wehrmann \(2010\)](#) destacam que, em termos de funcionalidade, os sistemas de *software* AAL devem ser:

- Personalizáveis, ou seja, adaptados às necessidades dos usuários;
- Adaptável, ou seja, com capacidade de reagir às mudanças dinâmicas na disponibilidade de dispositivos/serviços, disponibilidade de recursos, ambiente do sistema ou requisitos do usuário; e
- Antecipatória, ou seja, antecipar os desejos dos usuários dentro do possível, sem mediação consciente.

Em [Vacher et al. \(2011\)](#) são apresentados os desafios que esta solução AAL têm de lidar, seja relacionado a desafios tecnológicos ou ao ambiente onde se encontram inseridos. Abaixo, destacam-se alguns desses desafios:

- (i) Necessidades específicas para cada usuário – As fragilidades, objetivos e hábitos de cada usuário são bastante diferentes, quer ao nível de usuário, quer ao nível de aceitação à

intrusão no seu quotidiano. Desta forma, não há uma solução única e homogênea para todos os usuários;

- (ii) Baixa tolerância para problemas técnicos – Existe uma baixa aceitação de soluções de AAL caso a pessoa assistida encontre uma dificuldade em a utilizar;
- (iii) Noção de ter o controle – Apesar da necessidade de assistência, estas pessoas gostam de manter o controle sobre a assistência que lhes é prestado; e
- (iv) Transparência – Deverão ser evitados os dispositivos externos visíveis para evitar a reprovação e aumentar a aceitação das soluções de AAL.

Segundo [Gomes, Rainho e Rocha \(2021\)](#), os produtos e serviços da AAL devem ter mecanismos para distinguir adequadamente as pessoas, identificar as suas necessidades e preferências e reconhecer o seu ambiente. Este é o propósito dos sistemas de percepção de contexto (*context awareness*), que incluem tecnologias de identificação de padrões para prevenir ou detectar configurações espaciais/temporais perigosas, localizar pessoas, reconhecer situações específicas, inferir atividades, ou reconhecer o comportamento humano e as emoções.

Com base no conhecimento sobre os usuários e o seu contexto, a infraestrutura tecnológica da AAL pode decidir quais serviços oferecer, considerando a segurança e a privacidade dos usuários. Portanto, os produtos e serviços AAL devem fornecer mecanismos naturais de interação, sensibilidade ao contexto, segurança, privacidade e usabilidade ([FARAHBAKHSI; SHAHIDINEJAD; GHOBAEI-ARANI, 2021](#)), apoiados por arquiteturas tecnológicas apropriadas ([LEON et al., 2010](#)).

2.1.1 Desafios *Ambient Assisted Living*

A AAL tem vários desafios gerais e específicos que dificultam a sua implementação e generalização. Entre os desafios gerais estão aqueles que se relacionam diretamente com cada grupo de atores ([PROGRAMME, 2019](#)):

- Usuários finais que podem se beneficiar da AAL em termos de autonomia, independência e conseqüentemente qualidade de vida (*stakeholders* primários);
- Indivíduos ou organizações em contato com usuários finais, como cuidadores, amigos, vizinhos, serviços sociais e organizações prestadoras de serviços, que podem se beneficiar direta ou indiretamente da AAL (*stakeholders* secundários); e
- Instituições públicas e privadas que não têm contato direto com os produtos e serviços da AAL, mas contribuem de alguma forma para sua organização, pagamento ou ativação, como organizações empresariais, sistemas de previdência social e seguradoras. Estes podem se beneficiar da AAL por meio do aumento da eficiência e eficácia, resultando em economia de recursos no médio e longo prazo (*stakeholders* terciários).

O uso dos produtos e serviços da AAL pode ser restringido pelos usuários. [Memon et al. \(2014\)](#) argumentam que a aceitação desses tipos de produtos e serviços depende de três fatores:

- Devem ser discretos;
- Devem ser adaptáveis a diversas situações pessoais ou ambientais; e
- Devem ser fáceis de usar.

De acordo com [Nadal, Sas e Doherty \(2020\)](#), a questão da aceitação da tecnologia é de extrema importância no uso de sistemas AAL (Ambient Assisted Living) no domínio da saúde. A possibilidade de intrusão das tecnologias pode levar os pacientes a recusarem-se a experimentá-las. Por isso, é fundamental que os desenvolvedores e pesquisadores considerem essa preocupação em todas as etapas do desenvolvimento e implementação das novas tecnologias de saúde.

Em um estudo realizado por [Whelan et al. \(2018b\)](#), foram identificados os fatores que influenciam a aceitabilidade das tecnologias AAL, destacando a personalização e o entendimento do contexto de uso do idoso. As principais barreiras à utilização das tecnologias AAL pelos idosos estão relacionadas a fatores psicológicos, preconceitos, hábitos e educação. Muitas vezes, essa população rejeita soluções que implicam em mudanças em seus hábitos e estilo de vida, desconhecendo que tais mudanças podem resultar em uma melhora significativa em sua qualidade de vida.

[Purohit et al. \(2022\)](#) afirmam que a maneira de superar os problemas de aceitabilidade dos sistemas AAL é educar os usuários finais sobre os benefícios desses produtos e serviços, removendo quaisquer barreiras ao seu uso. Em alguns casos, a tecnologia em si não atende às necessidades dos usuários finais devido a problemas de usabilidade.

[Almalki et al. \(2022\)](#) identificaram fatores importantes para a adoção de tecnologias AAL e os mapearam em um *framework* composto por dezenove fatores exclusivos. O fator mais comum encontrado foi a privacidade, mencionado em 50% dos estudos. Por outro lado, a precisão dos dados e a acessibilidade foram os fatores menos comuns, mencionados apenas em 4% dos estudos. Outros fatores importantes incluem a necessidade de informação do usuário, observada em 23% dos estudos, que destaca a capacidade das tecnologias AAL de atender às necessidades de informação dos usuários, considerando outros elementos como o estado de saúde, alfabetização e habilidades técnicas. A aceitação do usuário, que varia de acordo com diferentes faixas etárias, também foi um fator observado em 23% dos estudos, influenciando vários aspectos, como a facilidade de uso.

2.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Para entender melhor o que é Engenharia de Requisitos (RE) e quais os tipos de requisitos, iremos inicialmente definir o que são requisitos. De acordo com [Abbott \(1986\)](#), um requisito

pode ser uma função, uma restrição ou outra característica que deve ser fornecida ou atendida para satisfazer as necessidades do usuário do sistema que será desenvolvido. Para [Nuseibeh e Easterbrook \(2000\)](#), requisitos são necessidades coletadas de clientes e usuários para sabermos “o quê” o sistema a ser idealizado fará, sem se preocupar “como” este será criado. Segundo [Sommerville \(2019\)](#) os requisitos de um sistema é uma descrição do que o sistema deve fazer, os serviços que o sistema fornece, e as suas restrições. [Haskins, Forsberg e Engineering \(2007\)](#) descrevem que requisitos são características que identificam os níveis de cumprimento necessários para alcançar objetivos específicos para um dado conjunto de condições. [Davis \(2013\)](#) define um requisito como uma característica observável externa a um sistema desejado.

Devido à transversalidade sobre a definição de requisitos, a [IEEE \(1990\)](#) a define em três pontos:

1. Uma condição ou habilidade que alguém precisa para resolver um problema ou atingir um objetivo;
2. Uma condição ou capacidade que um sistema ou componente do sistema deve demonstrar ou possuir para cumprir um contrato, padrão, especificação ou outro documento formalmente exigido; e
3. Exibição bem documentada de uma condição ou capacidade, em (1) e (2).

Para [Alencar \(1999\)](#), no processo de desenvolvimento de *software*, definir requisitos que sejam compreensíveis por todas as partes envolvidas (clientes, analistas de sistema, desenvolvedores, etc.) é um fator básico, ao tempo que é, também, um problema de difícil solução. Portanto, para assegurar que os requisitos dos sistemas sejam bem definidos, é necessário o auxílio de uma metodologia organizada e sistemática, a qual permita que os engenheiros de *software* utilizem ferramentas, técnicas e abordagens apropriadas para resolver o problema. Na literatura é possível encontrar definições da engenharia de requisitos, deste modo, são apresentadas algumas dessas definições:

[Pressman \(2005\)](#) define que a engenharia de requisitos fornece o mecanismo apropriado para entender a necessidade do cliente, analisando as suas necessidades, avaliando e negociando uma condição razoável, especificando a solução sem equívoco, validando a especificação para gerir os requisitos à medida que são transformados no sistema. [Laplante \(2017\)](#) argumenta que a engenharia de requisitos é o processo em que os requisitos são levantados, modelados, analisados e documentados. [Pohl \(1996\)](#) define engenharia de requisitos como processo sistemático para apresentar requisitos, por um processo iterativo e cooperativo da análise do problema, documentando as observações resultantes em vários formatos de representação, verificando a clareza da compreensão adquirida. Para [Sommerville \(2019\)](#), a engenharia de requisitos é o processo de entender e definir que serviços são requeridos pelo sistema, identificando as restrições na operação e no desenvolvimento do produto ou *software*.

A definição e análise de requisitos de qualquer sistema, são reconhecidas como a etapa mais importante em qualquer modelo de desenvolvimento de *software*, pois mesmo que se tenha um sistema bem projetado e codificado, a má especificação de requisitos e a ausência de documentação suficiente, causará transtornos aos desenvolvedores e clientes. Nesse sentido, Sommerville classifica os requisitos de três maneiras: requisitos funcionais, requisitos não funcionais e de domínio, porém muitos autores preferem classificar os requisitos somente segundo os dois primeiros tipos, funcionais e não funcionais. Sommerville (2019) faz as seguintes definições para os dois tipos de requisitos:

- Requisitos funcionais: como o sistema deve reagir às entradas e como o sistema deve se comportar em algumas situações. Aplicam-se a funções específicas do sistema; e
- Requisitos não funcionais: são restrições das funções e serviços oferecidos pelo sistema. Podem ser restrições de tempo, de desenvolvimento, de processos e restrições por normas, aplicam-se ao sistema todo.

Os requisitos funcionais descrevem “o quê” o sistema deve fazer, enquanto os requisitos não funcionais fixam restrições sobre “como” os requisitos funcionais serão implementados (SANTANDER, 2002), sendo assim, é apresentada outras definições importantes para requisitos não funcionais. Segundo Endres e Rombach (2003), requisitos não funcionais são subentendidos e podem incluir características observáveis, tais como, eficiência, portabilidade, confiabilidade, usabilidade, manutenção e testabilidade. Bourque, Fairley et al. (2014) entendem que os requisitos não funcionais são aqueles que restringem a solução, e podem ser conhecidos também por requisitos de qualidade ou de restrição, onde a exigência de qualidade tem um enorme impacto sobre o produto final (RAHMAN; RIPON, 2014). Sommerville (2019) afirma que os requisitos não funcionais são geralmente mais críticos do que os requisitos funcionais individualmente.

Um problema comum que ocorre nos projetos de *software* é que muitas vezes os *stakeholders* não estão cientes das necessidades dos requisitos não funcionais, e é muito difícil para o cliente saber sobre os detalhes desses requisitos (RAHMAN; RIPON, 2014). Ainda para Rahman e Ripon (2014), a insuficiência de requisitos não funcionais é um dos principais fatores da falha de projetos de *software*. Requisitos não funcionais têm sido tratados como propriedades ou atributos do sistema necessários para satisfazer os clientes, em muitos casos, as expectativas dos clientes não são cumpridas devido à inadequação das propriedades do sistema (GLINZ, 2007). O custo e o tempo para o mercado de desenvolvimento de *software* podem ser reduzidos, dando mais importância ao requisito não funcional (CHUNG et al., 2012).

Em sistemas complexos, *RNFs* são vitais, onde o sucesso do sistema pode ser ameaçado se requisitos não funcionais são negligenciados durante o desenvolvimento do sistema (CHUNG et al., 2012). Com o aumento da complexidade do *software*, os clientes concentram-se mais em qualidade de *software*, onde a modelagem deixa de ser considerada uma opção secundária

no processo de levantamento para uma atividade importante no processo de desenvolvimento (RAHMAN; RIPON, 2014).

Como já apresentado, a RE visa possibilitar uma melhor modelagem do sistema, bem como a sua análise para proporcionar um melhor entendimento antes da implementação do sistema. Na literatura (THAYER; BAILIN; DORFMAN, 1997) a engenharia de requisitos é dividida nas seguintes fases: elicitação, especificação, análise e negociação, validação e gerenciamento de requisitos, a seguir serão apresentados os conceitos de elicitação e análise de requisitos.

2.2.1 Elicitação de Requisitos

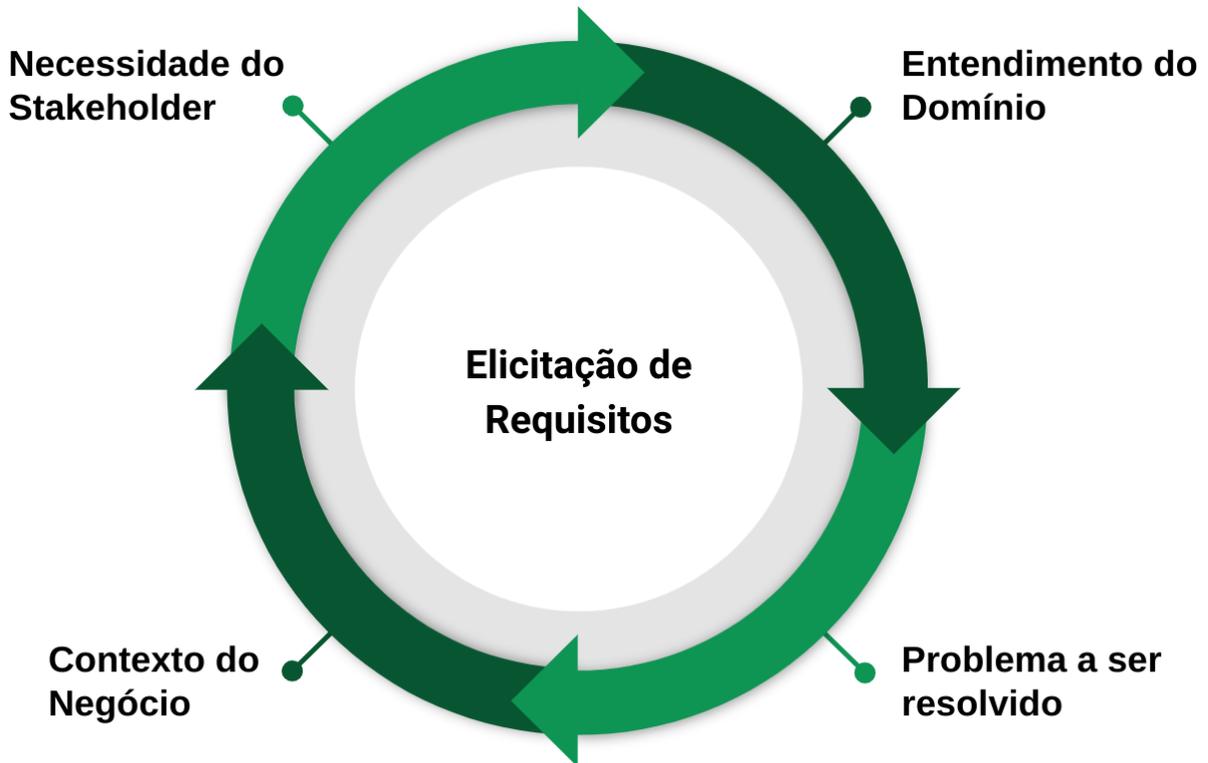
A elicitação de requisitos são atividades nas quais os requisitos do sistema são determinados. Analistas, desenvolvedores, clientes e usuários definem os requisitos a serem atendidos, buscam entender o negócio e interagem em busca de uma solução para o problema.

Sommerville (2019) mostra que esta fase pode ser dividida em quatro dimensões:

- Entendimento do Domínio: entender o domínio da aplicação significa entender de forma geral onde o sistema será implantado;
- Entendimento do Problema: é necessário entender os detalhes da especificação do problema do usuário onde o sistema será utilizado. Esse entendimento ajudará a encontrar uma solução correta;
- Entendimento do negócio: os sistemas são geralmente desenvolvidos para contribuir com o desenvolvimento de um negócio ou organização. Portanto, para elaborar o sistema, é essencial entender o negócio no qual o sistema será inserido e saber como as diferentes partes do negócio interagem e influenciam-se; e
- Entender as necessidades dos *stakeholders*: é preciso entender o processo de trabalho, como o cotidiano das pessoas é afetado pelo sistema. Na Figura 3 são apresentadas as fases de elicitação de requisitos, a partir do entendimento da área onde o sistema desenvolvido será utilizado. Com base nesse entendimento, o problema a ser resolvido é definido no contexto de negócios da organização para atender às reais necessidades dos *stakeholders*.

A elicitação de requisitos é uma fase muito importante e está diretamente relacionada ao sucesso do projeto. Nesta fase, o negócio é compreendido, as necessidades são identificadas e o objetivo do sistema é definido. Por sua vez, o sucesso do projeto depende de uma série de fatores, como o cumprimento do prazo, do custo e do escopo previamente definidos com os usuários. Para definir o escopo do projeto, é necessário ter um bom entendimento do negócio. Dessa forma, o problema a ser resolvido orientará a elicitação de requisitos para atendimento das necessidades. Se as necessidades e o contexto do cliente não forem capturados e compreendidos, existe uma grande probabilidade de o projeto não ser utilizado pelo cliente final. No contexto do

Figura 3 – Fases da Elicitação de Requisitos



Fonte: Autor (2023)

AAL ou de qualquer outro sistema, a aceitação do sistema depende de quão bem as necessidades dos usuários são captadas, compreendidas, detalhadas e atendidas.

Descobrir o que o usuário realmente precisa não é uma tarefa fácil. Muitas vezes como o cliente comunica as suas necessidades nem sempre é clara e objetiva, o que pode levar a interpretações errôneas. Um dos problemas que pode ocorrer devido a esse mal-entendido é a elicitação incorreta de requisitos e a construção de um *software* que não atenda aos requisitos. Esse processo de exploração requer uma análise criteriosa da organização, que inclui: definir o objetivo e o escopo do domínio de aplicação, entender o foco no problema a ser resolvido, identificar os processos de negócios e, principalmente, conhecer as informações do cliente sobre as suas necessidades ou desejos e requisitos (ALFLEN; PRADO, 2020).

A fase de elicitação de requisitos desempenha um papel fundamental na obtenção da satisfação do projeto. A elicitação de requisitos é o momento em que se busca o conhecimento do domínio do problema e o entendimento dos requisitos do negócio. É um processo iterativo em que as mudanças ocorrem constantemente e novos requisitos podem ser feitos à medida que o projeto avança e há necessidade de informações. Uma vez que a informação esteja disponível, ela deve ser cuidadosamente registrada e organizada para ser compreendida. Como resultado desta fase, um documento de requisitos é criado. O documento de requisitos fornece uma riqueza de detalhes sobre os requisitos e funções que o sistema deve executar, tornando mais fácil para o cliente

entender como o sistema funcionará. As informações obtidas durante a elicitação são descritas de forma estruturada em linguagem natural e contém a especificação dos requisitos.

O sucesso de um sistema depende da qualidade das informações coletadas. Existem diversas técnicas que auxiliam na elicitação e facilitam a definição de requisitos, mas este projeto utiliza *storytelling* nesta fase, que será discutida na [seção 2.4](#).

2.2.2 Análise de Requisitos

Nesta fase, as informações sobre os requisitos são reunidas para revisão, discussão, melhor entendimento, priorização e negociação. Esta fase também discute os conflitos existentes entre os requisitos e busca uma solução mutuamente aceitável para gerenciar conflitos potenciais e satisfazer os desejos das partes envolvidas (SOMMERVILLE, 2019; THAYER; BAILIN; DORFMAN, 1997).

Os requisitos inicialmente levantados serão usados como base para a análise de requisitos. Durante a análise, os requisitos são categorizados, os relacionamentos entre eles são examinados e a importância de cada requisito é classificada conforme as necessidades das partes interessadas. Os requisitos são negociados para decidir quais aceitar para chegar a um consenso. A análise de requisitos pode se tornar ainda mais difícil se os requisitos originais não estiverem disponíveis ou não forem recuperados durante a elicitação de requisitos (THAYER; BAILIN; DORFMAN, 1997).

De acordo com Laplante (2017), Thayer, Bailin e Dorfman (1997), as tarefas da fase de análise de requisitos são as seguintes:

1. Verificação da importância dos requisitos: uma análise real da necessidade dos requisitos identificados;
2. Verificação da consistência e completude dos requisitos: verificação da consistência para verificar se os requisitos não são contraditórios; e
3. Verificação da viabilidade dos requisitos: verificação dos requisitos quanto à sua viabilidade.

A análise dos requisitos desempenha um papel crucial ao permitir a verificação da adequação destes requisitos em relação à realidade do projeto. Além disso, viabiliza a avaliação da factibilidade das necessidades exigidas. Esta etapa crítica assegura que os requisitos estabelecidos estejam alinhados de maneira precisa com os objetivos e limitações do projeto, contribuindo, assim, para o sucesso de sua implementação.

2.3 FRAMEWORK

O termo *framework* tem sido utilizado com diferentes definições e aplicações, variando conforme os campos do conhecimento. Zandesh et al. (2019) destacam que o *framework* conceitual é a compreensão do pesquisador de como as variáveis particulares em seu estudo se conectam. É o “mapa” do pesquisador no exercício da investigação. Pottmaier et al. (2022), Rogers, Sharp e Preece (2013) corroboram ao afirmar que um *framework* conceitual é um conjunto de ideias e conceitos que se interrelacionam para descrever como um sistema deve se comportar, parecer e ser compreendido pelos usuários da maneira pretendida.

Shehabuddeen et al. (2019) consideram que um *framework* dá suporte à comunicação e compreensão de um sistema com um propósito definido. Ele traduz questões complexas em um formato simples e analisável, por meio da descrição da relação entre os elementos de um sistema, empregado um conjunto de conceitos para solucionar problemas ou explorar novas ideias, definindo conceitos, valores e práticas e inclui orientações para sua execução.

Para Fernandes et al. (2017), um *framework* representa a síntese do pesquisador sobre como explicar um fenômeno, mapeando as ações necessárias no curso do estudo, dado seu conhecimento prévio e suas observações sobre o tema da pesquisa. Shehabuddeen et al. (2019) ressaltam que não há uma definição consensual de *framework* na literatura. Na área de gestão, os pesquisadores costumam utilizar o termo *framework* para representar questões complexas de forma simplificada, geralmente por meio de diagramas ou gráficos. Nesse contexto, um *framework* pode:

- (a) Representar um problema em um determinado domínio;
- (b) Vincular vários elementos para mostrar suas relações;
- (c) Permitir uma visão holística de uma situação;
- (d) Demonstrar uma situação ou fornecer uma base para resolver um problema específico; e
- (e) Fornecer uma abordagem estruturada para lidar com uma questão específica.

Após analisar as diferentes perspectivas, adotou-se a definição de *framework* do *Cambridge Advanced Learner's Dictionary* (DICTIONARY, 2008), que o define como um sistema de regras, ideias ou crenças usadas para planejar ou tomar decisões. Portanto, o propósito deste *framework* é auxiliar os *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL baseado em requisitos legais e em experiência de usuários.

2.3.1 Metodologia para Construção de Frameworks

Existem diversos trabalhos que abordam metodologias para a construção de *frameworks*, sendo eles: Gregar (1994), Marshall e Rossman (2014), Regoniel (2015) e Jabareen (2009). Esses autores apresentam abordagens para criar uma estrutura conceitual, que podem ser resumidas da

seguinte forma: identificar o problema de pesquisa, realizar uma revisão da literatura, identificar os principais conceitos e variáveis, definir os conceitos e variáveis, determinar as relações entre eles, desenvolver um diagrama ou modelo, refinar a estrutura e usar a estrutura para guiar a pesquisa. Além disso, esses autores destacam que a criação de um *framework* é um processo iterativo que requer reflexão e revisão contínuas.

Jabareen (2009), por sua vez, propõe uma abordagem qualitativa para a construção de *frameworks*, especialmente para fenômenos relacionados a corpos de conhecimento multidisciplinares. O autor oferece um procedimento de teorização baseado no método da teoria fundamentada para a construção de *frameworks*. Uma das vantagens dessa abordagem é a flexibilidade, pois permite modificações e ajustes ao longo do processo. Além disso, ela enfatiza a compreensão em vez de previsão, o que contribui para uma abordagem mais abrangente e aprofundada na construção do *framework*.

Essas diversas abordagens metodológicas fornecem orientações valiosas para a construção de *frameworks* conceituais, permitindo uma estruturação mais sólida e coerente dos conhecimentos e variáveis envolvidos. Por meio de um processo iterativo, reflexivo e adaptável, é possível desenvolver *frameworks* que sejam efetivos na representação e compreensão de fenômenos complexos em diversas áreas de estudo.

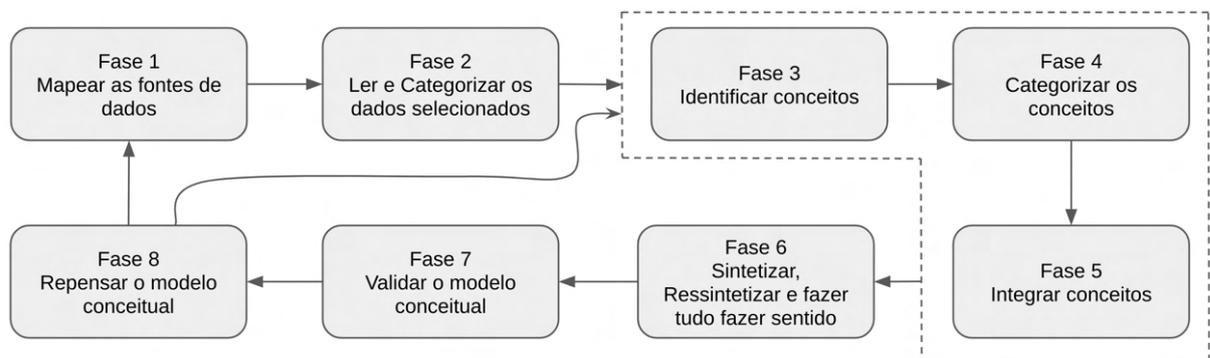
Ao comparar a abordagem proposta por Jabareen (2009) com esses trabalhos, destacam-se as seguintes diferenças:

- Visão holística: o processo de construção do *framework* proposto por Jabareen abrange oito fases distintas, permitindo uma visão holística do desenvolvimento do *framework*. Essa abordagem mais abrangente garante a consideração de todas as etapas necessárias para um *framework* completo e eficaz;
- Flexibilidade e adaptabilidade: a metodologia de Jabareen enfatiza a natureza iterativa e incremental do processo de construção do *framework*, permitindo ajustes e refinamentos ao longo do desenvolvimento. Isso possibilita retornar a fases anteriores para melhorias e adaptações, garantindo que o *framework* atenda às necessidades e requisitos identificados, mesmo diante de mudanças de exigências e contextos ao longo do tempo;
- Envolvimento dos *stakeholders*: a abordagem de Jabareen destaca a importância do envolvimento dos *stakeholders* ao longo de todo o processo de construção do *framework*. Isso assegura que as perspectivas e necessidades dos usuários e interessados sejam consideradas, resultando em um *framework* mais relevante e aplicável; e
- Validação e avaliação contínuas: a metodologia proposta por Jabareen inclui fases de validação e avaliação ao longo do processo de construção do *framework*. Essa abordagem contínua de validação e avaliação ajuda a identificar problemas ou lacunas no *framework*, permitindo correções e ajustes antes de sua implementação final.

Essas diferenças destacam a relevância e a solidez da metodologia proposta por Jabareen (2009) para a construção de *frameworks*. Sua abordagem abrangente, flexível, orientada para *stakeholders* e com validação contínua contribui para o desenvolvimento de *frameworks* efetivos e adaptados às necessidades e contextos específicos.

A construção do *framework* nesta tese adota a metodologia proposta por Jabareen (2009), composta por oito fases distintas. Essas fases estão representadas visualmente na Figura 4, fornecendo uma visão das fases do fluxo de trabalho para construção de *framework*. Ao seguir o fluxo de trabalho para construção do *framework*, busca-se garantir uma abordagem estruturada e consistente, abrangendo desde a identificação inicial das necessidades até a validação final.

Figura 4 – Fluxo de trabalho para Construção do *Framework*



Fonte: Autor (2023)

Durante a aplicação do fluxo de trabalho para construção do *framework*, cada fase foi conduzida de forma sequencial, permitindo uma progressão estruturada no desenvolvimento do *framework*. No entanto, a abordagem adotada também possibilitou retornar a fases anteriores, quando necessário, a fim de realizar ajustes e refinamentos. Essa característica iterativa e incremental desempenhou um papel fundamental no aprimoramento contínuo do *framework* ao longo do processo de construção.

A seguir, detalharemos cada uma das fases da metodologia proposta por Jabareen (2009), conforme apresentado na Figura 4:

- Fase 1 - Mapear as fontes de dados: realiza-se uma revisão extensa da literatura multidisciplinar sobre o fenômeno em questão. Além disso, entrevistas com profissionais e especialistas são conduzidas para obter uma visão abrangente do assunto. O objetivo é coletar dados de forma abrangente e completa, garantindo a validade do processo;
- Fase 2 - Ler e Categorizar os dados selecionados: os dados selecionados são lidos e categorizados por disciplina e por sua importância e representatividade dentro de cada disciplina. Isso assegura uma representação efetiva de cada área de estudo e maximiza a eficácia da pesquisa;

- Fase 3 - Identificar conceitos: os dados selecionados são revisados repetidamente para identificar e “descobrir” conceitos. O resultado é uma lista de conceitos concorrentes e, às vezes, contraditórios. O objetivo é permitir que os conceitos surjam organicamente da literatura, evitando violações do princípio da indução;
- Fase 4 - Categorizar os conceitos: cada conceito é desconstruído para identificar seus principais atributos, características, pressupostos e papel. Os conceitos são organizados e categorizados com base em sua ontologia, epistemologia e metodologia. O resultado é uma tabela com os nomes dos conceitos, descrições, categorização e referências;
- Fase 5 - Integrar conceitos: os conceitos semelhantes são integrados e agrupados, reduzindo o número total de conceitos. Isso permite manipular um número razoável de conceitos para construir uma estrutura mais coesa;
- Fase 6 - Sintetizar, ressintetizar e fazer tudo fazer sentido: os conceitos são sintetizados em uma estrutura teórica. O pesquisador deve ser aberto, tolerante e flexível durante o processo de teorização. A síntese e a ressíntese são realizadas repetidamente até que uma estrutura teórica geral que faça sentido seja reconhecida. O pesquisador deve construir o quadro conceitual com cuidado;
- Fase 7 - Validar o modelo conceitual: a estrutura conceitual é validada, verificando se faz sentido para outros estudiosos e profissionais, além do pesquisador. É importante buscar feedback externo e apresentar a teoria em evolução em conferências ou seminários para obter discussões e opiniões; e
- Fase 8 - Repensar o modelo conceitual: a estrutura é repensada e revisada com base em novos *insights*, comentários, literatura e outros elementos. A teoria deve fazer sentido para diferentes disciplinas e ampliar a compreensão teórica do fenômeno em questão.

É importante ressaltar que o processo de construção do *framework* é iterativo e requer uma abordagem reflexiva e adaptativa, permitindo retornar à fase 1 ou enfatizar o levantamento de novos conceitos nas fases 3, 4 e 5, após a conclusão da fase 8. Essa abordagem iterativa possibilita a melhoria contínua e aprimoramento do *framework* ao longo do tempo.

Durante cada iteração, as fases 1 e 2 envolvem a consulta de bibliotecas científicas e um questionário com *stakeholders* para enriquecer o conhecimento, criando uma base sólida de informações sobre os componentes do *framework* antes de prosseguir para as fases subsequentes. As etapas 3, 4 e 5 são cruciais para a concepção do *framework*, onde os conceitos identificados são registrados, as conexões entre eles são estabelecidas e agrupados com base em sua similaridade conceitual. Esse agrupamento influencia na definição das camadas do *framework*.

Durante a fase 6, foi realizado uma análise preliminar do desenho obtido, de modo a construir teorias sobre a produção ocorrida e pressupondo possíveis modelos. Na fase 7, implementamos conceitualmente um modelo gerado a partir da fase anterior.

Ao final de cada iteração, o *framework* construído passa por uma fase de repensamento, que é a fase 8. Nesse momento, observamos os erros de validação identificados na etapa anterior e consideramos possíveis situações não contempladas. Essa reflexão nos permite iniciar uma nova iteração com base nas melhorias e aprendizados adquiridos.

O objetivo do *framework* proposto nesta tese é evidenciar os elementos a serem considerados para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL baseado em requisitos legais e em experiência de usuários.

2.4 STORYTELLING

Contar histórias como uma técnica tem sido usada para gerenciamento de conhecimento e elicitação de requisitos de *software* (BOULILA; HOFFMANN; HERRMANN, 2011; GAUSEPOHL, 2008). Estudos em psicologia descobriram que as pessoas aprendem melhor com histórias (JR, 2014; NELSON, 1998; MCADAMS, 2001). Em Rinzler (2009) aponta que ouvir uma história faz com que o ouvinte experimente tudo o que ouve como se fizesse parte de toda a trama. Devido ao seu uso extensivo como método para capturar e comunicar a cultura na antropologia (PATTON, 2002), a *Storytelling* merece uma investigação mais aprofundada como um método de contar/narrar para coleta de requisitos em saúde. Gausepohl (2008) apresenta que a pesquisa narrativa é usada na antropologia médica para aprofundar a compreensão das experiências de médicos, pacientes e familiares de pacientes no domínio da saúde.

As histórias orais são usadas na antropologia como um meio de reunir, entender e compartilhar as experiências pessoais de um grupo identificado. Por exemplo, Gunther e Thomas (2006) usaram uma estrutura fenomenológica para coletar histórias orais de enfermeiras para entender como as enfermeiras dão significado ao seu papel como cuidador do paciente. Os pesquisadores analisaram as histórias das enfermeiras usando análise temática e identificaram quatro temas comuns. Os temas identificados foram 'acontecimentos extraordinários do paciente', 'incompreensibilidade', 'questionamento se algo mais poderia ter sido feito' e 'sozinho ou em conjunto'. A identificação desses temas facilitou a compreensão dos pontos de estresse cotidiano dos enfermeiros e a suas reações associadas.

A pesquisa narrativa também é usada na antropologia médica durante as intervenções de segurança. Coombes et al. (2008) coletaram histórias de estudantes de medicina que recentemente cometeram um erro de prescrição para determinar atributos comuns entre os erros dos estudantes. A identificação dos antecedentes de erros potenciais pelos pesquisadores resultou em recomendações práticas ao hospital para evitar erros. Por exemplo, os pesquisadores recomendaram que o hospital adotasse um formulário de prescrição consistente em todo o hospital.

Uma revisão da literatura revela que a indústria tentou capitalizar os benefícios das histórias durante o processo de desenvolvimento (ERICKSON, 1995; MOGGRIDGE, 1993; SURI; MARSH, 2000). Algumas equipes visualizam histórias como resultados de técnicas tradicionais

de análise de usuários. Por exemplo, [Suri e Marsh \(2000\)](#) veem as histórias como cenários criados pelo analista por meio da síntese dos resultados da análise de tarefas, perfis de usuários e entrevistas. [Suri e Marsh \(2000\)](#) observam que um benefício dos cenários é que eles permitem a análise das “características menos celebradas das pessoas”, como o uso de drogas, num contexto hipotético que permite aos participantes discutir livremente esses tópicos de uma forma não ameaçadora e sem julgamento. [Suri e Marsh \(2000\)](#) utilizaram cenários no processo de *design* para equipamentos diabéticos de uso doméstico e reconheceram a importância de considerar o comportamento humano real não idealizado, como a reutilização de agulhas pelo consumidor para economizar dinheiro, durante o processo de *design*.

[Gausepohl \(2008\)](#) investiga o uso de *storytelling* na elicitação de requisitos para dispositivos médicos, destacando a sua utilização em quatro etapas:

- Compreender: os *designers* tentam entender as necessidades dos outros por meio da empatia com a população em questão;
- Observar: entender melhor os usuários em potencial é observar os usuários realizando tarefas na vida cotidiana;
- Visualizar: os *designers* “visualizam” realidades alternativas por meio da criação de cenários ou pedir aos usuários finais para “contar histórias” sobre a sua experiência ideal percebida com um produto; e
- Avaliar: as soluções de *design* são avaliadas em relação a toda a gama de usuários em potencial

[Gausepohl \(2008\)](#) apresenta três pontos importantes do uso da *storytelling* como um método de elicitação de requisitos de dispositivos médicos:

- Potencial para capturar uma gama completa de requisitos, incluindo requisitos específicos para o contexto de uso necessário para garantir a usabilidade;
- A elicitação de histórias resulta em cenários que podem ser usados durante o processo de engenharia de usabilidade; e
- Contar histórias capitaliza a natureza narrativa inerente ao domínio da saúde.

A elicitação de histórias também fornece aos *designers* acesso direto aos cenários de uso. Os cenários são normalmente criados pelo *designer* por meio da reunião de informações de grupos focais e entrevistas. Por outro lado, a *storytelling* capacita os usuários finais, permitindo que eles criem os seus próprios cenários de uso do dispositivo. Talvez os cenários criados pelos usuários forneçam uma visão mais holística do uso do dispositivo e forneçam uma representação mais precisa do uso real do que os cenários criados pelo *designer*.

Outro ponto forte da *storytelling* como técnica de elicitação no domínio da saúde é que ela capitaliza a natureza narrativa inerente dos cuidados de saúde. Conforme observado por [Hunter e Montgomery \(1991\)](#), as histórias são usadas extensivamente na área da saúde para comunicar conhecimento. Por exemplo, os pacientes relatam a sua doença ao médico numa história (comecei a sentir a dor ontem à noite após fazer uma corrida...), o médico interpreta a história para obter informações significativas para determinar um diagnóstico e o médico relata o diagnóstico de volta ao paciente em forma de história também (parece que quando você se exercitou mais do que o tempo recomendável para o seu peço, você forçou as suas articulações...).

2.5 ENGENHARIA DE REQUISITOS ORIENTADA A OBJETIVOS

As abordagens orientadas a objetivos, também conhecidas como *Goal-Oriented Requirements Engineering* (GORE), são um conjunto de técnicas e práticas utilizadas na engenharia de requisitos para capturar, analisar e gerenciar os objetivos do sistema de software a ser desenvolvido. Essas abordagens têm se mostrado eficazes para lidar com a complexidade inerente aos sistemas de software, ajudando a garantir que os requisitos sejam bem compreendidos e alinhados com as necessidades dos *stakeholders* ([LAMSWEERDE, 2001](#)).

Uma das características distintivas das abordagens orientadas a objetivos é a ênfase na identificação e modelagem dos objetivos do sistema ([CHUNG et al., 2012](#)). Os objetivos representam as metas que o sistema deve alcançar para satisfazer as necessidades dos *stakeholders* e agregar valor ao negócio ([HORKOFF et al., 2019](#)). Ao compreender e documentar os objetivos de forma clara e precisa, os engenheiros de requisitos podem melhorar a comunicação entre as partes interessadas e orientar o processo de elicitação e especificação dos requisitos ([YU; MYLOPOULOS, 1998](#); [LAMSWEERDE; LETIER, 2000](#)).

A decomposição hierárquica é uma técnica amplamente utilizada nas abordagens orientadas a objetivos. Ela permite que os objetivos sejam divididos em subobjetivos menores e mais específicos, facilitando a compreensão e o gerenciamento dos requisitos. Essa decomposição é realizada de forma iterativa, até que os objetivos estejam detalhados o suficiente para que os requisitos possam ser especificados de forma precisa e coerente ([LAMSWEERDE; LETIER, 2000](#)).

Além da decomposição hierárquica, as abordagens orientadas a objetivos também abordam as dependências entre os objetivos ([CHUNG et al., 2012](#)). Essas dependências podem ser de refinamento, onde um objetivo é refinado em subobjetivos mais detalhados, ou de conflito, onde dois ou mais objetivos são incompatíveis entre si ([CHUNG et al., 2012](#)). Gerenciar essas dependências é fundamental para garantir a consistência e a qualidade dos requisitos ([CHUNG et al., 2012](#)).

A principal preocupação da GORE é conhecer as propriedades do sistema que os *stakeholders* desejam, de modo a obter resultados mais adequados às suas necessidades. Nesta abordagem, o

maior interesse está no “Por que” da existência das tarefas e a razão pela qual uma informação é mais estável, em vez do “Como” uma tarefa pode ser executada (MYLOPOULOS; CHUNG; YU, 1999; LAPOUCHNIAN, 2005).

À medida que o uso de objetivos cresceu na Engenharia de Requisitos, diversas abordagens foram propostas, como, por exemplo:

- *NFR Framework*: propõe uma estrutura organizada para lidar com os requisitos não funcionais, o que facilita a compreensão, a análise e a comunicação desses requisitos entre todas as partes interessadas do projeto (CHUNG et al., 2012);
- KAOS (Manter todos os objetivos satisfeitos, do inglês *Keep All Objectives Satisfied*): uma metodologia para engenharia de requisitos que permite a analistas construir modelos de requisitos e derivar esses modelos para obter documentos de requisitos (DARDENNE; LAMSWEERDE; FICKAS, 1993);
- *i**: é um *framework* de Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos que modela aspectos organizacionais e sociais de um sistema, focando nas relações entre os agentes envolvidos e nas dependências estratégicas dos objetivos (ERIC et al., 2011);
- *iStar*: é uma extensão do *i** que adiciona elementos como intenção, contribuição e decomposição para melhorar a modelagem e análise de dependências entre objetivos (DALPIAZ; FRANCH; HORKOFF, 2016; GONÇALVES et al., 2018); e
- *Techne*: linguagem de modelagem de requisitos baseada na DOLCE (Ontologia Descritiva para Engenharia Linguística e Cognitiva do inglês *Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*) (BORGO et al., 2022), que visa capturar as categorias ontológicas subjacentes à linguagem natural e ao senso comum humano (JURETA et al., 2010; BORGIDA et al., 2009).

Nesta tese, será utilizado o *NFR Framework*, e para justificar o seu uso para especificar requisitos não funcionais para sistemas AAL em relação aos outros, podemos considerar os seguintes pontos:

- O *NFR Framework* permite representar os requisitos não funcionais como metas que devem ser satisfeitas ou otimizadas, o que facilita a análise de *trade-offs* entre diferentes alternativas de projeto (CHUNG et al., 2012);
- O *NFR Framework* utiliza um grafo de *softgoals* para mostrar as relações entre os requisitos não funcionais e os critérios de avaliação, o que ajuda a visualizar o impacto das decisões sobre a qualidade do sistema (CHUNG et al., 2012);

- O *NFR Framework* incorpora um processo iterativo e incremental para elicitar, modelar, analisar e documentar os requisitos não funcionais, o que permite adaptar-se às mudanças e às necessidades dos *stakeholders* (CHUNG et al., 2000);
- O *NFR Framework* é compatível com outras abordagens orientadas a objetivos, como KAOS, i* e iStar, podendo ser integrado ou complementado por elas (FRITOLA; SANTANDER, 2021); e
- O *NFR Framework* é mais adequado do que *Techne* para especificar requisitos não funcionais, já que o *Techne* é uma linguagem mais abstrata e formal, que requer um maior conhecimento ontológico e lógico por parte dos analistas (JURETA et al., 2010).

2.5.1 *NFR Framework*

O *NFR Framework* foi proposto por Mylopoulos, Chung e Nixon (1992) e desenvolvido em Chung et al. (2012), onde se concentra na modelagem e análise de requisitos não funcionais, com objetivo de colocar os RNF mais importantes na mente do desenvolvedor (CHUNG et al., 2012). O *NFR Framework* ajuda os desenvolvedores a produzir soluções personalizadas, considerando-se as características do domínio e do sistema a ser desenvolvido.

Estas características, incluindo requisitos não funcionais, requisitos funcionais, prioridades e carga de trabalho, influenciam a escolha do desenvolvimento de alternativas para um sistema específico. Para lidar com o grande número de possíveis alternativas de desenvolvimento, os desenvolvedores podem consultar os catálogos. Estes catálogos organizam experiência do passado, técnicas padrões, e conhecimento sobre *RNFs* particulares, suas interdependências (CHUNG et al., 2012).

Chung et al. (2000) explica no seu trabalho que durante o processo de desenvolvimento de *software* o desenvolvedor precisa tomar decisões, essas decisões tomadas têm um papel importante em aspectos como segurança, desempenho, precisão entre outros. Em uma abordagem convencional, os desenvolvedores focam nos requisitos funcionais, e os requisitos não funcionais terminam sendo implícitos e não documentados, vistos como consequência e não como nada planejado (CHUNG et al., 2012).

O *NFR Framework* auxilia para direcionar o processo de desenvolvimento dos requisitos e ajudar na tomada de decisões. Também ajuda a manter um registro histórico, pois as decisões ficam registradas em cada projeto e a criação de novos requisitos sempre é acrescentado no *Softgoal Interdependency Graph* (SIG), uma estrutura para representar e registrar a concepção e raciocínio dos processos em grafos, facilitando visualizações em novos projetos onde todas as interdependências já vão estar “trabalhadas e pensadas”. Além disso, ele também oferece um catálogo de conhecimento, incluindo técnicas de desenvolvimento (XAVIER, 2009).

O *NFR Framework* tenta colocar os requisitos não funcionais como prioridade para os desenvolvedores, onde o processo é composto de vários passos importantes, tais como:

- Adquirir conhecimento sobre:
 - O domínio e o sistema que será desenvolvido;
 - Requisitos funcionais para o sistema; e
 - Requisitos não funcionais específicos para o sistema e técnicas de desenvolvimento associadas.
- Identificar *RNFs* do domínio;
- Decompor os *RNFs*; e
- Identificar “operacionalizações” (possíveis opções para satisfazer os objetivos dos *RNFs*)
- Tratar:
 - Ambiguidades;
 - Prioridades; e
 - Interdependências entre os *RNF* e operacionalizações
- Selecionar operacionalizações; e
- Avaliar o impacto das decisões;

Chung et al. (2012) sugerem que esses passos não precisam ser seguidos nessa ordem necessariamente e podem precisar de interações entre eles durante o processo de concepção. O desenvolvedor deve escolher entre os refinamentos, tendo as operacionalizações em mente.

2.5.1.1 *Softgoal Interdependency Graph*

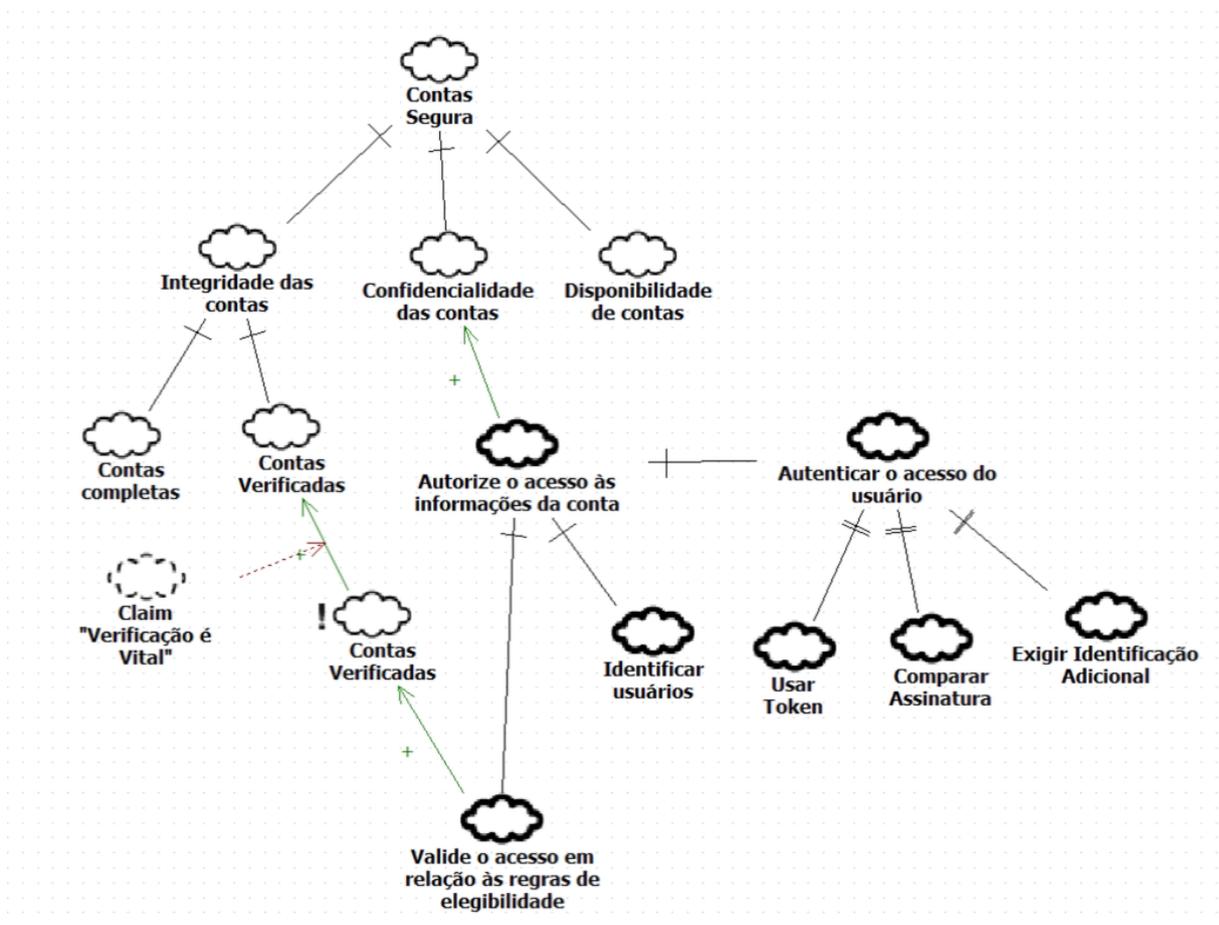
O funcionamento do *NFR Framework* pode ser visto em termos da construção, elaboração, análise e revisão incremental e interativa de um grafo de interdependência de *softgoal* conhecido como *Softgoal Interdependency Graph (SIG)*. O SIG é oferecido pelo *framework* como uma estrutura para representar e gravar o processo de raciocínio em gráficos. Ao fornecer SIGs, as informações contextuais em cada passo podem ser usadas para desencadear e levar adiante o conhecimento armazenado anteriormente para ajudar o desenvolvedor realizar essa etapa. Os SIGs armazenam um registro completo das decisões de desenvolvimento e da lógica do projeto de forma gráfica e concisa. O registro gráfico das decisões tomadas inclui requisitos não funcionais e as suas alternativas, decisões e justificativas associadas às decisões.

Inicialmente são estimados quais são os *NFR* com maior prioridade e na sua forma mais abstrata. Com esses requisitos é criado o SIG inicial. Esses requisitos são chamados de *softgoals*, requisitos não funcionais que serão decompostos para ser possível encontrar uma solução nas “operacionalizações”.

No seu trabalho, Chung et al. (2012) definem três tipos de *softgoals* que serão listados abaixo:

- *Softgoals* NFR: representam os Requisitos não Funcionais e podem estar inter-relacionados, organizados em catálogos e apresentados de forma hierárquica no desenvolvimento do projeto;
- *Softgoals* de Operacionalização: representam soluções de implementação para satisfazer *softgoals* NFR ou outros *softgoals* de operacionalização. Essas soluções incluem operações, processos, representações de dados, estruturações e restrições no sistema alvo para atender às necessidades indicadas pelos *softgoals* NFR e de operacionalização; e
- *Softgoals* de Afirmação (*Claims*): permitem que as características do domínio (como prioridades e carga de trabalho) sejam consideradas e devidamente refletidas no processo de tomada de decisão. Eles servem como justificativa para apoiar ou negar como os *softgoals* são priorizados, refinados e os componentes são selecionados. Os *softgoals* de afirmação fornecem as razões para as decisões de desenvolvimento, facilitando a revisão, a justificativa e a mudança do sistema, bem como o aprimoramento da rastreabilidade.

Figura 5 – SIG do Requisito não Funcional Contas Seguras



Fonte: Chung et al. (2000)

A Figura 5 ilustra as representações gráficas dos três tipos de *softgoals* utilizados pelo NFR Framework. Para representar os *softgoals* NFR são utilizadas nuvens claras (Confidencialidade

das Contas), os *softgoals* de operacionalização são nuvens com linhas mais grossas (Autorize o acesso às informações da conta), enquanto os *softgoals* de afirmação são representados por nuvens com linhas tracejadas (*Claim* “Verificação é Vital”).

Em geral, os requisitos de primeiro nível são muito abstratos. Estes são divididos em componentes menores para que se possa buscar soluções mais efetiva. Assim deve-se buscar outros NFR que juntos satisfaçam o requisito superior. Estes são então colocados como uma decomposição dos de maior nível.

2.5.1.2 Operacionalização

É possível observar na [Figura 5](#) que existem interdependências entre *Softgoals* NFR e *Softgoals* de Operacionalização. As interdependências vão definir as relações entre os *softgoals*. O autor define dois tipos de interdependências: refinamentos e as contribuições.

Os refinamentos definem um tipo de interdependência que ocorre de cima para baixo, onde um *softgoals* ascendente (pai) produz um ou mais *softgoals* descendentes (filhos) e estes se relacionam com o ascendente. É possível observar na [Figura 5](#) os tipos de refinamento:

- Decomposição: quando o *softgoals* Integridade das Contas é decomposta em Contas completas e Contas verificadas;
- Operacionalização: quando o *softgoals* autorize o acesso às informações da conta é operacionalizado em “Valide o acesso em relação às regras de elegibilidade” e “Identificar usuários”; e
- Valide o acesso relativamente às regras de elegibilidade e identificar usuários. Afirmação: neste caso seria um refinamento do *Claim* “Verificar é Vital” em outro “*Claim*”.

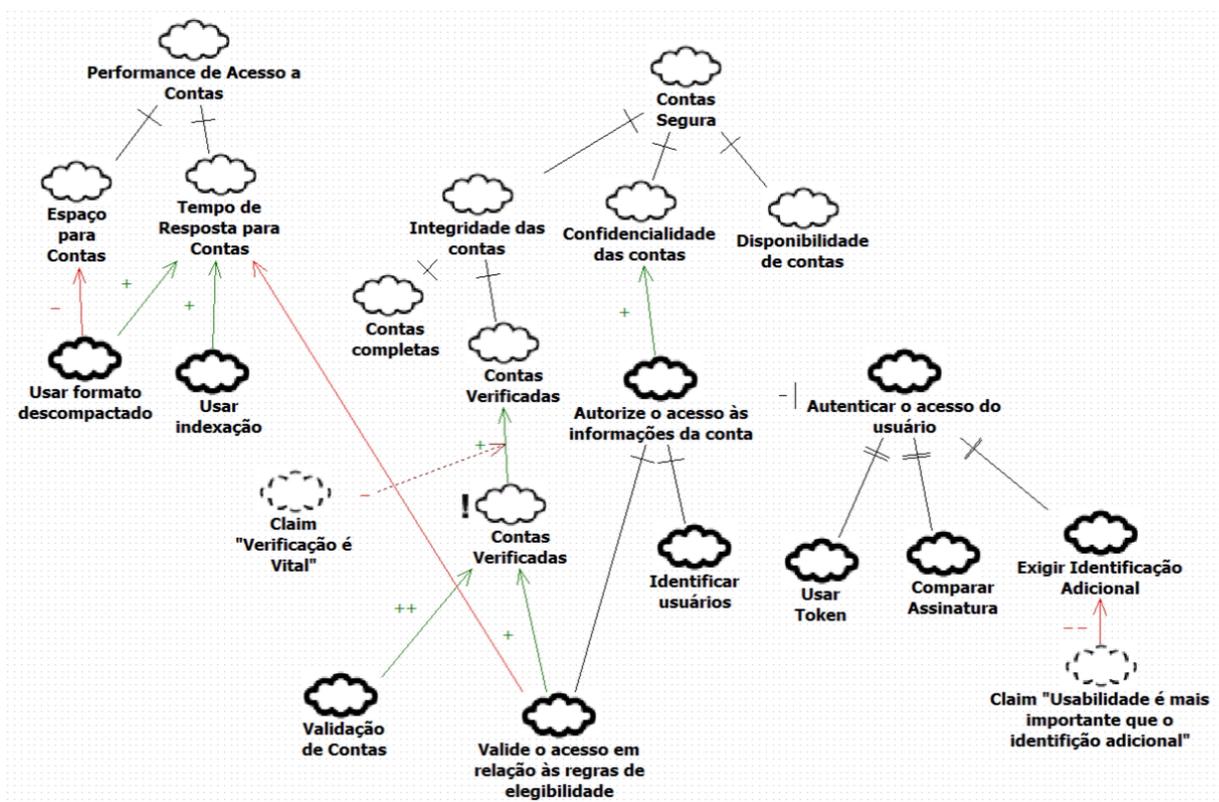
Durante o projeto, os *softgoals* são refinados sucessivamente e nesses refinamentos um *softgoals* pode contribuir de forma total, parcial, positiva ou negativa para a satisfação do ascendente. O autor deixa claro que o termo “satisfação de *softgoals*” tem o sentido de expressar que um *softgoals* deve satisfazer requisitos não funcionais dentro de limites aceitáveis do projeto.

Existem diferentes tipos de contribuição, abaixo é apresentado tipos de contribuição que será utilizada neste trabalho:

- *AND*: determina que se os *softgoals* descendentes forem satisfeitos, os *softgoals* ascendentes serão satisfeitos;
- *OR*: determina que se algum *softgoals* descendente for satisfeito, o ascendente será satisfeito;

- **MAKE(++):** fornece uma contribuição suficientemente positiva (*MAKE*) entre um *softgoals* descendente e um *softgoals* ascendente concebida no nível mais alto de satisfação. Dessa forma, ao utilizarmos *MAKE*, se o *softgoals* descendente for satisfeito, o *softgoals* pai também será satisfeito;
- **BREAK(- -):** fornece uma contribuição suficientemente negativa (*BREAK*) entre um *softgoals* descendente e um *softgoals* ascendente concebida no nível mais alto de negação. Portanto, ao utilizar *BREAK*, se o *softgoals* descendente for suficientemente satisfeito, o *softgoals* pai será negado, ou seja, não será satisfeito;
- **HELP(+):** fornece uma contribuição positiva parcialmente entre um *softgoals* descendente e um *softgoals* ascendente. Dessa forma, ao utilizar *HELP*, se o *softgoals* descendente for parcialmente satisfeito, o *softgoals* ascendente será parcialmente satisfeito; e
- **HURT(-):** fornece uma contribuição parcialmente negativa entre um *softgoals* descendente e um *softgoals* ascendente. Dessa forma, ao utilizar *HURT*, se o *softgoals* descendente for satisfeito, o *softgoals* ascendente será parcialmente negado.

Figura 6 – SIG do Requisito não Funcional Contas Seguras e Desempenho de Acesso a Contas



Fonte: Chung et al. (2000)

Para ilustrar os diferentes tipos de contribuição, a Figura 6 ilustra a contribuição “AND”, se os *softgoals* “Espaço para Contas” e “Tempo de Resposta para Contas” forem satisfeitos, o *softgoal*

“Performance de Acesso às Contas” também será. A contribuição “*OR*”, se uma das operacionalizações “Usar *Token*”, “Comparar Assinatura” e “Exibir Identificação Adicional” forem satisfeitos, o “Autenticar o acesso do usuário” também será. A contribuição “*MAKE*”, onde temos “validação de contas” contribuindo positivamente para “Contas Verificadas”. A contribuição “*BREAK*”, que a satisfação do “*Claim Usabilidade*” implica na negação da operacionalização “Exigir Identificação Adicional”. A contribuição “*HELP*” é vista na operacionalização entre “Tempo de Resposta para contas” e “Usar indexação”. Quando o *softgoals* “Usar indexação” for parcialmente positivo, o *softgoals* “Tempo de Resposta para contas” também será. Por fim, a contribuição “*HURT*”, entre “Espaço para Contas” e “Usar formato descompactado”. Quando o *softgoals* “Usar formato descompactado” for parcialmente negativo, o *softgoals* “Espaço para Contas” também será. Na próxima seção será apresentado conceitos sobre metodologia de desenvolvimento, que será utilizado neste trabalho.

2.6 MACHINE LEARNING

Machine Learning (ML) é uma disciplina que se dedica a programar computadores para aprender a partir de dados. Em sua essência, o aprendizado de máquina envolve a construção de modelos matemáticos que nos ajudam a compreender os dados (ZHOU, 2021). Essa área tem sido amplamente explorada em diversos contextos, como destacado por Janiesch, Zschech e Heinrich (2021), Jobin, Ienca e Vayena (2019), Rajkomar, Dean e Kohane (2019).

O uso de ML no campo da engenharia de *software* tem sido objeto de estudo tanto para o gerenciamento quanto para o desenvolvimento de *software* (CANEDO; MENDES, 2020). Para realizar essas investigações, os repositórios de dados oriundos do processo de desenvolvimento de *software*, como discussões em fóruns, históricos de manutenção, feedback de usuários e comentários em redes sociais, têm se revelado como fontes ricas de dados para a aplicação de ML, combinada com análise de texto, a fim de extrair informações úteis para uso futuro. Meijering (2020) reuniu um amplo conjunto de pesquisas relacionadas à interseção entre engenharia de *software* e aprendizado de máquina, concluindo que o ML impacta atividades como elicitación, análise, validação e gerenciamento de requisitos.

Para Zhou (2021), o ML pode ser dividido em quatro categorias: (1) aprendizado supervisionado, (2) aprendizado não supervisionado, (3) aprendizado semi-supervisionado e (4) aprendizado por reforço. No aprendizado supervisionado, o conjunto de treinamento utilizado para alimentar o algoritmo inclui soluções previamente conhecidas, chamadas rótulos. Já no aprendizado não supervisionado, os dados de treinamento não possuem rótulos e o algoritmo deve aprender sem assistência prévia. Os algoritmos de aprendizado semi-supervisionado utilizam conjuntos de dados parcialmente rotulados, enquanto no aprendizado por reforço, o sistema observa o ambiente, seleciona e executa ações e recebe recompensas em troca. Neste contexto, o sistema de aprendizado é chamado de agente, pois ele observa o ambiente, toma decisões e recebe recompensas ou penalidades (ZHOU, 2021).

Nesta tese, a aplicação de ML é empregada com o propósito de realizar a classificação de requisitos não funcionais relacionados à usabilidade e aceitabilidade, partindo de textos em linguagem natural. Esse processo de classificação utilizando aprendizado supervisionado é viabilizado mediante a utilização de um algoritmo de árvore de decisão, cujos detalhes serão discutidos posteriormente.

2.6.1 Árvores de Decisão

Árvore de Decisão é um modelo de aprendizado de máquina supervisionado amplamente utilizado para tarefas de regressão e classificação. Esse modelo hierárquico realiza divisões sucessivas nos dados, criando uma estrutura em forma de árvore na qual cada nó interno representa uma decisão baseada em um atributo dos dados, e cada folha representa uma classe ou um valor numérico de saída (MYLES et al., 2004).

A construção de uma árvore de decisão envolve a seleção do atributo mais relevante para dividir os dados em subconjuntos mais homogêneos em relação à classe ou ao valor alvo. Essa seleção é feita com base em critérios como a entropia, o ganho de informação ou o índice de Gini (LOH, 2011). A divisão dos dados continua até que os subconjuntos sejam suficientemente puros ou até que um critério de parada seja alcançado, como a profundidade máxima da árvore ou o número mínimo de amostras em cada folha (LOH, 2011).

Uma das vantagens das árvores de decisão é a sua interpretabilidade, uma vez que é possível visualizar a estrutura da árvore e compreender quais atributos são mais relevantes para a tomada de decisão (LEWIS, 2000).

Nesta tese, foi desenvolvido um programa em python utilizando a biblioteca scikit-learn¹ de *Machine Learning*. No Apêndice H é apresentado um código com a implementação de um sistema de classificação de requisitos não funcionais a partir de textos em linguagem natural utilizando aprendizado de máquina. Ele utiliza a biblioteca nltk para tokenização de parágrafos, o módulo *CountVectorizer* do scikit-learn para transformar o texto em vetores, e um classificador de árvore de decisão para fazer as previsões.

O código começa carregando os dados de treinamento a partir de um arquivo CSV e em seguida, realiza o treinamento do modelo. Após isso, ele divide o conjunto de dados em treinamento e teste, faz previsões no conjunto de teste e avalia a precisão do modelo. Além disso, ele identifica os parágrafos no texto de entrada, classifica os requisitos não funcionais presentes neles e retorna a precisão do modelo juntamente com os requisitos extraídos.

2.7 STAKEHOLDERS

O envolvimento dos diversos *stakeholders* e sua resposta ao ambiente interno e externo influenciam significativamente o sucesso do desenvolvimento organizacional. *Stakeholders* são

¹ (<<https://scikit-learn.org/stable/>>)

definidos como "qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pela realização dos objetivos da organização" (FREEMAN, 2010). Eles desempenham um papel crucial na mudança organizacional, pois seu envolvimento determina o nível de influência que pode impulsionar ou interromper as iniciativas de mudança. Muitas vezes, a falha das iniciativas de mudança organizacional é atribuída à falta de consideração das opiniões dos diferentes stakeholders, enfraquecendo o processo de tomada de decisões e aumentando a probabilidade de resistência (SWENSON; CONBERE, 2021).

A falta de engajamento adequado dos *stakeholders* devido à falta de compreensão dos benefícios que isso pode trazer é apontada como uma das principais causas de falha nas iniciativas de desenvolvimento organizacional (ALAMI, 2016). Cada *stakeholder* desempenha um papel específico, variando de entusiástico apoio a novas ideias até indiferença ou resistência total à mudança, o que pode exigir que os líderes forneçam explicações e argumentos sólidos a favor do processo de mudança. Dentro do contexto desta tese, os principais *stakeholders* identificados são os seguintes:

- **Idosos:** Os usuários cujas necessidades e preferências devem ser cuidadosamente consideradas na concepção do sistema AAL, uma vez que interagirão diretamente com ele para melhorar sua qualidade de vida.
- **Famílias e cuidadores:** Aqueles que desempenham um papel crucial no suporte e assistência aos idosos, fornecendo informações valiosas sobre suas necessidades e preocupações.
- **Desenvolvedores e fornecedores do sistema:** Os engenheiros e empresas envolvidos no desenvolvimento, manutenção e fornecimento de soluções AAL, responsáveis por transformar os requisitos em sistemas reais.
- **Instituições de assistência e provedores de serviços de saúde:** Organizações que podem utilizar ou integrar sistemas AAL para melhorar a qualidade dos serviços prestados aos idosos, tornando-se partes interessadas significativas na eficácia dessas soluções.
- **Órgãos reguladores e entidades governamentais:** Responsáveis por estabelecer regulamentos, padrões e políticas que afetam a implementação e uso de sistemas AAL, garantindo a segurança, a privacidade e a eficácia.

2.8 REQUISITOS LEGAIS

Dentro do contexto desta tese, os requisitos legais desempenham um papel crucial. Os requisitos legais são mandatos, diretrizes e regulamentos estabelecidos por governos, órgãos reguladores e entidades autorizadas. Eles são projetados para garantir a conformidade com padrões e práticas aceitáveis em uma variedade de setores, incluindo tecnologia assistiva (OLIVEIRA et al., 2020).

Os requisitos legais são fundamentais para garantir a segurança, eficácia e qualidade dos sistemas desenvolvidos, bem como para proteger os direitos e interesses das partes interessadas (OLIVEIRA et al., 2020). Esses requisitos podem ser divididos em três categorias distintas, que serão apresentadas a seguir:

- Normas: são especificações técnicas estabelecidas por organizações de padronização, visando estabelecer critérios de qualidade, segurança, interoperabilidade e desempenho em produtos e sistemas. No contexto da tese, as normas podem incluir diretrizes específicas para a usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL, bem como padrões para acessibilidade, segurança de dados e privacidade. Essas normas ajudam a garantir a conformidade dos sistemas com as melhores práticas e requisitos estabelecidos, além de promover a confiabilidade e eficácia dos sistemas AAL (OLIVEIRA et al., 2020).
- Padrões: referem-se a modelos ou exemplos estabelecidos que representam um conjunto de práticas recomendadas. Eles são frequentemente derivados das normas, mas também podem incluir diretrizes de projeto específicas. No contexto da tese, os padrões podem abranger métodos de avaliação de usabilidade, modelos de design centrado no usuário e critérios para avaliação da aceitabilidade de sistemas AAL. A aplicação de padrões ajuda a garantir a consistência e a qualidade na concepção e desenvolvimento de sistemas AAL (ALVES; NEVES, 2021).
- Leis: são regulamentações jurídicas impostas por governos ou autoridades competentes, que estabelecem obrigações legais a serem seguidas. No contexto desta tese, as leis podem abranger questões como direitos do consumidor, privacidade de dados, acessibilidade e regulamentações de dispositivos médicos. O cumprimento das leis é essencial para evitar litígios legais, garantir a proteção dos direitos dos usuários e promover a conformidade com os requisitos legais aplicáveis AAL (ALVES; NEVES, 2021; OLIVEIRA et al., 2020).

A utilização dos requisitos legais, incluindo normas, padrões e leis, no processo de desenvolvimento de sistemas AAL é fundamental para garantir que esses sistemas atendam aos mais altos padrões de usabilidade, aceitabilidade e conformidade regulatória. Além disso, ao considerar as necessidades dos *stakeholders*, este trabalho busca estabelecer um equilíbrio entre os aspectos técnicos e os requisitos legais, visando aprimorar a experiência e a qualidade dos sistemas AAL.

2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo abordou o conceito de *Ambient Assisted Living* (AAL), que engloba um conjunto de produtos, serviços e sistemas voltados para preservar a qualidade de vida e a independência de idosos e pessoas com necessidades de cuidados específicos. Foram apresentados os subdomínios do AAL, como Vida Independente, Saúde e Cuidados na Vida, Ocupação na Vida e Recreação na Vida, juntamente com suas categorias e subcategorias correspondentes. Também foram discutidos

os desafios enfrentados nessa área, como a necessidade de sistemas discretos, adaptáveis às situações dos idosos e de fácil utilização, considerando a possível resistência dos idosos ao uso da tecnologia.

Destacou-se a importância da engenharia de requisitos no processo de *design* técnico, envolvendo atividades como a elicitacão, análise, documentacão e gerenciamento de requisitos. Foi apresentado o conceito de *framework*, uma estrutura teórica que fornece uma abordagem sistemática e organizada para entender e analisar um determinado fenômeno ou área de conhecimento.

O uso de *storytelling* foi mencionado como uma forma natural de transferir conhecimento e capturar requisitos, permitindo que os *stakeholders* expressem suas necessidades em sua própria linguagem e contexto.

A Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos (GORE) foi discutida como uma abordagem que visa garantir que o software atenda às necessidades e expectativas dos *stakeholders*, concentrando-se nos resultados desejados. O NFR *Framework* foi apresentado como uma abordagem para representar requisitos não funcionais como objetivos a serem alcançados durante o desenvolvimento de um sistema, aumentando a probabilidade de sucesso. Foi explicado o uso de gráficos de interdependência *softgoal* (SIG) no NFR *Framework* para representar as relações e compensações entre os requisitos não funcionais.

Foi destacado o impacto do *Machine Learning* na engenharia de *software*, especialmente na elicitacão e análise de requisitos. As diferentes categorias de aprendizado de máquina, como supervisionado, não supervisionado, semi-supervisionado e por reforço, oferecem abordagens variadas para treinar os algoritmos de aprendizado.

Foi apresentado o conceito de *stakeholders*, um conceito essencial para a compreensão do ambiente organizacional e das dinâmicas de mudança. Os *stakeholders* representam uma rede complexa de atores que podem exercer influência direta ou indireta sobre os objetivos e resultados de uma organizacão. Foram definidos os principais *stakeholders* que desempenham papéis cruciais em relacão ao tema central desta tese.

E por fim, neste trabalho foi apresentado uma definicão dos requisitos legais, que são fundamentais, abrangendo normas, padrões e leis. Eles desempenham um papel crucial na garantia de que sistemas AAL atendam aos critérios de qualidade, segurancça e acessibilidade. As categorias de requisitos legais, incluindo normas, padrões e leis, são essenciais para orientar o desenvolvimento de AAL que atendam tanto às exigências regulatórias quanto às necessidades das partes interessadas.

3 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Este capítulo descreve os procedimentos adotados para a realização do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) nesta tese, conforme publicado por [Júnior et al. \(2021a\)](#). O objetivo do mapeamento foi fornecer uma visão geral da modelagem de requisitos não funcionais em sistemas AAL e identificar os problemas em aberto nessa área. O MSL é uma abordagem sistemática que se utiliza da literatura existente como fonte de dados, recorrendo a técnicas explícitas de seleção, análise crítica e síntese dos dados selecionados ([SAMPAIO; MANCINI, 2007](#)). Durante o planejamento, foram estabelecidos os objetivos da pesquisa e desenvolvido um protocolo de mapeamento baseado no modelo de ([KEELE et al., 2007](#)). Os resultados obtidos neste capítulo forneceram uma visão abrangente dos estudos disponíveis na literatura relacionados à modelagem de requisitos não funcionais em sistemas AAL. Por fim, apresenta-se o processo MySM para auxiliar na mineração dos dados do mapeamento sistemático.

3.1 INTRODUÇÃO

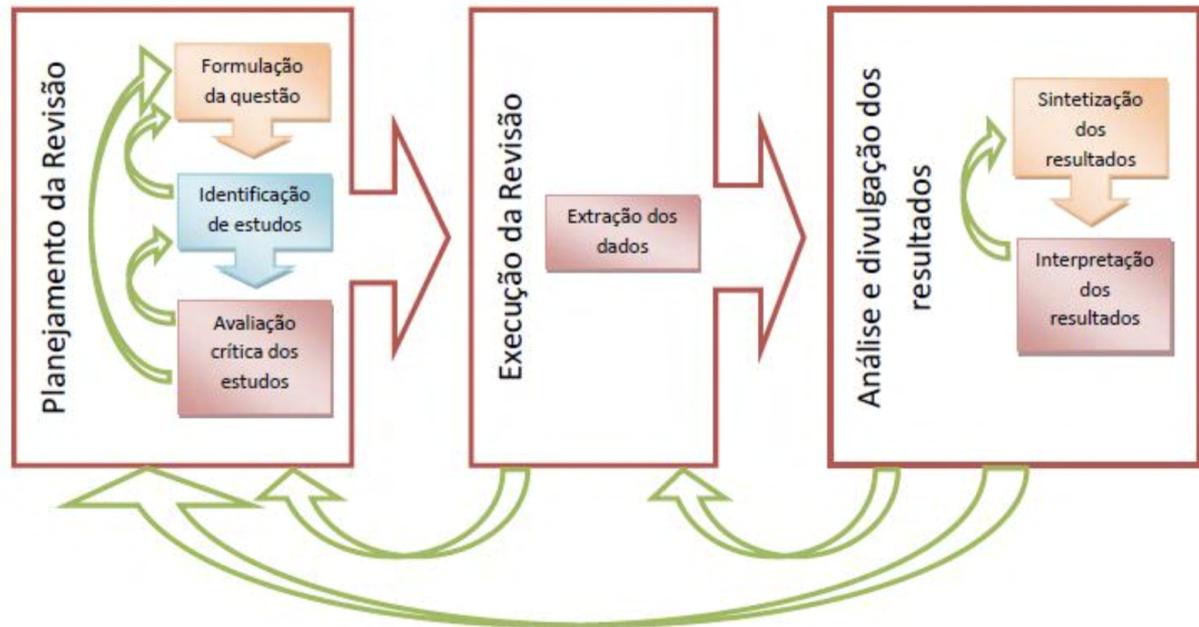
Um Mapeamento Sistemático da Literatura é uma revisão abrangente dos estudos primários existentes num tópico de pesquisa específico que visa identificar a evidência disponível no tópico. Para [Keele et al. \(2007\)](#), um MSL é considerado um estudo secundário visando identificar e classificar a pesquisa em um tópico mais amplo. Resultados de um MSL ajudam a determinar lacunas na área, capazes de sugerir pesquisas futuras e organizar um guia para situar devidamente novas atividades de pesquisa ([KEELE et al., 2007](#); [KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2011](#); [PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015](#)).

A MSL envolve uma série de atividades importantes, atreladas a um conjunto de fases dentro do processo de condução, estabelecidos num protocolo que conduzirá, de forma sistematizada, todo o processo de condução do mapeamento. [Mian et al. \(2005\)](#), [Dyba, Kitchenham e Jorgensen \(2005\)](#) estabelecem três fases do processo de condução: planejamento, execução e análise e divulgação dos resultados do mapeamento. As fases de condução do mapeamento e as atividades utilizadas neste trabalho foram adaptadas dos trabalhos citados anteriormente e estão detalhadas na [Figura 7](#).

3.2 FASE DE PLANEJAMENTO

Nesta fase, foram definidos os objetivos da pesquisa e o protocolo MSL. Este protocolo contém: (i) objetivos de pesquisa e questões de pesquisa; (ii) estratégia de busca; (iii) critérios de seleção (ou seja, critérios de inclusão, exclusão e qualidade); (iv) procedimentos para seleção dos estudos; e (v) método de extração e síntese de dados.

Figura 7 – Processo de condução do mapeamento sistemática



Fonte: Mian et al. (2005), Dyba, Kitchenham e Jorgensen (2005)

3.2.1 Questões de Pesquisa

Para orientar o planejamento desta MSL, foi adotada a abordagem *Goal Question Metric* (GQM) (SOLINGEN et al., 2002), que envolve três elementos: (i) o objetivo a ser alcançado; (ii) um conjunto de perguntas que devem ser respondidas para alcançar o objetivo; e (iii) um conjunto de métricas necessárias para responder às perguntas. Em relação a MSL, o objetivo é apresentar uma visão geral de como é feita a modelagem de Requisitos não Funcionais em *Ambient Assisted Living* e quais são os principais NFRs abordados por subdomínio. Com base nesse objetivo, foram estabelecidas cinco questões de pesquisa (QP), conforme Tabela 1.

3.2.2 Estratégia de Busca

A construção dos termos de busca, que pode ser visto na Tabela 2, foi realizada seguindo uma estratégia composta pelos seguintes passos: (i) A partir de buscas, foram identificados os termos e palavras-chave; (ii) Sinônimos são identificados baseados em artigos conhecidos e relevantes na área de pesquisa; (iii) A *string* de busca é gerada a partir da combinação dessas palavras-chave e sinônimos.

3.2.3 Fontes de Busca

A busca por trabalhos foi realizada por busca automática. Os três critérios para a seleção das fontes foram: disponibilidade de consulta dos artigos na web, presença de mecanismo de busca usando palavras-chave e; importância e relevância das fontes. A Tabela 3 apresenta as fontes utilizadas.

Tabela 1 – Questões de Pesquisas e a suas Métricas

Questão de Pesquisa	Métricas
QP1: Quais os subdomínios de AAL que o estudo suporta?	(1) Subdomínios AAL que apresentam os estudos; (2) Número de ocorrências de cada subdomínio AAL no estudo.
QP2: Quais os requisitos não funcionais identificados?	(1) NFR que são importantes para sistemas de software AAL; (2) Número de ocorrências de cada NFR.
QP3: Quais técnicas / métodos são usados para apoiar a modelagem e/ou especificação de NFR em AAL?	(1) Abordagens usadas para modelagem ou especificação de NFR em AAL; (2) Número de ocorrências de cada abordagem.
QP4: Quais ferramentas são utilizadas na modelagem e/ou especificação de NFRs?	(1) Ferramentas usadas para modelar ou especificar NFR; (2) Número de ocorrências de cada ferramenta; (3) As ferramentas mais importantes.
QP5: Quais são os problemas em aberto relacionados à área de pesquisa?	(1) Problemas em aberto apontados no estudo.

Fonte: Autor (2023)

Tabela 2 – *String* de Busca

("AAL"OR "Ambient Assisted Living"OR "ambient assisted"OR "ambient assistance"OR "assisted environment"OR "assistive environment"OR "AAL environment"OR "independent living"OR "assisted life"OR "intelligent living"OR "pervasive living"OR "assistive environments"OR "AAL environments"OR "assisted environments"OR "Assistive Software") AND ("quality model"OR "quality attribute"OR "non-functional property"OR "Non-Functional Requirements"OR "quality requirement"OR "quality models"OR "quality attributes"OR "non-functional properties"OR "non-functional requirements"OR "quality requirements"OR "NFR") AND ("specification"OR "model*")
--

Fonte: Autor (2023)

Tabela 3 – Bases de Dados Utilizadas x Total Artigos

Fonte de busca	URL para Acesso	Total
IEEE Xplorer	< http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp >	1
ACM Digital Library	< http://portal.acm.org/ >	77
Sciencedirect	< https://www.sciencedirect.com >	487
PMC	< https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/ >	107
Engineering Village	< https://www.engineeringvillage.com >	10
PubMed	< https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/ >	24
Springer	< https://link.springer.com/ >	352
Scopus	< https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic >	13
Total		1071

Fonte: Autor (2023)

3.2.4 Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos

Os critérios de inclusão e exclusão devem identificar os estudos primários que fornecem evidências diretas sobre a questão da pesquisa. Eles devem ser testados para garantir que possam

Tabela 4 – Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Os estudos devem ter sido publicados em periódicos, simpósios ou congressos das bases citadas	Artigos resumidos.
Os estudos devem ser escritos em inglês	Estudos duplicados (um único será considerado)
Os estudos devem estar disponíveis na web	Estudos que não abordam a relação com o foco do trabalho
Os estudos devem ser artigos completos.	O estudo redundante de um autor (será considerada a versão mais completa).
Estudos que abordam as relações com o foco de trabalho.	Livro ou capítulo de livro
Estudos primários	Estudos sem resumo disponível

Fonte: Autor (2023)

ser interpretados de forma confiável e classificar os estudos corretamente (KITCHENHAM et al., 2009). Tabela 4 apresenta os critérios de inclusão e exclusão desta pesquisa.

3.2.4.1 Critérios para Avaliação de Qualidade

Os critérios para avaliação de qualidade pretendem aumentar a precisão dos resultados de extração dos dados, ajudando a determinar a validade das inferências oferecidas, credibilidade e síntese coerente dos resultados (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Para responder às questões dos critérios de qualidade, o pesquisador pode usar os seguintes níveis de concordância (SIM = 1, PARCIALMENTE = 0,5 e NÃO = 0), conforme Tabela 5. Os estudos foram avaliados com base em 4 níveis de qualidade: ruim (0 a 2,5), regular (2,6 a 5,5), bom (5,6 a 7,5) e ótimo (7,6 a 10), e aprovados para a próxima fase os trabalhos com escala bom e ótimo.

3.3 FASE DE EXECUÇÃO

Nessa etapa, foi realizada a condução e análise dos estudos primários e aplicados os critérios de inclusão e exclusão Tabela 5. As buscas foram realizadas e os resultados (Tabela 3) passaram por cinco etapas de seleção, conforme a Figura 8 e o protocolo Apêndice B.

Na Fase 1, a pesquisa foi aplicada nos repositórios da *String* de busca. Para os repositórios ACM, *Science Direct*, *Engineering Village*, *Scopus* foram coletados os artigos no formato .bib. Para os repositórios *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, PubMed foram coletados os arquivos no formato .ris e .nbib respectivamente. Para a base *Springer* foi baixado os artigos no formato .csv. Os arquivos .ris, .nbib e .csv foram importados no MySM para converter no formato .bib e baixar outras informações que não foram disponibilizadas nesses arquivos, como, por exemplo, o resumo.

Tabela 5 – Critérios para Avaliação de Qualidade

#	Critério	Respostas
1	Existe uma explicação de por que o estudo foi feito?	Y=1, N=0, P=0.5
2	Os autores deixam claro qual é o propósito do estudo?	Y=1, N=0, P=0.5
3	A abordagem proposta está claramente descrita?	Y=1, N=0, P=0.5
4	Há discussão sobre os resultados obtidos?	Y=1, N=0, P=0.5
5	Há uma apresentação clara dos problemas em aberto na área de estudo?	Y=1, N=0, P=0.5
6	O artigo apresenta alguma modelagem UML ou Orientada a Objetivos no estudo?	Y=1, N=0, P=0.5
7	O artigo apresenta de forma clara NFRs que apoiam ou tem impacto em AAL?	Y=1, N=0
8	O artigo descreve algum método para avaliação da proposta?	Y=1, N=0
9	O artigo apresenta técnicas ou métodos que apoiam a modelagem ou especificação de requisitos não funcionais?	Y=1, N=0, P=0.5
10	O artigo apresenta alguma especificação ou modelagem de NFR?	Y=1, N=0

Fonte: Autor (2023)

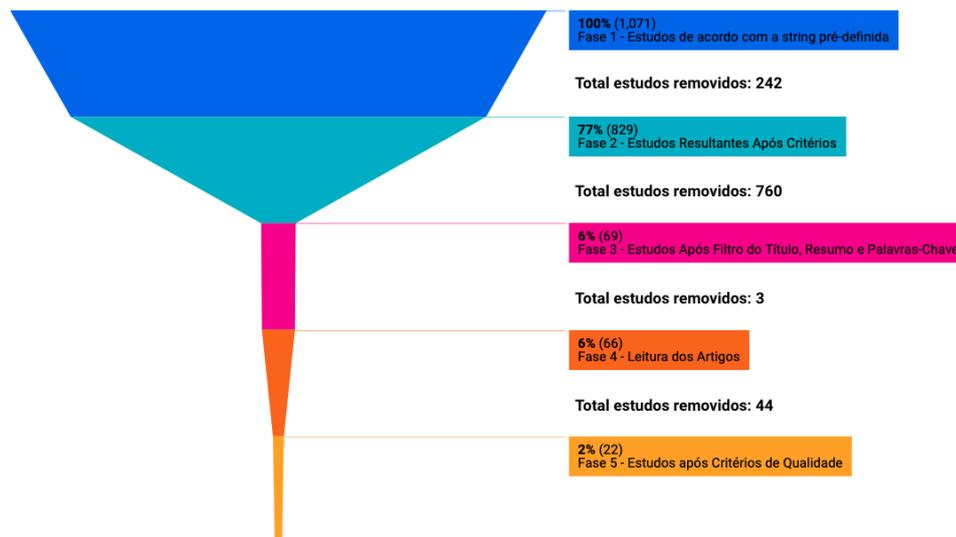


Figura 8 – Fases do Mapeamento Sistemática

Foi construído uma ferramenta chamada MySM [seção 3.6](#) para auxiliar na extração, importação dos dados e todas as fases do mapeamento, e posterior análise. Todos os trabalhos encontrados na Fase 1 foram exportados para o banco de dados ([Figura 9](#)) do MySM.

Na Fase 2, foi aplicado o critério de inclusão e exclusão da lista baixada de artigos da fase 1. Para a fase 3, foram lidos os campos título, resumo e palavra-chave dos artigos. Estes artigos foram filtrados conforme o SQL apresentado na [Figura 10](#). Na Fase 4, os artigos foram lidos

integralmente e analisados com base na lista de verificação e de avaliação de qualidade. Por fim, na Fase 5, foram selecionados todos os artigos classificados na escala de qualidade com nota igual ou superior a 5.6.

Figura 9 – Criando Tabela Temporária no *Database* da MySM

```

1 CREATE TEMPORARY TABLE IF NOT EXISTS review
2 AS (SELECT id, title, abstract, CONCAT( COALESCE(title, ' '), ' ', COALESCE(keywords, ''), ' ', COALESCE(abstract, '')) ) AS texto,
3 CASE
4     WHEN source = "CatalogoTeses" THEN document_url
5     WHEN source = "IEEE" THEN CONCAT( 'http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=', COALESCE(source_id, ' ')
6 END as url,
7 citation_count, download_count, year
8 FROM document where duplicate = 0 and authors is not null
9 )

```

Fonte: Autor (2023)

Figura 10 – Aplicando Filtro no *Database* da MySM

```

1 select
2 r.id,
3 source,
4 title_slug,
5 r.title,
6 r.abstract,
7 r.texto,
8 r.citation_count,
9 r.download_count,
10 r.year,
11 d.document_url,
12 r.url
13 from review r
14 inner join document d on d.id = r.id
15 where texto is not null
16 and (texto like "%AAL%" OR "%Ambient Assisted Living%" OR "%ambient%" OR "%assisted%" OR "%assistive%" OR "%living%" OR "%environment%")
17 and (texto like "%quality%" OR "%non-functional%" OR "%Requirement%" OR "%NFR%")
18 and (texto like "%specification%" OR "%model%")

```

Fonte: Autor (2023)

3.4 FASE DE ANÁLISE E DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta fase, os estudos primários que atendiam ao propósito da MSL foram analisados criticamente e sintetizados no formulário (FORMULÁRIO..., 2021) de aprovação dos trabalhos que preencheram os critérios de inclusão. Apresenta-se uma visão das características gerais dos estudos, bem como os resultados das questões de pesquisa (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Os gráficos foram extraídos a partir do *Dashboard* (DASHBOARD..., 2021) criado para a MSL. A Tabela 6 apresenta os estudos selecionados após a fase de avaliação de qualidade.

A Figura 11 apresenta os dados quantitativos referentes aos 22 estudos selecionados. Os estudos estão distribuídos da seguinte forma: 36,4% da base Science Direct, 22,7% para Spring e PMC, 13,6% para ACM, e 4,5% dos estudos para IEEE. Os estudos analisados nessa MSL foram publicados entre 2007 e 2020, conforme apresentado na Figura 11, com destaque para o ano de 2017 com quatro estudos e 2012, 2013 e 2016, estes com três estudos. Observa-se também que apesar de ser uma área importante, existem poucos estudos relacionados a modelagem de NFRs para AAL, visto que apenas foram encontrados um estudo em 2019 e dois em 2020.

Tabela 6 – Trabalhos Seleccionados

ID	Trabalho	Autor	Ano	Fonte
EP_01	A Quality Model for AAL Software Systems	Lina Garcés et al.	2016	IEEE
EP_02	Data and Information Quality Issues in Ambient Assisted Living Systems	McNaull et al.	2012	ACM
EP_03	Patterns for Identification of Trust Concerns and Specification of Trustworthiness Requirements	Mohammadi, Nazila Gol and Heisel, Maritta	2016	ACM
EP_04	Exploratory Study on the Use of Software Product Lines in the Development of Quality Assistive Technology Software	Martins et al.	2018	ACM
EP_05	Applying model-driven engineering to a method for systematic treatment of NFRs in AAL systems	Ruiz-López et al.	2013	Scopus
EP_06	Runtime models based on dynamic decision networks: Enhancing the decision-making in the domain of ambient assisted living applications	García-Paucar, Luis-Hernán and Bencomo, Nelly	2016	Scopus
EP_07	A semantic approach for designing Assistive Software Recommender systems	Elena et al.	2015	Sciencedirect
EP_08	Activities of Daily Living Ontology for Ubiquitous Systems: Development and Evaluation	Woznowski et al.	2018	PMC
EP_09	The SmartHabits: An Intelligent Privacy-Aware Home Care Assistance System	Grgurić et al.	2019	PMC
EP_10	Quality attributes and quality models for ambient assisted living software systems: A systematic mapping	Lina Garcés et al.	2017	Sciencedirect
EP_11	Ambient assisted living healthcare frameworks, platforms, standards, and quality attributes	Memon et al.	2014	PMC
EP_12	Enabling correct design and formal analysis of Ambient Assisted Living systems	Kawtar Benghazi et al.	2012	Sciencedirect
EP_13	A tailored smart home for dementia care	Amiribesheli, Mohsen and Bouchachia, Hamid	2018	Springer
EP_14	Using RELAX, SysML and KAOS for Ambient Systems Requirements Modeling	Manzoor Ahmad et al.	2012	Sciencedirect
EP_15	REUBI: A Requirements Engineering method for ubiquitous systems	Tomás Ruiz-López et al.	2013	Sciencedirect
EP_16	Development and evaluation of SOA-based AAL services in real-life environments: A case study and lessons learned	Erlend Stav et al.	2013	Sciencedirect
EP_17	A Quality Model for the Evaluation AAL Systems	Madjid Kara et al.	2017	Sciencedirect
EP_18	Quality Parameters as Modeling Language Abstractions for Context-Aware Applications: An AAL Case Study	Hoyos et al.	2017	Springer
EP_19	Ambient Intelligence in Assisted Living: Enable Elderly People to Handle Future Interfaces	Kleinberger et al.	2007	Springer
EP_20	Elicitation of Quality Characteristics for AAL Systems and Services	Omerovic et al.	2013	Springer
EP_21	Quality Assessment Approaches for Ambient Assisted Living Systems: A Systematic Review	Erazo-Garzon et al.	2020	Springer
EP_22	Ambient Assisted living system's models and architectures: A survey of the state of the art	Amina et al.	2020	Sciencedirect

Fonte: Autor (2023)

3.4.1 QP1 – Quais os subdomínios de AAL que o estudo suporta?

Essa questão de pesquisa identifica os diferentes domínios da AAL nos estudos. A [Tabela 7](#) apresenta uma listagem dos estudos associados ao seu subdomínio e percentual de cada subdomínio. Os subdomínios foram identificados tomando como base no trabalho de [Afsarmanesh et al. \(2011\)](#), que apresenta as áreas de interesse do idoso.

A [Tabela 7](#) apresenta a relação entre os estudos e os subdomínios de AAL, onde Saúde e Cuidado na Vida representam 40,90% dos estudos. Os estudos relacionados a Vida independente representam 30,56%. 22,7% dos estudos podem ser aplicados em todos os subdomínios. É importante destacar no subdomínio Saúde e Cuidados na Vida o trabalho [EP_12](#), que define padrões e um processo formal de decomposição dos requisitos do sistema de modo a obter requisitos básicos, para uma validação composicional do sistema. Já os trabalhos [EP_01](#) e [EP_20](#) que podem ser aplicados em todos os subdomínios, onde o [EP_01](#) aborda modelos de qualidade

Figura 11 – Estatísticas da MSL: Base de Dados e Ano de Publicação

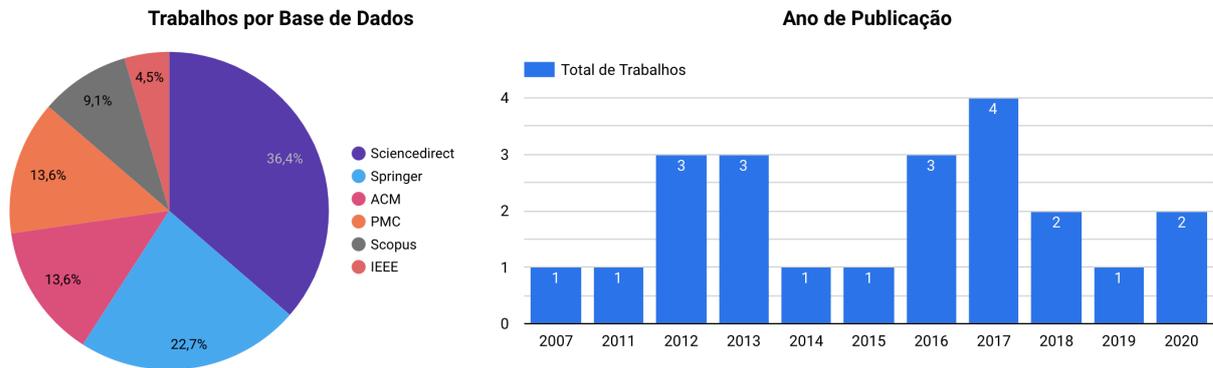


Tabela 7 – Classificação dos trabalhos em relação aos subdomínios de AAL.

Trabalhos	Subdomínios de AAL	%
EP_02, EP_03, EP_05, EP_06, EP_12, EP_13, EP_14, EP_15, EP_19	Saúde e Cuidados na Vida	40,9%
EP_01, EP_08, EP_09, EP_10, EP_11, EP_16, EP_20, EP_22	Aplicado em todos os subdomínios	36,4%
EP_04, EP_07, EP_17, EP_18, EP_21	Vida Independente	22,7%

Fonte: Autor (2023)

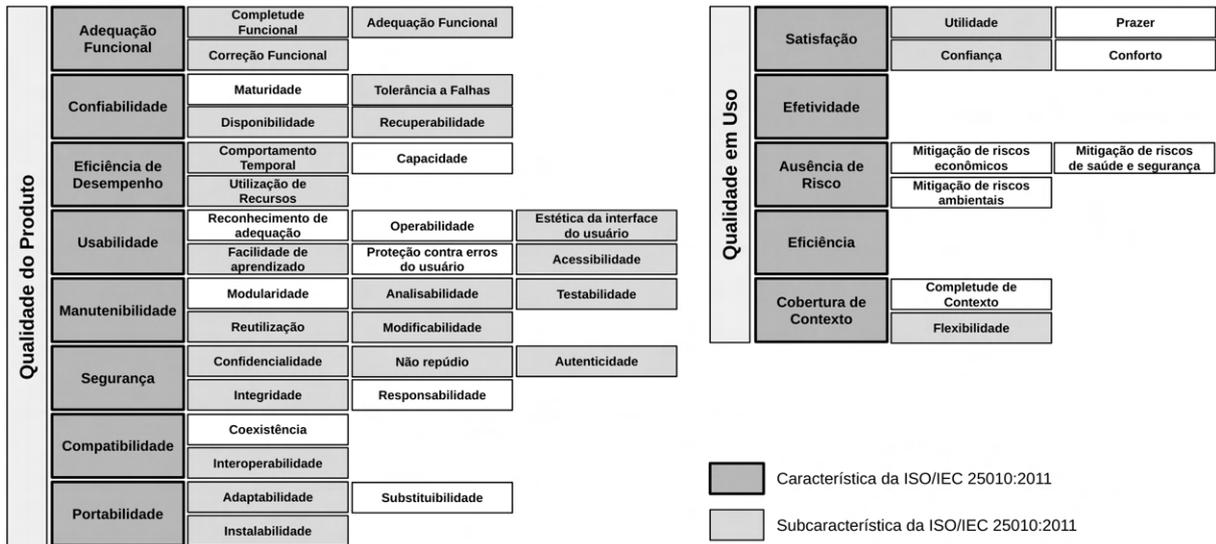
para sistemas AAL, estabelecidos e avaliados com base em evidências de diversos trabalhos publicados encontrados através da condução de um estudo de mapeamento sistemático. Já o [EP_20](#) relata o processo e os resultados da obtenção de características específicas de qualidade AAL, baseado em arquiteturas de referência estabelecidas e no padrão de qualidade do produto de software [ISO/IEC 9126](#).

3.4.2 QP2 – Quais os requisitos não funcionais identificados?

Os requisitos não funcionais identificados nos trabalhos foram classificados conforme as sub-características da ISO/IEC 25010:2011 ([25010](#), [2011](#)), detalhados na [Figura 12](#). Observa-se que o modelo de qualidade do produto definido na ISO/IEC 25010:2011 compreende as características de qualidade, por exemplo, a característica segurança definida como o grau em que um produto ou sistema protege informações e dados para que pessoas, produtos ou sistemas tenham o grau de acesso aos dados apropriado para seus tipos e níveis de autorização; é composta pelas seguintes sub-características ([25010](#), [2011](#)): confidencialidade, integridade, não repúdio, privacidade e autenticidade. A [Figura 13](#) foi agrupada por características presentes na ISO/IEC 25010:2011.

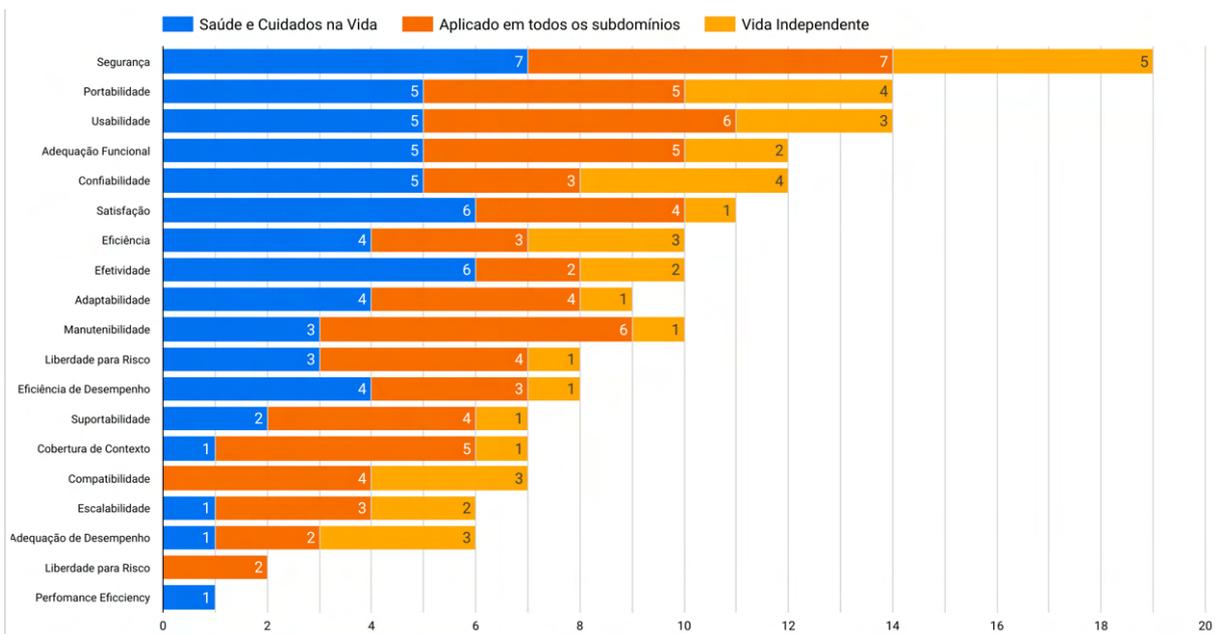
Durante a fase de leitura dos estudos, os NFRs Segurança (19 trabalhos), portabilidade (14 trabalhos) e Usabilidade (14 trabalhos) apresentam reincidência constante nos estudos, levando-se a considerar que são NFRs que devem estar presentes em sistemas AAL. A Usabilidade é definida como o Grau em que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico

Figura 12 – Requisitos não Funcionais agrupados com base na ISO/IEC 25010:2011



Fonte: Garcés et al. (2017)

Figura 13 – Requisitos não Funcionais x Subdomínios AAL x Características



de uso. E portabilidade, é o grau de eficácia e eficiência com que um sistema, produto ou componente pode ser transferido de um *hardware*, *software* ou outro ambiente operacional.

NFRs como segurança (*safety*), cooperação, robustez, comunicação, verificabilidade, utilização, capacidade, pontualidade, dinâmica foram encontrados nos estudos, porém não são verificados como uma característica dentro da ISO/IEC 25010. Por isso, foi sugerida uma nova sintaxe permitindo que esses NFRs sejam agrupados a partir de uma análise paralela com a definição de qualidade envolta de cada característica principal, usando o princípio de verossimilhança (SIMÕES, 2007). Assim, por exemplo, tomando como referência a taxonomia proposta

por [Garcés et al. \(2017\)](#), para o NFR verificabilidade, pode-se notar que tem uma relação estreita com a sub característica integridade no sentido da necessidade de coexistência e de como ambos estão ligados a característica principal segurança.

Pode-se considerar os NFRs segurança, usabilidade e portabilidade como críticos para o desenvolvimento, já que são transversais em qualquer subdomínio AAL e muitos destes sistemas não são desenhados considerando as necessidades especiais da população idosa. Outro ponto que não foram abordados nos trabalhos selecionados, foi a falta de um catálogo, processo ou framework que indique como NFR de usabilidade pode ser considerado na especificação.

Apesar de não ser referenciado diretamente, para o subdomínio Ocupação na Vida, pode-se associar o NFR livre de riscos, definido como o grau em que um produto ou sistema mitiga o risco potencial para a situação econômica, a vida humana, a saúde ou o meio ambiente. É importante considerar que o risco é função da probabilidade de ocorrência de uma determinada ameaça e das consequências adversas potenciais deste evento.

Para o subdomínio Recreação na Vida, pode-se associar o NFR satisfação como crítico, já que é definido como o grau em que as necessidades do usuário são satisfeitas quando um produto ou sistema é usado num contexto de uso especificado. É importante ressaltar que para um usuário que não interage diretamente com o produto ou sistema, apenas o cumprimento do objetivo e a confiança são relevantes.

Com base na análise desta questão, foram identificados requisitos não funcionais relevantes para sistemas AAL. Além disso, utilizando a taxonomia de garantia de qualidade para sistemas AAL baseada na ISO/IEC 25010 proposta por [Garcés et al. \(2017\)](#), foi possível atualizar a taxonomia de sistemas AAL, como ilustrado na [Figura 14](#).

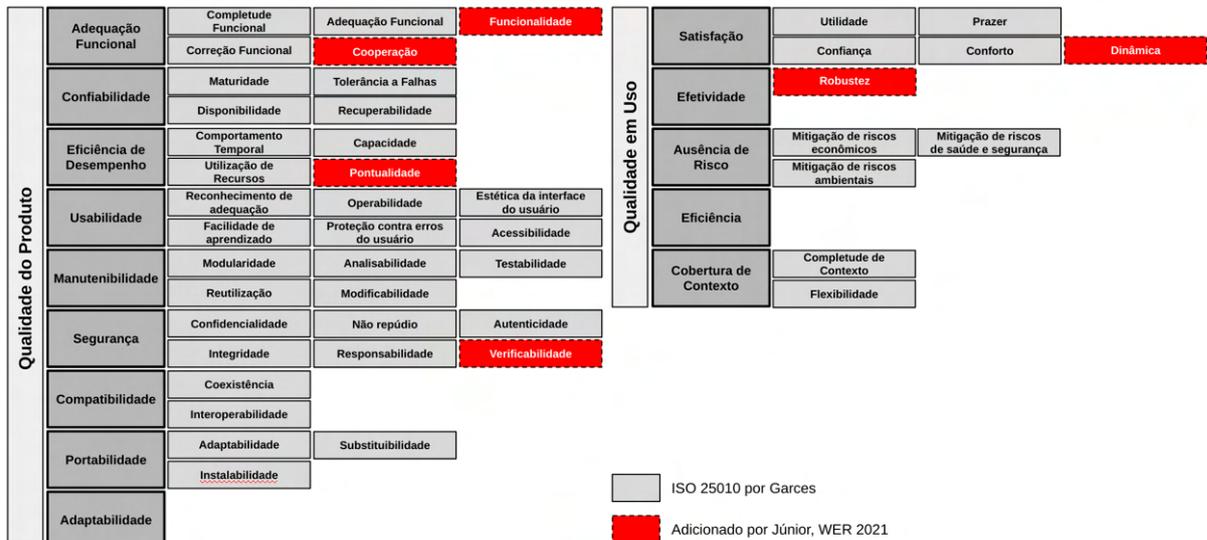
A atualização da taxonomia de sistemas AAL é importante para acompanhar o avanço da tecnologia e as demandas crescentes dos usuários finais. Isso permite uma melhor compreensão dos requisitos e a criação de sistemas mais eficientes e adaptáveis, capazes de atender às necessidades das pessoas com maior precisão e eficácia. A [Figura 14](#) representa visualmente a nova taxonomia de sistemas AAL, destacando os novos elementos adicionados em vermelho.

Portanto, a atualização da taxonomia de sistemas AAL com base nos requisitos não funcionais identificados e na referida taxonomia de garantia de qualidade proporciona uma visão mais completa e atualizada dos elementos essenciais para o desenvolvimento e a avaliação bem-sucedida de sistemas AAL.

3.4.3 QP3 - Quais técnicas / métodos são usados para apoiar a modelagem e/ou especificação de NFR em AAL?

Este tópico é importante para identificar quais técnicas, ou métodos foram utilizados na especificação de requisitos não funcionais nos trabalhos selecionados.

Figura 14 – Taxonomia de Requisitos não Funcionais para Sistemas AAL



Fonte: Autor (2023)

Tabela 8 – Relação entre Trabalhos x Técnicas/Métodos para Modelagem

Trabalhos	Técnicas/Métodos	%
EP_02, EP_03, EP_05, EP_07, EP_10, EP_12, EP_15, EP_16, EP_20, EP_22	UML	45,5%
EP_01, EP_04, EP_09, EP_11, EP_13, EP_18, EP_19, EP_21	Outros	36,4%
EP_14	GORE	36,4%
EP_08, EP_17	Ontologias	4,5%
EP_06	OOA	4,5%

Fonte: Autor (2023)

A Tabela 8 apresenta as técnicas/métodos identificadas em cada estudo. Com 45,50% dos estudos utilizando *Unified Modeling Language* (UML) ou uma extensão da UML para a modelagem de NFR, como o trabalho EP_15, que apresenta um método de Engenharia de Requisitos para a análise de Sistemas Onipresentes, baseado em metas que representam a influência do contexto e das situações adversas, proporcionando um procedimento de avaliação para auxiliar na tomada de decisão sobre a satisfação dos objetivos. Neste trabalho o autor cria uma extensão da UML para representar um gráfico de interdependência, utilizando o estereótipo no diagrama de classe para definir se o objeto é um *goal*, *softgoal* ou *operationalization*. Apesar da utilização da UML que permitem uma menor curva de aprendizagem, o trabalho não fornece uma orientação base para a elicitação de requisitos, captura de NFR, preferências do usuário e contexto de uso na fase inicial do projeto. Não obstante, a rastreabilidade e geração de cenários dos modelos a partir de alterações no contexto ou preferências do usuário não são abordados neste estudo. Em 36,4% dos estudos utilizam-se outras técnicas/métodos para modelagem de NFR em AAL, por exemplo, os trabalhos EP_01 e EP_21 que apresentam um mapeamento sistemático para identificar os NFRs

no domínio AAL, ou o trabalho EP_04 que apresenta uma revisão bibliográfica da literatura que visa investigar o uso de Linha de Produtos de *Software* para o desenvolvimento de tecnologias assistivas. Já 9,1% dos trabalhos usam de ontologias, exemplo é o trabalho EP_08 que apresenta uma ontologia hierárquica e requisitos importantes no desenvolvimento de sistemas para Atividades de Vida Cotidiana (*Activities of Daily Living - ADL*).

Por fim *Object-oriented analysis - (OOA)* e *Goal-Oriented Requirements Engineering - (GORE)* aparecem em 4,5% dos trabalhos respectivamente. O trabalho EP_14 apresenta o RELAX, uma linguagem de Engenharia de Requisitos para sistemas adaptativos, que podem introduzir flexibilidade nos NFRs para se adaptar a quaisquer mudanças nas condições ambientais, usando uma abordagem orientada a objetivos, baseada em KAOS, que estende o metamodelo SysML e a Linguagem Específica de Domínio (DSL) proposta no estudo. Esta questão de pesquisa mostra que muitos trabalhos têm procurado propor alguma extensão na UML para a modelagem de NFR em AAL, porém não foi encontrado nenhum trabalho que utilize, por exemplo, o gráfico de interdependência presente no *NFR Framework* (CHUNG et al., 2012), uma abordagem conhecida por fornecer um processo para modelagem de NFR.

3.4.4 QP4 - Quais ferramentas são utilizadas na modelagem e/ou especificação de NFR?

Esta seção apresenta as ferramentas utilizadas nos estudos selecionados. Vale reforçar que as ferramentas não são especificamente técnicas ou métodos, deixando explícita a diferença entre esse tópico e o anterior. A Tabela 9 identifica as ferramentas em cada estudo.

Tabela 9 – Relação entre Trabalhos x Ferramentas

Trabalhos	Ferramentas	%
EP_02, EP_05, EP_13, EP_19, EP_20, EP_22	Não utiliza ferramenta	27,3%
EP_04, EP_06, EP_12, EP_15, EP_18	Ferramenta Desktop	22,7%
EP_03, EP_10, EP_11, EP_21	Análise Literária	18,2%
EP_07, EP_09, EP_16, EP_17	Ferramenta Web	18,2%
EP_08, EP_14	Outros	9,1%
EP_01	Não identificado	4,5%

Fonte: Autor (2023)

Como apresentado na Tabela 9, foi identificado que 27,30% dos estudos não utilizam nenhuma ferramenta para auxiliar na construção da sua proposta. Já 22,7% dos estudos, utilizam ferramentas *desktop*, onde podem enfrentar problemas para modelagem e/ou especificação de NFR de forma colaborativa e *online*. Ferramenta Web representam 18,20% dos trabalhos, onde não foi identificado nenhuma referência em modelagem ou especificação de NFR com e/ou para reuso. Análise Literária aparece também com 18,20%, já que estes trabalhos utilizaram uma revisão bibliográfica para identificar os NFRs em AAL. Esta questão de pesquisa foi importante para mostrar que ainda não existe uma preocupação na construção ou automatização dos seus

processos, com foco na modelagem colaborativa, disponível na plataforma *web* e que auxiliem na construção de modelos e especificação de NFR para o domínio e os subdomínios AAL com foco em reuso.

3.4.5 RQ5 - Quais são os problemas em aberto relacionados à área de pesquisa?

As respostas a essa questão abrem caminho para novas pesquisas nessa área. Conforme os objetivos, os trabalhos [EP_11](#), [EP_19](#) sugerem aprimorar os seus modelos, técnicas ou sistemas, para validar o estudo em outros cenários. Três estudos ([EP_03](#), [EP_12](#), [EP_18](#)) tiveram como problemas em aberto, estruturar técnicas auxiliares para seu sistema ou metodologia desenvolvido. Dois dos estudos ([EP_13](#), [EP_11](#)) sugerem que a falta de estudos na literatura relacionados pode ter limitado o estudo, de forma que trabalhos semelhantes ou na mesma linha seriam feitos futuramente.

3.5 AMEAÇAS À VALIDADE

As principais ameaças identificadas para a validade deste MSL são descritas a seguir:

1. Extração de dados: refere-se à forma como os dados foram extraídos dos estudos primários, visto que, nem todas as informações eram óbvias para responder às questões da pesquisa e alguns dados tiveram que ser interpretados. Além disso, em caso de desacordo entre os três revisores, uma discussão foi conduzida por um quarto revisor para garantir que um acordo total fosse alcançado;
2. Confiabilidade de seleção: de modo garantir um processo de seleção imparcial, definimos previamente as questões de pesquisa e elaboramos critérios de inclusão, exclusão e de qualidade. Acreditamos que as questões e critérios são detalhados o suficiente para fornecer uma avaliação de como o conjunto final de estudos primários foi obtido. Porém, é possível que estudos tenham sido excluídos na primeira etapa devido à falta de informações importantes nas seções de título, resumo e palavras-chave; e
3. Outra ameaça é a limitação de ferramentas suportando apenas arquivos no formato bibtex, excluindo arquivos do tipo (CVS, NBIB, TXT) disponíveis nas bases PubMed e PMC. Para resolver isso, foi desenvolvido uma ferramenta web para suportar arquivos de diferentes formatos e convertidos para o formato JSON (*JavaScript Object Notation*), sendo possível trabalhar com uma base de dados relacional.

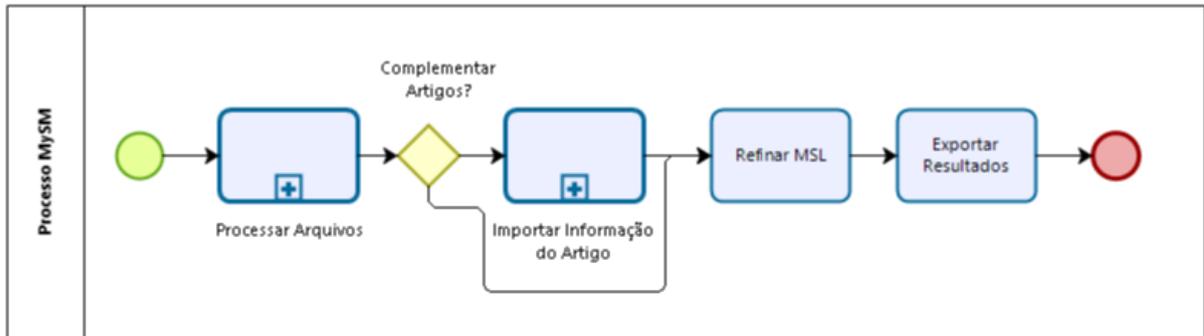
3.6 MYSM - MY SYSTEMATIC MAPPING

A MySM é uma ferramenta web ¹ construída para apoiar no processo de extração, transformação, importação e atualização de arquivos no mapeamento ou revisão sistemática. A [Figura 15](#)

¹ <https://github.com/mauriciomanoel/mysm>

encontra-se delineado o processo ferramenta MySM modelado em *Business Process Modeling Notation* (BPMN). Nesse processo, são identificados dois macroprocessos dispostos: Processar Arquivos e Importar informações dos arquivos; e dois processos: refinar MSL e Exportar Resultados.

Figura 15 – Visão Geral da Ferramenta MySM



Fonte: Autor (2023)

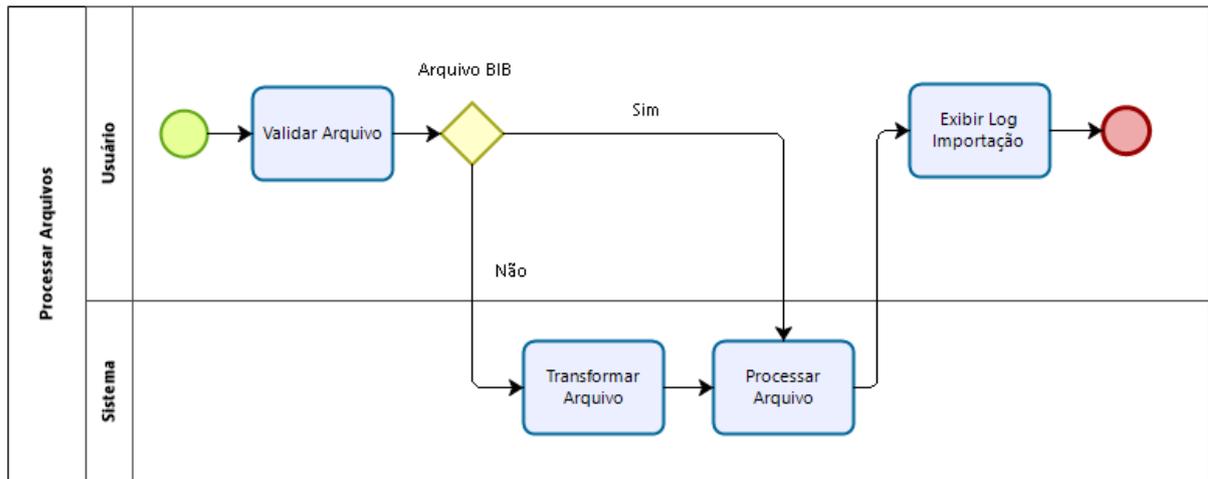
O macroprocesso **“Processar Arquivos”** é detalhado na [Figura 16](#). O macroprocesso é iniciado com o processo de Validar Arquivo, que pretende verificar se todos os arquivos baixados nas bibliotecas de pesquisa são do tipo BibTeX. Para outros formatos (RIS, HTML, MEDLINE/XML) a ferramenta prevê transformações para que arquivos exportados em formato diferente, sejam migrados para BibTeX ou JSON. Um exemplo onde foi necessário fazer esse processo, foi no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, onde a plataforma disponibiliza todos os trabalhos publicados, sem opção de exportar para um arquivo. Para resolver esse problema, foi criado um *Web Crawler* (WIKIPEDIA, 2019) para fazer a pesquisa no site, entrar em cada um dos trabalhos, e converter as informações em HTML para BibTeX. Na [Figura 17](#), apresenta o resultado da transformação do trabalho “Proposta de Modelo de Gestão de Confiança para Internet das Coisas Médicas” (BRITTES, 2016) para o formato BibTeX.

Com os arquivos todos padronizados para BibTeX ou JSON, é feita a importação de todos os arquivos para uma base de dados MySQL (MYSQL, 2019). Nesse processo, o MySM Já faz a verificação se o artigo já existe na base, sinalizando que o arquivo já foi importado anteriormente. O processo é finalizado, exibindo o log de toda a importação, total de artigos e trabalhos duplicados.

O macroprocesso **“Importar Informações”** é detalhado na [Figura 18](#). O processo é iniciado, quando o usuário verifica se os arquivos estão com todas as informações necessárias para o seu trabalho. Na Biblioteca Digital da ACM, por exemplo, o campo *abstract* não é exportado no arquivo BibTeX, caso seja necessário utilizar essa informação, o usuário poderá importar essas informações e atualizar a sua base. Para isso foi implementado um *Web Crawler* (WIKIPEDIA, 2019) baixar as informações do *abstract* e atualizar a base de dados da ferramenta.

No processo **“Refinar MSL”**, o principal objetivo é aplicar um novo filtro, agora na base

Figura 16 – Visão Geral do Processo da Importação dos Arquivos na Ferramenta MySM



Fonte: Autor (2023)

Figura 17 – Arquivo final de um trabalho após transformação do *crawler* Catálogo de Teses e Dissertações da Capes

```

1 @phdthesis{4598641,
2   source={CatalogoTeses},
3   author={MARISANGELA PACHECO BRITTES},
4   title={Proposta de Modelo de Gestão de Confiança para Internet das Coisas Médicas},
5   month={12},
6   year={2016},
7   school={UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA},
8   abstract={In recent years, the Internet of Things (IoT) paradigm has been introduced},
9   keywords={biomedical network;trust;social networks;internet of medical things;iot},
10  note={Nos últimos anos, o paradigma da Internet das Coisas (IoT) foi introduzido, gerando},
11  url={https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusivo?identificador=4598641}
12 }
  
```

Fonte: Autor (2023)

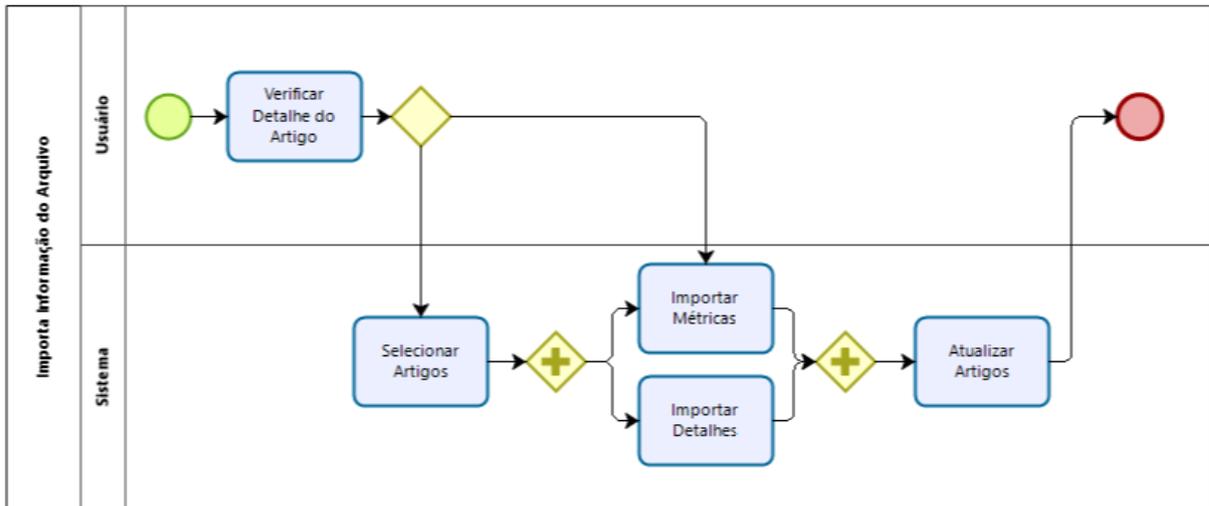
de dados MySQL da ferramenta. Na Figura 9 mostra o trecho de código para criar uma tabela temporária na base de dados. Essa nova tabela é criada, e no campo texto é criado a partir da concatenação dos campos *title* e *keywords*, garantindo que um novo filtro, só consideraria esses campos. É importante observar que essa nova tabela, é criada a partir de trabalhos não duplicados e que o campo de *authors* seja diferente de vazio. Na Figura 10 apresenta o código em SQL do filtro aplicado na tabela temporária, garantindo que a nova *String* (SQL Padrão ANSI - American National Standards Institute) seja feita apenas nesses campos.

No processo “**Exportar Resultados**”, tem como principal objetivo exportar os resultados num formato mais adequado para sua necessidade, é atualmente suportado BibTeX, JSON e CSV.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, foram apresentados os dados relacionados ao processo de condução do mapeamento sistemático da literatura (MSL). O objetivo foi visualizar o fluxo de trabalho adotado,

Figura 18 – Visão Geral do Processo da Importação de Informações do Artigo



Fonte: Autor (2023)

desde o planejamento até a apresentação dos resultados obtidos. Através desse mapeamento, foi possível identificar trabalhos relevantes para a temática da pesquisa.

As *strings* de busca aplicadas resultaram em 1.071 trabalhos encontrados nas oito bases de dados pesquisadas. Após um rigoroso processo de seleção, apenas 22 trabalhos foram considerados para análise. A MSL revelou uma concentração de estudos focados nos subdomínios de Saúde e Cuidados na Vida, bem como Vida Independente. Os principais requisitos não funcionais identificados foram: segurança, portabilidade e usabilidade.

Com base nesse mapeamento da literatura, foi possível atualizar a taxonomia do sistema AAL e identificar os requisitos não funcionais mais relevantes para cada subdomínio. Além disso, constatou-se que a UML, juntamente com suas extensões, é frequentemente utilizada como método de modelagem para tratar dos requisitos não funcionais. As ferramentas de modelagem adotadas variaram entre *desktop*, *web* ou nenhuma ferramenta específica.

A MSL evidenciou a importância dos requisitos não funcionais no contexto AAL e a necessidade de considerar o contexto de uso durante a especificação de requisitos. Para abranger todos os repositórios de artigos relevantes, utilizou-se o processo MySM, que auxiliou na transformação de arquivos e na mineração dos dados.

Além disso, foi apresentado o processo MySM, que auxilia na transformação de dados e na mineração de artigos em um mapeamento sistemático. Esse processo foi desenvolvido para superar as limitações de certos repositórios que não suportam a exportação de arquivos no formato BibTex. O MySM também pretende auxiliar os usuários na captura de informações extras que não estão disponíveis nos repositórios e na transformação de arquivos CSV e MEDLINE em arquivos BibTex.

4 QUESTIONÁRIO COM ESPECIALISTAS EM SISTEMAS AAL

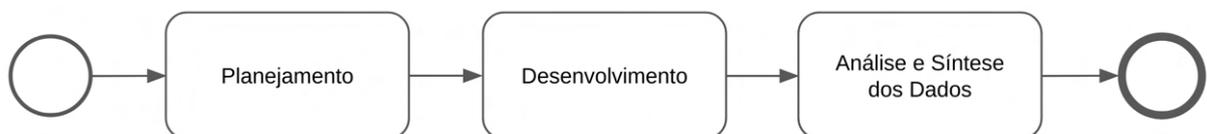
Neste capítulo, será apresentado o processo de execução de um questionário visando compreender, do ponto de vista dos envolvidos, como o desenvolvimento de sistemas AAL pode atender às necessidades dos *stakeholders*, com foco nos Requisitos não Funcionais. O capítulo aborda os aspectos metodológicos da pesquisa, o protocolo adotado, o questionário utilizado, a análise dos dados coletados, a síntese dos resultados e questões relacionadas à ameaça à validade do estudo. Com base nos resultados obtidos e apresentados neste capítulo, foi possível confirmar a necessidade de reformular o *framework* utilizado, levando em consideração as respostas dos entrevistados.

4.1 ASPECTOS METODOLÓGICO

Um dos métodos empíricos escolhidos para esta tese foi o questionário. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), o questionário é utilizado quando se deseja investigar diretamente o comportamento de pessoas por meio de questionários. Este método é mais adequado para pesquisas que buscam obter informações de forma mais abrangente e generalizada, não sendo recomendado para análises de problemas mais complexos, pois é considerado um método mais superficial.

No contexto desta tese, optou-se pelo questionário como método para investigar, de maneira geral, como o desenvolvimento de sistemas AAL pode atender às necessidades dos usuários com base em Requisitos não Funcionais e em requisitos legais. Entende-se que a finalidade do questionário é produzir estatísticas, ou seja, descrições quantitativas ou numéricas de alguns aspectos da população de estudo. Com base em Pfleeger e Kitchenham (2001), a Figura 19 apresenta as etapas do questionário:

Figura 19 – Etapas do Questionário



Fonte: Pfleeger e Kitchenham (2001)

4.1.1 Planejamento

Nesta etapa, foi realizado o planejamento do questionário para definir claramente os objetivos da pesquisa, identificar a população-alvo, definir as questões de pesquisa e os métodos de análise de dados. O objetivo principal desta pesquisa é investigar como o desenvolvimento de sistemas AAL pode atender às necessidades dos usuários com base em requisitos não funcionais. Além disso, busca-se compreender quais métodos, técnicas e ferramentas são utilizados para

especificação e modelagem de requisitos não funcionais, o uso da ferramenta *NFR Framework*, os requisitos legais aplicados no desenvolvimento de sistemas AAL, e como é realizada a captura de requisitos com os *stakeholders*, considerando a aceitabilidade em uso dos sistemas AAL.

O público-alvo deste estudo é composto por acadêmicos e profissionais que trabalham com estudo ou desenvolvimento de sistemas AAL. Para identificar esse público, foi realizado um levantamento dos grupos de pesquisa que atuam nessa área, tanto no Brasil como em Portugal e outras partes do mundo. A seleção desses grupos foi baseada no trabalho de [Gomes e Alencar \(2022\)](#) e em estudos científicos publicados nos últimos dois anos. Esses grupos foram escolhidos devido à sua relevância e representatividade para a pesquisa em sistemas AAL. É importante mencionar que esse método de amostragem é considerado não probabilístico, uma vez que a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende do julgamento do pesquisador ([PFLEEGER; KITCHENHAM, 2001](#)). Essas decisões e considerações metodológicas são fundamentais para direcionar o estudo, garantir a representatividade da amostra e obter resultados relevantes para a pesquisa sobre o desenvolvimento de sistemas AAL e seus requisitos não funcionais.

4.1.2 Desenvolvimento

Na etapa de desenvolvimento do questionário, os dados foram coletados por meio da ferramenta online *Google Forms*. Foi criada uma versão do questionário com perguntas em inglês e tradução para o português, a fim de atender tanto o público nacional quanto o internacional. O questionário foi elaborado com 11 questões, contendo tanto perguntas de múltipla escolha quanto perguntas abertas.

A solicitação de participação no questionário foi enviada por meio de mensagens em português, inglês e espanhol, conforme detalhado no [Apêndice C](#), no período de 15/05/2023 a 24/05/2023. Um total de 280 solicitações de resposta foi enviado, sendo 236 via e-mail para profissionais e acadêmicos, 26 para empresas e 18 solicitações via LinkedIn. No entanto, observou-se que 20 solicitações retornaram devido a problemas no endereço de e-mail fornecido, resultando em um total de 260 solicitações consideradas, com 24 respostas válidas obtidas.

É importante destacar que o questionário enviado pelo *Google Forms* foi configurado para não coletar endereços de e-mail, garantindo assim o compromisso ético de preservar as informações coletadas. Essas medidas tomadas no desenvolvimento e na aplicação do questionário contribuem para garantir a confidencialidade e o anonimato dos participantes, respeitando os princípios éticos da pesquisa.

4.1.3 Análise dos Dados e Síntese dos Resultados

Nesta etapa, o objetivo foi verificar e consultar quais métodos, técnicas ou abordagens, incluindo o uso de ferramentas, são utilizados na especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais. Além disso, buscou-se compreender como o levantamento de requisitos é

realizado com os *stakeholders* e como o contexto de uso e as experiências dos usuários são considerados na especificação de requisitos não funcionais. Também foi identificado quais são os principais requisitos legais utilizados no desenvolvimento de sistemas AAL. Por fim, buscou-se compreender a importância do requisito de aceitabilidade em uso de sistemas AAL e como esse requisito é representado/especificado.

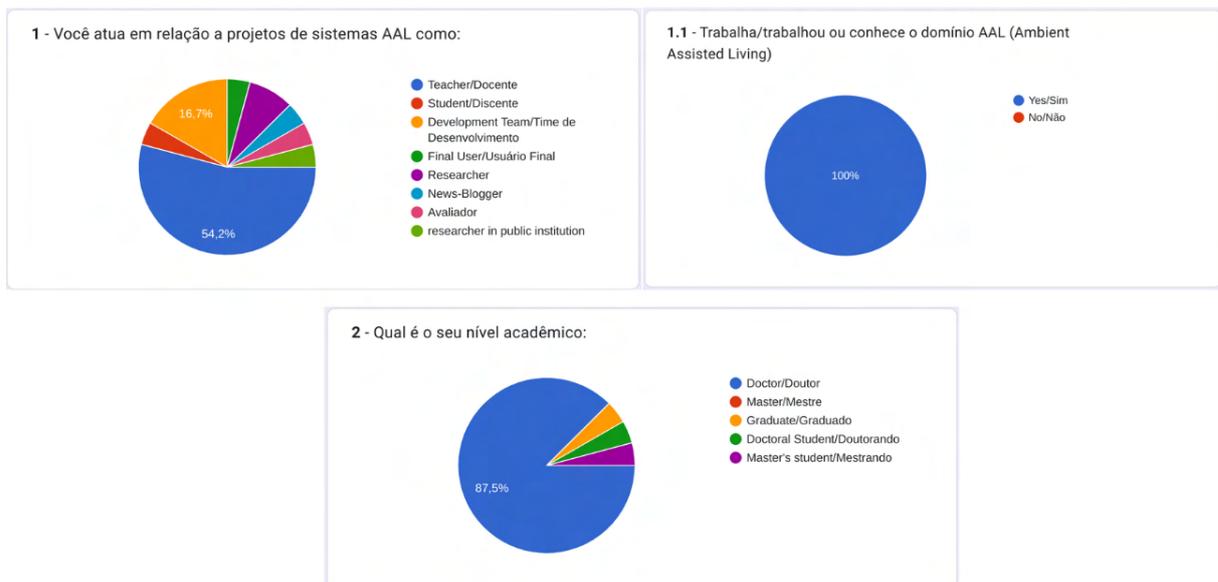
Com base no questionário aplicado e na análise dos dados, os resultados obtidos são apresentados nas seções seguintes.

4.2 ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS

Esta seção aborda a análise e síntese dos dados obtidos a partir do questionário aplicado com vinte e quatro entrevistados. O questionário foi dividido em seis partes distintas, que serão apresentadas nas subseções a seguir.

4.2.1 Características dos Entrevistados

Figura 20 – Gráficos das Características dos Entrevistados - Parte 1

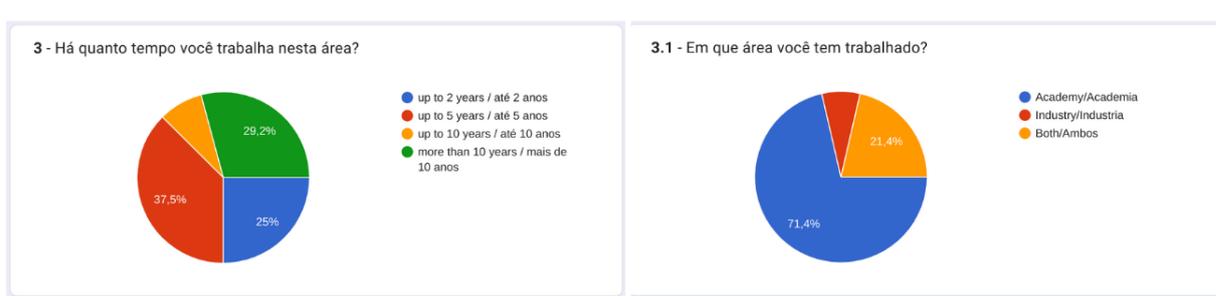


Fonte: Autor (2023)

A primeira parte do questionário (questões um a três) teve o propósito de identificar as características dos entrevistados, conforme pode ser observado na [Figura 20](#). Em relação às funções dos entrevistados, observamos que 54.2% atuam como docentes em projetos de sistemas AAL, enquanto 16.7% fazem parte do time de desenvolvimento. Os outros 30% desempenham diversas funções, como estudantes, usuários finais, pesquisadores e avaliadores. Vale destacar que um participante mencionou a função de *News-Blogger*, embora não tenha sido possível identificar essa função específica no contexto do projeto.

Analisando o nível acadêmico dos entrevistados, constatamos que a grande maioria, ou seja, 87.5%, possui doutorado. Os 12.5% restantes são compostos por estudantes de doutorado, mestrado e um graduado. Isso demonstra que a pesquisa contou com a participação de profissionais altamente qualificados. Ao considerar o tempo atuação, é possível notar que mais de 60% dos entrevistados possuem entre 5 e 10 anos de experiência, 25% têm até 2 anos de experiência e 8.3% acumulam mais de 10 anos de atuação. Essa diversidade de experiência contribui para uma visão abrangente das diferentes perspectivas dos entrevistados, conforme pode ser visto na [Figura 21](#).

Figura 21 – Gráficos das Características dos Entrevistados - Parte 2



Fonte: Autor (2023)

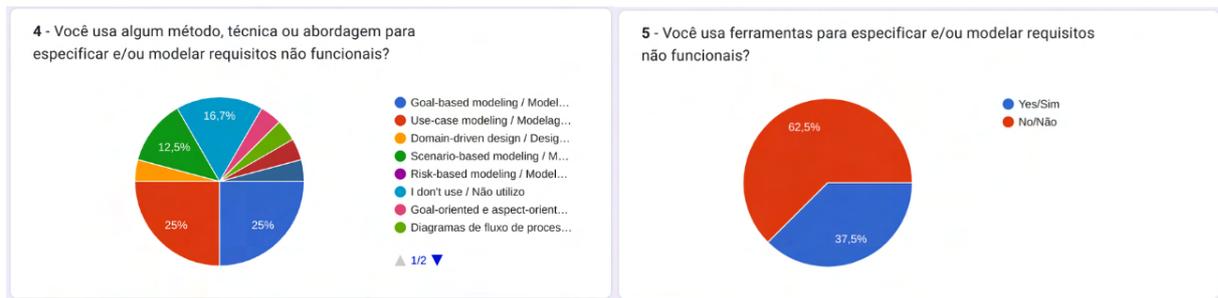
Quanto à área de atuação, verificou-se que 71.4% dos entrevistados estão envolvidos na academia. Além disso, 21.4% têm atuação tanto na academia quanto na indústria, enquanto 7.1% atuam exclusivamente na indústria. Essa distribuição destaca a predominância da participação acadêmica na pesquisa, mas também inclui profissionais que transitam entre os setores acadêmico e industrial.

Essas análises nos fornecem uma compreensão mais aprofundada das características dos entrevistados. Observa-se uma representatividade significativa de doutores, um equilíbrio entre profissionais com diferentes períodos de experiência e uma predominância de participantes com vínculos acadêmicos. Essas informações são fundamentais para interpretar os resultados da pesquisa de forma mais precisa e contextualizada.

4.2.2 Método, Técnica ou Abordagem para a Especificação e/ou Modelagem

A segunda parte do questionário (questões quatro a cinco) teve o propósito de identificar as ferramentas, métodos, técnicas ou abordagens utilizadas para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais, conforme pode ser observado na [Figura 22](#). Analisando as respostas dos entrevistados, constatamos que 25% deles utilizam a Modelagem Baseada em Metas como técnica para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais em sistemas AAL. Outros 25% utilizam a Modelagem de Casos de Uso para esse fim. A Modelagem Baseada em Cenários é utilizada por 12.5% dos entrevistados, enquanto 16.7% não utilizam nenhuma técnica

Figura 22 – Gráficos dos Métodos, Técnica ou Abordagem para a Especificação e/ou Modelagem



Fonte: Autor (2023)

específica. Os demais 21% utilizam outras abordagens, como Design Orientado a Domínio, *User Story*, Diagrama de Fluxo de Processo e Modelagem Orientada a Aspectos.

Em relação ao uso de ferramentas, observamos que a maioria dos entrevistados, representando 62.5%, não faz uso de nenhuma ferramenta de apoio para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais. Por outro lado, 37.5% dos entrevistados utilizam algum tipo de ferramenta para auxiliar nesse processo.

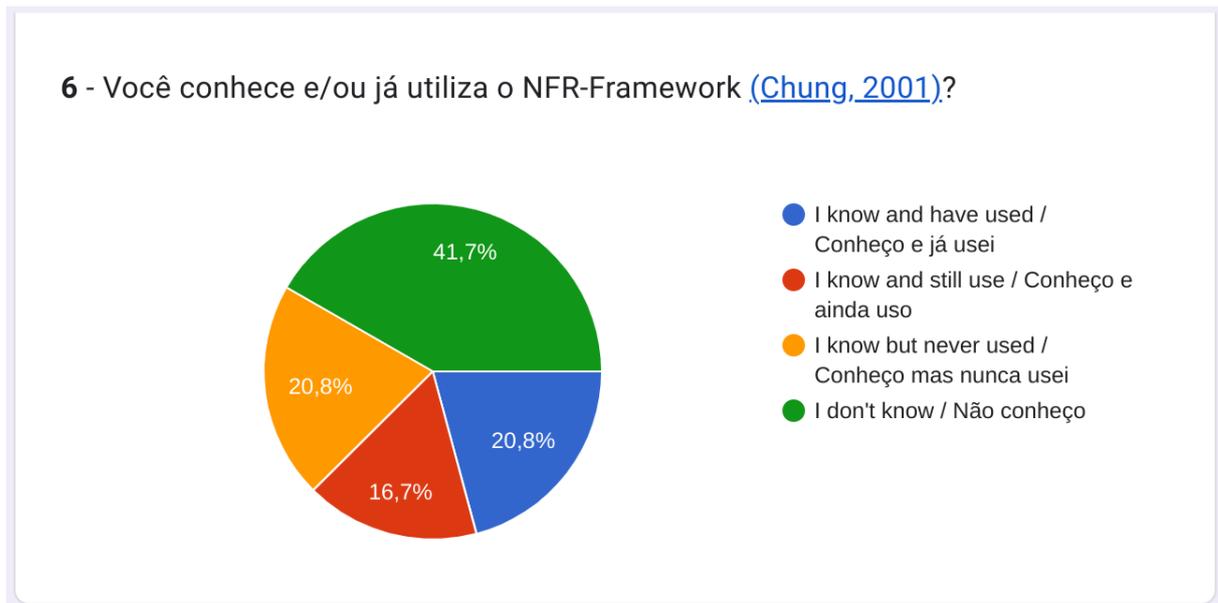
Dentre os entrevistados que utilizam ferramentas, pode-se agrupar essas ferramentas em três categorias principais. O primeiro grupo abrange ferramentas de apoio à Modelagem Baseada em Metas, como StarUML, KAOS, SysML Tools, DSM3-goals e *Soft Goals*. O segundo grupo refere-se a ferramentas de apoio à ontologia, com destaque para o Protégé. E, por fim, há o grupo de “outras” ferramentas, que inclui o uso de UML, *Research* e o modelo *The Square Standard Oriented to Specific Product Quality* (ISO/IEC 2500n).

Em relação aos métodos e recursos utilizados para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais, identificamos uma variedade de abordagens. Alguns entrevistados mencionaram “*Not My Business*”, “*Experience*”, “Diagrama de Fluxo de Processo”, “*Google Docs*”, “Texto”, “Estória de Usuários”, “*NFR Framework*”, “*ISO 25010*”, “*iStar*” e “*Domain Specification Language*”. Vale ressaltar que dois dos vinte e quatro entrevistados responderam que não entenderam a pergunta, deixando as respostas “NO uso herramientas” e “*I don't get this*”.

Essas análises nos permitem compreender as práticas atuais na especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais em sistemas AAL. Podemos observar a diversidade de técnicas e ferramentas utilizadas pelos entrevistados, indicando uma variedade de abordagens adotadas no campo da Engenharia de *Software*. Essas informações são valiosas para a compreensão do estado atual da área e podem fornecer *insights* para futuras pesquisas e práticas.

4.2.3 Uso do NFR Framework

A terceira parte do questionário (questão 6, 6.1 e 6.2) tem um propósito de entender o uso do *NFR Framework* (CHUNG et al., 2012) tanto na academia quanto na indústria. Dos

Figura 23 – Gráficos de Uso do NFR *Framework*

Fonte: Autor (2023)

entrevistados, 41,7% afirmaram não conhecer essa abordagem. Para 20,8% dos participantes, eles conhecem o NFR *Framework*, mas nunca o utilizaram ou têm conhecimento apenas teórico sobre o assunto. Apenas 16,7% dos entrevistados afirmaram utilizar o NFR *Framework* em seus projetos, conforme visto na [Figura 23](#).

Analisando as melhorias sugeridas para o NFR *Framework*, é possível agrupá-las em três categorias principais: integração, Guia e Catálogo. No grupo de Integração, os participantes destacaram a falta de integração do *framework* com outros artefatos, como requisitos funcionais, modelos e ferramentas de desenvolvimento. No grupo de Catálogo, a maioria dos entrevistados apontou a necessidade de um catálogo mais abrangente, cobrindo diferentes domínios, como uma área que pode ser aprimorada no NFR *framework*. Já no grupo de Guia, foi identificado um gap de conhecimento no uso do NFR *Framework*, e os participantes expressaram a necessidade de um guia/manual e de automação dos processos de utilização da abordagem. Além disso, sugeriu-se que a geração de trechos de árvores SIG, utilizando conceitos de reuso, poderia ser de grande ajuda tanto para a academia quanto para a indústria. Essas melhorias também poderiam contribuir para a identificação de elementos transversais (*crosscutting*). Um dos participantes sugeriu o envolvimento de todos os *storytelling*, principalmente os idosos, no processo de desenvolvimento. O uso de *stakeholders* foi mencionado como uma forma de inserir os idosos desde o início no processo de especificação dos requisitos ([BOULILA; HOFFMANN; HERRMANN, 2011](#); [GAUSEPOHL, 2008](#)).

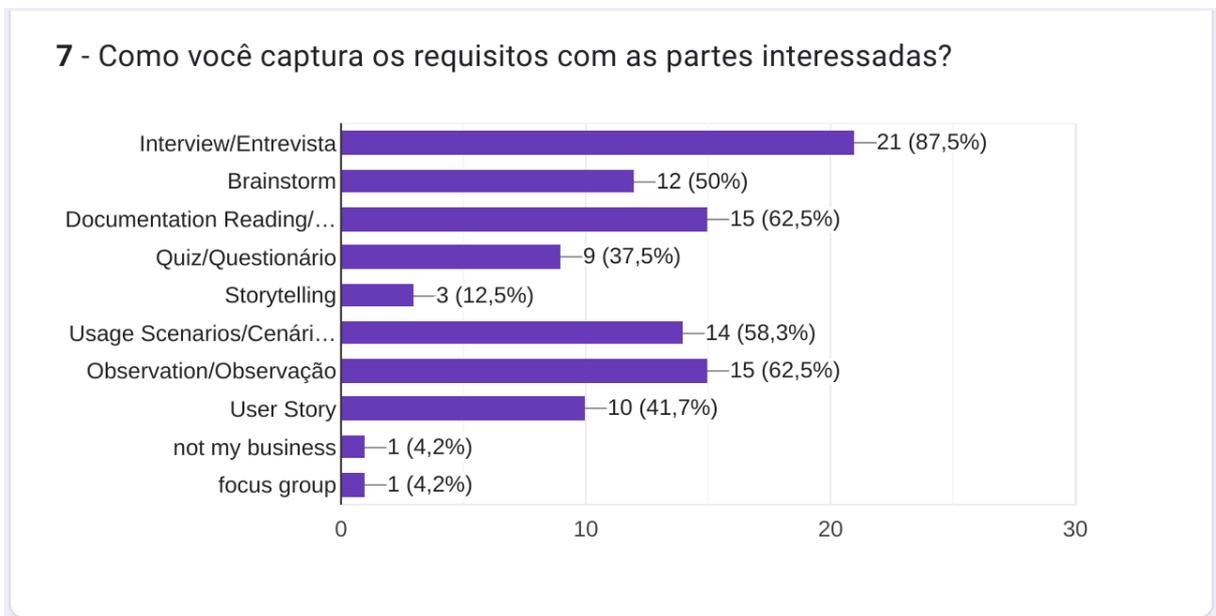
Com base nas análises realizadas, percebe-se que há uma lacuna de conhecimento e adoção do NFR *Framework* ([CHUNG et al., 2012](#)), tanto na academia quanto na indústria. A maioria dos participantes ainda não está familiarizada com essa abordagem, o que pode indicar a necessidade

de maior divulgação e suporte para sua utilização. As melhorias propostas pelos entrevistados apontam para a necessidade de integração com outros artefatos, aprimoramento do catálogo existente e a disponibilidade de guias e ferramentas de apoio. Essas sugestões são valiosas para orientar o desenvolvimento e a evolução do *NFR Framework*, possibilitando seu maior uso e impacto positivo na especificação e modelagem de requisitos não funcionais em sistemas AAL.

4.2.4 Captura os Requisitos com os Stakeholders

A questão sete do questionário foi de múltipla escolha e teve como objetivo compreender como os requisitos são capturados junto aos *stakeholders*. Os resultados revelaram que 87.5% dos entrevistados utilizam entrevistas como método de captura. A leitura de documentação e a observação são técnicas utilizadas em 62.5% dos casos. Além disso, 58.3% dos participantes relataram o uso de cenários de uso na captura de requisitos, enquanto 37.5% fazem uso de questionários. *User stories* são utilizadas por 41.7% dos entrevistados para a captura de requisitos, enquanto *storytelling* é adotado por 12.5% dos participantes. Por fim, 4.2% dos entrevistados fazem uso de grupos focais ou não utilizam nenhuma técnica específica para a captura de requisitos, conforme visto na [Figura 24](#).

Figura 24 – Gráficos de Captura os Requisitos com os Stakeholders



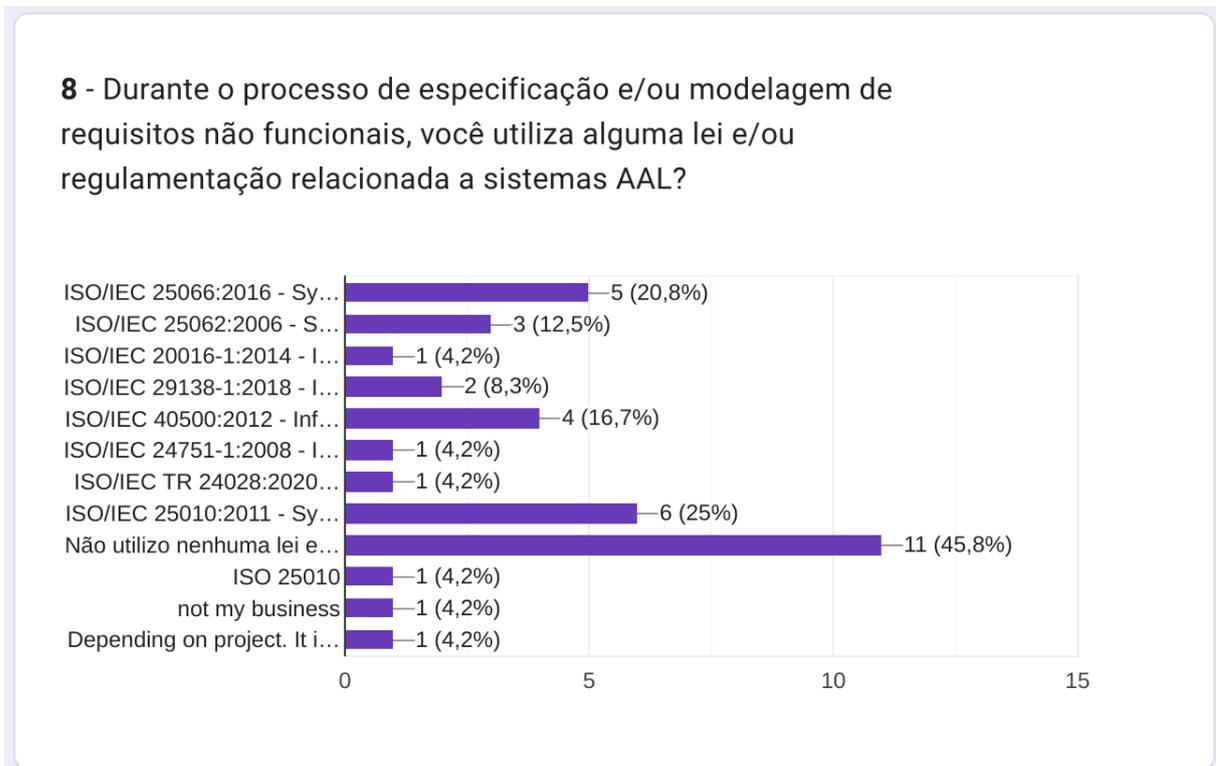
Fonte: Autor (2023)

Embora a maioria dos entrevistados utilize entrevistas como método preferencial para a captura de requisitos, estudos anteriores, como os de [Boulila, Hoffmann e Herrmann \(2011\)](#), [Gausepohl \(2008\)](#), indicam que o uso de *storytelling* pode ser uma abordagem complementar para a captura de requisitos de sistemas. A utilização de *storytelling*, associada a técnicas de *machine learning*, pode ser de grande ajuda tanto para a academia quanto para a indústria, auxiliando na classificação dos relatos de *storytelling* em um conjunto de requisitos não funcionais.

Esses resultados destacam a importância de explorar diferentes técnicas e abordagens para a captura de requisitos, a fim de obter uma compreensão abrangente das necessidades dos *stakeholders*. A combinação de métodos tradicionais, como entrevistas e leitura de documentação, com abordagens mais inovadoras, como *storytelling* e *machine learning*, pode enriquecer o processo de captura de requisitos e melhorar a qualidade dos requisitos obtidos. Isso também ressalta a importância de se manter atualizado com as pesquisas e práticas emergentes na área de Engenharia de Requisitos, a fim de adotar abordagens mais eficazes e adequadas às necessidades específicas de cada projeto.

4.2.5 Requisitos Legais relacionadas a Sistemas AAL

Figura 25 – Gráficos de Requisitos Legais relacionadas a Sistemas AAL

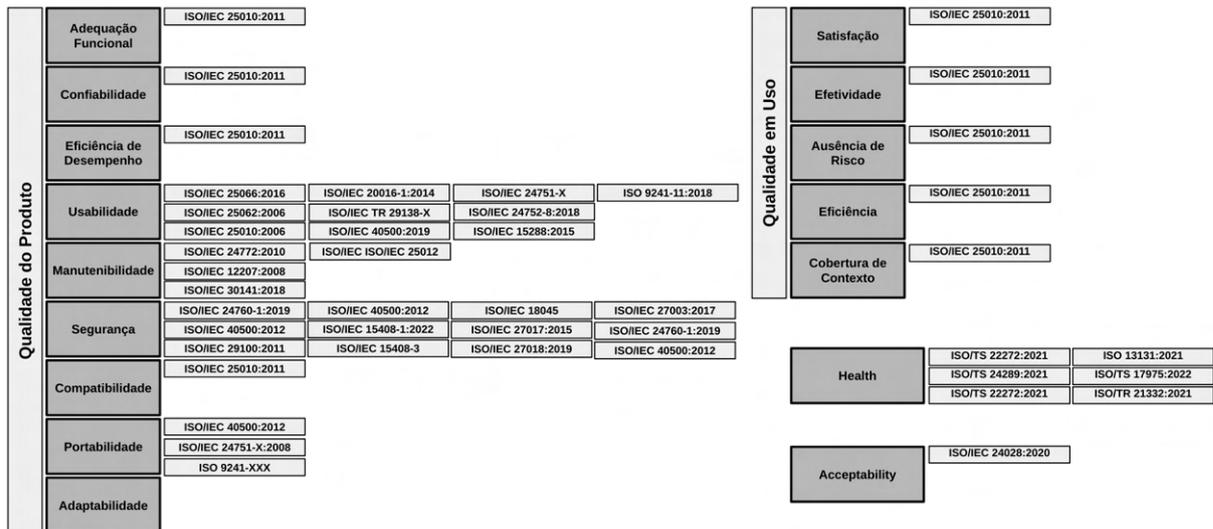


Fonte: Autor (2023)

Para compreender quais requisitos legais são utilizados no desenvolvimento de sistemas AAL, questionou-se aos participantes se durante o processo de especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais eles utilizam leis e/ou normativas relacionadas a sistemas AAL (questão oito). Os resultados revelaram que 45,8% dos entrevistados não utilizam nenhuma lei ou normativa nesse contexto, o que é preocupante considerando a existência de diversas normativas específicas para esses sistemas, visto na [Figura 24](#).

Durante uma pesquisa na literatura sobre requisitos legais utilizados no desenvolvimento de sistemas AAL, foi realizado um levantamento que permitiu a construção de uma taxonomia de requisitos não funcionais e requisitos legais. Essa taxonomia foi apresentada na [Figura 26](#) do

Figura 26 – Taxonomia de NFR para Sistemas AAL x Normativas



Fonte: Autor (2023)

estudo e serviu como base para disponibilizar os requisitos legais aos participantes da pesquisa, que puderam selecioná-los durante o questionário.

Essa abordagem permitiu aos pesquisadores oferecer uma lista de requisitos legais pré-definidos, proporcionando aos entrevistados uma visão abrangente dos requisitos legais relevantes para sistemas AAL. A taxonomia desenvolvida com base na pesquisa literária foi uma ferramenta valiosa para identificar e categorizar os requisitos legais, facilitando sua compreensão e seleção pelos participantes.

Os números indicam que 25% dos entrevistados utilizam a ISO/IEC 25010:2011 (25010, 2011) - Engenharia de sistemas e de *software*, 20.8% utilizam a ISO/IEC 25066:2016 (STANDARDIZATION, 2023d) - Engenharia de sistemas e de *software* - Requisitos e avaliação de qualidade de sistemas e *software*, 16.7% utilizam a ISO/IEC 40500:2012 (STANDARDIZATION, 2023f) - Tecnologia da informação - Diretrizes de acessibilidade para conteúdo da Web do W3C, que é uma normativa voltada para sistemas web. Além disso, 8.3% utilizam a ISO/IEC 29138-1:2018 (STANDARDIZATION, 2023e) - Tecnologia da informação - Acessibilidade de interface do usuário e, por fim, 4.2% dos entrevistados utilizam cada uma das seguintes normativas: ISO/IEC 25062:2006 (STANDARDIZATION, 2023c) - Engenharia de software - Requisitos e avaliação de qualidade de produtos de *software*, ISO/IEC 20016-1:2014 (STANDARDIZATION, 2023a) - Tecnologia da informação para aprendizagem, educação e treinamento - Acessibilidade de idioma e equivalências de interface humana (HIEs) em aplicativos de *e-learning*, ISO/IEC 24751-1:2008 (STANDARDIZATION, 2023b) - Tecnologia da informação - Adaptabilidade e acessibilidade individualizada em *e-learning*, educação e treinamento, e ISO/IEC TR 24028:2020 (STANDARDIZATION, 2023g) - Tecnologia da informação - Inteligência Artificial - Visão geral da confiabilidade na inteligência artificial.

Um possível motivo para a falta de utilização de requisitos legais em seus projetos pode ser a falta de conhecimento por parte dos entrevistados. Seria de grande ajuda no processo de especificação de requisitos se os *stakeholders* tivessem acesso a uma taxonomia de requisitos legais específicos para sistemas AAL e seus domínios, além de terem essa visão ao modelar o gráfico de interdependência de objetivos.

Esses resultados destacam a importância de conscientizar os envolvidos no desenvolvimento de sistemas AAL sobre as normativas existentes e sua relevância na garantia da qualidade e conformidade desses sistemas. Promover a disseminação de conhecimento sobre os requisitos legais, além de fornecer ferramentas e diretrizes claras para sua aplicação durante o processo de especificação, pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade e segurança dos sistemas AAL.

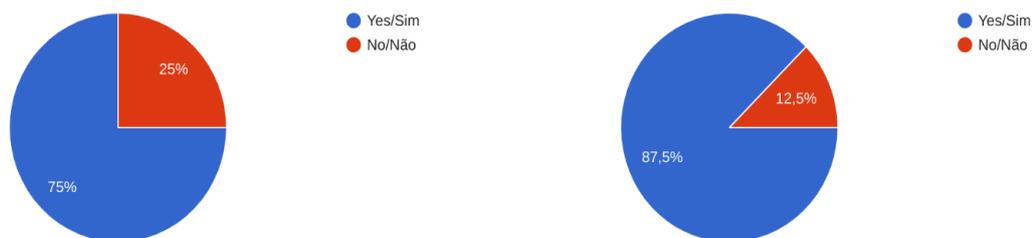
Destaca-se também que uma taxonomia de requisitos não funcionais e requisitos legais pode ajudar a garantir que os requisitos legais não sejam negligenciados durante o processo de especificação e desenvolvimento de sistemas AAL, fornecendo uma base sólida para a conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis. Além disso, a taxonomia pode ser utilizada como referência para outros projetos na área, contribuindo para o avanço do conhecimento e aprimoramento das práticas relacionadas aos requisitos legais em sistemas AAL.

4.2.6 Experiência/Contexto de Uso do *Stakeholder* na Especificação de Requisitos

As questões 9 a 10 do questionário foram direcionadas para entender a importância da experiência do usuário, especialmente dos idosos, na especificação de requisitos não funcionais para sistemas AAL. Os resultados revelaram que 75% dos entrevistados consideram a experiência do usuário como um aspecto relevante, enquanto 25% não a utilizam, como pode ser visto na [Figura 27](#).

Figura 27 – Gráfico da Experiência/Contexto de Uso do Usuário na Especificação de Requisitos

9 - Você considera as experiências de stakeholder na especificação de requisitos não funcionais? 10 - Você considera a aceitabilidade no uso do sistema AAL como um requisito importante?



Fonte: Autor (2023)

Para capturar a experiência do usuário e o contexto de uso na especificação de requisitos não funcionais, a maioria dos entrevistados relatou fazer uso de métodos como entrevistas

individuais ou em grupo, questionários e avaliações. Essas abordagens são consistentes com a prática estabelecida na literatura, que destaca a importância de compreender a experiência e o contexto de uso do *stakeholder* para especificar requisitos não funcionais adequadamente.

Dentre os requisitos não funcionais, a aceitabilidade em uso foi considerada importante por 87.5% dos entrevistados, enquanto 12.5% não a consideraram relevante. Esse resultado destaca a importância de garantir que os sistemas AAL sejam aceitos e utilizados pelos usuários, enfatizando a necessidade de representar adequadamente a aceitabilidade na especificação de requisitos não funcionais.

No que diz respeito à representação da aceitabilidade do uso do sistema AAL na especificação de requisitos não funcionais, os entrevistados mencionaram o uso de questionários baseados em modelos de aceitação de tecnologia, como o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) ou o Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT). Além disso, foram mencionadas práticas como a coleta de feedback dos usuários ou grupos focais, tanto por meio de protótipos iterativos ou durante a utilização do sistema real. Alguns participantes também mencionaram o uso de anotações e cores diferentes no modelo para indicar a importância dos requisitos e operacionalizações relacionados à aceitabilidade do usuário. Essas práticas visuais podem auxiliar na comunicação e compreensão dos requisitos pelos *stakeholders* envolvidos.

No entanto, alguns entrevistados reconheceram a importância da aceitabilidade, mas não possuíam conhecimento suficiente sobre como representá-la na especificação de requisitos não funcionais. Esse resultado reforça a necessidade de serem auxiliados durante a especificação de requisitos não funcionais, abrangendo aspectos como aceitabilidade, usabilidade e outros requisitos importantes para sistemas AAL.

Em resumo, os resultados indicam que a experiência do *Stakeholder*, especialmente dos idosos, desempenha um papel crucial na especificação de requisitos não funcionais para sistemas AAL. A captura adequada da experiência do usuário e a representação correta dos requisitos são essenciais para o desenvolvimento de sistemas AAL que atendam às necessidades e expectativas dos *stakeholders*.

4.3 AMEAÇAS A VALIDADE

De acordo com [Travassos, Gurov e Amaral \(2002\)](#), existem quatro tipos de validade dos resultados de um experimento: validade interna, validade externa, validade de construção e validade de conclusão. Cada um desses tipos de validade aborda diferentes aspectos que devem ser considerados na interpretação dos resultados.

No contexto deste estudo, é importante identificar e discutir as principais ameaças relacionadas à validade do estudo realizado. Essas ameaças podem comprometer a confiabilidade e a generalização dos resultados obtidos. Na próxima seção, serão apresentadas as principais ameaças à validade que foram identificadas e abordadas neste estudo.

4.3.1 Validade Interna

De acordo com [Wainer et al. \(2007\)](#), a validade interna refere-se à confiança de que o efeito observado é realmente resultado da manipulação realizada, e não de outros fatores. Neste questionário, foram identificadas três principais ameaças que representam um risco de interpretação inadequada dos resultados: (a) classificação da experiência dos participantes, (b) conhecimento em *Ambient Assisted Living* e (c) entendimento dos participantes em relação aos requisitos legais.

Para minimizar a primeira ameaça (a), foram adotadas medidas para evitar informações equivocadas sobre o tempo de experiência em projetos de sistemas AAL. O questionário foi enviado apenas para participantes da academia que tivessem relação com engenharia de requisitos e desenvolvimento de tecnologias assistivas. No caso dos participantes da indústria, o envio do questionário foi direcionado exclusivamente para empresas especializadas em desenvolvimento de sistemas AAL ou tecnologias assistivas.

Em relação ao conhecimento dos participantes sobre AAL (b), o questionário foi enviado para pesquisadores que publicaram sobre o tema nos últimos 2 anos, além de outros contatos compartilhados por professores. Dessa forma, buscou-se garantir que os participantes tivessem um nível adequado de conhecimento sobre o assunto. Quanto ao entendimento dos participantes sobre requisitos legais (c), foi realizado um levantamento por meio de pesquisa na literatura sobre os requisitos legais utilizados no desenvolvimento de sistemas AAL. Esse levantamento resultou em uma taxonomia, que pode ser visualizada na [Figura 26](#) e validada no questionário. Essas medidas adotadas no planejamento do questionário visam mitigar as possíveis ameaças à validade interna, garantindo assim a confiabilidade dos resultados obtidos.

4.3.2 Validade Externa

Segundo [Wainer et al. \(2007\)](#), a validade externa é a confiança que se tem que o efeito observável é generalizável. Para ([TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002](#)), dentre ameaças existentes na validade externa, existe o caso em que a 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 questionário foi identificado 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.

4.3.3 Validade de Construção

De acordo com [Hoss e Caten \(2010\)](#), a validação de construção de um questionário é necessária quando não existe um critério direto de mensuração definido para o atributo que se deseja medir. Essa validação busca avaliar os relacionamentos entre a teoria e a observação, verificando se o tratamento dos dados reflete adequadamente o resultado pretendido.

Neste questionário, foram adotadas medidas para lidar com possíveis ameaças à validade de construção, como a coerência das perguntas e a ambiguidade dos termos. É essencial garantir que o questionário meça precisamente o que se propõe a medir. Uma vez que essas ameaças estão relacionadas ao viés do pesquisador, foram implementadas estratégias para mitigá-las.

O questionário foi enviado para um grupo composto por especialistas em engenharia de requisitos e desenvolvimento de sistemas AAL. Portanto, todos os termos utilizados no questionário são de conhecimento já consolidado por esse grupo. Em relação ao NFR *Framework*, foi fornecido o artigo de referência ([CHUNG et al., 2000](#)) para evitar quaisquer dúvidas sobre o *framework*.

Além disso, nas questões relacionadas a requisitos legais, foram compartilhados alguns requisitos legais para serem confirmadas e, também, adicionada um campo aberto para contribuição de novos requisitos legais utilizados para o desenvolvimento de sistemas AAL. Além dessas medidas, também foi realizado um teste piloto do questionário, no qual dois professores foram convidados a participar para fornecer uma primeira validação. Esse teste permitiu avaliar as ameaças mencionadas anteriormente, e, com base nas observações feitas, foram feitos ajustes necessários no questionário.

4.3.4 Validade de Conclusão

De acordo com [Travassos, Gurov e Amaral \(2002\)](#), a validade de conclusão é responsável por considerar as possíveis conclusões equivocadas que podem ser tiradas dos resultados. Neste estudo, a principal limitação está relacionada ao tamanho da amostra. Apesar de terem sido enviadas 260 solicitações de participação, apenas 9,23% dos vinte e quatro participantes responderam ao questionário. Portanto, podemos observar que a quantidade de participantes não é ideal do ponto de vista estatístico. [Biolchini et al. \(2007\)](#) também mencionam que pequenas amostras são um problema conhecido em experimentos na área de Engenharia de *Software* e são difíceis de serem superadas. É importante destacar que esses resultados são considerados indícios e não conclusivos devido a essa limitação.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentou um questionário visando investigar como o desenvolvimento de sistemas AAL pode atender às necessidades dos usuários com base em requisitos não funcionais. A pesquisa abordou a especificação e modelagem de requisitos não funcionais, o uso do NFR

Framework, requisitos legais aplicados no desenvolvimento de sistemas AAL, e a importância da aceitabilidade em uso dos sistemas AAL.

Os resultados do questionário revelaram que a maioria dos entrevistados utiliza técnicas como a Modelagem Baseada em Metas e a Modelagem de Casos de Uso para especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais. Entretanto, apenas uma parcela reduzida utiliza o NFR *Framework*.

Além disso, foi identificado que alguns entrevistados não consideram os requisitos legais em seus projetos, apesar de existirem requisitos legais específicas para sistemas AAL.

A experiência do *stakeholder*, especialmente dos idosos, foi considerada relevante na especificação de requisitos não funcionais, destacando a importância da aceitabilidade em uso dos sistemas AAL.

As principais ameaças à validade identificadas estão relacionadas ao tamanho da amostra, o que pode comprometer a generalização dos resultados. O questionário forneceu *insights* importantes sobre a prática de especificação de requisitos não funcionais em sistemas AAL, onde esta tese irá abordar com a construção do *framework*.

5 NFR-DRIVEN DEVELOPMENT FRAMEWORK

Neste capítulo, será apresentado o *NFR-driven development Framework* (NFR-DD), uma abordagem que visa auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL. O objetivo do *framework* é reunir os conceitos relevantes e oferecer orientação aos *stakeholders* durante os processos de especificação de requisitos não funcionais, levando em consideração requisitos legais e a experiência dos *stakeholders*. Com isso, busca-se garantir o desenvolvimento de sistemas AAL que atendam às necessidades dos usuários de forma eficiente e adequada às suas demandas.

5.1 MODELO CONCEITUAL DO FRAMEWORK

O modelo conceitual do *framework* desta tese é baseado no trabalho de Jabareen (2009), dividido em cinco fases principais: Levantamento de Requisitos Legais, Identificação e Análise de *Stakeholders*, Coleta da Experiência dos *Stakeholders*, Definição de Requisitos não Funcionais e Especificação dos Requisitos não Funcionais e apoiadas por um ambiente computacional. A Figura 28 ilustra de forma visual a estrutura e inter-relação dessas fases.

Na primeira fase “Levantamento de Requisitos Legais”, é realizada uma pesquisa abrangente em fontes confiáveis para identificar os requisitos legais relevantes para sistemas AAL. A documentação desta etapa é essencial para garantir a conformidade com as exigências legais relacionadas à usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL (IENCA et al., 2018).

A segunda fase “Identificação e Análise de *Stakeholders*”, busca identificar os diferentes *stakeholders* envolvidos no sistema AAL e analisar suas necessidades, expectativas e experiências em relação ao sistema (MÁRQUEZ et al., 2021). Essa análise, com foco na usabilidade e aceitabilidade, permite priorizar as demandas dos *stakeholders* e estabelecer uma comunicação efetiva ao longo do processo de desenvolvimento.

Na terceira fase “Coleta da Experiência dos *Stakeholders*”, são realizadas atividades para coletar informações sobre a experiência dos *stakeholders* com sistemas AAL, como feedback de uso, históricos de interações e relatos de problemas. Essa captura de experiência contribui para o entendimento dos desafios e oportunidades de melhoria da usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL (MÁRQUEZ et al., 2021; NEDOPIL; SCHAUBER; GLENDE, 2013).

A quarta fase “Definição de Requisitos não Funcionais”, consiste na identificação dos requisitos não funcionais com impacto na usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL (WICHERT; KLAUSING, 2016). Esses requisitos são derivados das fases anteriores e envolvem a definição de características desejadas, restrições e metas a serem alcançadas.

Por fim, a quinta fase “Especificação dos Requisitos não Funcionais”, consiste em documentar e especificar os requisitos não funcionais definidos na fase anterior. Essa especificação serve como referência para o desenvolvimento e avaliação dos sistemas AAL (CHUNG et al., 2012;

Figura 28 – Modelo Conceitual do *NFR-driven development Framework*



Fonte: Autor (2023)

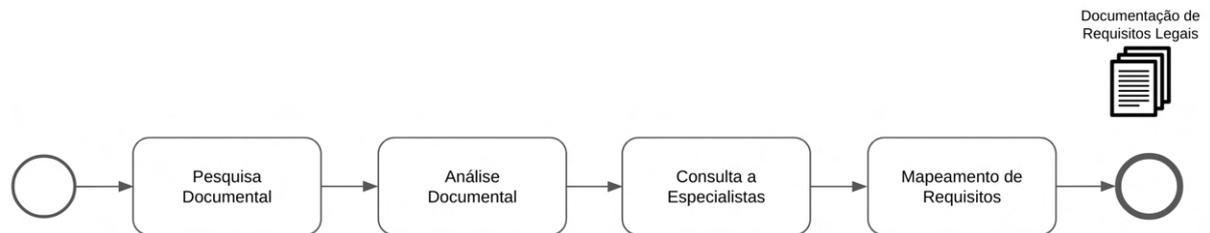
[SILVA, 2023](#); [AHMAD](#); [BELLOIR](#); [BRUEL, 2015](#)), garantindo que as exigências de usabilidade e aceitabilidade sejam adequadamente atendidas.

Diversos estudos têm abordado o uso da tecnologia como suporte para a engenharia de requisitos ([SILVA et al., 2020](#); [CASTRO et al., 2019](#)), portanto, nesta tese, também utilizamos um ambiente computacional ([subseção 5.1.6](#)) que desempenha um papel fundamental ao fornecer suporte às diferentes fases do *framework*. Esse ambiente auxilia na coleta, análise, documentação e gerenciamento das informações relacionadas aos requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade. A integração entre as fases do processo e o ambiente computacional adotado promove uma abordagem sistemática no processo de especificação dos requisitos não funcionais para sistemas AAL, considerando os requisitos legais e como a experiência dos *stakeholders* envolvidos. A seguir, serão detalhadas cada etapa do *NFR-driven development Framework*.

5.1.1 Levantamento de Requisitos Legais

A etapa de levantamento de requisitos legais pretende identificar e analisar os requisitos legais, regulamentos, diretrizes e padrões relevantes para sistemas AAL, com foco na usabilidade e aceitabilidade. Essa etapa é importante para garantir que os sistemas AAL estejam conforme as exigências legais. A [Figura 29](#) representa o processo desta etapa, que serão detalhadas a seguir:

Figura 29 – Processo da Etapa de Levantamento de Requisitos Legais



Fonte: Autor (2023)

1. Pesquisa Documental: pesquisa abrangente em fontes confiáveis, como legislações, regulamentos, normas técnicas, diretrizes, padrões e literatura relevante para os sistemas AAL. O objetivo é identificar os requisitos específicos relacionados à usabilidade e aceitabilidade contidos nessas fontes. Essa pesquisa é conduzida de forma sistemática, visando abranger todas as áreas pertinentes aos sistemas AAL;
2. Análise Documental: análise minuciosa para compreender os requisitos legais aplicáveis aos sistemas AAL. Nessa análise, são identificadas as cláusulas, seções e requisitos específicos que tratam da usabilidade e aceitabilidade, levando em consideração os contextos legais relevantes. É importante destacar que a interpretação correta dos requisitos é fundamental para garantir sua adequada implementação;
3. Consulta a Especialistas: consultar especialistas em legislação ou outros profissionais com conhecimento especializado, visando obter dúvidas adicionais sobre a interpretação e aplicação dos requisitos identificados. Esses especialistas podem fornecer *insights* valiosos e orientações sobre os aspectos legais relacionados à usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL, contribuindo para uma análise mais precisa e abrangente; e
4. Mapeamento de Requisitos: mapear os requisitos identificados para os requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL. Isso envolve estabelecer uma correspondência entre os requisitos legais e as características desejadas nos sistemas, para garantir sua conformidade. Esse mapeamento permite uma melhor compreensão das necessidades dos usuários e das exigências legais, proporcionando uma base sólida para a definição dos requisitos não funcionais.

Essas atividades geram uma documentação dos requisitos legais identificados e analisados, incluem a citação das fontes legais consultadas, a descrição dos requisitos relevantes para a usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL, e sua análise em relação aos requisitos não funcionais. Essa documentação é fundamental para garantir a conformidade dos sistemas AAL com as exigências legais, bem como para orientar as próximas etapas do processo de especificação de requisitos.

Figura 30 – Requisitos Legais para o Sistema AAL

Requisitos Legais para o Sistema AAL

Data: [Data da conclusão da etapa]

Requisito Legal/Normativo: Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD)

Descrição: O sistema AAL deve cumprir as disposições do RGPD em relação à coleta, processamento e armazenamento de dados pessoais. Isso inclui obter o consentimento adequado dos usuários para o uso de seus dados, garantir a segurança e a privacidade desses dados, e possibilitar que os usuários acessem, retifiquem e excluam suas informações pessoais.

Texto Legal/Referência:

- Artigo 6(1)(a) do RGPD - Base legal para o processamento de dados pessoais com o consentimento do titular dos dados.
- Artigo 25 do RGPD - Princípio da proteção de dados desde a concepção e por padrão.

Recomendações:

- Implementar um mecanismo de obtenção de consentimento explícito dos usuários para o processamento de seus dados pessoais.
- Adotar medidas técnicas e organizativas adequadas para garantir a segurança e privacidade dos dados pessoais.
- Disponibilizar uma interface para que os usuários possam acessar, retificar e excluir suas informações pessoais.

Requisitos não Funcionais

1. **Segurança:** O RGPD exige a implementação de medidas técnicas e organizacionais adequadas para garantir a segurança dos dados pessoais. Isso se alinha com a característica de qualidade de segurança da ISO 25010, que abrange requisitos não funcionais relacionados à confidencialidade, integridade, autenticidade e não repúdio dos dados.
2. **Privacidade:** O RGPD enfatiza a proteção da privacidade dos dados pessoais dos usuários. Essa preocupação com a privacidade está diretamente relacionada à característica de qualidade de privacidade da ISO 25010. Requisitos não funcionais relacionados à coleta mínima de dados, anonimização, pseudonimização e consentimento informado se enquadram nessa característica.
3. **Conformidade:** O RGPD estabelece requisitos legais e normativos para o processamento de dados pessoais. Isso se alinha com a característica de qualidade de conformidade da ISO 25010, que abrange requisitos não funcionais relacionados à conformidade com leis, regulamentos e normas relevantes.
4. **Usabilidade:** Embora o RGPD seja mais focado em requisitos legais e normativos, ele também pode ter implicações na característica de qualidade de usabilidade da ISO 25010. Por exemplo, requisitos não funcionais relacionados à transparência das práticas de coleta e processamento de dados, bem como à facilidade de exercício dos direitos dos usuários (como acesso, retificação e exclusão de dados), podem influenciar a usabilidade do sistema.

Fonte: Autor (2023)

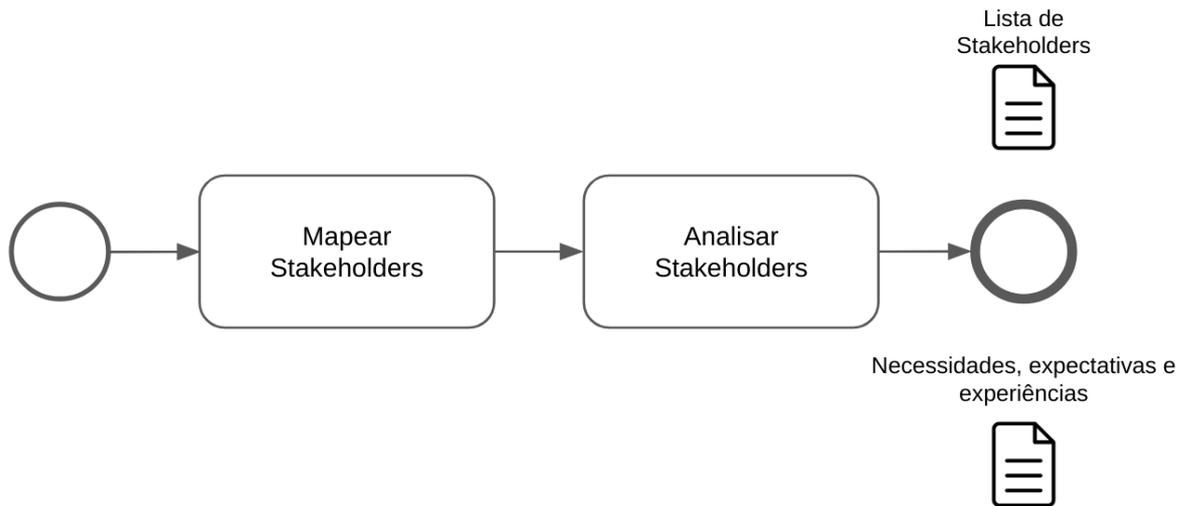
Essa documentação é exemplificada na [Figura 30](#), que apresenta informações sobre o requisito legal relevante, incluindo o nome, descrição, texto legal/referência e os requisitos não funcionais impactados por este requisito. Esse documento servirá como uma valiosa referência para os *stakeholders* envolvidos no desenvolvimento, uso e impacto dos sistemas AAL. Ele proporciona uma compreensão clara dos requisitos legais aplicáveis, o que facilita a definição dos requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade desses sistemas ([GUIZZARDI et al., 2020](#)).

Ao considerar esses requisitos legais desde as fases iniciais do desenvolvimento, é possível garantir uma integração eficiente das exigências legais nos sistemas AAL, contribuindo para a criação de soluções confiáveis, seguras e alinhadas com as necessidades dos *stakeholders* ([GERKE; MINSEN; COHEN, 2020](#)).

5.1.2 Identificação e Análise de *Stakeholders*

Nesta etapa do processo, pretende identificar e analisar os *stakeholders* envolvidos no desenvolvimento, uso ou impactados pelo sistema AAL. Além disso, é necessário compreender suas necessidades, expectativas e experiências em relação à usabilidade e aceitabilidade do sistema. Isso ajudará a garantir que o sistema AAL seja projetado e desenvolvido levando em consideração as perspectivas dos *stakeholders*. A [Figura 31](#) representa o processo desta etapa com suas saídas que serão detalhadas a seguir:

Figura 31 – Processo da Etapa de Identificação e Análise de *Stakeholders*



Fonte: Autor (2023)

1. *Mapear Stakeholders*: inicialmente, é necessário realizar um mapeamento abrangente dos *stakeholders* relacionados ao sistema AAL. Isso envolve identificar e listar todos os grupos de pessoas, organizações ou entidades que possam ter interesse, influência ou serem impactados pelo sistema.
2. *Analisar Stakeholders*: após a identificação dos *stakeholders*, é fundamental realizar uma análise aprofundada para compreender suas necessidades, expectativas e experiências em relação ao sistema AAL (HOLTZBLATT; BEYER, 1995). Algumas abordagens úteis para isso incluem:
 - a) Entrevistas: agendar entrevistas individuais ou em grupo com representantes de cada grupo de *stakeholders* para obter informações detalhadas sobre suas perspectivas, experiências e requisitos específicos em relação ao sistema AAL. Faça perguntas relevantes e abertas, incentivando-os a compartilhar suas opiniões e preocupações;
 - b) Pesquisas: realizar pesquisas com questionários estruturados ou semiestruturados para coletar dados quantitativos e qualitativos sobre as opiniões e preferências dos *stakeholders* em relação ao sistema AAL. Considere a utilização de escalas de classificação, perguntas de múltipla escolha e perguntas abertas para obter uma visão mais completa; e
 - c) Observações: realizar observações diretas dos *stakeholders* em situações reais de uso do sistema AAL. Observe como eles interagem com o sistema, quais são os desafios encontrados e identifique os pontos fortes e áreas de melhoria.

Ao final desta etapa, tem como saída uma lista abrangente de *stakeholders* relevantes e uma documentação detalhada de suas necessidades, expectativas e experiências relacionadas à usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL conforme apresentado na Figura 32. Essa documentação

Figura 32 – Identificação e Análise de *Stakeholders*

Identificação e Análise de Stakeholders

Data: [Data da conclusão da etapa]

1. Stakeholder: Idoso

Descrição: O grupo é composto por idosos entre 65 e 68 anos que utilizarão o sistema AAL. Eles são os principais beneficiários do sistema, buscando melhorar sua qualidade de vida, segurança e independência.

Necessidades identificadas:

- Monitoramento remoto de saúde e bem-estar.
- Suporte para atividades diárias, como lembretes de medicação e assistência na realização de tarefas domésticas.
- Comunicação fácil com cuidadores e familiares.
- Interface intuitiva e de fácil uso, considerando as habilidades digitais variadas dos usuários.
- Privacidade e segurança dos dados pessoais.

Expectativas dos stakeholders:

- Acesso fácil e rápido às funcionalidades do sistema.
- Disponibilidade de suporte técnico para solucionar eventuais problemas.
- Interface de usuário amigável, com ícones claros e texto legível.
- Funcionalidades adaptáveis e personalizáveis para atender às preferências individuais.
- Alertas e notificações claras e compreensíveis.

Experiências dos stakeholders:

- Alguns usuários finais têm experiência prévia limitada com tecnologia, enquanto outros têm maior familiaridade com dispositivos eletrônicos.
- Preocupações com a privacidade e segurança dos dados pessoais.
- Preferência por soluções simples e de fácil compreensão.

Fonte: Autor (2023)

pode incluir perfis de *stakeholders*, resumos de entrevistas, resultados de pesquisas, observações registradas e qualquer outra informação relevante. Essa lista e documentação serão fundamentais para orientar o desenvolvimento e aprimoramento do sistema AAL, garantindo que ele atenda efetivamente às necessidades e expectativas dos usuários finais e de outros *stakeholders* envolvidos.

Para auxiliar o engenheiro de requisito ou desenvolvedor (BASTONI et al., 2021) na escolha da abordagem para análise do *stakeholders*, sugere-se considerar três critérios:

1. Objetivos da análise dos *stakeholders*:

- Se o objetivo é obter informações detalhadas e específicas, a abordagem sugerida pode ser entrevista; e
- Se o objetivo é coletar dados quantitativos e qualitativos sobre opiniões e preferências, a abordagem sugerida pode ser pesquisas.

2. Disponibilidade de tempo e recursos:

- Se houver restrições de tempo ou recursos limitados, a abordagem sugerida pode ser pesquisas; e
- Se não houver restrições significativas de tempo ou recursos, outras abordagens como entrevistas podem ser consideradas.

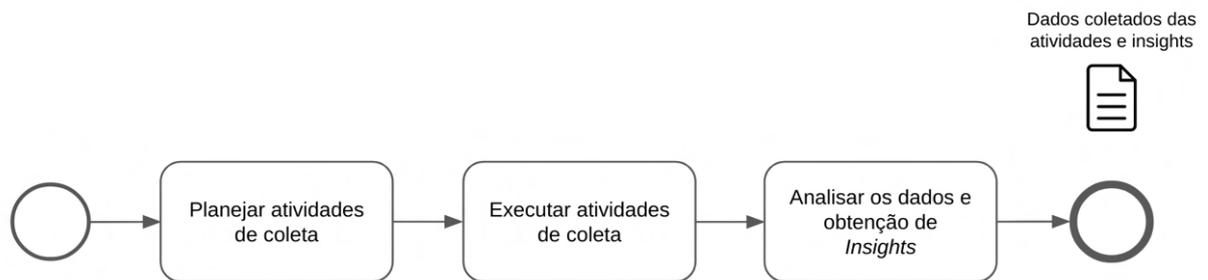
3. Natureza das informações desejadas:

- Se houver interesse em interações reais e desafios, a abordagem sugerida pode ser observações; e
- Se o objetivo for obter *insights* ricos e aprofundados sobre percepções dos *stakeholders*, a abordagem sugerida pode ser *storytelling*.

5.1.3 Coleta da Experiência dos Stakeholders

Nesta etapa, são realizadas atividades para coletar informações sobre a experiência dos *stakeholders* em relação à usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL. O objetivo é obter *insights* diretos dos *stakeholders*, permitindo compreender suas percepções, necessidades e expectativas em relação ao sistema. A Figura 33 representa o processo desta etapa com sua saída, que serão detalhadas a seguir:

Figura 33 – Processo da Etapa de Coleta da Experiência dos Stakeholders



Fonte: Autor (2023)

1. Planejar atividades de coleta: determinar quais técnicas de coleta de dados serão mais apropriadas para obter informações sobre a experiência dos *stakeholders*. Isso pode incluir:
 - a) Entrevistas individuais: agendar entrevistas face a face ou remotas com os *stakeholders* para permitir uma discussão aprofundada sobre suas experiências. Prepare um roteiro de perguntas relevantes e abertas que abordem aspectos como usabilidade, funcionalidades desejadas e satisfação geral;
 - b) Questionários: desenvolver questionários estruturados ou semiestruturados para coletar dados quantitativos e qualitativos de muitos *stakeholders*. Certifique-se de incluir perguntas específicas sobre usabilidade, facilidade de aprendizado, eficácia e adequação às necessidades; e
 - c) *Storytelling*: encorajar os *stakeholders* a compartilhar histórias, exemplos ou experiências pessoais relacionadas ao uso do sistema AAL. Essa técnica qualitativa pode fornecer *insights* ricos e aprofundados sobre as percepções dos *stakeholders*.
2. Executar atividades de coleta: realize as atividades planejadas, interagindo com os *stakeholders* conforme a técnica selecionada. É importante criar um ambiente acolhedor e confidencial para incentivar a abertura e a honestidade nas respostas.

- a) Para entrevistas individuais, conduza as entrevistas conforme o roteiro previamente elaborado, explorando as questões relevantes e permitindo que os *stakeholders* compartilhem suas opiniões e experiências;
 - b) No caso de questionários, distribua-os conforme a amostra definida, coletando as respostas dos *stakeholders*. É importante assegurar de oferecer uma plataforma ou método conveniente para a sua participação; e
 - c) Ao utilizar a técnica de *storytelling*, encoraje os *stakeholders* a compartilharem narrativas que expressem suas experiências reais com o sistema AAL. Facilite esse processo, fornecendo orientações ou perguntas direcionadas, se necessário.
3. Analisar os dados e obtenção de *insights*: após coletar os dados, é necessário analisá-los para identificar tendências, padrões e informações relevantes sobre a experiência dos *stakeholders* em relação ao sistema AAL. Algumas abordagens úteis incluem:
- a) Organizar os dados: compilar todas as respostas e informações coletadas em um formato adequado para facilitar a análise. Isso pode ser feito por meio de planilhas, sistemas de gerenciamento de dados ou outras ferramentas apropriadas;
 - b) Análise qualitativa: leia cuidadosamente as respostas abertas das entrevistas, questionários ou grupos focais. Identifique temas comuns, padrões, citações significativas e exemplos relevantes que expressem as experiências dos *stakeholders*;
 - c) Análise quantitativa: no caso de questionários com perguntas de múltipla escolha ou escalas de classificação, utilize técnicas estatísticas para analisar os resultados quantitativos. Identifique médias, desvios padrão, correlações ou outras medidas estatísticas relevantes; e
 - d) Integração dos *insights*: combine as descobertas qualitativas e quantitativas para obter uma visão abrangente da experiência dos *stakeholders*. Procure por pontos comuns, divergências e áreas de melhoria que possam impactar a usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL.

Como saída desta etapa, será gerado dados coletados das atividades e *insights* obtidos a partir da análise desses dados.

A [Figura 34](#) ilustra como a documentação resultante da coleta de experiência dos *stakeholders* pode fornecer informações específicas sobre suas percepções, necessidades e expectativas em relação à usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL. Essas informações serão valiosas para direcionar as etapas subsequentes do processo de desenvolvimento e melhorar a experiência dos usuários finais.

Esses *insights* e recomendações serão essenciais para guiar a próxima fase de desenvolvimento e aprimoramento do sistema AAL, visando atender às necessidades e expectativas dos *stakeholders* envolvidos.

Figura 34 – Coleta de Experiência dos *Stakeholders*

Coleta da Experiência dos Stakeholders

Data: [Data da conclusão da etapa]

Resumo: Esta documentação apresenta os resultados da etapa de coleta de experiência dos stakeholders para o sistema AAL. Através de entrevistas individuais, questionários e grupos focais, foram coletadas informações valiosas sobre a usabilidade e aceitabilidade do sistema, de acordo com as perspectivas dos stakeholders envolvidos. A análise dos dados permitiu a identificação de insights significativos que podem orientar melhorias e ajustes no sistema AAL.

Principais Descobertas:

Usabilidade:

- A maioria dos stakeholders relatou uma curva de aprendizado relativamente suave ao utilizar o sistema AAL.
- As funcionalidades relacionadas ao monitoramento de saúde foram consideradas particularmente úteis e fáceis de usar.
- Alguns stakeholders mencionaram dificuldades na configuração inicial do sistema, sugerindo a necessidade de orientações mais claras e intuitivas.

Aceitabilidade:

- A maioria dos stakeholders expressou satisfação geral com o sistema AAL, enfatizando seus benefícios na promoção da independência e segurança dos usuários.
- Alguns stakeholders manifestaram preocupações em relação à privacidade e segurança dos dados coletados pelo sistema. Recomenda-se a implementação de medidas adicionais para tranquilizá-los nesses aspectos.

Melhorias Propostas:

- Vários stakeholders sugeriram a inclusão de recursos de comunicação mais avançados, como videochamadas, para melhorar a interação social dos usuários.
- Foi destacada a importância de personalização e adaptação do sistema às necessidades individuais dos usuários, considerando diferentes perfis e preferências.

Recomendações: Com base nos insights obtidos, recomendamos as seguintes ações para aprimorar o sistema AAL

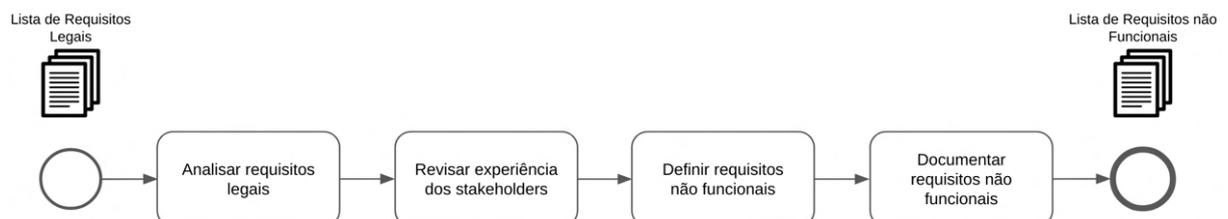
- Aprimorar a orientação inicial: Desenvolver um processo de configuração mais intuitivo e fornecer orientações claras para facilitar a configuração inicial do sistema.
- Reforçar a privacidade e segurança: Implementar medidas adicionais de segurança de dados e fornecer informações transparentes aos stakeholders para aumentar a confiança no sistema.
- Ampliar recursos de comunicação: Considerar a inclusão de recursos de videochamada e outras formas avançadas de comunicação para melhorar a interação social e o bem-estar dos usuários

Fonte: Autor (2023)

5.1.4 Definição de Requisitos não Funcionais

Nesta etapa, são identificados e definidos os requisitos não funcionais relacionados à usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL, com base nos requisitos legais identificados, bem como nas informações coletadas sobre a experiência dos *stakeholders*. Esses requisitos não funcionais irão guiar o desenvolvimento e aprimoramento do sistema, garantindo que atenda às expectativas e necessidades dos usuários finais e demais *stakeholders*. A [Figura 35](#) representa o processo desta etapa com suas entradas e saídas, que serão detalhadas a seguir:

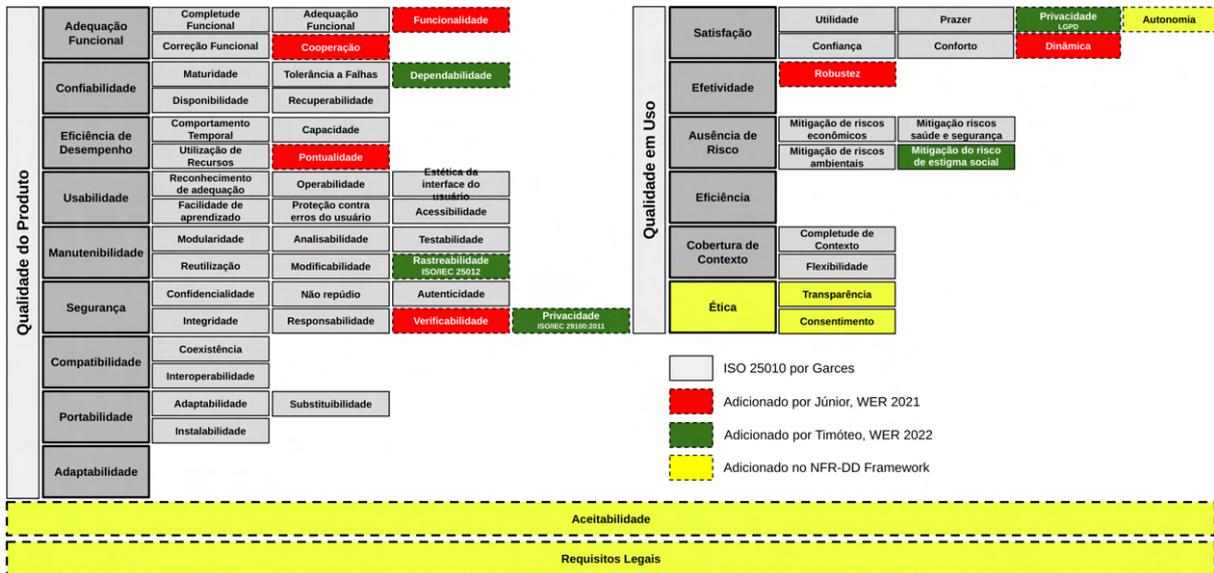
Figura 35 – Processo da Etapa Definição de Requisitos não Funcionais



Fonte: Autor (2023)

1. **Analisar requisitos legais:** comece identificando os requisitos legais relevantes para o sistema AAL. Isso pode incluir regulamentos relacionados à privacidade, segurança,

Figura 36 – Taxonomia de NFR para Sistemas AAL atualizada nesta Tese



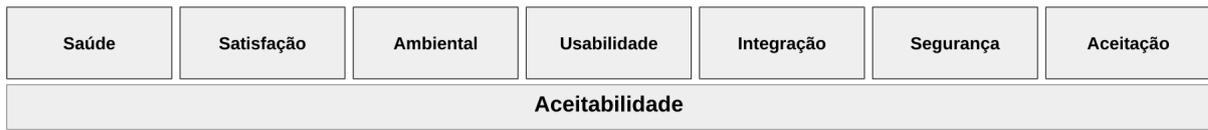
Fonte: Autor (2023)

acessibilidade, entre outros. Análise esses requisitos para compreender quais aspectos não funcionais devem ser considerados;

2. Revisar experiência dos *stakeholders*: volte para os dados e *insights* coletados na etapa anterior, relacionados à usabilidade e aceitabilidade do sistema. Análise essas informações para identificar padrões, pontos comuns e divergências em relação aos requisitos não funcionais. Leve em consideração as necessidades, expectativas e experiências dos *stakeholders* para definir requisitos específicos;
3. Definir requisitos não funcionais: com base nas informações obtidas na análise dos requisitos legais, bem como na revisão da experiência dos *stakeholders*, elabore uma lista de requisitos não funcionais específicos relacionados à usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL. Esses requisitos devem ser mensuráveis e passíveis de verificação para garantir sua efetiva implementação; e
4. Documentar requisitos não funcionais: registre os requisitos não funcionais identificados em um documento formal. Certifique-se de fornecer uma descrição clara e concisa de cada requisito, incluindo sua justificativa e contexto relevante. Organize-os de forma estruturada e fácil de entender, para facilitar a comunicação e referência futura.

Para apoiar esta etapa, esta tese apresenta uma taxonomia de Requisitos não Funcionais para sistemas AAL, conforme ilustrado na Figura 36 e uma taxonomia de aceitabilidade, conforme ilustrado na Figura 37. A taxonomia da Figura 36 foi originalmente proposta por Garcés et al. (2017) e posteriormente atualizada por Júnior et al. (2021) e Gomes e Alencar (2022). Já a taxonomia de aceitabilidade (Figura 37) é considerada nesta tese transversal a qualidade do

Figura 37 – Taxonomia de Aceitabilidade para Sistemas AAL nesta Tese



Fonte: Autor (2023)

produto e a qualidade em uso. De modo a compreender melhor a taxonomia de aceitabilidade, é apresentando abaixo a definição de cada um dos requisitos com impacto na aceitabilidade e o seu SIG, representando na [Figura 38](#). Os requisitos com impacto na Aceitabilidade são definidos a seguir:

- **Requisitos de Saúde:** referem-se a critérios ou necessidades relacionadas à saúde física e mental dos usuários ou clientes, que podem incluir aspectos como segurança, ergonomia, qualidade de vida e bem-estar geral ([KARWOWSKI, 2001](#));
- **Requisitos de Satisfação:** refere-se ao grau em que as necessidades e expectativas dos usuários são atendidas e excedidas, ou seja, é a percepção subjetiva dos usuários em relação à qualidade, utilidade e valor do produto, serviço ou sistema fornecido ([SHALLEY; GILSON; BLUM, 2000](#));
- **Requisitos Ambientais:** referem-se a critérios ou necessidades relacionadas ao ambiente físico no qual o sistema ou produto será utilizado, incluindo aspectos como temperatura, umidade, pressão, iluminação e ruído ([CICIRELLI et al., 2021](#));
- **Requisitos de Usabilidade:** refere-se à facilidade com que os usuários podem interagir com um produto, serviço ou sistema para atingir seus objetivos de forma eficaz, eficiente e satisfatória ([ISO, 2011](#); [GARCÉS et al., 2017](#));
- **Requisitos de Integração:** referem-se a critérios ou necessidades relacionadas à capacidade do sistema de se conectar e interagir com outros sistemas ou componentes ([ISO, 2011](#); [GARCÉS et al., 2017](#));
- **Requisitos de Segurança:** referem-se a critérios ou necessidades relacionadas à proteção do sistema, dados e usuários contra ameaças, vulnerabilidades e acessos não autorizados. Isso pode incluir aspectos como autenticação, criptografia, controle de acesso, detecção de intrusões e auditoria ([ISO, 2011](#); [GARCÉS et al., 2017](#));
- **Requisitos de Aceitação:** são critérios que um sistema ou produto deve atender para ser considerado satisfatório e aceito pelos usuários ou clientes. Esses requisitos são geralmente estabelecidos com base nas necessidades e expectativas dos *stakeholders* ([NADAL; SAS; DOHERTY, 2020](#)); e

- Aceitabilidade: refere-se à medida que um sistema é considerado adequado, satisfatório e útil para os *stakeholders* do sistema, envolvendo a avaliação de fatores como usabilidade, acessibilidade, adaptabilidade, segurança e a satisfação geral do usuário com o sistema (NADAL; DOHERTY; SAS, 2019; WHELAN et al., 2018a).

Figura 39 – Requisitos não Funcionais relacionados à Usabilidade e Aceitabilidade do Sistema AAL

Requisitos Não Funcionais relacionados à Usabilidade e Aceitabilidade do Sistema AAL

Data: [Data da conclusão da etapa]

Requisitos Não Funcionais:

Segurança dos dados:

- O sistema AAL deve atender aos regulamentos de proteção de dados aplicáveis, como a Lei de Proteção de Dados Pessoais.
- Os dados pessoais coletados pelo sistema devem ser armazenados de forma segura e protegidos contra acesso não autorizado.
- Deve ser implementado um mecanismo de autenticação seguro para garantir que apenas usuários autorizados tenham acesso ao sistema e às informações sensíveis.

Acessibilidade:

- O sistema AAL deve ser projetado levando em consideração as diretrizes de acessibilidade, como a WCAG 2.1, para garantir que possa ser usado por pessoas com diferentes necessidades e habilidades.
- Recursos de acessibilidade, como opções de aumento de fonte, contraste ajustável e suporte a leitores de tela, devem ser fornecidos para garantir a inclusão de todos os usuários.

Usabilidade:

- O sistema AAL deve ser intuitivo e de fácil utilização, especialmente para usuários idosos ou com pouca experiência em tecnologia.
- Os menus e interfaces devem ser projetados de forma clara e organizada, com terminologia compreensível e instruções claras.
- O tempo de resposta do sistema para solicitações de ação deve ser rápido e responsivo, garantindo uma experiência fluida para os usuários.

Privacidade:

- O sistema AAL deve garantir a privacidade dos dados dos usuários, permitindo que eles controlem o compartilhamento de informações pessoais.
- Devem ser implementadas medidas de anonimização e pseudo minimização para proteger a identidade dos usuários sempre que possível.
- O acesso aos dados pessoais deve ser restrito apenas a pessoal autorizado, com salvaguardas adequadas para evitar uso indevido ou vazamento de informações sensíveis.

Fonte: Autor (2023)

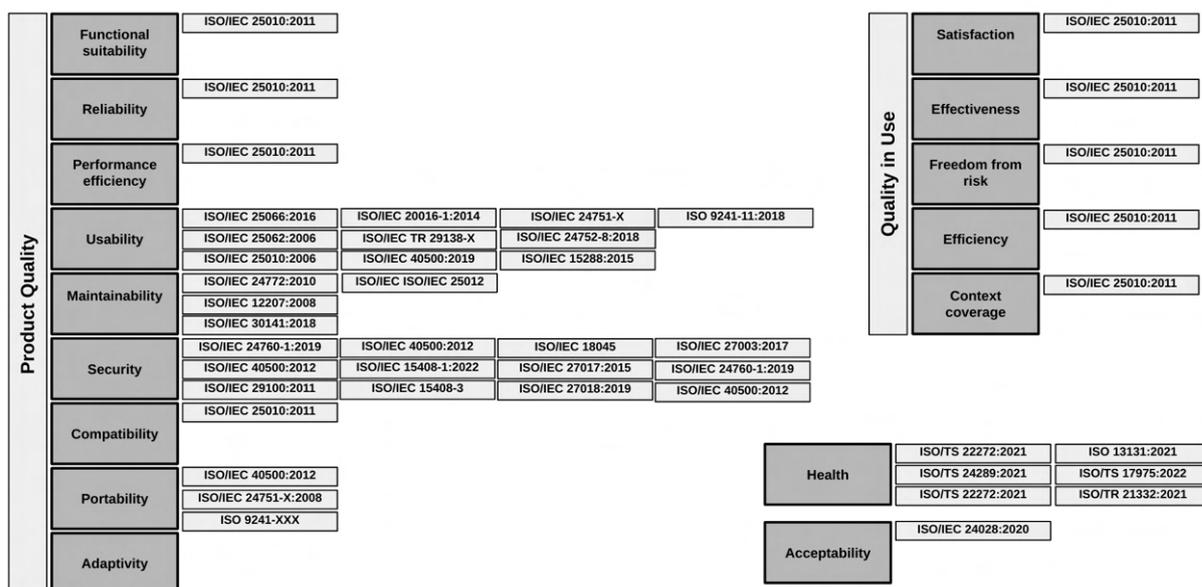
Por meio da aplicação dessa taxonomia, os profissionais envolvidos no desenvolvimento e análise de sistemas AAL têm a oportunidade de potencialmente identificar e abordar os requisitos não funcionais essenciais de maneira mais eficaz. Este aspecto é ilustrado na [Figura 39](#), tendo em consideração as peculiaridades inerentes a esse contexto.

Ao utilizar a taxonomia de NFR, os *stakeholders* têm uma estrutura clara e abrangente para identificar e priorizar os requisitos não funcionais relevantes para o sistema AAL ([SILVA, 2023](#); [JUNIOR; ALENCAR, 2022a](#); [GARCÉS et al., 2017](#)). Isso permite uma melhor compreensão dos aspectos críticos a serem considerados, como segurança dos dados, acessibilidade, usabilidade e privacidade. A taxonomia também facilita a comunicação e colaboração entre os envolvidos no projeto, contribuindo para o desenvolvimento de um sistema AAL mais eficiente e adequado às necessidades dos usuários finais.

Esses requisitos não funcionais, derivados da taxonomia de NFR, podem ser combinados com os requisitos legais identificados anteriormente e apresentado na [Figura 40](#), bem como com as informações coletadas sobre a experiência dos *stakeholders*, para documentar os requisitos não funcionais específicos relacionados à usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL. Essa documentação fornecerá uma referência clara e concisa dos requisitos a serem atendidos durante o desenvolvimento e aprimoramento contínuo do sistema AAL.

Esses requisitos não funcionais podem servir como base para o desenvolvimento, testes e avaliação contínua do sistema AAL, garantindo que ele atenda aos mais altos padrões de usabilidade e aceitabilidade, alinhados com os requisitos legais e as expectativas dos *stakeholders*

Figura 40 – Taxonomia de NFR para Sistemas AAL x Requisitos Legais



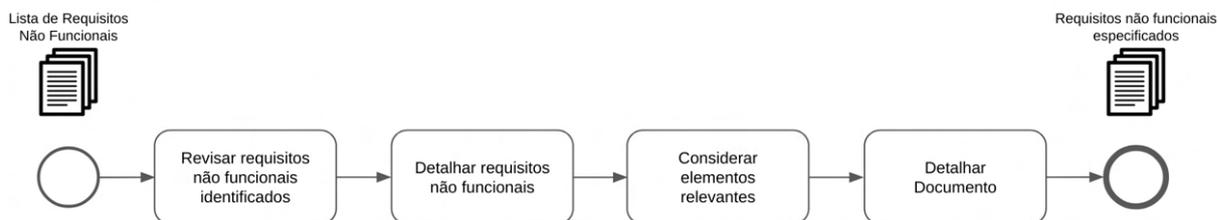
Fonte: Autor (2023)

envolvidos.

5.1.5 Especificação dos Requisitos não Funcionais

Nesta etapa, os requisitos não funcionais identificados anteriormente são detalhados. Essa especificação fornece informações detalhadas sobre cada requisito, incluindo sua descrição, critérios de aceitação, métricas de avaliação e outros elementos relevantes. O objetivo é garantir que os requisitos não funcionais sejam compreendidos de maneira consistente e possam ser adequadamente implementados e testados. A [Figura 41](#) representa o processo desta etapa com suas entradas e saídas, que serão detalhadas a seguir:

Figura 41 – Processo da Etapa Especificação dos Requisitos não Funcionais

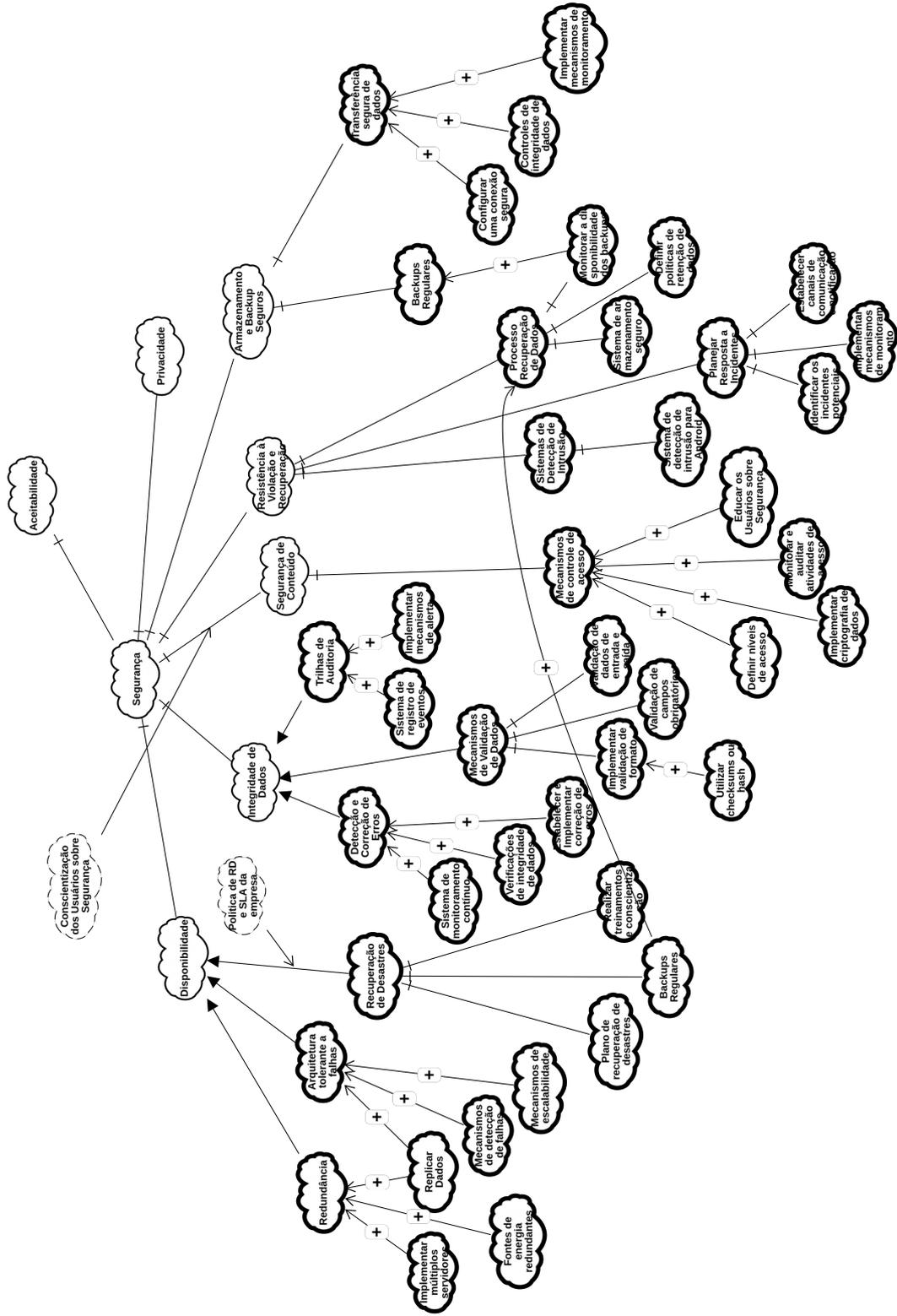


Fonte: Autor (2023)

1. Revisar requisitos não funcionais identificados: começar revisando os requisitos não funcionais identificados na etapa anterior, como os requisitos relacionados à segurança, acessibilidade, usabilidade e privacidade. Certifique-se de compreender completamente cada requisito e sua importância para o sistema AAL;

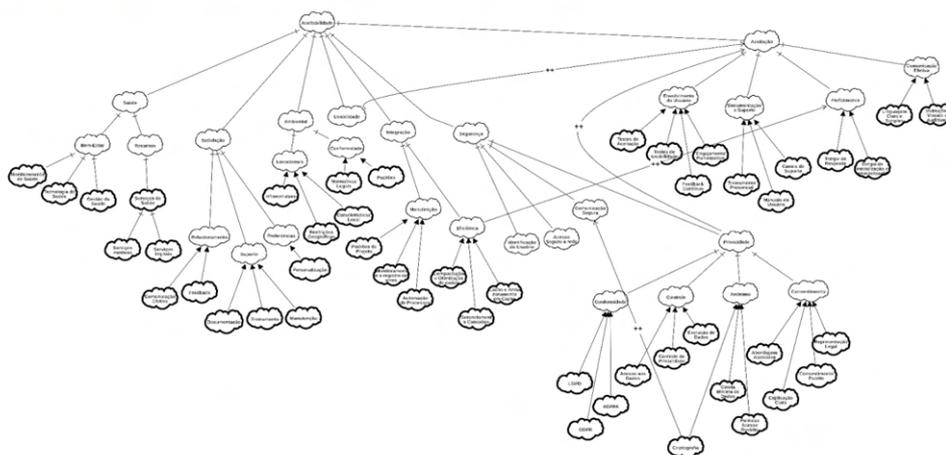
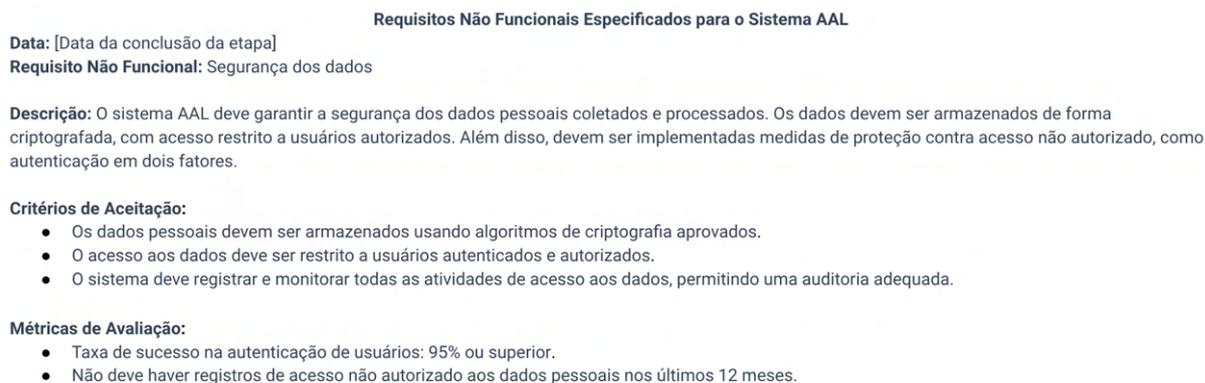
2. Detalhar requisitos não funcionais: para cada requisito não funcional, forneça uma descrição detalhada que explique seu propósito e objetivo. Especifique os critérios de aceitação, sendo as condições que devem ser cumpridas para que o requisito seja considerado atendido. Além disso, defina métricas de avaliação que permitam medir e verificar o comprimento do requisito;
3. Considerar elementos relevantes: além da descrição, critérios de aceitação e métricas de avaliação, leve em consideração outros elementos relevantes que possam auxiliar no entendimento e implementação dos requisitos não funcionais. Isso pode incluir exemplos, restrições, dependências de outros requisitos ou qualquer outra informação adicional necessária; e
4. Detalhar Documento: registrar todos os requisitos não funcionais especificados em um documento formal. Organize-os de maneira estruturada e clara, facilitando a leitura e referência posterior. Certifique-se de que cada requisito seja identificado de forma única para facilitar a comunicação e rastreamento durante o processo de desenvolvimento.

Figura 42 – Softgoal Interdependency Graph (SIG) dos Requisitos não Funcionais Segurança



Fonte: Autor (2023)

Figura 43 – Requisitos não Funcionais Especificados para o Sistema AAL



Fonte: Autor (2023)

A Figura 43 exemplifica um documento de saída desta fase, demonstrando como os requisitos não funcionais podem ser especificados, incluindo todos os campos e o SIG, que pode ser melhor visualizado na Figura 42. A inclusão do SIG no documento enriquece a visualização das interdependências entre os requisitos não funcionais. Esse gráfico auxilia os *stakeholders* a compreender as relações complexas e as influências mútuas entre os requisitos, facilitando a tomada de decisões e o planejamento estratégico relacionado à usabilidade e aceitabilidade do sistema AAL.

5.1.6 Ambiente Computacional

Para melhorar o processo de engenharia de requisitos e suportar as diferentes fases do *NFR-driven development Framework*, esta tese adota um ambiente computacional *web* baseado na linguagem PHP¹ e banco de dados SQL² chamado *NFR-driven development Application* (*NFR-DD Application*), desempenhando um papel fundamental ao fornecer suporte na coleta, análise, documentação e gerenciamento das informações relacionadas aos requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL.

¹ (<<https://www.php.net>>)

² (<<https://www.mysql.com/>>)

A escolha de um ambiente computacional *web* traz vantagens significativas, como a facilidade de acesso e compartilhamento das informações entre os membros da equipe envolvida no processo de especificação dos requisitos não funcionais. Além disso, a utilização de uma linguagem dinâmica como o PHP permite uma implementação ágil e flexível, facilitando a adaptação do ambiente às necessidades específicas do projeto (LAAZIRI et al., 2019).

O ambiente computacional adotado também inclui um banco de dados, que desempenha um papel fundamental no armazenamento e recuperação eficiente das informações relacionadas aos requisitos não funcionais. Isso permite a organização estruturada dos dados coletados, possibilitando consultas e análises mais eficientes.

O NFR-DD *Application* além de dar suporte ao NFR-DD *Framework*, conta com um módulo de *machine learning*, utilizando *DecisionTreeClassifier* para extrair informações importantes. Esse componente pode ajudar na extração automaticamente os requisitos não funcionais de um texto, tornando o processo mais eficiente e preciso. Todo o detalhamento do NFR-DD *Application* é descrito no [Apêndice D](#).

5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentou o *NFR-driven development Framework* para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL. O *framework* foi dividido em cinco fases: Levantamento de Requisitos Legais, Identificação e Análise de *Stakeholders*, Coleta da Experiência dos *Stakeholders*, Definição de Requisitos não Funcionais e Especificação dos Requisitos não Funcionais.

Na fase de Levantamento de Requisitos Legais, foram realizadas pesquisas em fontes confiáveis para identificar os requisitos legais relevantes para sistemas AAL. A fase de Identificação e Análise de *Stakeholders* teve como objetivo identificar os grupos de *stakeholders* e compreender suas necessidades e expectativas. A Coleta da Experiência dos *Stakeholders* envolveu a obtenção de feedback e históricos de interações para entender a experiência dos *stakeholders* com sistemas AAL. Na fase de Definição de Requisitos não Funcionais, foram identificados e formulados os requisitos não funcionais relacionados à usabilidade e aceitabilidade. Por fim, na fase de Especificação dos Requisitos não Funcionais, os requisitos foram documentados como referência para o desenvolvimento e avaliação dos sistemas.

Além disso, o trabalho destacou a importância do uso de um ambiente computacional online, baseado na linguagem PHP e banco de dados SQL chamado *NFR-driven development Application*, para auxiliar nas diferentes fases do *framework*. O NFR-DD *Application* possibilitou apoiar a coleta, análise, documentação e gerenciamento das informações relacionadas aos requisitos não funcionais, promovendo uma abordagem sistemática e integrada ao processo de especificação.

Considerando a relevância dos requisitos legais e a experiência dos *stakeholders* e o suporte tecnológico fornecido pelo ambiente computacional, o *NFR-driven development Framework*

oferece uma abordagem abrangente e estruturada para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em sistemas AAL. A aplicação desse *framework* pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas AAL mais eficazes e satisfatórios para seus *stakeholders*.

6 AVALIAÇÃO DO NFR-DD FRAMEWORK

Neste capítulo, é apresentado uma avaliação para o NFR-DD *Framework* para auxiliar o engenheiro de requisito na especificação de requisitos não funcionais em sistemas AAL. A avaliação será realizada com base na Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT), que fornece um modelo teórico para entender a aceitabilidade e usabilidade de uma tecnologia. O objetivo é avaliar a utilização do NFR-DD *Framework* pelos *stakeholders* para especificar requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade, considerando requisitos legais e em experiências dos *stakeholders*.

6.1 ADOÇÃO DE TECNOLOGIA

A adoção de tecnologia tem sido objeto de estudo por diversos pesquisadores, [Venkatesh et al. \(2003\)](#) apresentam em seu trabalho o modelo chamado Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT). [Dwivedi et al. \(2019\)](#) destacam a importância do processo de aceitação e adoção efetiva de uma determinada tecnologia para o seu sucesso, seja um sistema de informação, um processo ou um produto no ambiente digital.

A UTAUT foi desenvolvida consolidando os conceitos de oito modelos de pesquisa anteriores: (1) Teoria da Ação Racional (TRA); (2) Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM); (3) Modelo Motivacional; (4) Teoria do Comportamento Planejado (TCP); (5) Teoria Combinada de TCP e TAM (TAM2); (6) Modelo de Uso do Computador Pessoal (CP); (7) Difusão de Inovações; e (8) Teoria Social Cognitiva.

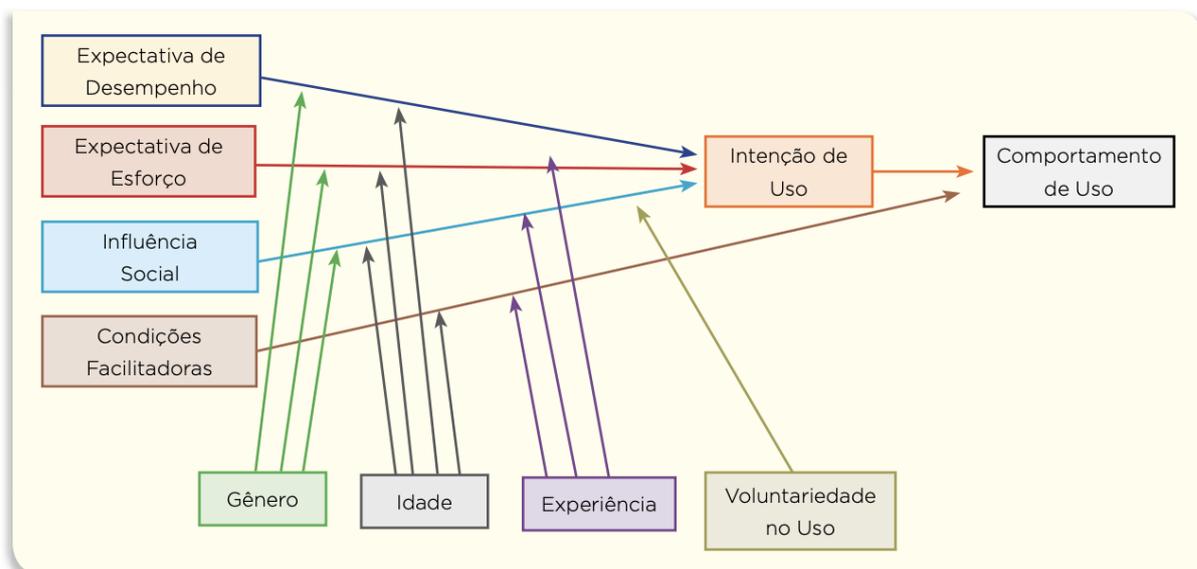
Para melhor compreender a origem da UTAUT, é apresentado um dos modelos mais conhecidos que o antecede, o Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM) - *Technology Acceptance Model* ([DAVIS, 1989](#)). Esse modelo refere-se ao momento em que os usuários são apresentados a uma nova tecnologia e considera fatores que influenciam a decisão de usá-la, como a percepção de utilidade e facilidade ([DAVIS, 1989](#)).

A UTAUT também procura explicar as intenções do usuário em utilizar um sistema e seu comportamento subsequente. A teoria baseia-se em quatro construções principais: Expectativa de Desempenho (ED), Expectativa de Esforço (EE), Influência Social (IS) e Condições Facilitadoras (CF). Além disso, os determinantes da intenção de uso incluem elementos como gênero, idade, experiência e voluntariedade de uso [Venkatesh et al. \(2003\)](#), conforme ilustrado na [Figura 44](#).

Para [Venkatesh et al. \(2003\)](#), o modelo UTAUT é afetado por algumas condições que influenciam os fatores, atuando indiretamente na intenção de uso da tecnologia. Esses fatores indiretos são denominados nesta pesquisa como moderadores ou condições moderadoras [Venkatesh et al. \(2003\)](#), tais como:

- Expectativa de Desempenho (ED): refere-se ao grau em que os *stakeholders* acreditam

Figura 44 – Modelo da Teoria Unificada de Aceitação da Tecnologia (UTAUT)



Fonte: Venkatesh et al. (2003)

que a utilização da Tecnologia da Informação os ajudará a obter ganhos de desempenho em suas atividades de trabalho.

- Expectativa de Esforço (EE): grau de facilidade associado ao uso do sistema.
- Influência Social (IS): percepção do usuário em relação à opinião de outras pessoas influentes sobre se ele deve ou não utilizar uma nova tecnologia.
- Condições Facilitadoras (CF): grau em que um *stakeholder* acredita que existe uma infraestrutura técnica e organizacional que apoia a utilização do sistema.

As variáveis que compõem essa característica abrangem aspectos do ambiente tecnológico e operacional que visam a remoção de barreiras que dificultem ou impeçam a utilização da tecnologia. De acordo com Venkatesh et al. (2003), as condições facilitadoras não possuem uma influência relevante na intenção de uso quando avaliadas em conjunto com a expectativa de esforço. Isso ocorre porque as principais variáveis da característica “condições facilitadoras” são absorvidas indiretamente pela característica “expectativa de esforço”, que abrange a facilidade de aplicação das ferramentas.

No modelo de Venkatesh et al. (2003), as características expectativa de desempenho, expectativa de esforço e influência social afetam a intenção de uso, enquanto a característica “condições facilitadoras” interfere diretamente no comportamento de uso.

6.1.1 Questionário baseado na UTAUT

O questionário utilizado na pesquisa foi elaborado com base nos conceitos da UTAUT, adaptados ao contexto da especificação de requisitos não funcionais. O questionário foi composto por dezessete perguntas, agrupadas nas seguintes categorias: perfil do *Stakeholder* (três questões), Expectativa de Desempenho (duas questões), Expectativa de Esforço (três questões), intenção de uso (duas questões), e Condições facilitadoras (duas questões), geral (cinco questões), conforme disponível no [Apêndice E](#).

Este questionário não utilizou o fator influência social definido por [Venkatesh et al. \(2003\)](#), que é a percepção do usuário com relação à opinião de outras pessoas influentes, sobre se ele deveria ou não utilizar uma nova tecnologia. Isto deve-se ao fato de que, os entrevistados são desenvolvedores e engenheiros de requisito e exercem o mesmo nível de hierarquia na empresa e todos os entrevistados vão executar os mesmos passos durante o processo, logo não terão influência interna ou externa neste ponto. Também não será avaliada a influência sexo, pois estamos partindo do ponto que esse fator não vai impactar no resultado.

6.1.2 Hipóteses

Neste estudo da avaliação do NFR-DD *framework* proposto para auxiliar os *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais, foram formuladas hipóteses nulas e alternativas em relação a diferentes categorias: Expectativa de Desempenho (ED), Expectativa de Esforço (EE), Condições Facilitadoras (CF) e Intenção de Uso (IS).

Essas hipóteses serão testadas por meio da coleta de dados e análise estatística, visando obter *insights* sobre a aceitabilidade e usabilidade do NFR-DD *framework* proposto pelos diferentes *stakeholders* envolvidos na especificação de requisitos não funcionais, e são resumidas a seguir:

- Expectativa de Desempenho (ED)
 - ED-H0: não há diferença significativa na percepção de utilidade do *framework* entre os *stakeholders*
 - ED-HA: existe diferença significativa na percepção de utilidade do *framework* entre os *stakeholders*.
- Expectativa de Esforço (EE)
 - EE-H0: não há diferença significativa na percepção de facilidade de uso do *framework* entre os *stakeholders*
 - EE-HA: existe diferença significativa na percepção de facilidade de uso do *framework* entre os *stakeholders*.
- Condições Facilitadoras (CF)

- CF-H0: não há relação entre as condições facilitadoras e a utilização eficaz do *framework*.
- CF-HA: existe relação entre as condições facilitadoras e a utilização eficaz do *framework*.
- Intenção de Uso (IS)
 - IS-H0: não há diferença significativa na intenção de uso do *framework* entre os *stakeholders*.
 - IS-HA: existe diferença significativa na intenção de uso do *framework* entre os *stakeholders*.

6.1.3 Objetivos

O objetivo deste estudo de caso é validar o *NFR-Driven Development Framework* para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL, considerando requisitos legais e em experiência de *stakeholders*. O *NFR-DD framework* tem como finalidade fornecer diretrizes e estratégias para a identificação e tratamento adequado dos requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade relevantes nesse domínio, buscando garantir que os aspectos legais sejam atendidos, enquanto também se concentra na experiência do *stakeholders*, a fim de melhorar a usabilidade e a aceitabilidade do sistema AAL.

6.1.4 Resultados Esperados

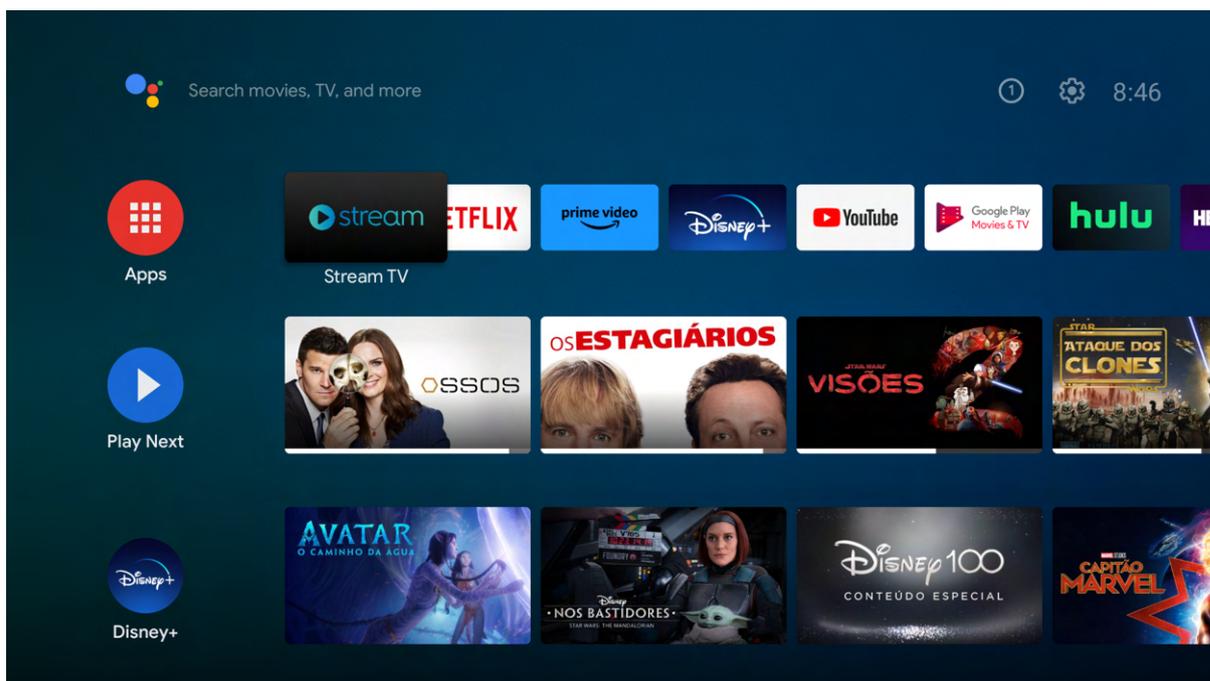
Espera-se que a aplicação do *NFR-DD framework* proporcione os seguintes resultados:

- Identificação abrangente dos requisitos não funcionais relevantes para o sistema de gestão de saúde.
- Documentação estruturada dos requisitos não funcionais, considerando os requisitos legais e em experiência dos *stakeholders*.
- Melhoria na comunicação e no entendimento dos requisitos entre os *stakeholders*.
- Aumento da eficiência e qualidade do processo de especificação de requisitos não funcionais.

6.1.5 Sistema de *Streaming* da Empresa

Visando expandir suas funcionalidades e atender às necessidades de um público cada vez mais diversificado, uma empresa da área de telecomunicações decidiu integrar um sistema de gestão de saúde à sua plataforma de TV e do *streaming*.

Figura 45 – Tela Inicial da Plataforma em Android TV



Fonte: Autor (2023)

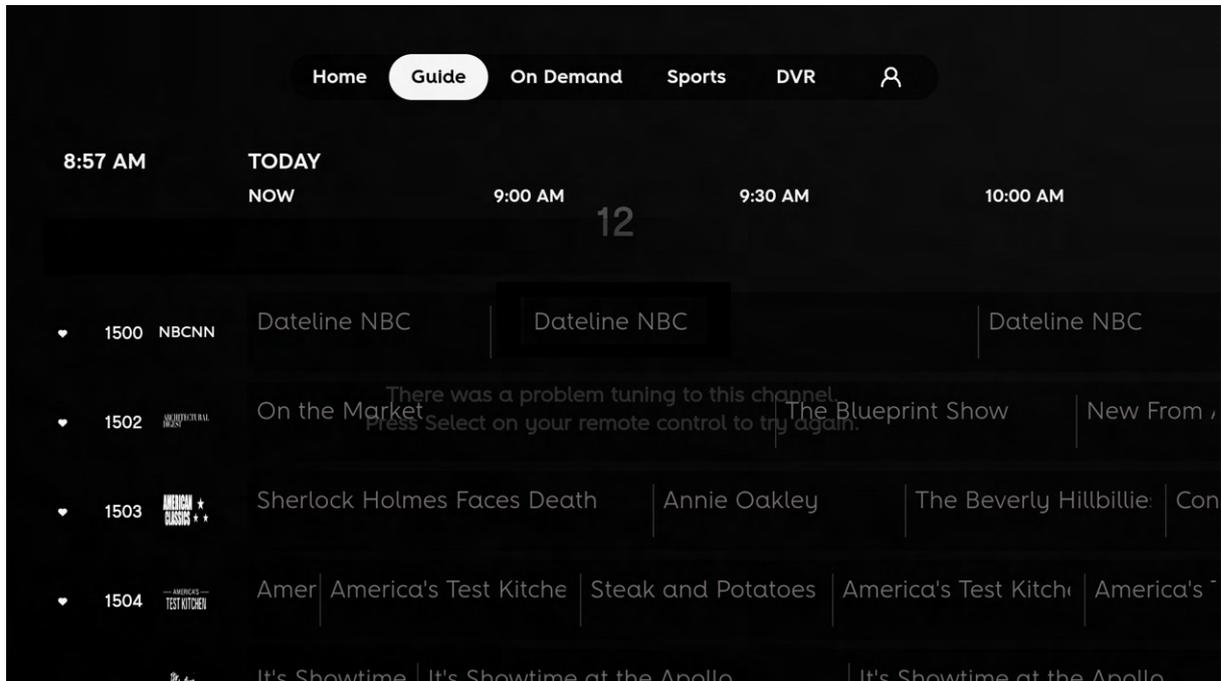
A empresa ABC já tem um aplicativo chamado *Stream TV*, que roda a plataforma de Android TV, conforme a [Figura 45](#). O atual sistema já conta com algumas funcionalidades, conforme descrito na [Figura 46](#). A partir desta versão, foi proposto adicionar um novo módulo de saúde (*Health*), para que o idoso ou cuidador possa ter acesso à gestão de atividades e do sistema de medicamento inteligente.

A partir dessas informações e com a apresentação dos conceitos importantes, tais como: NFR-Framework, NFR, usabilidade, aceitabilidade e reuso, a equipe foi convidada a especificar os requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade baseado em requisitos legais e em experiência de *stakeholders* para o estudo de caso proposto, utilizando o *NFR-driven development Framework*.

6.2 USANDO O *NFR-DRIVEN DEVELOPMENT FRAMEWORK*

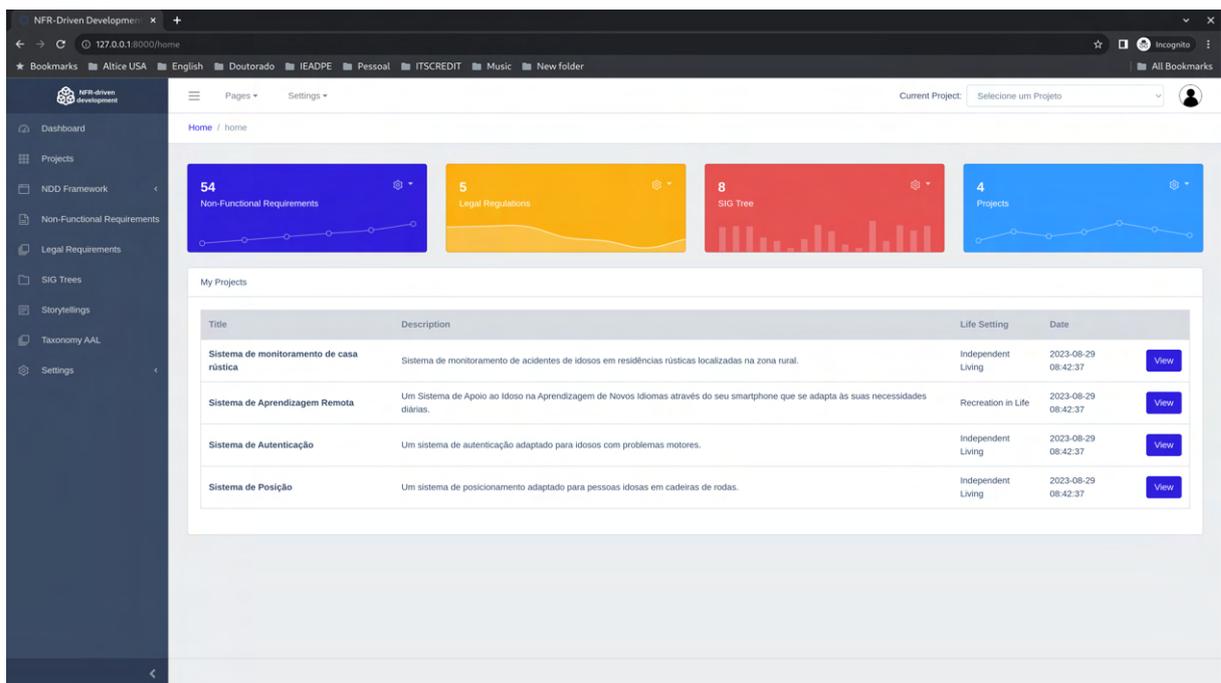
Antes de executar as atividades, foi apresentado a equipe o ambiente computacional que dá suporte ao *NFR-DD Framework* e deixado a equipe navegar pela ferramenta antes de iniciar as atividades. A [Figura 47](#) apresenta a tela inicial após a autenticação, onde é possível notar que o *NFR-DD Application* já apresenta um conjunto de requisitos não funcionais, requisitos legais, árvores SIG e projetos a disposição da equipe. Após a navegação na ferramenta, a equipe criou um novo projeto e foram direcionados para a tela [Figura 48](#), onde mostra o fluxo de atividades do *framework*. A seguir serão descritos cada etapa trabalhada pela equipe neste estudo de caso.

Figura 46 – Tela Inicial do Sistema da Empresa



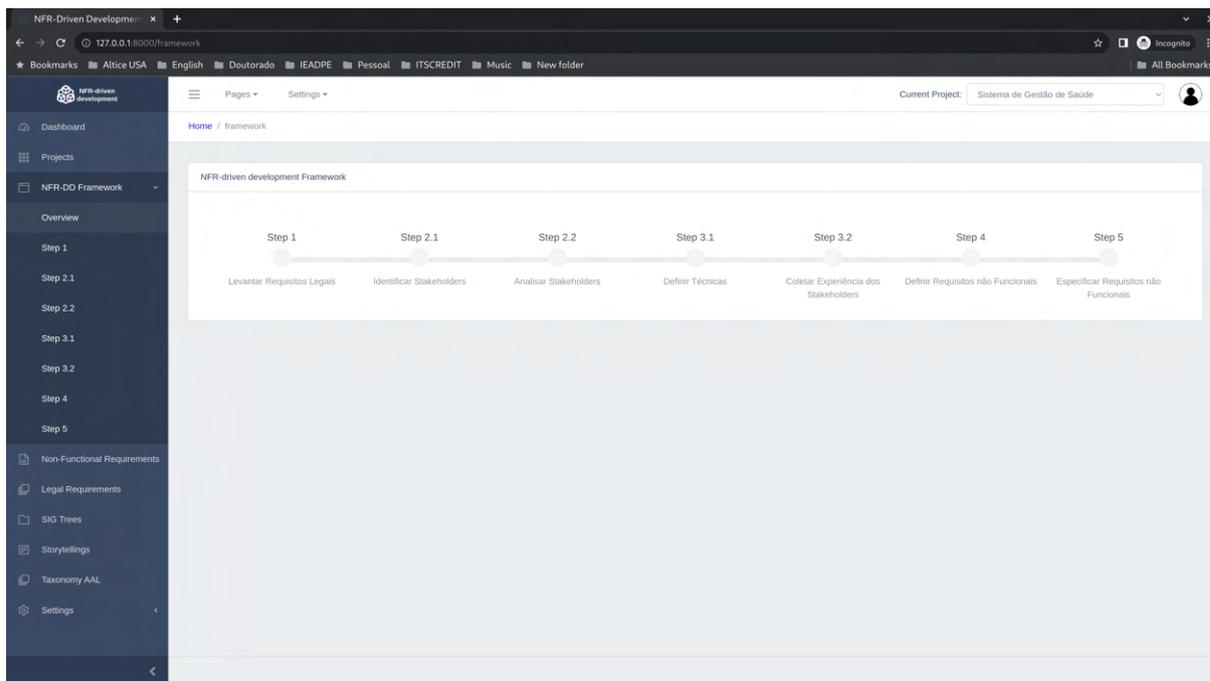
Fonte: Autor (2023)

Figura 47 – Tela Inicial do NFR-driven development Application



Fonte: Autor (2023)

Figura 48 – Fluxo das Etapas do NFR-driven development Application



Fonte: Autor (2023)

6.2.1 Levantamento de Requisitos Legais

Durante a execução desta etapa, a equipe analisou os requisitos legais já disponíveis no *framework*. Após esta análise, foi sugerido adicionar algumas normas internas utilizadas pela empresa e outro requisito legal importante chamado “Diretrizes de referência da AAL no campo da ética, privacidade e segurança de dados” (DANTAS et al., 2022) gerando novos requisitos legais, conforme descrito na Tabela 10. Após análise do documento, este requisito legal foi cadastrado no *framework*, sendo identificado mais dois novos RNF: Ética e Autonomia. O NFR Ética pode ser definido como os princípios éticos e os padrões de conduta que um sistema ou aplicativo de software deve cumprir, visando garantir que o sistema atue de maneira ética e responsável em relação aos usuários, à sociedade e aos valores éticos estabelecidos, assegurando que o sistema seja projetado, desenvolvido e operado levando em consideração considerações éticas fundamentais (CYSNEIROS; LEITE, 2020). Já o NFR Autonomia, refere à capacidade do sistema em permitir que os *stakeholders* tenham controle e tomem decisões independentes, visando proporcionar a liberdade de personalizar configurações, definir preferências e ajustar o comportamento do sistema de acordo com suas necessidades e preferências individuais (MONACO et al., 2023).

6.2.2 Identificação e Análise de Stakeholders

Nesta fase, a equipe identificou três tipos de *stakeholders* para o sistema: usuários finais, familiares e cuidadores e profissionais de saúde. Para seguir os passos do NFR-DD *Framework*,

Tabela 10 – Novos Requisitos Legais encontrados na Fase 1

Requisito Legal	Descrição
SO TC314 Ageing Societies	Aborda os desafios enfrentados pelas sociedades em envelhecimento e fornece orientações sobre como atender às necessidades dos idosos em diferentes áreas, como saúde, tecnologia, transporte e acessibilidade.
EN 301 549 V3.2.1 (2021-03) Accessibility requirements for ICT products and services	Norma europeia para requisitos de acessibilidade para produtos e serviços de tecnologia da informação e comunicação. O objetivo é garantir que esses produtos e serviços sejam utilizáveis por pessoas com diferentes capacidades, incluindo aquelas com deficiências visuais, auditivas, motoras ou cognitivas.
CEN-ISO/TS 82304-2:2021 Health and wellness apps – quality and reliability	Norma técnica específica os requisitos de qualidade e confiabilidade para aplicativos de saúde e bem-estar. Ela fornece diretrizes para o desenvolvimento e a manutenção desses aplicativos, garantindo a segurança dos dados de saúde, a precisão das informações fornecidas e a confiabilidade das funcionalidades relacionadas à saúde.

Fonte: Autor (2023)

a equipe usou o *stakeholder* Idoso para detalhar mais informações desta fase, como pode ser visto abaixo:

Descrição do stakeholder: idosos entre 65 e 67 anos que utilizarão o sistema AAL. Eles são os principais beneficiários do sistema, buscando melhorar sua qualidade de vida, segurança e independência.

Necessidades identificadas: a) Monitoramento remoto de saúde e bem-estar; b) Suporte para atividades diárias, como lembretes de medicação e assistência na realização de tarefas domésticas; c) Comunicação fácil com cuidadores e familiares; d) Interface intuitiva e de fácil uso, considerando as habilidades digitais variadas dos usuários, e) Privacidade e segurança dos dados pessoais, e f) Treinamento para o uso do sistema Android.

Expectativas: a) Acesso fácil e rápido às funcionalidades do sistema; b) Disponibilidade de suporte técnico para solucionar eventuais problemas; c) Interface de usuário amigável, com ícones claros e texto legível; d) Funcionalidades adaptáveis e personalizáveis para atender às preferências individuais; e) alerta e notificações claras e compreensíveis.

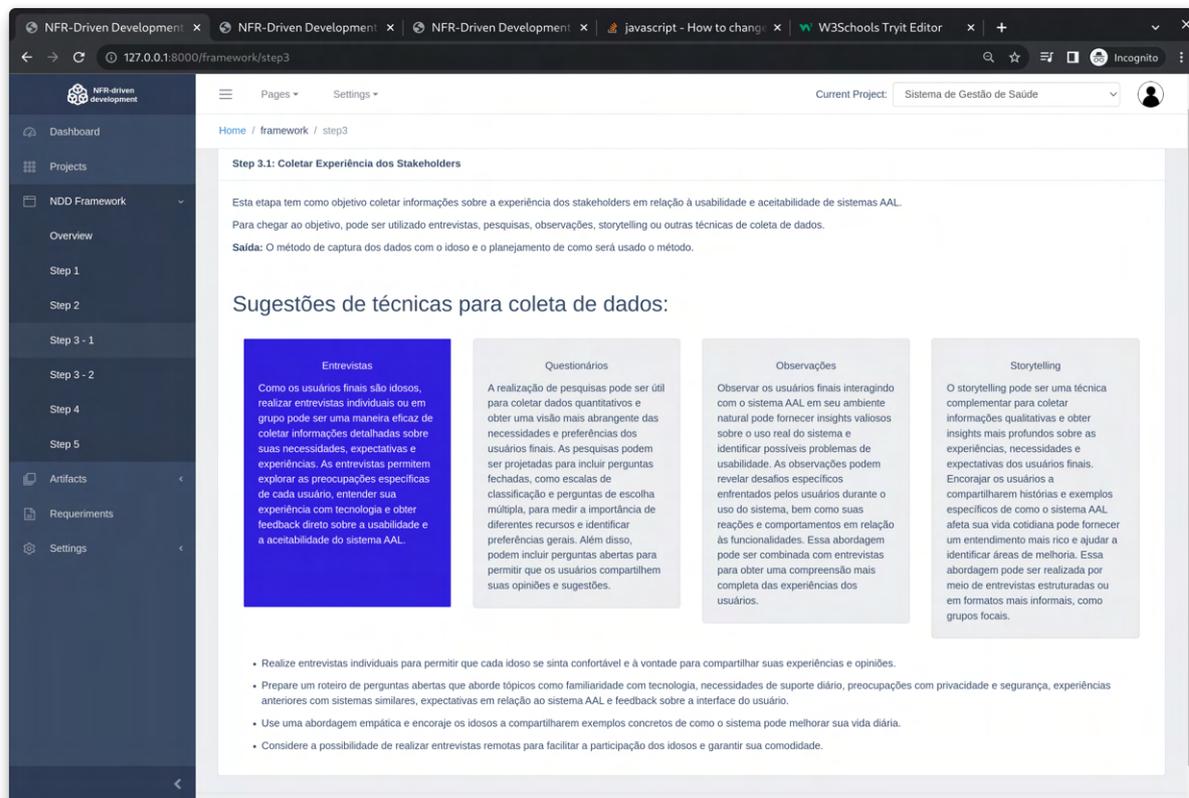
Experiências: alguns usuários finais não têm experiência com tecnologia, mas utilizam com frequência a plataforma de *stream* para assistir os canais favoritos, enquanto outros têm maior familiaridade com dispositivos eletrônicos.

Com base nas informações coletadas, a equipe chegou à conclusão de que os NFR de *Acceptability* e *Trainability* também tem um impacto positivo na aceitabilidade do sistema.

6.2.3 Coleta da Experiência dos Stakeholders

Na fase 3.1 a equipe ficou em dúvida de qual técnica utilizar para coletar os dados do idoso, já que a equipe reportou que utiliza questionários como principal fonte de coleta de informações para levantamento de requisitos e verificação de aceitação de uma nova funcionalidade. No NFR-DD *Framework* é sugerido 4 técnicas para coleta de dados: entrevistas, questionários, Observações e *Storytelling*, e para cada técnica, é sugerido um conjunto de recomendações para a sua utilização com idosos, como pode ser visto na Figura 49. Abaixo é apresentado um conjunto de recomendações (TOKUNAGA et al., 2019; GRIGOLLI et al., 2022; GAUSEPOHL, 2008;

Figura 49 – Técnicas de Coletas de Dados e Recomendações no *NFR-driven development Application*



Fonte: Autor (2023)

[BOULILA; HOFFMANN; HERRMANN, 2011](#)) para utilização da técnica *Storytelling* com idosos.

Com base nas recomendações, foi sugerido a equipe aplicar a técnica *storytelling* para a fase 3.2: coleta da experiência. A equipe teve acesso a um grupo de seis idosos com média de idade entre 65 e 67 anos que participaram desta fase da captura coleta da experiência. Por conta da proteção de dados pessoais, privacidade e de confidencialidade da empresa, os seus dados e a *storytelling* capturada não foi disponibilizada nesta tese. Após a captura e análise da *storytelling*, a equipe construiu um documento com os seguintes campos: Fatores que afetam a aceitabilidade, Fatores que afetam a usabilidade, Melhorias propostas e Recomendações, que é detalhado a seguir:

Fatores que afetam a aceitabilidade:

- Facilidade de uso: o idoso mencionou a importância da simplicidade e facilidade de uso do sistema AAL. Se o sistema for complexo ou difícil de entender e operar, pode afetar negativamente sua aceitabilidade;

- **Intuitividade:** o idoso valoriza a intuição no uso do sistema, ou seja, a capacidade de entender e interagir com o sistema de forma natural, sem a necessidade de instruções complicadas;
- **Necessidades individuais:** o idoso destaca a importância de o sistema atender às suas necessidades específicas. Isso pode incluir recursos personalizados para lidar com as limitações físicas, preferências de comunicação ou outras necessidades particulares relacionadas à sua saúde e bem-estar;
- **Confiança e segurança:** o idoso mencionou que se sentir seguro e confiante ao usar o sistema é essencial para adotá-lo. Questões de privacidade e segurança dos dados também podem ser mencionadas; e
- **Suporte técnico e treinamento:** o idoso enfatiza a importância de receber suporte técnico adequado e treinamento para usar o sistema AAL. Se houver dificuldades no aprendizado ou na resolução de problemas, isso pode impactar sua aceitabilidade.

Fatores que afetam a usabilidade:

- **Interface intuitiva:** o idoso mencionou a importância de uma interface intuitiva e fácil de entender. Ícones claros, navegação simplificada e menus organizados contribuem para a usabilidade do sistema AAL;
- **Instruções claras:** o idoso enfatizou a necessidade de instruções claras e simples para operar o sistema;
- **Orientações passo a passo, exemplos práticos e documentação de fácil compreensão** podem melhorar a usabilidade do sistema;
- **Feedback imediato:** o idoso valoriza a presença de feedback sonoro imediato ao realizar ações no sistema AAL. Isso pode incluir notificações visuais, sonoras ou táteis que confirmem que a ação foi executada com sucesso;
- **Tamanho de fonte ajustável:** o idoso valoriza a possibilidade de ajustar o tamanho da fonte no sistema AAL. Isso permite que ele personalize a legibilidade da informação de acordo com suas necessidades visuais; e
- **Facilidade de configuração:** o idoso mencionou a importância de uma configuração inicial fácil e rápida do sistema. Se a configuração for complicada e demorada, pode causar frustração e diminuir a usabilidade do sistema.

Melhorias propostas:

- Foi destacada a importância de personalização e adaptação do sistema às necessidades individuais dos usuários, considerando os diferentes perfis e preferências;
- Foi sugerido a inclusão de tutoriais interativos no sistema AAL, que guiem o usuário passo a passo nas principais funcionalidades e recursos do sistema; e
- Foi destacado a importância de ter um suporte técnico adequado para solucionar dúvidas e problemas que possam surgir durante a utilização do sistema AAL.

Recomendações:

- Aprimorar a orientação inicial: desenvolver um processo de configuração mais intuitivo e fornecer orientações claras para facilitar a configuração inicial do sistema;
- Reforçar a privacidade e segurança: implementar medidas adicionais de segurança de dados e fornecer informações transparentes aos *stakeholders* para aumentar a confiança no sistema;
- Realizar sessões de treinamento: realização de sessões de treinamento presenciais ou online para ajudar na familiarização e no uso adequado do sistema AAL;
- Simplificar a interface: simplificação da interface do sistema AAL, removendo elementos desnecessários e mantendo apenas as funcionalidades mais importantes e relevantes para os usuários finais; e
- Realizar testes de usabilidade com idosos: realizar testes de usabilidade específicos com idosos da mesma faixa etária para identificar e corrigir possíveis obstáculos e desafios relacionados à usabilidade do sistema.

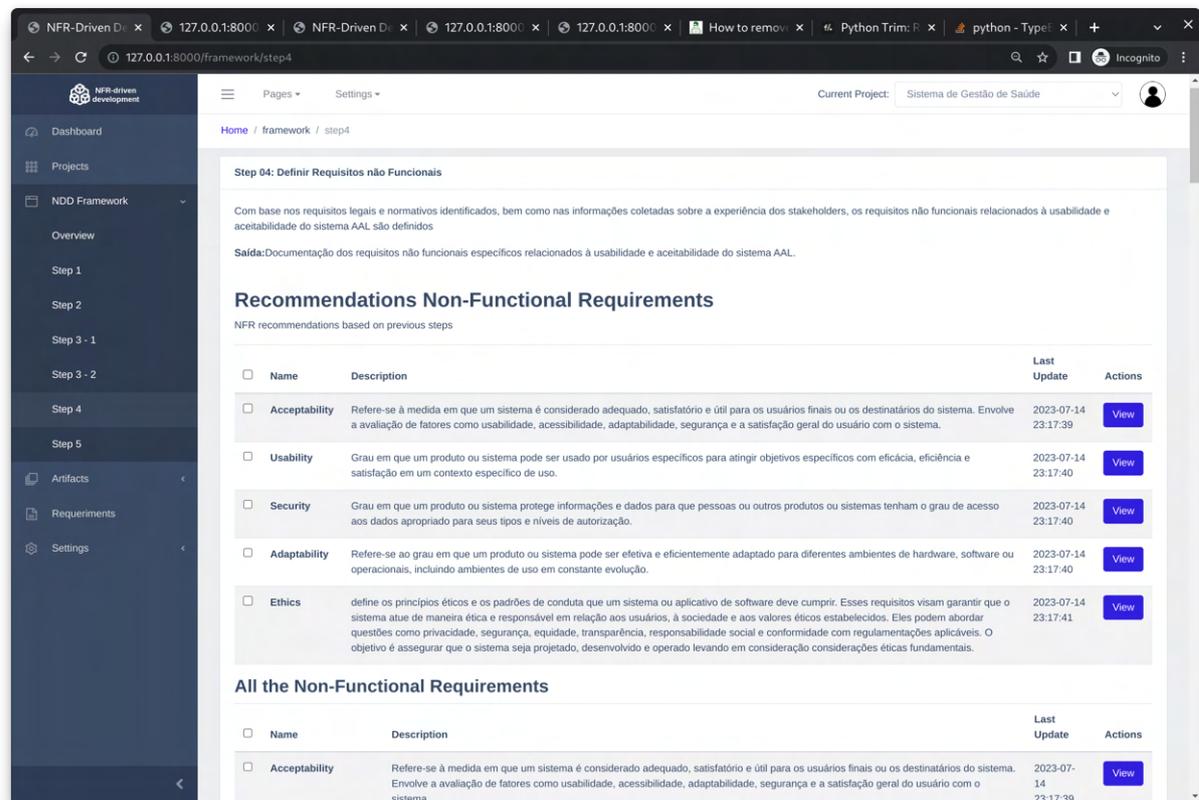
Esse documento é importante para ajudar a equipe na próxima fase, que será descrita a seguir.

6.2.4 Definição de Requisitos não Funcionais

As saídas das fases 1, 2 e 3 tem informações valiosas que podem ajudar o *stakeholder* a priorizar os requisitos não funcionais mais importante para o seu projeto. O *NFR-DD Framework* dá suporte aos NFR de usabilidade e aceitabilidade, mais durante a coleta dos dados podem aparecer outros requisitos não funcionais com impacto na usabilidade e aceitabilidade. Como as saídas das fases anteriores foram entradas para o algoritmo de aprendizagem de máquina, o *NFR-DD Application* recomendou para a equipe os seguintes requisitos não funcionais: usabilidade, aceitabilidade, segurança, adaptabilidade e ética, como pode ser visto na [Figura 50](#).

O principal objetivo desta fase é de sugerir ao *stakeholder* requisitos não funcionais baseados nas informações da fase anterior que podem ter impacto na usabilidade e aceitabilidade do sistema e ainda dar total controle sobre quais NFR vão ser especificados na próxima fase. Para

Figura 50 – Recomendações de Requisitos não Funcionais no *NFR-driven development Application*



Fonte: Autor (2023)

efeito de estudo de caso, a equipe avaliou seguir com a especificação dos NFR sugerido pelo *NFR-DD Application*.

6.2.5 Especificação dos Requisitos não Funcionais

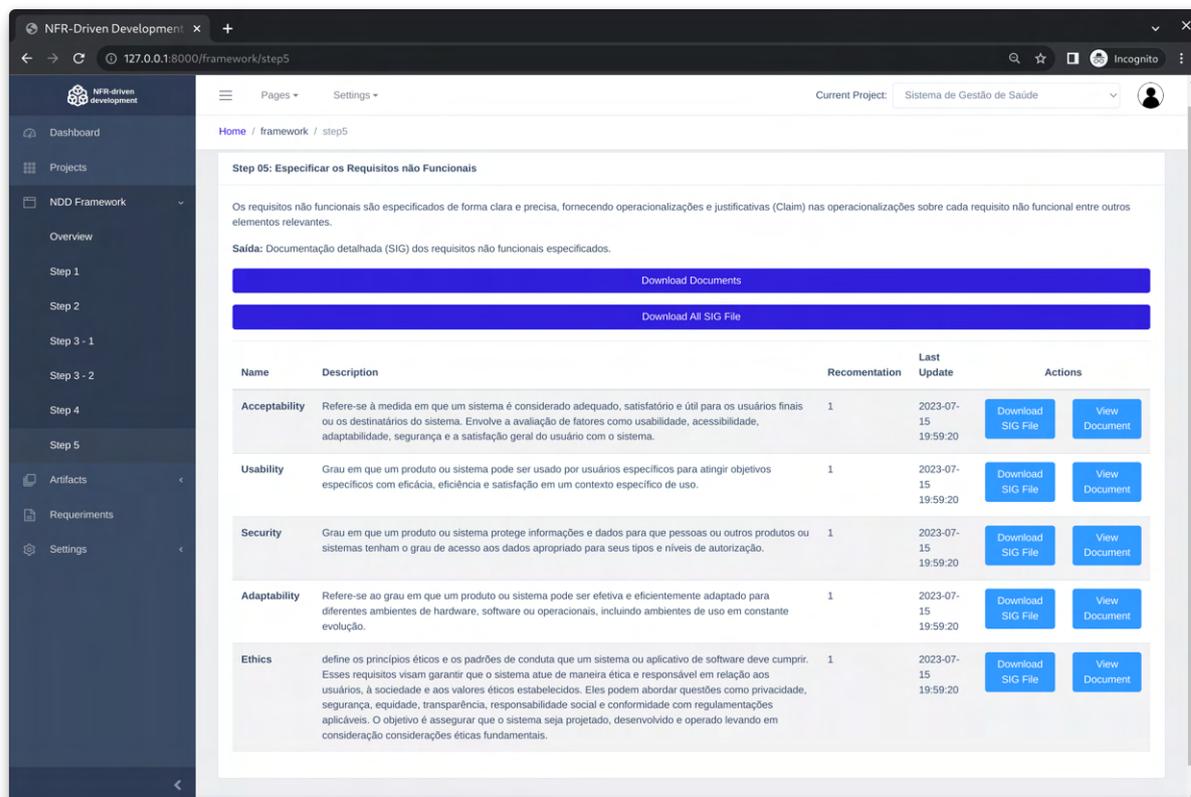
Ao iniciar a fase 5 (Figura 51) para a especificação de requisitos não funcionais, o *NFR-DD Framework* permite ao *stakeholder* fazer o download de todo o documento, todas os SIG's ou individualmente para cada NFR.

O *NFR-DD Framework* conta com um repositório de SIG's já mapeados para seus respectivos NFR, e ao selecionar a opção de todos os SIG's, o *NFR-DD Application* irá fazer um *merge* de todos os SIG's em um único arquivo e disponibilizar para *download* e edição em outra ferramenta de modelagem.

O *NFR-DD Framework* ainda não suporta a modelagem do SIG, mas suporta integrações com outras ferramentas de modelagem, e para este estudo de caso, a equipe foi convidada a exportar os SIG's e continuar a modelagem na ferramenta DSM3-goals¹, que tem suporte a modelagem de NFR utilizando o *NFR Framework* (CHUNG et al., 2000).

¹ <<https://www.cin.ufpe.br/~jhcp/dsm3goals/>>

Figura 51 – Tela inicial da Fase 5 no NFR-driven development Application



Fonte: Autor (2023)

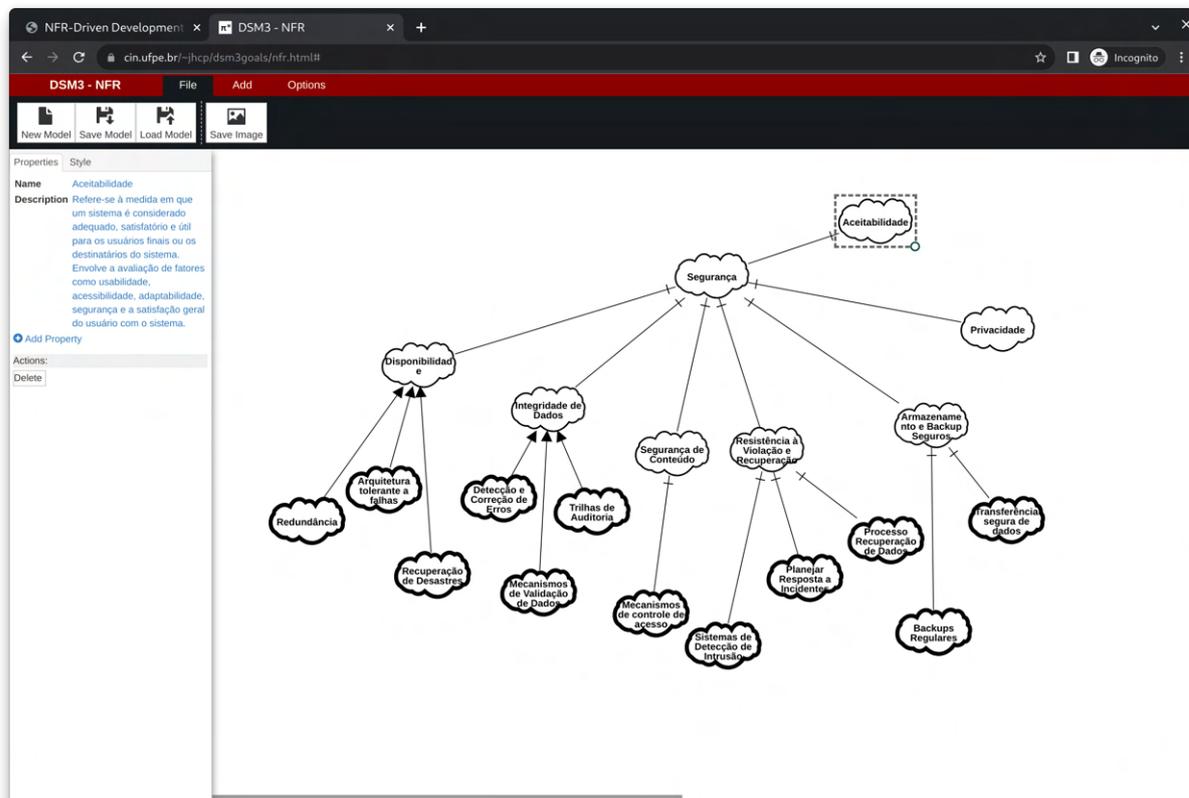
Todos os documentos gerados no estudo de caso estão disponíveis na [Apêndice F](#), porém como demonstração será discutido o documento do requisito não funcional segurança.

A [Figura 52](#) apresenta o SIG de segurança gerado pelo NFR-DD Framework e importado na ferramenta DSM3-goals. Com base nesse SIG inicial, a equipe deve prosseguir com as operacionalizações necessárias para atender a esse NFR, ao mesmo tempo, em que considera quais critérios de aceitação e métricas de avaliação adequados para o NFR em questão.

A equipe resolveu trabalhar de forma colaborativa no SIG de segurança, resultando na versão disponível na [Figura 53](#). É possível verificar que a equipe não fez alterações em nenhum *softgoals* ou operacionalizações, porém as operacionalizações foram mais detalhadas para ficar claro o que deve ser feito para satisfazer (dentro do ponto de vista da equipe) o NFR. O ponto de observação neste SIG foram os dois *claims* adicionados, um relacionado a Política de Recuperação de Desastres (RD) e SLA da empresa e Conscientização dos Usuários sobre Segurança.

Utilizando a visão do SIG na [Figura 53](#), a equipe foi convidada a pensar como validar o NFR de segurança pensando em critérios de aceitação e métricas de avaliação a serem inseridas no NFR-DD Application. Com base nesta visão, foi possível construir esses critérios descritos a seguir:

Figura 52 – *Softgoal Interdependency Graph* de Segurança gerada pelo NFR-driven development Application

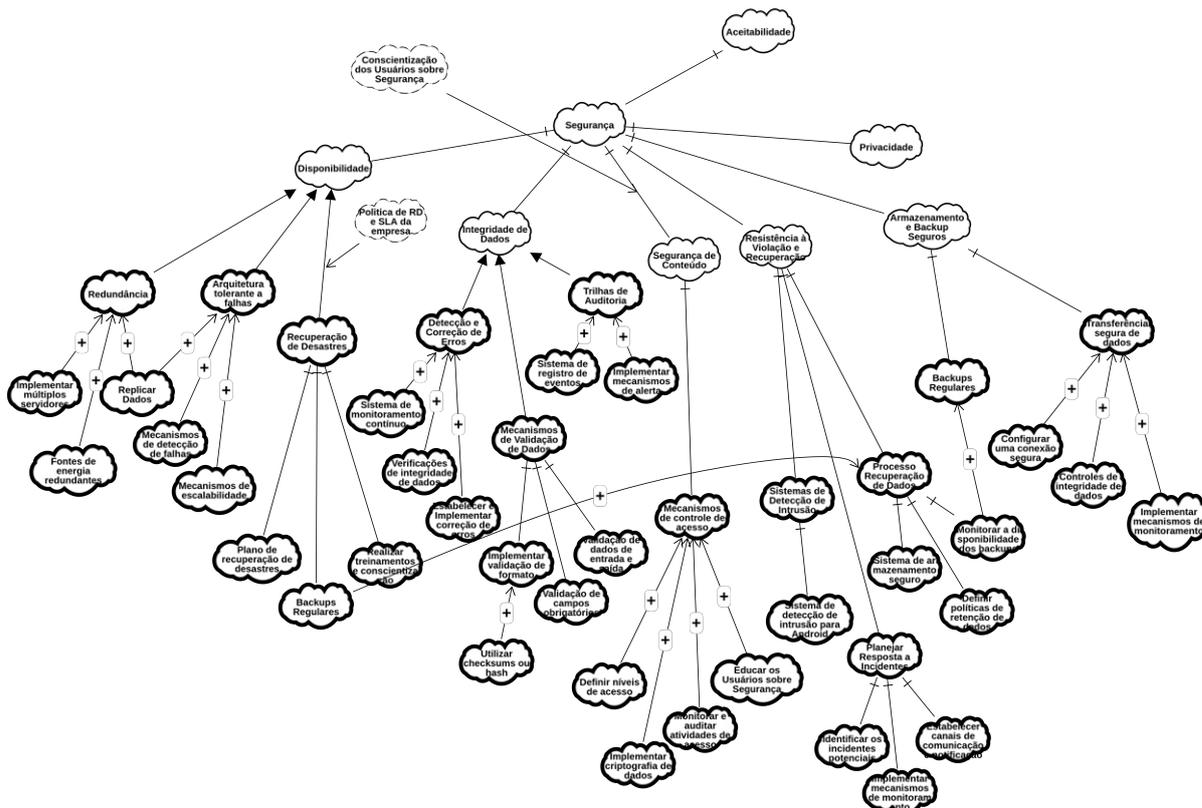


Fonte: Autor (2023)

Crítérios de Aceitação:

- Apenas os dados necessários devem ser armazenados no *Set-top box* (STB) usando um algoritmo de criptografia seguro, o restante da informação sensível deve vir de um servidor externo utilizando protocolo https;
- O acesso aos dados deve ser restrito a usuários autenticados e autorizados;
- O sistema Android TV deve registrar e monitorar todas as atividades de acesso aos dados, permitindo uma auditoria adequada;
- O sistema em Android TV deve ter medidas efetivas para proteger o sistema, os dados e os usuários contra ameaças, vulnerabilidades e acessos não autorizados;
- O sistema em Android TV deve estar disponível e acessível aos usuários em um nível aceitável de tempo;
- O sistema em Android TV deve garantir a integridade e consistência dos dados armazenados;
- O sistema em Android TV deve garantir a segurança e proteção dos conteúdos exibidos;

Figura 53 – *Softgoal Interdependency Graph* de Segurança gerada no Estudo de Caso



Fonte: Autor (2023)

- O sistema em Android TV deve respeitar e proteger a privacidade dos usuários, garantindo a confidencialidade das informações pessoais;
- O sistema em Android TV deve garantir a segurança do armazenamento de dados e ter procedimentos adequados de backup;
- O sistema em Android TV deve ter mecanismos de proteção contra violações de segurança e ser capaz de se recuperar de possíveis incidentes.

Métricas de Avaliação:

- A taxa de sucesso na autenticação de usuários deve ser de 99%;
- Não deve haver registros de acesso não autorizado aos dados pessoais nos últimos 12 meses;
- Realizar testes de avaliação de logs e verificação dos acessos aos dados;
- Realizar testes de instrução e avaliação de vulnerabilidades para identificar possíveis brechas de segurança e avaliar a eficácia das medidas de proteção implementadas;

- Medir o tempo de resposta do sistema e registrar o tempo de indisponibilidade para garantir que esteja dentro dos limites definidos;
- Realizar verificações de integridade de dados periódicos e comparar os resultados com os dados armazenados para identificar discrepâncias ou corrupção de dados;
- Implementar medidas de criptografia e autenticação para proteger o conteúdo transmitido e realizar auditorias periódicas para detectar qualquer violação de segurança;
- Realizar uma análise de riscos de privacidade, revisar as políticas de privacidade e Implementar medidas de preservação da privacidade e consentimento explícito do usuário; e
- Verificar a conformidade com as melhores práticas de segurança de armazenamento de dados, realizar testes de recuperação de backup e garantir a integridade dos dados restaurados.

Após esta última fase do *NFR-driven developer Framework*, a equipe foi convidada a responder o questionário de avaliação do *framework*, que será descrita a seguir.

6.3 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO *NFR-DRIVEN DEVELOPER FRAMEWORK*

O questionário de avaliação do *framework*, disponível em [Apêndice E](#), foi aplicado na equipe que utilizou a ferramenta.

6.3.1 Perfil do *Stakeholder*

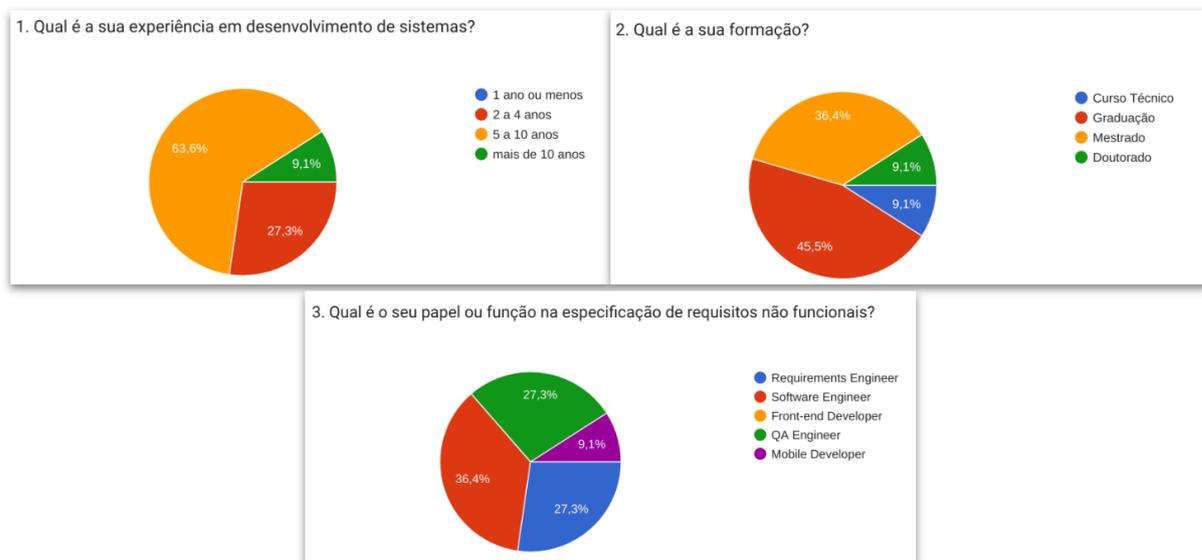
Para entender o perfil *Stakeholder*, foram consideradas as seguintes perguntas: “1. Qual é a sua experiência em desenvolvimento de sistemas?”, “2. Qual é a sua formação?” e “3. Qual é o seu papel ou função na especificação de requisitos não funcionais?”

A [Figura 54](#) apresenta que 63,6% da equipe com experiência entre 5 e 10 anos, e 45,5% com formação acadêmica de graduação e com vários papéis neste estudo de caso, onde a equipe estava dividida entre *Requirements Engineer* 27,3%, *Software Engineer* 36,4%, *QA Engineer* 27,3% e *Mobile Developer* 9,1%. Tivemos uma equipe bem diversificada em seus papéis neste estudo de caso entre desenvolvedores, engenheiros de requisitos e testadores.

6.3.2 Expectativa de Desempenho (ED)

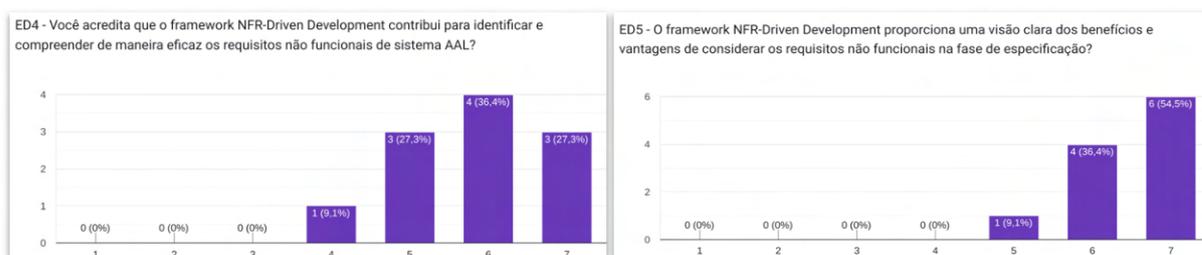
Para responder esta categoria, foram criadas duas perguntas: “ED4 - Você acredita que o *framework NFR-driven development* contribui para identificar e compreender de maneira eficaz os requisitos não funcionais de sistema AAL?” e “ED5 - O *framework NFR-driven development* proporciona uma visão clara dos benefícios e vantagens de considerar os requisitos não funcionais na fase de especificação?”, conforme pode ser visto na [Figura 55](#).

Figura 54 – Análise do Perfil do *Stakeholder* da Equipe no NFR-DD *Framework*



Fonte: Autor (2023)

Figura 55 – Análise da Expectativa de Desempenho da Equipe no NFR-DD *Framework*



Fonte: Autor (2023)

Com base nas respostas fornecidas para a questão ED4, a média das respostas foi de 5,8, indicando que há uma percepção positiva, mas moderada, que o *framework* pode ser eficaz nessa tarefa.

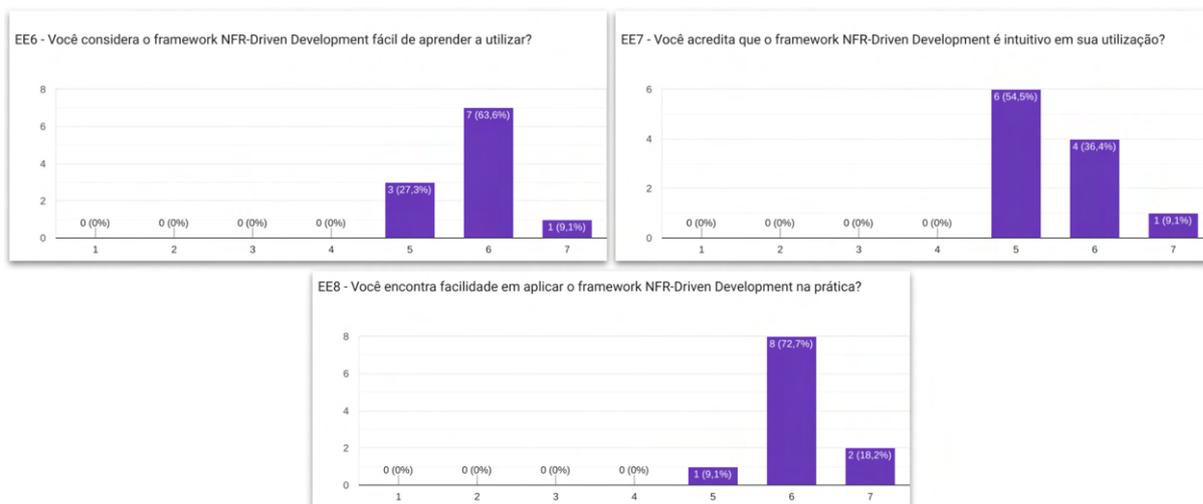
Quanto à questão ED5, a média das respostas foi de 6,4, indicando que há uma percepção mais positiva, sugerindo que o *framework* realmente oferece uma visão clara desses benefícios e vantagens.

Com base nas respostas fornecidas, há indicativo de que o *NFR-Driven Development Framework* pode contribuir para identificar e compreender os requisitos não funcionais de um sistema AAL, além de proporcionar uma visão clara dos benefícios e vantagens de considerar esses requisitos na fase de especificação.

6.3.3 Expectativa de Esforço (EE)

Para responder esta categoria, foram criadas três perguntas: “EE6 - Você considera o *framework* NFR-driven development fácil de aprender a utilizar?”, “EE7 - Você acredita que o *framework*

Figura 56 – Análise da Expectativa de Esforço da Equipe no NFR-DD Framework



Fonte: Autor (2023)

NFR-driven development é intuitivo em sua utilização?” e “EE8 - Você encontra facilidade em aplicar o *framework* NFR-driven development na prática?”, conforme pode ser visto na Figura 56.

Com base nas respostas fornecidas, a questão EE6 apresentou 5.8 de média, sugerindo que a percepção geral da equipe é que o *framework* não é extremamente fácil de aprender, mas também não é particularmente difícil.

Quanto à questão EE7, a média das respostas foram de 5.5, sugerindo que há uma percepção neutra a ligeiramente positiva em relação à intuição do *framework*, sugerindo que sua utilização pode exigir algum esforço adicional para compreensão.

Já para a questão EE8, a média das respostas foram de 6.1, indicando que a equipe sente que o *framework* pode ser aplicado com certa facilidade, mas sem ser considerado extremamente fácil.

Portanto, com base nas respostas fornecidas, é possível concluir que, embora o *NFR-Driven Development Framework* não seja considerado extremamente fácil de aprender e intuitivo, a equipe percebeu que pode ser aplicado com certa facilidade.

6.3.4 Intenção de Uso (IU)

Para responder esta categoria, foram criadas duas perguntas: “IU9 - Você recomendaria o uso do *framework* NFR-Driven Development a outros profissionais da área?” e “IU10 - Você acredita que o uso do *framework* NFR-driven development pode trazer benefícios para o processo de especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL?”, conforme pode ser visto na Figura 58.

Considerando a questão IU9, obtendo uma média 6, indica uma percepção positiva em relação à indicação do NFR-DD *Framework* para outros profissionais.

Figura 57 – Análise da Intenção de Uso da Equipe no NFR-DD *Framework*



Fonte: Autor (2023)

Figura 58 – Análise das Condições Facilitadoras da Equipe no NFR-DD *Framework*



Fonte: Autor (2023)

Entretanto, na questão IU10, com média 6.6 das respostas, sugere que a equipe acredita que o uso do *framework* apresenta benefícios significativos para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade.

Portanto, com base nas respostas fornecidas, é possível concluir que, em geral, a equipe recomendaria o uso do *NFR-Driven Development* a outros profissionais da área e acredita que sua utilização pode trazer benefícios relevantes para a especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL.

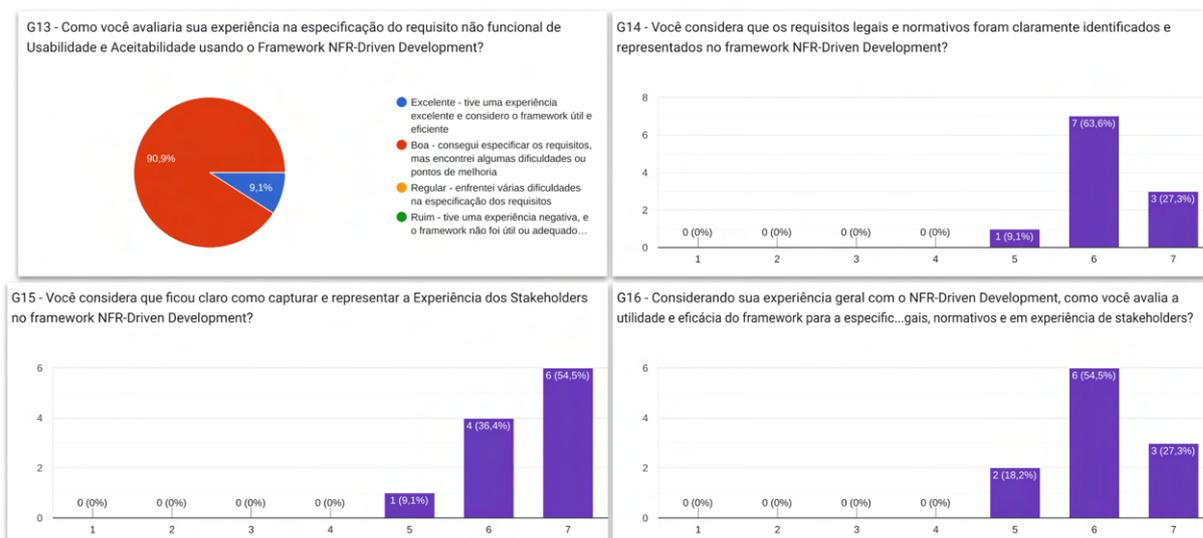
6.3.5 Condições Facilitadoras (CF)

Para responder esta categoria, foram criadas duas perguntas: “CF11 - Existem recursos tecnológicos adequados disponíveis para suportar o uso do *framework* NFR-driven development?” e “CF12 - Você acredita que existem políticas organizacionais/ambiente de trabalho/infraestrutura das empresas de desenvolvimento de sistemas AAL que favorecem a utilização do *framework* NFR-driven development na especificação de requisitos não funcionais?”, conforme pode ser visto na [Figura 58](#).

Na questão CF11, foi observado uma média 5.6 das respostas, sugerindo uma percepção neutra a moderadamente positiva, que a equipe acredita que existem recursos tecnológicos razoavelmente adequados disponíveis, embora possa haver margem para melhorias.

Quanto à questão CF12, a média das respostas foi de 6.4, indicando uma percepção positiva, sugerindo que a equipe acredita que a empresa possui uma política e um ambiente de trabalho

Figura 59 – Análise Geral da Equipe no NFR-DD Framework



Fonte: Autor (2023)

propícios para a utilização do *NFR-driven development Framework*.

Portanto, com base nas respostas fornecidas, é possível concluir que a equipe acredita que existem recursos tecnológicos adequados disponíveis e políticas/ambiente de trabalho favoráveis para apoiar o uso do *NFR-DD Framework* na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL.

6.3.6 Gerais

Para responder esta categoria, foram criadas quatro perguntas: “G13 - Como você avaliaria sua experiência na especificação do requisito não funcional de Usabilidade e Aceitabilidade usando o *framework NFR-driven development*?”, “G14 - Você considera que os requisitos legais foram claramente identificados e representados no *framework NFR-driven development*?”, “G15 - Você considera que ficou claro como capturar e representar a Experiência dos *Stakeholders* no *framework NFR-driven development*?” e “G16 - Considerando sua experiência geral com o *NFR-driven development*, como você avalia a utilidade e eficácia do *framework* para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL baseado em requisitos legais e em experiência de *stakeholders*?”, conforme pode ser visto na [Figura 59](#).

Para a questão G13, 90,9% da equipe considerou sua experiência na especificação do requisito não funcional de Usabilidade e Aceitabilidade usando o *NFR-Driven Development Framework* como “Boa”, indicando que eles conseguiram especificar os requisitos, mas encontraram algumas dificuldades ou pontos de melhoria. Os 9,1% restantes avaliaram sua experiência como “Excelente”, afirmando que tiveram uma experiência excelente e consideraram o *framework* útil e eficiente.

Quanto à questão G14, a média das respostas foi de 6,1. Isso indica uma percepção posi-

tiva, sugerindo que, em geral, a equipe considera que o *framework* foi capaz de representar adequadamente esses requisitos.

Na questão G15, foi obtida 6.4 de média nas respostas, indicando uma percepção positiva, sugerindo que a equipe acredita que o *framework* fornece clareza na captura e representação da experiência dos *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais. Considerando a questão G16, a média de 6.3 indica uma percepção positiva, sugerindo que a equipe considerou o *framework* útil e eficaz.

Portanto, com base nas respostas fornecidas e no percentual informado, é possível concluir que, em geral, a equipe teve uma experiência regular na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade usando o *NFR-Driven Development Framework*. A equipe considera que o *framework* foi capaz de identificar requisitos legais e capturar a experiência dos *stakeholders*, embora ainda exista margem para aprimoramentos em alguns aspectos.

Por fim, a questão G17, buscou identificar algum comentário adicional sobre o uso do *NFR-DD Framework*. Entende-se que o *NFR-DD Framework* precisa de ajustes, que serão apresentados em trabalhos futuros, mais a equipe abordou as melhoras agrupadas em três pontos:

- **Modelagem Colaborativa:** como a equipe era composta por 11 integrantes, foi sugerido que o *NFR-DD Framework* desse suporte nas suas etapas ao trabalho colaborativo, ou seja, que todos ao mesmo tempo, pudessem trabalhar nos artefatos e fazer a modelagem do NFR.
- **Salvamento Automático do Modelo:** foi observado que a ferramenta DSM3-goals não tem suporte a salvar o arquivo automaticamente, isso gerou alguns problemas, pois em alguns momentos o navegador parava de responder e a solução encontrada era de fechar o navegador e abrir novamente, perdendo todo o trabalho.
- **Integração com ferramentas de teste:** após a geração do artefato final, foi sugerido integrações com a ferramenta de testes da empresa, utilizando atualmente o *Azure Devops* (<https://learn.microsoft.com/en-us/azure/devops/test/create-a-test-plan?view=azure-devops>).

6.4 DISCUSSÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Em relação à expectativa de desempenho (ED), os resultados indicaram uma percepção positiva moderadamente de que o *framework* contribui para identificar e compreender de maneira eficaz os requisitos não funcionais de sistemas AAL. Além disso, houve uma percepção mais positiva de que o *framework* proporciona uma visão clara dos benefícios e vantagens de considerar esses requisitos na fase de especificação. É importante ressaltar que um fator relevante para este ponto foi o acesso ao ambiente do *NFR-DD Framework*, por ser um ambiente *web* e com um *database* de artefatos.

Na categoria de expectativa de esforço (EE), a equipe relatou que o *framework* não é extremamente fácil de aprender, mas também não é particularmente difícil. Houve uma percepção neutra a ligeiramente positiva em relação à intuição do *framework*, indicando que sua utilização pode exigir algum esforço adicional para compreensão. No entanto, a equipe sentiu que o *framework* pode ser aplicado com certa facilidade. Foi avaliado de forma bem positiva o fato de o NFR-DD *Framework* já possuir um repositório com um conjunto de NFR, requisitos legais e árvores SIG's, o que ajudou a entender melhor cada conceitos com os exemplos.

Quanto à intenção de uso (IU), a equipe demonstrou uma percepção positiva em relação à recomendação do uso do *framework* a outros profissionais da área. Além disso, acredita-se que o uso do *framework* traga benefícios significativos para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade.

Na categoria de condições facilitadoras (CF), os resultados mostraram uma percepção neutra a moderadamente positiva em relação à disponibilidade de recursos tecnológicos adequados para suportar o uso do *framework*. Além disso, a equipe acredita que a política organizacional, ambiente de trabalho e infraestrutura da empresa favoreceu a utilização do NFR-DD *framework* na especificação de requisitos não funcionais. Uma observação da equipe foi que criar um ambiente para inicializar o NFR-DD *Framework* foi algo rápido e avaliado pela equipe de forma positiva, mas que o uso de tecnologias como Docker² pode acelerar ainda mais essa inicialização.

Por fim, na análise geral, a equipe avaliou sua experiência na especificação do requisito não funcional de usabilidade e aceitabilidade como boa, com alguns pontos de melhoria identificados. Houve uma percepção neutra a ligeiramente positiva em relação à identificação e representação dos requisitos legais no *framework*. Além disso, a equipe considerou que o *framework* proporcionou clareza na captura e representação da experiência dos *stakeholders*. No geral, o *framework* foi considerado útil e eficaz para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade.

Com base nessas discussões, pode-se concluir que o *NFR-Driven Development Framework* apresentou resultados promissores na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL. Os *stakeholders* avaliaram positivamente o uso do *framework*, reconhecendo seus benefícios e indicando sua recomendação a outros profissionais da área.

6.5 ANÁLISE DAS HIPÓTESES

Foram utilizados testes estatísticos não paramétricos e conceitos fundamentais da estatística descritiva para a apresentação dos resultados obtidos. Para avaliar a consistência interna do questionário, foi utilizado o teste do Alfa de *Cronbach* (CRONBACH, 1951).

O Alfa de *Cronbach* indica a proporção da variância total devida à consistência interna dos itens, ou seja, quanto maior o coeficiente alfa, mais confiável é o conjunto de itens como uma

² <<https://www.docker.com/resources/what-container/>>

escala de medida. Valores típicos de interpretação para o coeficiente alfa são:

- Menor que 0,6: considerado como tendo uma consistência interna fraca;
- Entre 0,6 e 0,7: consistência interna aceitável;
- Entre 0,7 e 0,8: consistência interna boa;
- Entre 0,8 e 0,9: consistência interna muito boa; e
- Maior que 0,9: consistência interna excelente.

Aplicando os testes conforme [Apêndice G](#), pode-se encontrar o valor de 0.7, ou seja, a consistência interna do questionário foi aceitável. Os resultados obtidos indicaram a seguinte situação relativamente às hipóteses formuladas para o presente estudo de caso:

- Quanto à Expectativa de Desempenho (ED), rejeitou-se a hipótese ED-H0 em favor da hipótese ED-HA, pois os resultados do questionário indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação às afirmativas, com uma média de 6.2 nas respostas desse grupo. Portanto, esse resultado sugere que a equipe percebeu uma diferença significativa na percepção de utilidade do NFR-DD *Framework*.
- Quanto à Expectativa de Esforço (EE), rejeitou-se a hipótese EE-H0 em favor da hipótese EE-HA, apesar da média das respostas indicar 5.8 neste grupo, pode-se avaliar que houve uma concordância dos participantes em relação às afirmativas. Portanto, esse resultado sugere que existe diferença significativa na percepção de facilidade de uso do *framework* entre os *stakeholders* no uso do NFR-DD *Framework*.
- Quanto à hipótese Condições Facilitadoras (CF), rejeitou-se a hipótese CF-H0 em favor da hipótese CF-HA, pois os resultados do questionário, com uma média de 6.0 nas respostas, indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação às afirmativas. Portanto, esse resultado sugere que existe relação entre as condições facilitadoras e a utilização NFR-DD *Framework*
- Quanto à hipótese Intenção de Uso (IS), rejeitou-se a hipótese IS-H0 em favor da hipótese IS-HA, pois os resultados do questionário com uma média de 6.2 indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação às afirmativas. Portanto, esse resultado, sugere que os participantes consideram uma diferença significativa na intenção de uso do NFR-DD *Framework*.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo teve como objetivo validar e avaliar o uso do *NFR-Driven Development Framework* na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL em um estudo de caso em uma empresa que trabalha com plataforma de *stream*. Os resultados da pesquisa demonstraram que a utilização do *NFR-DD Framework* foi bem aceita pela equipe envolvida. A equipe relatou que o *framework* foi útil e eficaz para identificar e compreender esses requisitos, incluindo aspectos relacionados à usabilidade, aceitabilidade e aos requisitos legais.

A análise estatística dos dados coletados mostrou uma consistência interna satisfatória do questionário de avaliação do *framework*, com base no teste do Alfa de *Cronbach*. Isso indica que as perguntas do questionário estavam relacionadas de maneira consistente e confiável para medir a aceitação e o uso do *framework*.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o *NFR-driven development Framework* é uma abordagem promissora para a especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL. Sua utilização demonstrou benefícios significativos, contribuindo para uma melhor compreensão dos requisitos e auxiliando no processo de desenvolvimento desses sistemas AAL, mostrando resultados encorajadores sobre o uso do *NFR-driven development Framework* na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL, fornecendo *insights* valiosos para profissionais e pesquisadores interessados nessa área.

É importante ressaltar que sempre há espaço para melhorias e refinamentos no uso do *framework*. Recomenda-se a realização de futuras pesquisas e aprimoramentos para explorar ainda mais seu potencial e abordar eventuais desafios e limitações encontrados durante sua aplicação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O envelhecimento da população é um fenômeno global que representa uma das maiores conquistas da humanidade, mas também apresenta desafios significativos para as sociedades modernas em termos econômicos e sociais. Esse contexto está relacionado a um conjunto de desafios, como a inclusão dos idosos na sociedade, a qualidade de vida ativa dos cidadãos e a sustentabilidade dos sistemas de saúde tradicionais. Nesse sentido, é crucial desenvolver soluções eficientes que permitam aumentar o tempo de vida das pessoas com autonomia e confiança.

Ao mesmo tempo, a tecnologia desempenha um papel cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, e a área da saúde não é exceção. A ideia de que os indivíduos devem ser responsáveis pela monitorização de sua própria saúde, aliada à necessidade dos profissionais de saúde em estabelecer melhores canais de comunicação com seus pacientes para acompanhar e gerenciar seus dados vitais de forma sistemática e acessível, tem se fortalecido.

Esse cenário trouxe consigo novos desafios científicos que precisaram ser abordados, incluindo o campo da ciência da computação. Dessa forma, os sistemas AAL receberam maior atenção, tornando-se um tópico de pesquisa multidisciplinar cada vez mais importante para as comunidades médica e tecnológica.

De acordo com [Cicirelli et al. \(2021\)](#) e [Syed et al. \(2019\)](#), projetar sistemas AAL é uma tarefa complexa e ainda há uma carência de soluções eficazes capazes de apoiar os *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais com foco na usabilidade e aceitabilidade desses sistemas. Portanto, construir sistemas AAL confiáveis, que atendam aos requisitos não funcionais, requisitos legais e considerem a experiência dos *stakeholders*, continua sendo um desafio que requer abordagens inovadoras. Apesar dos avanços no desenvolvimento desses sistemas, ao realizar uma análise por meio do Mapeamento Sistemático da Literatura, constatou-se a carência de abordagens que tratem dessa questão específica.

Diante da escassez de abordagens de engenharia de requisitos específicas para sistemas AAL, que contemplem a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade, levando em consideração os requisitos legais e experiência dos *stakeholders*, esta tese propõe o uso de um *framework* para auxiliar nesse processo de especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade para sistemas AAL.

No âmbito do Mapeamento Sistemático da Literatura, foram identificados estudos correlatos à especificação e modelagem de requisitos não funcionais em sistemas AAL, com enfoque na questão de pesquisa QP1. Foi possível identificar trabalhos que tratam da especificação de requisitos não funcionais para sistemas AAL. Entre os estudos encontrados, foram abordadas questões relacionadas à modelagem e/ou especificação de NFR em sistemas AAL. No entanto, não foram identificados trabalhos que tratam especificamente da especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade com base em requisitos legais e em experiência dos

stakeholders.

Em seguida, buscou-se investigar como a especificação e modelagem de requisitos não funcionais ocorre no desenvolvimento de sistemas AAL, além de identificar as abordagens utilizadas na literatura, abordada na questão QP2. Por meio da revisão da literatura e da aplicação de um questionário com especialistas no domínio de AAL, foi possível compreender o processo de engenharia de requisitos empregado no desenvolvimento desses sistemas, bem como a forma como os requisitos não funcionais de usabilidade, aceitabilidade, requisitos legais e em experiência dos *stakeholders* são definidos pelos especialistas.

No que diz respeito à especificação e modelagem de requisitos não funcionais, a literatura revelou que as abordagens utilizadas na construção de sistemas AAL incluem UML, modelagem Baseada em Metas, modelagem de Casos de Uso e modelagem baseada em Cenários. No entanto, também foram identificadas outras abordagens, como *Design Orientado a Domínio*, *User Story*, Diagrama de Fluxo de Processo e Modelagem Orientada a Aspectos, indicando que ainda há a necessidade de assistência no desenvolvimento desses sistemas.

Quanto aos requisitos legais, os resultados do questionário revelaram que alguns especialistas não consideram leis e/ou normativas nas específicas em seus projetos. No entanto, foi possível confirmar os requisitos legais que são frequentemente utilizadas nesses sistemas, bem como os métodos utilizados para capturar os requisitos junto aos *stakeholders*, destacando-se as entrevistas e a observação. Além disso, o questionário revelou que ainda existem especialistas que não consideram a experiência dos *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais, e outros que não veem a aceitabilidade no uso de sistemas AAL como um requisito importante.

Em seguida, foi investigado como é possível formalizar e disponibilizar o conhecimento necessário para auxiliar os *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais que considerem os requisitos legais e a experiência dos usuários, abordada na questão QP3. Por meio da utilização de um *framework* em um estudo de caso, foi possível verificar a viabilidade de formalizar e disponibilizar o conhecimento necessário para a especificação de requisitos não funcionais em sistemas AAL. Como resultado, é proposto o *NFR-Driven Development*, um *framework* de referência que auxilia na especificação de requisitos para sistemas AAL. O *NFR-Driven Development* engloba o conhecimento necessário para auxiliar os *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais, levando em consideração os requisitos legais e em experiência dos *stakeholders*.

O *NFR-driven development Framework* consiste em cinco fases, apoiadas por um ambiente computacional web chamado *NFR-driven development Application*. Na primeira fase, Levantamento de Requisitos Legais, realiza-se uma pesquisa abrangente em fontes confiáveis para identificar os requisitos legais, regulamentos, diretrizes e padrões relevantes para sistemas AAL. Na segunda fase, Identificação e Análise de *stakeholders*, o objetivo é identificar os diferentes grupos de *stakeholders* envolvidos no sistema AAL e analisar suas necessidades, expectativas e experiências em relação à usabilidade e aceitabilidade. Na terceira fase, Coleta da Experiência

dos *stakeholders*, são realizadas atividades para coletar informações sobre a experiência dos *stakeholders* com sistemas AAL, como *feedback* de uso, históricos de interações e relatos de problemas. A quarta fase, Definição de Requisitos não Funcionais, consiste na identificação e formulação dos requisitos não funcionais relacionados à usabilidade e aceitabilidade dos sistemas AAL. Esses requisitos são derivados das fases anteriores e envolvem a definição de características desejadas, restrições e metas a serem alcançadas. Por fim, a quinta fase, Especificação dos Requisitos não Funcionais, pretende documentar os requisitos não funcionais definidos na fase anterior e sua modelagem utilizando os conceitos do *NFR Framework* (CHUNG et al., 2000). Essa especificação serve como referência para o desenvolvimento e avaliação dos sistemas AAL, garantindo que as exigências de usabilidade, aceitabilidade e dos requisitos legais sejam adequadamente atendidas.

Como forma de demonstração do *NFR-Driven Development Framework*, foi proposto a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade para um sistema de gestão de saúde, onde foi apresentada evidências de que *NFR-DD Framework* ajudou no processo de especificação dos requisitos não funcionais de sistemas AAL. A principal contribuição desta tese é fornecer uma base de conhecimento para o desenvolvimento de sistemas AAL, por meio da especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade que considerem os requisitos legais e em experiência dos *stakeholders*. O trabalho aborda os elementos essenciais a serem considerados na elaboração de uma especificação de requisitos para projetos de sistemas AAL, com destaque para os NFRs, incluindo os requisitos legais e em experiência dos *stakeholders*. Diante disso, acredita-se que esta tese seja pioneira na temática de pesquisa.

Por fim, foi abordada a verificação e validação dos resultados alcançados nesta pesquisa, visando realizar simulações de especificação de requisitos não funcionais que considerem os requisitos legais e em experiência dos *stakeholders* em sistemas AAL, abordada na questão QP4.

No [Capítulo 6](#), foi apresentado o planejamento e os resultados da avaliação do *NFR-Driven Development framework*, aplicando o *framework* na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade em um sistema de gestão de saúde integrado a uma plataforma de *Stream*. Foram especificados requisitos específicos para a construção desse sistema e encontrados novos requisitos legais e requisitos não funcionais. Por meio de um questionário baseado na teoria unificada de aceitação e uso de tecnologia (UTAUT), foi possível concluir que o *NFR-DD Framework* apresentou resultados promissores na especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL, sendo avaliado positivamente o seu uso e reconhecido seus benefícios.

Assim, a hipótese de pesquisa levantada inicialmente foi confirmada, demonstrando que a construção de um *framework* baseado nos requisitos legais e em experiência dos *stakeholders* auxilia na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade para o desenvolvimento de sistemas AAL. O *framework* formaliza e integra os conceitos do domínio, proporcionando uma base sólida para o processo de especificação de requisitos.

7.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção são apresentados sete trabalhos cuja temática central mais se aproxima a esta tese. Com isso, apresenta-se na [Tabela 11](#), um quadro comparativo entre esses trabalhos e a *NFR-Driven Development Framework*.

Tabela 11 – Comparação Entre os Trabalhos Relacionados

Estudo	Escopo	Abordagem	Repositório	Framework	Especificação de NFR	Análise NFR	Ferramenta Web	Domínio	Reuso	Requisitos Legais
Almalki et al. (2022)	Estrutura holística organizando os fatores de adoção de tecnologia	Identifica dimensões para adoção: Humana, Tecnologia, Negócios e Organização	Não	Sim	Não	Não	Não	AAL	Não	Não
Peixoto e Silva (2018)	Especificar NFR de privacidade	i*, <i>NFR Framework</i> e <i>Secure-Tropos</i>	Não	Não	Não	Sim	Não	Geral	Não	Não
Cunha (2014)	Modelagem de requisito de consciência de software	Linguagem Natural + <i>NFR Framework</i> + i* (i-estrela)	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Geral	Não	Não
Addo, Yang e Ahamed (2014)	Protocolo web baseado em diminuir o impacto o uso de tecnologias IoT	Descreve os principais desafios para NFR: Secure, Private e Trustworthy	Não	Não	Não	Não	Não	Geral	Não	Não
Ahmad et al. (2012)	Modelagem de RNF para requisitos adaptáveis	Linguagem Natural + SysML/KAOS	Não	Não	Sim	Sim	Não	Geral	Não	Não
Chung et al. (2012)	Modelagem e análise de requisitos não-funcionais	<i>NFR Framework</i> e SIG	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Geral	Não	Não
Zieffe, Rocker e Holzinger (2011)	Fatores que levam usuários em aceitar tecnologia médica em suas casas	Apresenta uma análise na perspectiva do NFR Privacidade, Intimidade e Confiança	Não	Não	Não	Não	Não	AAL	Não	Não
Yrjönen e Merilinna (2009)	Rastreamento dos requisitos da modelagem para a implementação	Extensão para <i>NFR Framework</i>	Sim	Não	Não	Sim	Não	Geral	Não	Não
<i>NFR-DD Framework</i>	Especificação de Requisitos de Usabilidade e Aceitabilidade em AAL	<i>NFR Framework</i> + SIG + ML + Experiências de <i>Stakeholder</i> + Requisitos Legais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	AAL	Sim	Sim

Fonte: Autor (2023)

No “*Specifying privacy requirements with goal-oriented modeling languages*” (PEIXOTO; SILVA, 2018) são apresentadas abordagens sistemáticas para especificar os requisitos de privacidade das atividades iniciais do desenvolvimento de *software*. Apresenta uma estrutura de recursos de modelagem de privacidade, tratadas pelas linguagens de modelagem de requisitos para melhor suportar a especificação de privacidade. Faz-se uma comparação com três linguagens de modelagem orientadas a objetivos (i*, *NFR Framework* e *Secure-Tropos*) visando verificar qual delas permitem um suporte maior na especificação do requisito de privacidade. Na proposta aqui discutida, um domínio em específico é definido, o AAL, e discute-se a especificação dos RNFs *Trust* e *Reliability*.

O trabalho “Desenvolvimento de Software Consciente com Base em Requisitos” (CUNHA, 2014) também utiliza o conceito de catálogos de NFR, pois também se baseia no *NFR Framework* de Chung et al. (2012). O autor apresenta o conceito de consciência de *software* (*software awareness*), como um requisito importante na construção de sistemas com capacidade de autoadaptação. Para que aplicações de *software* possam melhor se adaptar a mudanças nos diversos ambientes em que operam, o autor propõe a organização de um catálogo para o requisito de consciência de *software*, com mecanismos para instanciação e uso do conhecimento armazenado neste catálogo na modelagem e implementação de *software* para problemas onde a autoadaptação e por consequência consciência, sejam requisitos chave. Seu catálogo para o requisito de consciência de *software* foi organizando conhecimento existente na literatura sobre este requisito e segundo o

autor, provendo aos desenvolvedores de *software* a possibilidade de reusar esse conhecimento quando necessário. Para construção do catálogo de consciência de *software*, o autor usa o *NFR Framework* (CHUNG et al., 2012), apresentando o catálogo na forma de padrões para requisitos não funcionais. No *NFR-DD Framework* apesar de suportar o reuso vertical, os requisitos legais foram mapeados no domínio de AAL permitindo relacionar o requisito legal com um ou mais árvores SIG.

O “*SPTP: A Trust Management Protocol for Online and Ubiquitous Systems*” (ADDO; YANG; AHAMED, 2014) apresenta um protocolo baseado nos NFR’s *Secure, Private and Trustworthy* visando diminuir o impacto acerca do uso de tecnologias emergentes no contexto de IoT. O autor sugere que geralmente as preocupações com a confiança e a privacidade surgem como um elemento-chave para a adoção de tecnologias. O foco do estudo foi investigar a disposição dos usuários em aceitar tecnologia médica nas suas casas e as condições específicas sob as quais o monitoramento contínuo seria aceitável. Addo, Yang e Ahamed (2014) ainda aplicaram um questionário a 165 usuários (entre 17-95 anos) visando mapear questões de *Secure, Private and Trustworthy* para a tecnologia médica em residências. Apesar da similaridade, proposta aqui discutida trata da especificação de RNF *Trust* e *Reliability* relativa ao público idoso, tornando-o parte do processo de construção. No *NFR-DD Framework*, utiliza *storytelling* para capturar informações importantes do idoso. Como o sistema a ser desenvolvido utiliza a visão do idoso no processo, o *NFR-DD Framework* priorizou RNF de usabilidade e aceitabilidade durante todo o processo.

O “*Using RELAX, SysML and KAOS for ambient systems requirements modeling*” (AHMAD et al., 2012), o autor sugere que os sistemas ambientais são altamente adaptáveis, modificando o seu comportamento em tempo de execução, em resposta a mudanças nas condições ambientais. Identifica-se que como os NFRs desempenham papel importante, é preciso identificar, o mais cedo possível, os requisitos que são adaptáveis. Devido à incerteza inerente a esses sistemas, é sugerido que as abordagens baseadas em metas possam ajudar no desenvolvimento dos seus requisitos, sendo proposto o uso de uma linguagem natural de Engenharia de Requisitos para sistemas adaptativos e uma abordagem orientada a objetivos, que permita introduzir flexibilidade nos NFRs para serem adaptáveis a qualquer alteração das condições ambientais. É sugerido que o RELAX (WHITTLE et al., 2009) pode melhorar a identificação dos requisitos nos quais a adaptação seja aplicada, considerando a sua rastreabilidade através do ciclo de vida de desenvolvimento, integrado a conceitos orientados a objetivos. A linguagem natural (RELAX) permite uma flexibilidade do requisito em tempo de execução. Para a modelagem, é utilizada SysML/KAOS (GNAHO; SEMMAK; LALEAU, 2013), uma extensão do modelo de requisitos SysML com os conceitos do modelo de metas. Apesar do uso SysML/KAOS e o RELAX o autor não apresenta na sua proposta como auxiliar o engenheiro de requisito nas descobertas de requisitos não funcionais e na captura do contexto de uso. No *NFR-DD Framework*, é utilizado o SIG para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais, sendo gerados a partir de informações das etapas anteriores e agrupando os outros NFR do projeto em um único SIG para

serem modelados em outras ferramentas. O documento final gerado pelo NFR-DD *Framework* pode auxiliar outros integrantes do projeto, tais como desenvolvedores e testadores.

O “*Medical Technology in Smart Homes: Exploring the User’s Perspective on Privacy, Intimacy and Trust*” (ZIEFLE; ROCKER; HOLZINGER, 2011), relata um estudo que explora as atitudes dos usuários relativamente aos sistemas de monitoramento, focando o estudo em investigar a disposição dos usuários em aceitar tecnologia médica nas suas casas e sob quais condições a tecnologia seria aceitável. O resultado da sua pesquisa com 165 usuários (entre 17-95 anos), destacou *Trust* e *Privacy* como requisitos centrais na adoção de sistemas, além de relevar que problemas de aceitação e as necessidades e desejos dos usuários devem ser seriamente considerados, de modo a projetar com sucesso novas tecnologias médicas. Com base no MSL, o NFR-DD *Framework* priorizou o NFR de usabilidade e aceitabilidade como requisito central na adoção do sistema para AAL, dentro em vista que o público idoso nem sempre tem a facilidade no uso da tecnologia.

O “*Extending the NFR Framework with Measurable NonFunctional Requirements*” (YRJÖNEN; MERILINNA, 2009), o autor sugere que requisitos claros e corretamente especificados são extremamente importantes para garantir a produção de produtos de *software* viáveis. Para Yrjönen e Merilinna (2009) garantir que os requisitos foram realmente implementados, deve haver um link de rastreamento dos requisitos para a implementação. Assim, o autor, propõe uma extensão para o *NFR Framework*, o chamando de *NFRs* mensuráveis, para preencher a lacuna entre os engenharia de requisitos e a Engenharia de *software* com a necessidade de que os SIG’s no *NFR Framework* sejam continuamente levados em conta, mas que os resultados do ES também sejam utilizados na ER. Embora o autor sugira fornecer ferramentas completas para iniciar um novo projeto, não foi possível encontrar um catálogo de requisitos não funcionais que permita o reuso vertical. No NFR-DD *Framework* buscou-se construir um catálogo de RNF que permita ser reusado dentro do domínio AAL.

O NFR *Framework* Chung et al. (2012) define um *framework* para representar os requisitos não funcionais, considerando-os como *softgoals*. Ao contrário das abordagens orientadas a funções, a estrutura NFR usa requisitos não funcionais para orientar todo o processo de design e fornece uma estrutura SIG para representar e armazenar as etapas e a lógica do *design*. Além de fornecer um meio para lidar com requisitos não funcionais, um diagrama SIG pode ser visto como um registro do histórico de desenvolvimento que pode ser usado para revisão, justificativa e modificação posteriores. Contudo, para o uso do NFR *Framework* no contexto de AAL, pode-se alterar o comportamento de algumas atividades, tais como: (i) O uso de *storytelling* na elicitação de requisitos, ajudando a identificação de requisitos não funcionais e o contexto de uso do idoso; (ii) na etapa “identificar NFRs específicos”, suporte para outros artefatos como requisitos legais, permitindo o reuso da árvore SIG relacionada a esses requisitos; (iii) Um repositório que suporte além do catálogo outros artefatos, tais como *storytelling*, requisitos legais e os seus relacionamentos.

A partir da análise dos sete trabalhos relacionados, são apontadas nove características que permitiram comparar os trabalhos, sendo algumas delas evidenciadas pelo MSL e o questionário com especialistas como importantes no desenvolvimento de sistemas AAL. Essas características são: Escopo, Abordagem, Repositório, Processo, Especificação de NFR, Análise de NFR, Ferramenta, Domínio, Tipo de Reuso e Requisitos Legais. A [Tabela 11](#) apresenta o resumo dos trabalhos relacionados e um comparativo com o *NFR-Driven Development Framework*.

7.2 CONTRIBUIÇÕES

Destacam-se como principais contribuições desse trabalho:

- Levantamento de elementos que devem ser considerados na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de um sistema AAL: durante a MSL e o resultado do questionário foi possível identificar e confirmar os elementos que devem ser considerados na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade. Considerar a experiência do *stakeholder* e os requisitos legais têm um impacto positivo na especificação de requisitos não funcionais, na usabilidade e aceitabilidade, aumentando as chances de adoção do sistema pelos *stakeholders*;
- Visão dos especialistas em sistemas AAL: com a aplicação do questionário, visando compreender, do ponto de vista dos envolvidos, como o desenvolvimento de sistemas AAL pode atender às necessidades dos usuários, com foco nos Requisitos não Funcionais. Foi possível compreender quais os principais requisitos legais com impacto nos sistemas AAL e a partir dessa relação identificar novos requisitos não funcionais;
- Levantamento dos Requisitos Legais que devem ser considerados na especificação de requisitos não funcionais de sistema AAL: durante uma pesquisa exploratória foi possível encontrar requisitos legais relacionadas ao sistema AAL, que posteriormente foram confirmadas no questionário aplicado com especialistas. Também durante a aplicação do estudo de caso foi considerada outros requisitos legais sugeridas pela equipe do estudo, que foram adicionadas a esta tese;
- Levantamento dos Requisitos não Funcionais que devem ser considerados na especificação de requisitos não funcionais de sistema AAL: graças a taxonomia foi possível ter uma visão geral dos requisitos não funcionais que devem ser consideradas na especificação de requisitos não funcionais em sistemas AAL. Novos RNF foram identificados, tais como: Ético, Autonomia e consentimento que influenciam na especificação de NFR de usabilidade e aceitabilidade;
- Formalização e disponibilização do conhecimento necessário para auxiliar os *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais que considere os requisitos legais e em experiência de usuários: a principal hipótese levantada neste trabalho foi da construção

de um *framework* para auxiliar na especificação de NFR de usabilidade e aceitabilidade. Durante a validação do *framework* foi possível identificar que as fases do *framework* auxiliam os *stakeholders* em um entendimento melhor da real necessidade do idoso, quais os NFR devem ser levados em consideração e os requisitos legais associadas a este sistema; *NFR-Driven Development Framework*: uma contribuição importante desta tese foi a construção do *framework* para acelerar o desenvolvimento de sistemas AAL, contribuindo para o levantamento dos requisitos legais e dos requisitos não funcionais que devem ser considerados na especificação de requisitos não funcionais, disponibilizando o conhecimento necessário para auxiliar os *stakeholders* no desenvolvimento de sistema AAL;

- Uma Taxonomia de Aceitabilidade no Uso de Sistemas AAL: foi proposto também uma taxonomia de aceitabilidade de sistemas AAL transversal aos requisitos não funcionais de qualidade de uso e a qualidade do produto (Figura 37 e Figura 38). A partir destas taxonomias, o *stakeholder* do NFR-DD *framework* tem uma base para instanciar conforme a necessidade e atualizar conforme levantamento feito com os *stakeholders* que vão utilizar o sistema AAL; e
- NFR-DD *Application*: a adoção de qualquer *framework* pode ser auxiliada por um ambiente computacional, nesta tese foi apresentado um ambiente *web* que já possui em seu *setup* inicial um conjunto de requisitos não funcionais, taxonomia de usabilidade e aceitabilidade, requisitos leis e árvores SIG's, para que os *stakeholders* do *framework* possam reusar e aumentar a sua produtividade durante o desenvolvimento de sistemas AAL.

Diante das contribuições aqui destacadas, acreditamos, que esta tese é pioneira na temática de pesquisa.

7.3 LIMITAÇÕES

É fundamental destacar algumas limitações desta pesquisa:

- Possíveis vieses do pesquisador, considerando que uma recomendação dada por (KITCHENHAM et al., 2009) é que pelo menos duas pessoas realizem esse processo para minimizar o viés do pesquisador na extração incorreta de dados. Um protocolo sistemático de pesquisa foi definido antes da sua conclusão para mitigar esse problema, e o processo foi seguido a partir daí;
- O levantamento dos requisitos para atualização da taxonomia proposta por Garcés et al. (2017) foram identificadas na literatura com base no mapeamento sistemático, bem como os requisitos legais apresentados nesta tese. Não foram utilizados padrões da indústria, normas técnicas e restrições informadas por profissionais da área como fonte para a taxonomia ou requisitos legais;

- O processo desenvolvido é focado nos requisitos não funcionais para o subdomínio saúde e cuidados na vida, portanto, não incorpora perspectivas relacionados aos requisitos de processo e requisitos externos;
- O tempo e esforço demandados para a realização da MSL, dada a excessiva quantidade de artigos retornados das bases de busca; e
- Embora a aplicação do questionário tenha sido realizada com 11 profissionais no objetivo de avaliar o processo sobre perspectivas relevantes da sua utilização e adoção, é necessário realizar mais avaliações sobre o uso do *NFR-DD Framework* por outros profissionais da área de *Ambient Assisted Living*.

7.4 TRABALHOS FUTUROS

A relevância de um trabalho pode ser avaliada também pelas perspectivas de futuras investigações que ele pode proporcionar. Portanto, com base nesta tese, identificamos alguns caminhos para possíveis pesquisas futuras na área de especificação de requisitos não funcionais para sistemas AAL:

- É importante investigar qual o impacto do *NFR-Driven Development Framework* em outros subdomínios da AAL, por isso, é sugerido o seu uso em outros subdomínios AAL, por exemplo, no subdomínio Ocupação na Vida, construindo um sistema para ajudar o idoso no aprendizado de um novo idioma conectado a outras pessoas;
- Apesar do foco *NFR-driven development* ser em sistemas AAL, a sua utilização poderia ser feita em outros domínios, como sistemas financeiros, educação, robótica e sistemas embarcados;
- Investigar abordagens para lidar com requisitos não funcionais conflitantes ou contraditórios na especificação de sistemas AAL, considerando a complexidade desses requisitos;
- Aprofundar o estudo sobre a captura e representação da experiência dos *stakeholders* na especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade, buscando desenvolver técnicas e ferramentas mais eficientes nesse aspecto;
- Apesar da validação do processo no estudo de caso, é necessária uma avaliação do *NFR-Driven Development Framework* por mais especialistas na área de requisitos, pela academia e por profissionais de outros segmentos da indústria, por exemplo, como seria o desempenho de aplicar o *NFR-DD Framework* em empresas especializadas em soluções na área da saúde na indústria brasileira;
- Apesar do *framework* contar com um ambiente computacional, é sugerido uma evolução para dar suporte a edição de documentos de forma colaborativa e incorporar dentro do

NFR-DD *Application* a ferramentas de modelagem, evitando que o *stakeholder* troque de ambientes;

- Investigar como integrar o *NFR-driven development Framework* com outros *frameworks* e metodologias de desenvolvimento de *software*, visando uma abordagem mais abrangente e integrada;
- Explorar mais o uso de abordagens de aprendizado de máquina e inteligência artificial para automatizar e melhorar as etapas de especificação de requisitos não funcionais em sistemas AAL implementadas no *NFR-Driven Development Framework*;
- Investigar possíveis critérios de aceitação e métricas de avaliação para os requisitos não funcionais em sistemas AAL para serem possíveis integrar a ferramentas de testes de *software*;
- Investigar formas de visualizar à árvore SIG com base na priorização de requisitos legais, por exemplo: como identificar no SIG geral do sistema AAL que o NFR de consentimento (com seus *softgoals* e operacionalizações) deve ser destacadas em relação a outros elementos;
- Investigar mecanismos para promover a colaboração entre profissionais de diferentes áreas, como engenharia de software, saúde, design de interação e direito, para enriquecer ainda mais o *NFR-DD Framework* e garantir que ele abranja todas as dimensões relevantes;
- Expansão do framework para considerar outras dimensões de requisitos não funcionais, além da usabilidade e aceitabilidade, como desempenho, segurança e escalabilidade;
- Investigar como incluir outras perspectivas importantes no *NFR-DD Framework*, como a especificação de requisitos não funcionais de acessibilidade para pessoas com necessidades especiais, sejam necessidades física, mental, intelectual e sensorial;
- Investigar como gerar as correlações do SIG de forma dinâmica no *NFR-DD Application* a partir da árvore SIG; e
- O uso da linguagem natural pode ser vantajoso para obter informações mais abrangentes dos *stakeholders*, a fim de aprimorar ainda mais essa coleta de dados. Sugerimos a criação de mecanismos para a extração automatizada das informações utilizando aprendizado de máquina.

7.5 PUBLICAÇÕES

Além das contribuições citadas, os resultados deste trabalho geraram algumas publicações, destacadas a seguir:

- American Academic Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences - 2022
Mauricio Manoel Coelho Junior and Fernanda Alencar. RS4AAL: A Process for Specifying and Analyzing Non-Functional Requirements in Ambient Assisted Living Systems ([JUNIOR; ALENCAR, 2022b](#))
- Journal of Engineering Research - 2022
Mauricio Manoel Coelho Junior and Fernanda Alencar. A Guide for Specifying Non-Functional Requirements in Ambient Assisted Living Systems. ([JUNIOR; ALENCAR, 2022a](#))
- CibSE: Iberoamerican Conference on Software Engineering - 2021
Junior, Mauricio Manoel Coelho and Coutinho, Willy Silva and de Alencar, Robson Lima and Alencar, Fernanda. Modelagem de Requisitos não Funcionais em Ambient Assisted Living: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. ([JÚNIOR et al., 2021a](#))
- WER: Workshop on Requirements Engineering - 2021
Junior, Mauricio Manoel Coelho and Coutinho, Willy Silva and de Alencar, Robson Lima and Alencar, Fernanda. Um Método para Modelagem de Requisitos não Funcionais em *Ambient Assisted Living*. ([JÚNIOR et al., 2021b](#))

REFERÊNCIAS

- 25010, I. **ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models**. 2011. Cited 2 times on pages [64](#) e [81](#).
- ABBOTT, R. J. **An integrated approach to software development**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1986. Cited on page [33](#).
- ADDO, I. D.; YANG, J.; AHAMED, S. I. Sptp: A trust management protocol for online and ubiquitous systems. In: **2014 IEEE 38th Annual Computer Software and Applications Conference**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 590–595. ISSN 0730-3157. Cited 2 times on pages [134](#) e [135](#).
- AFSARMANESH, H. et al. Consolidated vision of ict and ageing. Amsterdam **BRAID**, 2011. Cited 3 times on pages [20](#), [29](#) e [63](#).
- AHMAD, M.; BELLOIR, N.; BRUEL, J.-M. Modeling and verification of functional and non-functional requirements of ambient self-adaptive systems. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 107, p. 50–70, 2015. Cited 2 times on pages [87](#) e [88](#).
- AHMAD, M. et al. Using relax, sysml and kaos for ambient systems requirements modeling. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 10, p. 474–481, 2012. Cited 2 times on pages [134](#) e [135](#).
- ALAMI, A. Why do information technology projects fail? **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 100, p. 62–71, 2016. Cited on page [54](#).
- ALENCAR, F. M. R. d. Mapeando a modelagem organizacional em especificações precisas. **Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado**, 1999. Cited on page [34](#).
- ALFLEN, N. C.; PRADO, E. P. V. Qualidade na elicitação de requisitos: um estudo de caso sobre a participação da equipe. **GESTÃO. Org: Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 18, n. 2, 2020. Cited on page [37](#).
- ALMALKI, M. et al. Delivering digital healthcare for elderly: A holistic framework for the adoption of ambient assisted living. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 19, n. 24, p. 16760, 2022. Cited 3 times on pages [22](#), [33](#) e [134](#).
- ALMEIDA, A. et al. A critical analysis of an iot—aware aal system for elderly monitoring. **Future Generation Computer Systems**, Elsevier, v. 97, p. 598–619, 2019. Cited on page [28](#).
- ALVES, C.; NEVES, M. Especificação de requisitos de privacidade em conformidade com a lgpd: Resultados de um estudo de caso. In: **WER**. [S.l.: s.n.], 2021. Cited on page [55](#).
- AVILÉS-LÓPEZ, E. et al. Taking care of our elders through augmented spaces. In: IEEE. **2009 Latin American Web Congress**. [S.l.], 2009. p. 16–21. Cited on page [28](#).
- BARBACCIA, V. et al. Mature and older adults' perception of active ageing and the need for supporting services: Insights from a qualitative study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, MDPI, v. 19, n. 13, p. 7660, 2022. Cited on page [18](#).

- BASTONI, S. et al. Factors influencing implementation of ehealth technologies to support informal dementia care: umbrella review. **JMIR aging**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 4, n. 4, p. e30841, 2021. Cited on page 92.
- BELL, G.; DOURISH, P. Yesterday's tomorrows: notes on ubiquitous computing's dominant vision. **Personal and ubiquitous computing**, Springer, v. 11, p. 133–143, 2007. Cited on page 28.
- BIBLIA. **1 Coríntios 15:57**. 2023. <<https://www.bibliaonline.com.br/acf/1co/15/57>>. Mas graças a Deus que nos dá a vitória por nosso Senhor Jesus Cristo. Cited on page 6.
- BIBLIA. **Tiago Cap 1 v 17**. 2023. <<https://www.bibliaonline.com.br/acf/tg/1/17>>. Toda a boa dádiva e todo o dom perfeito vem do alto, descendo do Pai das luzes, em quem não há mudança nem sombra de variação. Cited on page 4.
- BIOLCHINI, J. C. de A. et al. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, Elsevier, v. 21, n. 2, p. 133–151, 2007. Cited on page 85.
- BORGIDA, A. et al. Techne: A (nother) requirements modeling language. **Computer Systems Research Group. Toronto, Canada: University of Toronto**, 2009. Cited on page 46.
- BORGO, S. et al. Dolce: A descriptive ontology for linguistic and cognitive engineering. **Applied ontology**, IOS Press, v. 17, n. 1, p. 45–69, 2022. Cited on page 46.
- BOULILA, N.; HOFFMANN, A.; HERRMANN, A. Using storytelling to record requirements: Elements for an effective requirements elicitation approach. In: **2011 Fourth International Workshop on Multimedia and Enjoyable Requirements Engineering (MERE'11)**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 9–16. ISSN 2155-7659. Cited 5 times on pages 43, 78, 79, 114 e 115.
- BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. E. et al. **Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK (R)): Version 3.0**. [S.l.]: IEEE Computer Society Press, 2014. Cited on page 35.
- BRITTES, M. P. **Proposta de Modelo de Gestão de Confiança para Internet das Coisas Médicas**. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL, 12 2016. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4598641>. Cited on page 70.
- BROEK, G. van den; CAVALLO, F.; WEHRMANN, C. **AALIANCE ambient assisted living roadmap**. [S.l.]: IOS press, 2010. v. 6. Cited on page 31.
- CANEDO, E. D.; MENDES, B. C. Software requirements classification using machine learning algorithms. **Entropy**, MDPI, v. 22, n. 9, p. 1057, 2020. Cited on page 52.
- CASTRO, C. F. et al. Towards a conceptual framework for decomposing non-functional requirements of business process into quality of service attributes. In: SCITEPRESS. **ICEIS 2019-Proceedings of the 21st International Conference on Enterprise Information Systems**. [S.l.], 2019. v. 2, p. 481–492. Cited on page 88.
- CHUNG, L. et al. The nfr framework in action. **Non-Functional Requirements in software engineering**, Springer, p. 15–45, 2000. Cited 6 times on pages 47, 49, 51, 85, 118 e 133.

- CHUNG, L. et al. **Non-functional requirements in software engineering**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012. v. 5. Cited 13 times on pages [35](#), [45](#), [46](#), [47](#), [48](#), [68](#), [77](#), [78](#), [87](#), [88](#), [134](#), [135](#) e [136](#).
- CICIRELLI, G. et al. Ambient assisted living: a review of technologies, methodologies and future perspectives for healthy aging of population. **Sensors**, MDPI, v. 21, n. 10, p. 3549, 2021. Cited 2 times on pages [97](#) e [131](#).
- COMMISSION, E. S. E. E. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2021. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Estrutura_populacional_e_envelhecimento&direction=next&oldid=510113>. [Online; accessed 01-August-2023]. Cited on page [18](#).
- COOMBES, I. D. et al. Why do interns make prescribing errors? a qualitative study. **Medical journal of Australia**, Wiley Online Library, v. 188, n. 2, p. 89–94, 2008. Cited on page [43](#).
- CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **psychometrika**, Springer, v. 16, n. 3, p. 297–334, 1951. Cited on page [128](#).
- CUNHA, H. de S. **Desenvolvimento de Software Consciente com Base em Requisitos**. [S.l.]: PUC-Rio, 2014. Cited on page [134](#).
- CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. C. S. do P. Non-functional requirements orienting the development of socially responsible software. In: SPRINGER. **Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling: 21st International Conference, BPMDS 2020, 25th International Conference, EMMSAD 2020, Held at CAiSE 2020, Grenoble, France, June 8–9, 2020, Proceedings 21**. [S.l.], 2020. p. 335–342. Cited on page [113](#).
- DALPIAZ, F.; FRANCH, X.; HORKOFF, J. *istar 2.0 language guide*. **arXiv preprint arXiv:1605.07767**, 2016. Cited on page [46](#).
- DANTAS, C. et al. **AAL Guidelines for Ethics, data privacy and security**. [S.l.], 2022. Cited on page [113](#).
- DARDENNE, A.; LAMSWEERDE, A. V.; FICKAS, S. Goal-directed requirements acquisition. **Science of computer programming**, Elsevier, v. 20, n. 1-2, p. 3–50, 1993. Cited on page [46](#).
- DASHBOARD da SMS. 2021. <<https://datastudio.google.com/s/p8wki5TufDU>>. [Online; accessed 01-fev-2023]. Cited on page [62](#).
- DAVIS, A. **Just enough requirements management: where software development meets marketing**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2013. Cited on page [34](#).
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 319–340, 1989. Cited on page [107](#).
- DICTIONARY, C. Cambridge advanced learner's dictionary. **Recuperado de: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/blended-learning>**, 2008. Cited on page [39](#).
- DWIVEDI, Y. K. et al. Re-examining the unified theory of acceptance and use of technology (utaut): Towards a revised theoretical model. **Information Systems Frontiers**, Springer, v. 21, p. 719–734, 2019. Cited on page [107](#).

DYBA, T.; KITCHENHAM, B. A.; JORGENSEN, M. Evidence-based software engineering for practitioners. **IEEE software**, IEEE, v. 22, n. 1, p. 58–65, 2005. Cited 2 times on pages 57 e 58.

ENDRES, A.; ROMBACH, H. D. **A handbook of software and systems engineering: Empirical observations, laws, and theories**. [S.l.]: Pearson Education, 2003. Cited on page 35.

ERIC, S. et al. **Social modeling for requirements engineering**. [S.l.]: MIT press, 2011. Cited on page 46.

ERICKSON, T. Notes on design practice: Stories and prototypes as catalysts for communication. In: **Scenario-based design: Envisioning work and technology in system development**. [S.l.: s.n.], 1995. p. 37–58. Cited on page 43.

FARAHBAKHS, F.; SHAHIDINEJAD, A.; GHOBAEI-ARANI, M. Context-aware computation offloading for mobile edge computing. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, Springer, p. 1–13, 2021. Cited on page 32.

FERNANDES, R. F. et al. Framework conceitual para o processo de identificação de oportunidades do front end da inovação. 2017. Cited on page 39.

FORBES. **Here's Why Elder Care May Be The Next Billion Dollar Technology Opportunity**. 2014. <<https://www.forbes.com/sites/michaelwolf/2014/04/24/heres-why-elder-care-may-be-the-next-billion-dollar-technology-opportunity/>>. [Online; accessed 01-Fev-2023]. Cited on page 19.

FORMULÁRIO de Extração dos Dados da SMS. 2021. <<https://forms.gle/V6M5bK2PUMSczKB28>>. [Online; accessed 01-Fev-2023]. Cited on page 62.

FREEMAN, R. E. **Strategic management: A stakeholder approach**. [S.l.]: Cambridge university press, 2010. Cited on page 54.

FRITOLA, R. G.; SANTANDER, V. F. Documentando requisitos de sistemas legados: um estudo de caso utilizando técnicas da engenharia de requisitos orientada a objetivos. In: **SBC. Anais da V Escola Regional de Engenharia de Software**. [S.l.], 2021. p. 139–148. Cited on page 47.

GARCÉS, L. et al. Quality attributes and quality models for ambient assisted living software systems: A systematic mapping. **Information and Software Technology**, Elsevier, v. 82, p. 121–138, 2017. Cited 6 times on pages 9, 21, 25, 96, 97 e 138.

GARCÉS, L. et al. Quality attributes and quality models for ambient assisted living software systems: A systematic mapping. **Information and Software Technology**, 2017. Cited 3 times on pages 65, 66 e 100.

GAUSEPOHL, K. Investigation of storytelling as a requirements elicitation method for medical devices. In: . [S.l.: s.n.], 2008. Cited 6 times on pages 43, 44, 78, 79, 114 e 115.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. [S.l.]: Plageder, 2009. Cited on page 24.

GERKE, S.; MINNSEN, T.; COHEN, G. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. In: **Artificial intelligence in healthcare**. [S.l.]: Elsevier, 2020. p. 295–336. Cited on page 90.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. [S.l.]: 6. ed. Editora Atlas SA, 2008. Cited on page 24.
- GLINZ, M. On non-functional requirements. In: IEEE. **15th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE 2007)**. [S.l.], 2007. p. 21–26. Cited on page 35.
- GNAHO, C.; SEMMAK, F.; LALEAU, R. Modeling the impact of non-functional requirements on functional requirements. In: SPRINGER. **International Conference on Conceptual Modeling**. [S.l.], 2013. p. 59–67. Cited on page 135.
- GOMES, M. S.; RAINHO, J.; ROCHA, N. P. Towards the integration of internet of things devices to monitor older adults activities in a platform of services. In: SPRINGER. **Information Technology and Systems: ICITS 2021, Volume 1**. [S.l.], 2021. p. 571–580. Cited on page 32.
- GOMES, T.; ALENCAR, F. Um survey com especialistas como validação de elementos para composição de uma ontologia para sistemas aal (ambient assisted living). **25th WER. Natal, Brasil**, 2022. Cited 3 times on pages 20, 74 e 96.
- GONÇALVES, E. et al. A systematic literature review of istar extensions. **Journal of Systems and Software**, Elsevier, v. 137, p. 1–33, 2018. Cited on page 46.
- GREGAR, J. Research design (qualitative, quantitative and mixed methods approaches). **Book published by SAGE Publications**, v. 228, 1994. Cited on page 39.
- GRGURIC, A. Ict towards elderly independent living. **Research and Development Centre, Ericsson Nikola Tesla**, 2012. Cited on page 28.
- GRIGOLLI, H. N. et al. Remi: Aplicativo para treino da cognição em idosos. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, n. E54, p. 115–127, 2022. Cited 2 times on pages 114 e 115.
- GUIZZARDI, R. et al. Ethical requirements for ai systems. In: SPRINGER. **Advances in Artificial Intelligence: 33rd Canadian Conference on Artificial Intelligence, Canadian AI 2020, Ottawa, ON, Canada, May 13–15, 2020, Proceedings 33**. [S.l.], 2020. p. 251–256. Cited on page 90.
- GUNTHER, M.; THOMAS, S. P. Nurses’ narratives of unforgettable patient care events. **Journal of Nursing Scholarship**, Wiley Online Library, v. 38, n. 4, p. 370–376, 2006. Cited on page 43.
- HASKINS, C.; FORSBERG, K.; ENGINEERING, I. C. on S. Systems engineering handbook:[seh]; a guide for system life cycle processes and activities. In: INCOSE. [S.l.], 2007. Cited on page 34.
- HOLTZBLATT, K.; BEYER, H. R. Requirements gathering: the human factor. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 38, n. 5, p. 31–32, 1995. Cited on page 91.
- HORKOFF, J. et al. Goal-oriented requirements engineering: an extended systematic mapping study. **Requirements engineering**, Springer, v. 24, p. 133–160, 2019. Cited on page 45.
- HOSS, M.; CATEN, C. S. T. Processo de validação interna de um questionário em uma survey research sobre iso 9001: 2000. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, 2010. Cited on page 85.

HUNTER, K. M.; MONTGOMERY, K. **Doctors' stories: The narrative structure of medical knowledge**. [S.l.]: Princeton University Press, 1991. Cited on page 45.

IBGE. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2022. <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34438-populacao-cresce-mas-numero-de-pessoas-com-menos-de-30-anos-cai-5-4-de-2012-a-202>>. [Online; accessed 01-August-2023]. Cited on page 18.

IEEE. Standard glossary of software engineering terminology. In: . [S.l.: s.n.], 1990. p. 610–12. Cited on page 34.

IENCA, M. et al. Considerations for ethics review of big data health research: A scoping review. **PloS one**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 13, n. 10, p. e0204937, 2018. Cited on page 87.

ISO. Iec25010: 2011 systems and software engineering—systems and software quality requirements and evaluation (square)—system and software quality models. **International Organization for Standardization**, v. 34, p. 2910, 2011. Cited 2 times on pages 21 e 97.

JABAREEN, Y. Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure. **International journal of qualitative methods**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 8, n. 4, p. 49–62, 2009. Cited 4 times on pages 39, 40, 41 e 87.

JANIESCH, C.; ZSCHECH, P.; HEINRICH, K. Machine learning and deep learning. **Electronic Markets**, Springer, v. 31, n. 3, p. 685–695, 2021. Cited on page 52.

JOBIN, A.; IENCA, M.; VAYENA, E. The global landscape of ai ethics guidelines. **Nature Machine Intelligence**, Nature Publishing Group UK London, v. 1, n. 9, p. 389–399, 2019. Cited on page 52.

JR, R. S. W. **Knowledge and Memory: The Real Story: Advances in Social Cognition, Volume VIII**. [S.l.]: Psychology Press, 2014. Cited on page 43.

JÚNIOR, M. et al. Modeling non-functional requirements in ambient assisted living: A systematic mapping of literature. In: **Proceedings of the XXIV Iberoamerican Conference on Software Engineering, CIbSE 2021, San Jose, Costa Rica, August 30 - September 3, 2021**. [S.l.]: Curran Associates, 2021. Cited 4 times on pages 19, 20, 22 e 96.

JUNIOR, M. M. C.; ALENCAR, F. A guide for specifying non-functional requirements in ambient assisted living systems. **Journal of Engineering Research**, Atena Editora, v. 3, n. 1, p. 2–14, dez. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.22533/at.ed.317312301019>>. Cited 2 times on pages 100 e 141.

JUNIOR, M. M. C.; ALENCAR, F. Rs4aal: A process for specifying and analyzing non-functional requirements in ambient assisted living systems. **American Academic Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences**, v. 90, n. 1, p. 501–520, Dec. 2022. Disponível em: <https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/8387>. Cited on page 141.

JÚNIOR, M. M. C. et al. Modelagem de requisitos não funcionais em ambient assisted living: um mapeamento sistemático da literatura. In: **CIbSE**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 136–149. Cited 2 times on pages 57 e 141.

JÚNIOR, M. M. C. et al. Um método para modelagem de requisitos não funcionais em ambient assisted living. In: **WER**. [S.l.: s.n.], 2021. Cited on page 141.

JURETA, I. J. et al. Techne: Towards a new generation of requirements modeling languages with goals, preferences, and inconsistency handling. In: IEEE. **2010 18th IEEE International Requirements Engineering Conference**. [S.l.], 2010. p. 115–124. Cited 2 times on pages 46 e 47.

KARWOWSKI, W. **International encyclopedia of ergonomics and human factors**. [S.l.]: Crc Press, 2001. v. 3. Cited on page 97.

KEELE, S. et al. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. [S.l.], 2007. Cited on page 57.

KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. **Information and software technology**, Elsevier, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009. Cited 2 times on pages 60 e 138.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Citeseer, 2007. Cited on page 60.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. Using mapping studies as the basis for further research—a participant-observer case study. **Information and Software Technology**, Elsevier, v. 53, n. 6, p. 638–651, 2011. Cited on page 57.

LAAZIRI, M. et al. A comparative study of php frameworks performance. **Procedia Manufacturing**, Elsevier, v. 32, p. 864–871, 2019. Cited on page 105.

LAHLOU, S.; LANGHEINRICH, M.; ROCKER, C. Privacy and trust issues with invisible computers. **Commun. ACM**, ACM, New York, NY, USA, v. 48, n. 3, p. 59–60, mar. 2005. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1047671.1047705>>. Cited on page 20.

LAMSWEERDE, A. V. Goal-oriented requirements engineering: A guided tour. In: IEEE. **Proceedings fifth iee international symposium on requirements engineering**. [S.l.], 2001. p. 249–262. Cited on page 45.

LAMSWEERDE, A. V.; LETIER, E. Handling obstacles in goal-oriented requirements engineering. **IEEE Transactions on software engineering**, IEEE, v. 26, n. 10, p. 978–1005, 2000. Cited on page 45.

LAPLANTE, P. A. **Requirements engineering for software and systems**. [S.l.]: Auerbach Publications, 2017. Cited 2 times on pages 34 e 38.

LAPOUCHNIAN, A. Goal-oriented requirements engineering: An overview of the current research. **University of Toronto**, v. 32, 2005. Cited on page 46.

LEAL, J. E. **Avaliação da aceitabilidade de um sistema de apoio à logística humanitária**. Tese (Doutorado) — PUC-Rio, 2019. Cited on page 21.

LEON, E. et al. Affect-aware behaviour modelling and control inside an intelligent environment. **Pervasive and Mobile Computing**, Elsevier, v. 6, n. 5, p. 559–574, 2010. Cited on page 32.

LEWIS, R. J. An introduction to classification and regression tree (cart) analysis. In: CITeseer. **Annual meeting of the society for academic emergency medicine in San Francisco, California**. [S.l.], 2000. v. 14. Cited on page 53.

- LINHARES, G. B. R.; LEITE, J. C. S. P. Negotiation-collaboration for quality of quality requirements. In: **Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Software Quality**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 216–221. Cited on page 20.
- LOH, W.-Y. Classification and regression trees. **Wiley interdisciplinary reviews: data mining and knowledge discovery**, Wiley Online Library, v. 1, n. 1, p. 14–23, 2011. Cited on page 53.
- MACEDO, P. C. de; CATINI, R. de C.; NETO, C. C. Sistemas críticos, um guia para elicitação de requisitos de software. **UNIVERSITAS**, n. 16, 2016. Cited on page 28.
- MANGANO, S. et al. Bridge: Mutual reassurance for autonomous and independent living. **IEEE Intelligent Systems**, IEEE, v. 30, n. 4, p. 31–38, 2015. Cited on page 20.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. [S.l.]: Atlas, 2003. Cited on page 24.
- MARSHALL, C.; ROSSMAN, G. B. **Designing qualitative research**. [S.l.]: Sage publications, 2014. Cited on page 39.
- MCADAMS, D. P. The psychology of life stories. **Review of general psychology**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 5, n. 2, p. 100–122, 2001. Cited on page 43.
- MCCREADIE, C.; TINKER, A. The acceptability of assistive technology to older people. **Ageing & Society**, Cambridge University Press, v. 25, n. 1, p. 91–110, 2005. Cited on page 21.
- MCNAULL, J. et al. Data and information quality issues in ambient assisted living systems. **Journal of Data and Information Quality (JDIQ)**, ACM, v. 4, n. 1, p. 4, 2012. Cited on page 20.
- MEIJERING, E. A bird’s-eye view of deep learning in bioimage analysis. **Computational and structural biotechnology journal**, Elsevier, v. 18, p. 2312–2325, 2020. Cited on page 52.
- MEMON, M. et al. Ambient assisted living healthcare frameworks, platforms, standards, and quality attributes. **Sensors**, MDPI, v. 14, n. 3, p. 4312–4341, 2014. Cited 2 times on pages 28 e 33.
- MIAN, P. et al. A systematic review process for software engineering. In: **ESELAW’05: 2nd Experimental Software Engineering Latin American Workshop**. [S.l.: s.n.], 2005. Cited 2 times on pages 57 e 58.
- MOGGRIDGE, B. Design by story-telling. **Applied Ergonomics**, Elsevier, v. 24, n. 1, p. 15–18, 1993. Cited on page 43.
- MONACO, R. et al. A non-functional requirements-based ontology for supporting the development of industrial energy management systems. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, p. 137614, 2023. Cited on page 113.
- MYLES, A. J. et al. An introduction to decision tree modeling. **Journal of Chemometrics: A Journal of the Chemometrics Society**, Wiley Online Library, v. 18, n. 6, p. 275–285, 2004. Cited on page 53.
- MYLOPOULOS, J.; CHUNG, L.; NIXON, B. Representing and using nonfunctional requirements: A process-oriented approach. **IEEE Transactions on software engineering**, IEEE, v. 18, n. 6, p. 483–497, 1992. Cited on page 47.

MYLOPOULOS, J.; CHUNG, L.; YU, E. From object-oriented to goal-oriented requirements analysis. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 42, n. 1, p. 31–37, 1999. Cited on page 46.

MYSQL. **MySQL**. 2019. <<https://www.mysql.com>>. [Online; accessed 01-Fev-2023]. Cited on page 70.

MÁRQUEZ, G. et al. Involving stakeholders in the implementation of microservice-based systems: A case study in an ambient-assisted living system. **IEEE Access**, v. 9, p. 9411–9428, 2021. Cited on page 87.

NADAL, C.; DOHERTY, G.; SAS, C. Technology acceptability, acceptance and adoption-definitions and measurement. In: **2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2019. Cited on page 98.

NADAL, C.; SAS, C.; DOHERTY, G. Technology acceptance in mobile health: scoping review of definitions, models, and measurement. **Journal of Medical Internet Research**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 22, n. 7, p. e17256, 2020. Cited 3 times on pages 22, 33 e 97.

NATIONS, U. **World Population Ageing 2020 Highlights: Living Arrangements of Older Persons (ST/ESA/SER.A/451)**. [S.l.]: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2020. Cited on page 18.

NDD-APPLICATION. **Fonte do NFR-driven development Application**. 2023. <<https://github.com/mauriciomanoel/nfr-driven-development-app>>. [Online; accessed 01-August-2023]. Cited on page 184.

NEDOPIIL, C.; SCHAUBER, C.; GLENDE, S. Knowledge base: Aal stakeholders and their requirements. **Ambient Assisted Living Association: Brussels, Belgium**, 2013. Cited on page 87.

NEERAJ, A. S. Internet of things and trust management in iot-review. **International research journal of engineering and technology**, v. 3, n. 6, p. p761–767, 2016. Cited on page 19.

NELSON, K. **Language in cognitive development: The emergence of the mediated mind**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1998. Cited on page 43.

NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. Requirements engineering: a roadmap. In: **Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering**. [S.l.: s.n.], 2000. p. 35–46. Cited on page 34.

OLIVEIRA, A. C. et al. Do brazilian federal agencies specify accessibility requirements for the development of their mobile apps? In: **XVI Brazilian Symposium on Information Systems**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–8. Cited 2 times on pages 54 e 55.

OMEROVIC, A. et al. Elicitation of quality characteristics for aal systems and services. In: **Ambient Intelligence-Software and Applications**. [S.l.]: Springer, 2013. p. 95–104. Cited on page 19.

OMS. “Ageing well” must be a global priority. 2014. <<https://www.who.int/news/item/06-11-2014--ageing-well-must-be-a-global-priority>>. [Online; accessed 01-jun-2023]. Cited on page 18.

- OTTO, P. N.; ANTON, A. I. Addressing legal requirements in requirements engineering. In: **15th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE 2007)**. [S.l.: s.n.], 2007. p. 5–14. Cited on page 22.
- PATTON, M. **Qualitative Research & Evaluation Methods**. Thousand Oaks, CA: **Publication**. [S.l.]: Inc, 2002. Cited on page 43.
- PEIXOTO, M. M.; SILVA, C. Specifying privacy requirements with goal-oriented modeling languages. In: ACM. **Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering**. [S.l.], 2018. p. 112–121. Cited on page 134.
- PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, Elsevier, v. 64, p. 1–18, 2015. Cited 2 times on pages 57 e 62.
- PFLEEGER, S. L.; KITCHENHAM, B. A. Principles of survey research: part 1: turning lemons into lemonade. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, ACM New York, NY, USA, v. 26, n. 6, p. 16–18, 2001. Cited 3 times on pages 73, 74 e 84.
- POHL, K. **Requirements engineering: An overview**. [S.l.]: RWTH, Fachgruppe Informatik Aachen, 1996. Cited on page 34.
- POTTMAIER, C. M. et al. Framework conceitual para organização e representação do conhecimento em saúde pessoal. 2022. Cited on page 39.
- PRESSMAN, R. S. **Software engineering: a practitioner's approach**. [S.l.]: Palgrave Macmillan, 2005. Cited on page 34.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. [S.l.]: Editora Feevale, 2013. Cited on page 73.
- PROGRAMME, A. **AAL Programme - Active Assisted Living Programme - Ageing Well**. 2019. <<http://www.aal-europe.eu/about/>>. [Online; accessed 01-Fev-2023]. Cited 3 times on pages 21, 22 e 32.
- PUROHIT, P. et al. Iot based ambient assisted living technologies for healthcare: Concepts and design challenges. In: IEEE. **2022 Sixth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC)**. [S.l.], 2022. p. 111–116. Cited on page 33.
- RAHMAN, M. M.; RIPON, S. Elicitation and modeling non-functional requirements - a pos case study. **International Journal of Future Computer and Communication**, v. 2, 03 2014. Cited 3 times on pages 20, 35 e 36.
- RAJKOMAR, A.; DEAN, J.; KOHANE, I. Machine learning in medicine. **New England Journal of Medicine**, Mass Medical Soc, v. 380, n. 14, p. 1347–1358, 2019. Cited on page 52.
- RASHIDI, P.; MIHAILIDIS, A. A survey on ambient-assisted living tools for older adults. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 17, n. 3, p. 579–590, May 2013. ISSN 2168-2194. Cited on page 19.
- REGONIEL, P. A. Conceptual framework: A step by step guide on how to make one. **SimplyEducate. Me**, 2015. Cited on page 39.

- RINZLER, B. **Telling stories: a short path to writing better software requirements**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009. Cited on page 43.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação: além de interação humano-computador**. [S.l.]: Porto Alegre, Brasi: Bookman, 2013. Cited on page 39.
- ROMEIRO, C.; ARAÚJO, P. et al. Definition of guideline-based metrics to evaluate aal ecosystem's usability. **Human Behavior and Emerging Technologies**, Hindawi, v. 2022, 2022. Cited on page 22.
- RUDNICKA, E. et al. The world health organization (who) approach to healthy ageing. **Maturitas**, Elsevier, v. 139, p. 6–11, 2020. Cited on page 18.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, SciELO Brasil, v. 11, p. 83–89, 2007. Cited on page 57.
- SANTANDER, V. F. A. Integrando modelagem organizacional com modelagem funcional. **Centro de informática, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado**, 2002. Cited on page 35.
- SBGG. **Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. 2019. <<https://sbgg.org.br/oms-divulga-metas-para-2019-desafios-impactam-a-vida-de-idosos/>>. [Online; accessed 01-Fev-2023]. Cited on page 18.
- SHALLEY, C. E.; GILSON, L. L.; BLUM, T. C. Matching creativity requirements and the work environment: Effects on satisfaction and intentions to leave. **Academy of management journal**, Academy of Management Briarcliff Manor, NY 10510, v. 43, n. 2, p. 215–223, 2000. Cited on page 97.
- SHEHABUDDEEN, N. et al. Representing and approaching complex management issues - role and definition. Apollo - University of Cambridge Repository, 2019. Disponível em: <<https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/288360>>. Cited on page 39.
- SILVA, D. V. D. et al. Uma tecnologia para apoiar a engenharia de requisitos de sistemas de software iot. In: **23rd Iberoamerican Conference on Software Engineering**. [S.l.: s.n.], 2020. Cited on page 88.
- SILVA, T. G. d. Uma ontologia como suporte para especificação de requisitos não funcionais de sistemas aal (ambient assisted living) considerando aspectos de compliance. Universidade Federal de Pernambuco, 2023. Cited 3 times on pages 87, 88 e 100.
- SIMÕES, D. Iconicidade e verossimilhança. **Semiótica aplicada ao texto verbal. Rio de Janeiro: Dialogarts**, 2007. Cited on page 65.
- SOLINGEN, R. V. et al. Goal question metric (gqm) approach. **Encyclopedia of software engineering**, Wiley Online Library, 2002. Cited on page 58.
- SOMMERVILLE, I. Software engineering 10th edition. **ISBN-9780133943030**, 2019. Cited 5 times on pages 20, 34, 35, 36 e 38.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC 20016-1:2014 - Information technology for learning, education and training — Language accessibility and human interface equivalencies (HIEs) in e-learning applications — Part 1: Framework and reference model for semantic interoperability**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/50963.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC 24751-1:2008 - Information technology — Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training — Part 1: Framework and reference model**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/41521.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC 25062:2006 - Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Common Industry Format (CIF) for usability test reports**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/43046.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC 25066:2016 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Common Industry Format (CIF) for Usability — Evaluation Report**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/63831.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC 29138-1:2018 - Information technology — User interface accessibility — Part 1: User accessibility needs**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/71953.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC 40500:2012 Information technology — W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/58625.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

STANDARDIZATION, I. O. for. **ISO/IEC TR 24028:2020 - Information technology — Artificial intelligence — Overview of trustworthiness in artificial intelligence**. 2023. <<https://www.iso.org/standard/77608.html>>. [Online; accessed 01-Set-2023]. Cited on page 81.

SURI, J. F.; MARSH, M. Scenario building as an ergonomics method in consumer product design. **Applied ergonomics**, Elsevier, v. 31, n. 2, p. 151–157, 2000. Cited 2 times on pages 43 e 44.

SWENSON, D. X.; CONBERE, J. P. Stakeholder management in organization development. **Organization Development Review**, v. 53, n. 4, 2021. Cited on page 54.

SYED, L. et al. Smart healthcare framework for ambient assisted living using iomt and big data analytics techniques. **Future Generation Computer Systems**, Elsevier, v. 101, p. 136–151, 2019. Cited on page 131.

TEIXEIRA, A.; QUEIRÓS, A.; ROCHA, N. P. da. **Laboratório Vivo de Usabilidade: Living Usability Lab**. [S.l.]: ARC Publishing, 2013. v. 1. Cited on page 28.

THAYER, R. H.; BAILIN, S. C.; DORFMAN, M. **Software requirements engineering**. [S.l.]: IEEE Computer Society Press, 1997. Cited 2 times on pages 36 e 38.

TOKUNAGA, S. et al. Cognitive training for older adults with a dialogue-based, robot-facilitated storytelling system. In: SPRINGER. **Interactive Storytelling: 12th International Conference on Interactive Digital Storytelling, ICIDS 2019, Little Cottonwood Canyon, UT, USA**,

- November 19–22, 2019, Proceedings 12. [S.l.], 2019. p. 405–409. Cited 2 times on pages 114 e 115.
- TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. Introdução à engenharia de software experimental. UFRJ, 2002. Cited 3 times on pages 83, 84 e 85.
- VACHER, M. et al. Development of audio sensing technology for ambient assisted living: Applications and challenges. **International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)**, IGI Global, v. 2, n. 1, p. 35–54, 2011. Cited 2 times on pages 22 e 31.
- VENKATESH, V. et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 425–478, 2003. Cited 3 times on pages 107, 108 e 109.
- WAINER, J. et al. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência da computação. **Atualização em informática**, Sociedade Brasileira de Computação/Editora PUC Rio Rio de Janeiro, v. 1, n. 221-262, p. 32–33, 2007. Cited on page 84.
- WHELAN, S. et al. Factors affecting the acceptability of social robots by older adults including people with dementia or cognitive impairment: a literature review. **International Journal of Social Robotics**, Springer, v. 10, n. 5, p. 643–668, 2018. Cited 2 times on pages 21 e 98.
- WHELAN, S. et al. Factors affecting the acceptability of social robots by older adults including people with dementia or cognitive impairment: A literature review. **International Journal of Social Robotics**, v. 10, n. 5, p. 643–668, 2018. Cited on page 33.
- WHITTLE, J. et al. Relax: Incorporating uncertainty into the specification of self-adaptive systems. In: IEEE. **2009 17th IEEE International Requirements Engineering Conference**. [S.l.], 2009. p. 79–88. Cited on page 135.
- WICHERT, R.; KLAUSING, H. **Ambient Assisted Living: 8. AAL-Kongress 2015, Frankfurt/M, April 29-30. April, 2015**. [S.l.]: Springer, 2016. Cited on page 87.
- WIKIPEDIA. **Rastreador web**. 2019. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Rastreador_web>. [Online; accessed 01-Fev-2023]. Cited on page 70.
- WOJCIECHOWSKI, M.; XIONG, J. A user interface level context model for ambient assisted living. In: SPRINGER. **International Conference on Smart Homes and Health Telematics**. [S.l.], 2008. p. 105–112. Cited on page 19.
- WONGSALA, M.; ANBÄCKEN, E.-M.; ROSENDAHL, S. Active ageing—perspectives on health, participation, and security among older adults in northeastern thailand—a qualitative study. **BMC geriatrics**, Springer, v. 21, p. 1–10, 2021. Cited on page 18.
- XAVIER, L. **Integração de Requisitos não Funcionais a Processos de Negócios: Integrando BPMN e NFR**. Dissertação (Mestrado) — UFPE, 2009. Cited on page 47.
- YRJÖNEN, A.; MERILINNA, J. Extending the nfr framework with measurable non-functional requirements. v. 553, 01 2009. Cited 2 times on pages 134 e 136.
- YU, E.; MYLOPOULOS, J. Why goal-oriented requirements engineering. In: **Proceedings of the 4th International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality**. [S.l.: s.n.], 1998. v. 15, p. 15–22. Cited on page 45.

ZANDESH, Z. et al. Legal framework for health cloud: A systematic review. **International journal of medical informatics**, Elsevier, v. 132, p. 103953, 2019. Cited on page [39](#).

ZHOU, Z.-H. **Machine learning**. [S.l.]: Springer Nature, 2021. Cited on page [52](#).

ZIEFLE, M.; ROCKER, C.; HOLZINGER, A. Medical technology in smart homes: Exploring the user's perspective on privacy, intimacy and trust. In: **2011 IEEE 35th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 410–415. Cited 2 times on pages [134](#) e [136](#).

APÊNDICE A – PROCESSO DE MAPEAMENTO COM A FERRAMENTA MYSM

DATABASE

```

1   CREATE DATABASE IF NOT EXISTS `mysm` /*!40100 DEFAULT CHARACTER SET
utf8 */;
   USE `mysm`;

   CREATE TABLE `document` (
6     `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
     `type` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `bibtex_citation` varchar(50) DEFAULT NULL,
     `source` varchar(255) DEFAULT NULL COMMENT 'Bases',
     `source_id` varchar(255) DEFAULT NULL,
11    `title_slug` varchar(500) DEFAULT '',
     `title` text DEFAULT NULL,
     `abstract` text DEFAULT NULL,
     `authors` text DEFAULT NULL,
     `keywords` text DEFAULT NULL,
     `year` varchar(255) DEFAULT NULL,
16    `volume` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `issue` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `issn` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `isbns` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `doi` varchar(255) DEFAULT NULL,
21    `document_url` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `pdf_link` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `pdf_path_local` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `published_in` text DEFAULT NULL,
     `pages` varchar(255) DEFAULT NULL,
26    `search_string` text DEFAULT NULL,
     `duplicate` tinyint(4) DEFAULT 0,
     `duplicate_id` int(11) DEFAULT NULL,
     `citation_count` int(11) DEFAULT NULL,
     `download_count` int(11) DEFAULT NULL,
31    `metrics` text DEFAULT NULL,
     `full_text` text DEFAULT NULL,
     `file_name` varchar(255) DEFAULT NULL,
     `bibtex` text DEFAULT NULL,
     `created_at` datetime DEFAULT current_timestamp(),
36    `updated_at` datetime DEFAULT current_timestamp(),
     PRIMARY KEY (`id`),
     KEY `idx_title_file_name_source` (`title_slug`,`file_name`,`source`)
   ) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=984 DEFAULT CHARSET=utf8;

```

CRAWLER ELSERVIER

```

1 class ElsevierScienceDirect {

    private static $URL = 'https://www.sciencedirect.com';

6 public static function getURL($offset, $query)
    {
        $url = self::$URL . "/search/advanced?tak=$query&show=100&sortBy=
relevance&articleTypes=REV%2CFLA%2CABS&offset=$offset";
        Util::showMessage($url);
        return $url;
11    }

    public static function start($page, $query_string, $url) {
        Util::showMessage("Page: " . $page);
16        $url = self::getUrl($page, $query_string);
        self::progress($url);
    }

    public static function progress($value) {
21

        //$html = Util::loadURL($url, COOKIE, USER_AGENT);
        //var_dump($url, $html); exit;
        $bibtex_new = "";
26        $jsonValue = json_decode($value, true);
        $articles = $jsonValue["searchResults"];
        //echo "<pre>"; var_dump($articles); exit;
        foreach($articles as $key => $article) {
            $data      = self::getDataArticle($article);
31            Util::showMessage(($key + 1) . "/" . count($articles) . " - " .
            $article["title"]);
            $bibtex      = self::getBibtex($article["pii"]);

            //var_dump($bibtex); exit;
            $bibtexTemp = Util::add_fields_bibtex($bibtex, $data);
36            $bibtex_new .= $bibtexTemp;

            if (!empty($bibtexTemp)) {
                Util::showMessage("Download bibtex file OK.");
                Util::showMessage("");
41            }

            sleep(rand(2,4)); // rand between 5 and 8 seconds
        }
    }
}

```

```
46     if (!empty($bibtex_new)) {
        file_put_contents(FILE, $bibtex_new, FILE_APPEND);
        Util::showMessage("File " . FILE . " saved successfully.");
        Util::showMessage("");
51     }
    }

    public static function getDataArticle($value) {
        $retorno      = array("url_article"=>"", "title"=>"", "doc"=>"",
56         "link_pdf"=>"");

        $title        = $value["sourceTitle"];
        $link_pdf      = self::$URL . $value["pdf"]["downloadLink"];
        $url_article   = self::$URL . $value["link"];

61         $retorno["doc"] = $value["pii"];
        $retorno["title"] = $title;
        $retorno["url_article"] = $url_article;
        $retorno["link_pdf"] = $link_pdf;

66         return $retorno;
    }

    public static function getBibtex($doc) {

71         $curl = curl_init();

        curl_setopt_array($curl, array(
            CURLOPT_URL => "https://www.sciencedirect.com/sdfe/arp/cite?pii=$
86         doc&format=text%2Fxml-bibtex&withabstract=true",
            CURLOPT_RETURNTRANSFER => true,
            CURLOPT_ENCODING => "",
76             CURLOPT_MAXREDIRS => 10,
            CURLOPT_TIMEOUT => 30,
            CURLOPT_HTTP_VERSION => CURL_HTTP_VERSION_1_1,
            CURLOPT_CUSTOMREQUEST => "GET",
81             CURLOPT_HTTPHEADER => array(
                "Accept: */*",
                "Accept-Encoding: gzip, deflate",
                "Cache-Control: no-cache",
                "Connection: keep-alive",
86                 "Cookie: __cfduid=d738348cc60f8946c043de9c898ef5c4f1565817401;
                id_ab=B:100:3; EUID=106eaf15-bd6a-41cb-99c7-d48e23b53348; csrf_token=
                ec36dc85-b4e8-4678-a2ca-e6f50a651dd6; sd_access=
                eyJlbnMiOiJBMTI4Q0JDLUhTMjU2IiwiaWwiYXNpIjoia2ZGlyIn0..Mh1OWsFsOGOL9DVpHzAFYw
```

```

.36
tfhlzyq8q3I8MS5ea5MAZfBhNkg3wSLCcPD2RrU4sIxa_i5Dl0glPokqPK3N8IDqOihdMVOzpc_2644N2S
-5l_RK3qHtkg7aD0jhHjDlMVLp9el9sn-QAyXQHWiUPALBRD-9Ow.sz7z4q-
aCnhHzzKBNNHIww; sd_session_id=4c3a0dfa36df444c318bfa57c252aea937c4gxrb
; has_multiple_organizations=false; MIAMISESSION=632763ac-a55a-43c2-abfe
-b2fae30a7bf6:3743273328",
    "Host: www.sciencedirect.com",
    "Postman-Token: 70d37852-13a3-4d86-864c-5b89242abdab,9be3eae
-00dd-422b-8e90-7fb72d6cb85f",
    "User-Agent: PostmanRuntime/7.15.2",
    "cache-control: no-cache"
91     ),
    ));

$response = curl_exec($curl);
$error = curl_error($curl);
96     curl_close($curl);
    return $response;

}

101 public static function getPDF($file) {
    $pdf = Util::loadURL($file, COOKIE, USER_AGENT);
    return $pdf;
}
}
106 ?>

```

CRAWLER PMC

```

<?php
class Pmc {
3
    private static $URL = 'https://www.sciencedirect.com';

    public static function getURL($offset, $query)
    {
8        $url = self::$URL . "/search/advanced?tak=$query&show=100&sortBy=
relevance&articleTypes=FLA%2CCH&offset=$offset";
        Util::showMessage($url);
        return $url;
    }

13 public static function start($page, $query_string, $url) {
    Util::showMessage("Page: " . $page);
    $url = self::getUrl($page, $query_string);
}
}

```

```

        self::progress($url);
    }
18
    public static function progress($url) {
        $html = Util::loadURL($url, COOKIE, USER_AGENT);

        // Check Google Captcha
23
        if ( strpos($html, "gs_captcha_cb()") !== false || strpos($html, "
        sending automated queries") !== false ) {
            Util::showMessage("Captha detected"); exit;
        }

        //var_dump($html); exit;
28
        preg_match_all('/INITIAL_STATE=(.*)/', $html, $values,
        PREG_PATTERN_ORDER);

        if (!empty($values) ) {
            $value = $values[1][0];
            $value = trim($value);
33
            $value = str_replace("</script>", "", $value);
            $jsonValue = json_decode($value, true);
        }

        $bibtex_new = "";
38
        $articles = $jsonValue["search"]["searchResults"];
        foreach($articles as $article) {

            $data      = self::getDataArticle($article);
            Util::showMessage($article["title"]);
43
            $bibtex      = self::getBibtex($article["pii"]);
            $bibtex_new .= Util::add_fields_bibtex($bibtex, $data);
            sleep(rand(2,4)); // rand between 5 and 8 seconds
        }

        Util::showMessage("Download bibtex file OK.");
48
        Util::showMessage("");
    /*

    $classname="ResultItem col-xs-24 push-m";
    $htmlValues = Util::getHTMLFromClass($html, $classname, "li");
    $bibtex_new = "";
53
    $could_not_downloaded = 0;
    var_dump($html); exit;
    foreach($htmlValues as $htmlValue) {
        $data      = self::getDataArticle($htmlValue);
        Util::showMessage($data["title"]);
58
        $bibtex      = self::getBibtex($data["doc"]);

        if ( strpos($bibtex, "innerHTML") !== false ||

```

```

        strpos($bibtex, "<body>") !== false ||
        strpos($bibtex, "function(") !== false ||
63      strpos($bibtex, "gs_captcha_cb()") !== false ||
        strpos($bibtex, "sending automated queries") !== false ||
        strpos($bibtex, "<html>") !== false) {
        Util::showMessage("Detected HTML or Captha detected"); exit
;
    }
68    if (empty( $bibtex)) {
        Util::showMessage("Bibtex could not be downloaded");
        $could_not_downloaded++;
        if ($could_not_downloaded > 3) exit;
    } else {
73      unset($data["title"]);
        unset($data["doc"]);
        $bibtex_new .= Util::add_fields_bibtex($bibtex, $data);
        var_dump($bibtex_new); exit;
        Util::showMessage("Download bibtex file OK.");
78      Util::showMessage("");
    }
    sleep(rand(2,4)); // rand between 5 and 8 seconds
}
*/
83    if (!empty($bibtex_new)) {
        file_put_contents(FILE, $bibtex_new, FILE_APPEND);
        Util::showMessage("File " . FILE . " saved successfully.");
        Util::showMessage("");
    }
88  }

public static function getDataArticle($value) {
    $retorno      = array("url_article"=>"", "title"=> "", "doc"=>"",
"link_pdf"=>"");

93

    $title        = $value["sourceTitle"];
    $link_pdf     = self::$URL . $value["pdf"]["downloadLink"];
    $url_article  = self::$URL . $value["link"];

98

    $retorno["doc"] = $value["pii"];
    $retorno["title"] = $title;
    $retorno["url_article"] = $url_article;
    $retorno["link_pdf"] = $link_pdf;
103

    return $retorno;

```

```

    }

108     public static function getBibtex($doc) {
        $url = self::$URL . "/sdfe/arp/cite?pii=$doc&format=text%2Fx-bibtex
&withabstract=true";

        $bibtex = Util::loadURL($url, COOKIE, USER_AGENT);
        $bibtex = strip_tags($bibtex); // remove html tags
113     return $bibtex;
    }

    public static function getPDF($file) {
        $pdf = Util::loadURL($file, COOKIE, USER_AGENT);
118     return $pdf;
    }
}

?>

```

CRAWLER SPRINGER

```

<?php
3
class Springer {
    private static $URL = 'https://link.springer.com';

    public static function getUrl($page, $query, $content_type="", $
language="")
8
    {

        $url = "";
        if (!empty($content_type)) {
            $content_type = "&facet-content-type=\""$content_type\"";
13
        }
        if (!empty($language)) {
            $language = "&facet-language=\""$language\"";
        }
        $url = self::$URL . "/search/page/$page?query=$query" . $content_
type . $language;
18
        //Util::showMessage($url);
        return $url;
    }

    public static function start($page, $query_string, $url, $file, $
content_type, $language) {
23
        Util::showMessage("Page: " . $page);
    }
}

```

```

    $url = self::getUrl($page, $query_string, $content_type, $language)
;
    self::progress($url, $file);
}

28 public static function progress($url, $file) {
    $html = Util::loadURL($url, COOKIE, USER_AGENT);

    // Check Google Captcha
    if ( strpos($html, "gs_captcha_cb()") !== false || strpos($html, "
33 sending automated queries") !== false ) {
        Util::showMessage("Captha detected"); exit;
    }

    $classname = "no-access";
    $htmlValues = Util::getHTMLFromClass($html, $classname, "li");
38 $bibtex_new = "";
    Util::showMessage("Total " . count($htmlValues));
    foreach($htmlValues as $htmlValue) {

        $data      = self::getTitleAndUrlAndDocFromHTML($htmlValue);
43
        Util::showMessage($data["title"]);

        if ( strpos($data["url_article"], "book") !== false ) {
            Util::showMessage("It was not possible download bibtex file
48 from a Book.");
            continue;
        }

        $bibtex      = self::getBibtex($data["doc"]);

53
        if ( strpos($bibtex, "Internal Server Error") !== false ||
        strpos($bibtex, "Page not found") !== false) {
            Util::showMessage("It was not possible download bibtex
        file: Internal Server Error or Page not found");
            sleep(rand(2,4)); // rand between 2 and 4 seconds
            continue;
        }

58
        if (!empty($data["url_article"])) {
            unset($data["title"]);
            unset($data["doc"]);
            $bibtex_new .= Util::add_fields_bibtex($bibtex, $data);
63
        } else {
            $bibtex_new .= $bibtex;
        }
    }
}

```

```
        Util::showMessage("Download bibtex file OK.");
68      Util::showMessage("");
        sleep(rand(2,4)); // rand between 2 and 4 seconds
    }

    if (!empty($bibtex_new)) {
73      file_put_contents($file, $bibtex_new, FILE_APPEND);
        Util::showMessage("File $file saved successfully.");
        Util::showMessage("");
    }
}

78 public static function getTitleAndUrlAndDocFromHTML($html) {
    $retorno = array("url_article"=>"", "title"=>"", "doc"=>"");
    $classname = "title";
    $values = Util::getHTMLFromClass($html, $classname, "a");
83 $url = trim(Util::getURLFromHTML($values[0]));
    $title = trim(strip_tags($values[0]));

    $docs = explode("/", $url);
    $length = count($docs);
88 $doc = "";
    for($i=2;$i<$length;$i++) {
        $doc .= $docs[$i] . "/";
    }
    $doc = rtrim($doc, "/");

93

    if (strpos($url, "http") === false) {
        $url = self::$URL . $url;
    }
    if (!empty($url) && !empty($title)) {
98 $retorno["url_article"] = $url;
    }
    if (!empty($title)) {
        $retorno["title"] = $title;
    }
103 if (!empty($doc)) {
        $retorno["doc"] = $doc;
    }

    return $retorno;
108 }

public static function getBibtex($doc) {
    $url = "https://citation-needed.springer.com/v2/references/$doc?format=bibtex&flavour=citation";
```

```

113     $bibtex = Util::loadURL($url, COOKIE, USER_AGENT);
        $bibtex = strip_tags($bibtex); // remove html tags
        return $bibtex;
    }

    public static function getPDF($doc) {
118         $url = "https://citation-needed.springer.com/v2/references/$doc?for
            mat=bibtex&flavour=citation";
        $bibtex = Util::loadURL($url, COOKIE, USER_AGENT);
        $bibtex = strip_tags($bibtex); // remove html tags
        return $bibtex;
    }
123 }

?>

```

CRAWLER ACM

```

<?php
4 class ACMController extends Controller {

    private static $query = null;

    public function import_bibtex() {
9
        $path_file = storage_path() . "/data_files/acm/bib/";
        $files = File::load($path_file);

        Util::showMessage("Start Import bibtex file from ACM");
14        foreach($files as $file) {
            Util::showMessage($file);
            $parser = new ParserCustom(); // Create a Parser
            $listener = new Listener(); // Create and configure a
            Listener
            $parser->addListener($listener); // Attach the Listener to
            the Parser
19            $parser->parseFile($file); // or parseFile('/path/to/
                file.bib')
            $entries = $listener->export(); // Get processed data from
            the Listener

            Util::showMessage("Total articles: " . count($entries));

24            foreach($entries as $key => $article) {

```

```

        // $query = str_replace(array($path_file, ".bib"), "", $
file);

        $source_id = 0;
        // Add new Parameter in variable article
29     $article["search_string"] = self::$query;
        if (isset($article["acmid"])) {
            $article["document_url"] = Config::get('constants.
pach_acm') . "citation.cfm?id=" . $article["acmid"];
            $source_id                = $article["acmid"];
            $article["source_id"]      = $source_id;
34     }
        $article["bibtex"]            = json_encode($article["_original"]); // save bibtex in json
        $article["source"]            = Config::get('constants.
source_acm');
        $article["file_name"]         = $file;

39     $duplicate = 0;
        $duplicate_id = null;
        // Search if article exists
        $title_slug = Slug::slug($article["title"], "-");
        $article["title_slug"] = $title_slug;
44     $document = Document::where(
        [
            ['title_slug', '=', $title_slug],
            ['file_name', '=', $file],
            ['source', '=', Config::get('constants.source_acm')]
        ],
49     ])
        ->first();
        if (empty($document)) {
            // Create new Document
            $document_new = CreateDocument::process($article);
54
            // Find if exists article with title slug
            $document = Document::where('title_slug', $title_slug)
->first();

            if (!empty($document)) {
                $duplicate = 1;
59                 $duplicate_id = $document->id;
            }
            $document_new->duplicate = $duplicate;
            $document_new->duplicate_id = $duplicate_id;
            $document_new->save();

64     } else {

```

```

        Util::showMessage("Article already exists: " . $article
["title"] . " - " . $file);
        Util::showMessage("");
    }
69     }
    }
    Util::showMessage("Finish Import bibtex file from ACM");
    // self::load_detail();
}
74

/**
 * Load Detail from Website ACM
 *
 * @param void
 * @return void
79 */
public function load_detail() {
    Util::showMessage("Start Load detail from ACM");
    $documents = Document::where(
84     [
        ['source', '=', Config::get('constants.source_acm')],
        ['duplicate', '=', 0],
    ])
    ->whereNotNull('source_id')
89     ->whereNull('metrics')
    ->get();

    Util::showMessage("Total Articles ACM " . count($documents));
    foreach($documents as $document) {
94         $url          = Config::get('constants.url_acm_abstract') . $
document->source_id;

        Util::showMessage("Load detail ACM $url");
        $curl = curl_init();
        curl_setopt_array($curl, array(
99         CURLOPT_URL => $url,
         CURLOPT_RETURNTRANSFER => true,
         CURLOPT_ENCODING => "",
         CURLOPT_MAXREDIRS => 10,
         CURLOPT_TIMEOUT => 0,
104         CURLOPT_FOLLOWLOCATION => true,
         CURLOPT_HTTP_VERSION => CURL_HTTP_VERSION_1_1,
         CURLOPT_CUSTOMREQUEST => "GET",
         CURLOPT_HTTPHEADER => array(
             "Cookie: __cfduid=
d5b814e8a29cfb65b2c691cd938a86b9b1595675813; JSESSIONID=a65b8b77-b28c-41
e2-a2e1-deaf6e091b0a; SERVER=WZ6myaEXBLHhywl+EH5LRA==; MAID=XacNL/

```

```
TCQEBrnJqF+2cRIQ==; MACHINE_LAST_SEEN=2020-07-25T04%3A16%3A53.334-07%3
A00; I2KBRCK=1"
109     ),
        ));

        $html_article = curl_exec($curl);
        curl_close($curl);
114
        if (empty($html_article)) {
            Util::showMessage("HTML not found $url");
            continue;
        }
119     preg_match_all('/<div class="abstractSection abstractInFull
">(.*?)</div>/s', $html_article, $conteudo, PREG_SET_ORDER, 0);

        if (!empty($conteudo[0][1])) {
            $document->abstract      = strip_tags($conteudo[0][1]);
124
            $document->save();

            $rand = rand(2,4);
            Util::showMessage("$rand seconds pause for next step.");
129     sleep($rand);
        }
        Util::showMessage("Finish Load detail from ACM");
    }
}
```

APÊNDICE B – PROTOCOLO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

1) Justificativa para a pesquisa

Apresentar uma visão geral de como é feita a modelagem de Requisitos não Funcionais (NFR) em *Ambient Assistant Living* (AAL) e quais são os principais NFR abordados por subdomínio.

2) Pergunta da pesquisa

RQ1 – Quais os subdomínios de AAL que o estudo suporta?

RQ2 – Quais os requisitos não funcionais identificados?

RQ3 - Quais técnicas / métodos são usados para apoiar a modelagem e/ou especificação de NFR em AAL?

RQ4 - Quais ferramentas são utilizadas na modelagem e/ou especificação de NFR?

RQ5 - Quais são os problemas em aberto relacionados à área de pesquisa?

3) Estratégia para buscar os estudos primários, incluindo

a) Termos de busca:

- Ambient Assisted Living, Non-functional Requirements, Specification, Modeling
- Identificar os sinônimos ou palavras relacionadas.

b) Recursos de pesquisa:

- A busca será realizada nas seguintes bases de dados eletrônicas: Biblioteca Digital da ACM, Science Direct, US National Library of Medicine National Institutes of Health, Engineering Village, PubMed, Springer and Scopus

c) Critérios para seleção das bases de dados:

- O banco de dados está disponível para nós por meio de nossa instituição.
- O banco de dados é capaz de usar expressões lógicas ou um mecanismo semelhante.
- A base de dados permite buscas completas ou buscas apenas em campos específicos das obras.
- O banco de dados permite opções de filtragem adicionais, como ano de

publicação ou idioma de publicação.

- A base de dados é uma das mais relevantes nas áreas de investigação de interesse neste processo do mapeamento: engineering, computer science, and care and assistance technologies.

d) String de busca:

("AAL" OR "Ambient Assisted Living" OR "ambient assisted" OR "ambient assistance" OR "assisted environment" OR "assistive environment" OR "AAL environment" OR "independent living" OR "assisted life" OR "intelligent living" OR "pervasive living" OR "assistive environments" OR "AAL environments" OR "assisted environments" OR "Assistive Software") AND ("quality model" OR "quality attribute" OR "non-functional property" OR "Non-Functional Requirements" OR "quality requirement" OR "quality models" OR "quality attributes" OR "non-functional properties" OR "non-functional requirements" OR "quality requirements" OR "NFR") AND ("specification" OR "model")

4) Critérios de seleção de estudos (inclusão e exclusão)

Critérios de inclusão:

- (a) Os estudos devem ter sido publicados em periódicos, simpósios ou congressos das bases citadas.
- (b) Os estudos devem ser escritos em inglês.
- (c) Os estudos devem estar disponíveis na web.
- (d) Os estudos devem ser artigos completos.
- (e) Estudos que abordam as relações com o foco de trabalho. Estudos primários.

Critérios de exclusão:

- (a) Artigos resumidos.
- (b) Estudos duplicados (o único será considerado).
- (c) Estudos que não abordam a relação com o foco do trabalho.
- (d) O estudo redundante de um autor (será considerada a versão mais completa).
- (e) Livro ou capítulo de livro.
- (f) Estudos sem resumo disponível.

5) Procedimentos de seleção de estudos

Deverão ser realizadas buscas com as palavras-chave nas fontes de pesquisa definidas. Dos trabalhos recuperados deverão ser lidos os títulos, resumos e palavras-chave, já baseada nos critérios de inclusão e exclusão, será feita para selecionar os textos que deverão ser lidos integralmente. Os textos selecionados deverão ser lidos integralmente e avaliados rigorosamente conforme os mesmos critérios, sendo considerados válidos ou inválidos para os objetivos deste Mapeamento Sistemática pelo principal revisor (autor). Se houver dúvida da relevância, os demais revisores serão consultados. Se houver qualquer discordância na inclusão ou exclusão de um estudo com os demais revisores, o mesmo deve ser incluído.

6) Procedimentos de avaliação da qualidade dos estudos

Em adição aos critérios gerais de inclusão e exclusão, é considerado importante avaliar a qualidade dos estudos primários [Kitchenham, 2004]. Apesar de não existir uma definição universal do que seja qualidade de estudo, a maioria dos checklists inclui questões que objetivam avaliar o viés é minimizado e a validação interna e externa são maximizadas [Kitchenham, 2007].

Para responder às questões dos critérios de qualidade, o pesquisador pode usar os seguintes níveis de concordância (SIM = 1, PARCIALMENTE = 0,5 e NÃO = 0), seguindo a tabela abaixo:

#	Critério	Respostas
1	Existe uma explicação de por que o estudo foi feito?	Y=1, N=0, P=0.5
2	Os autores deixam claro qual é o propósito do estudo?	Y=1, N=0, P=0.5
3	A abordagem proposta está claramente descrita	Y=1, N=0, P=0.5
4	Há discussão sobre os resultados obtidos?	Y=1, N=0, P=0.5
5	Há uma apresentação clara dos problemas em aberto na área de estudo?	Y=1, N=0, P=0.5
6	O artigo apresenta alguma modelagem UML ou Orientada a Objetivos no estudo?	Y=1, N=0, P=0.5
7	O artigo apresenta de forma clara NFR que apoiam ou tem impacto em AAL?	Y=1, N=0
8	O artigo descreve algum método para avaliação da proposta?	Y=1, N=0

9	O artigo apresenta técnicas ou métodos que apoiam a modelagem ou especificação de requisitos não funcionais	Y=1, N=0, P=0.5
10	O artigo apresenta alguma especificação ou modelagem de RNF?	Y=1, N=0

Os estudos avaliados podem se enquadrar em 4 níveis de qualidade a partir dos valores finais da avaliação de cada estudo: Ruim, Regular, Bom e Ótimo.

Escala de Qualidade	
De 0 a 2,5	Ruim
De 2,5 a 5,5	Regular
De 5,6 a 7,5	Bom
De 7,6 a 10	Ótimo

Serão aprovados os trabalhos considerados se enquadrar na escala bom e ótimo.

7) Estratégia de extração de dados

Fase 1: A pesquisa deve ser conduzida nos bancos de dados indicados neste protocolo e usando a string de consulta. Para as bases Biblioteca Digital da ACM, Science Direct, Engineering Village, Scopus foram coletados os artigos no formato .bib. Para as bases US National Library of Medicine National Institutes of Health, PubMed foram coletados os arquivos no formato .ris e .nbib respectivamente, sendo necessário um parser para converter no formato .bib. Para a base Springer foi baixado os artigos no formato .csv e posteriormente executado um script para baixar o resumo de cada artigo.

Fase 2: Deve ser aplicado o critério de inclusão e exclusão da lista baixada de artigos na fase 1.

Fase 3: Deve ser aplicado um filtro para buscar os termos ("AAL" ou "**Ambient?Assisted**" ou "**assistance**" ou "**assisted**" ou "**assistive**" ou "**living**") e ("NFR" ou "**non?functional**" ou "**quality**") nos campos título, resumo e palavra-chave.

Fase 4: Os artigos devem ser lidos em detalhes e analisados com base na lista de verificação de avaliação de qualidade. Durante o processo de leitura pode ser adicionado outros artigos proveniente da literatura cinza.

Fase 5: Devem ser selecionados todos os artigos que tiveram bom e ótimo na escala de qualidade.

8) Estratégia de divulgação dos dados

Com os resultados obtidos, deverá ser redigido um relatório que descreve sinteticamente o conteúdo dos artigos.

9) Ameaças à validade

As principais ameaças identificadas para a validade deste SMS são descritas a seguir: (i) Extração de dados: Refere-se à forma como os dados foram extraídos dos estudos primários, visto que, nem todas as informações eram óbvias para responder às questões da pesquisa e alguns dados tiveram que ser interpretados. Além disso, em caso de desacordo entre os três revisores, uma discussão foi conduzida por um quarto revisor para garantir que um acordo total fosse alcançado. (ii) Confiabilidade de seleção: Com o objetivo de garantir um processo de seleção imparcial, definimos previamente as questões de pesquisa e elaboramos critérios de inclusão, exclusão e de qualidade. Acreditamos que as questões e critérios são detalhados o suficiente para fornecer uma avaliação de como o conjunto final de estudos primários foi obtido. Porém, é possível que estudos tenham sido excluídos na primeira etapa devido à falta de informações importantes nas seções de título, resumo e palavras-chave. (iii) Outra ameaça a este mapeamento é a limitação de ferramentas que suportam apenas bibtext, excluindo arquivos do tipo (CVS, NBIB, TXT) disponíveis nas bases PubMed e PMC. Para resolver isso, foi desenvolvida uma ferramenta web para suportar arquivos de diferentes formatos e convertidos para o formato JSON (JavaScript Object Notation), sendo possível trabalhar uma base de dados relacional.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AAL

MENSAGENS ENVIADAS EM PORTUGUÊS

6/12/23, 7:20 AM

Gmail - Questionário: O Desenvolvimento de Sistemas AAL guiado por Requisitos Não Funcionais



Maurício Manoel <mauriciomanoel@gmail.com>

Questionário: O Desenvolvimento de Sistemas AAL guiado por Requisitos Não Funcionais

1 mensagem

Maurício Manoel Coelho Junior <mauriciomanoel@gmail.com>
Para: participantes@gmail.com

19 de maio de 2023 às 08:51

Profa. Andréia Sampaio, bom dia.

Meu nome é Maurício Manoel Coelho Junior, sou aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPE, orientado pela Professora Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

Estou desenvolvendo uma pesquisa acadêmica que trata do Desenvolvimento de Sistemas AAL guiado por Requisitos Não Funcionais. O objetivo desta pesquisa é descobrir como o Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) pode atender às necessidades dos usuários com base em Requisitos Não Funcionais.

Para isso, seria extremamente útil ter a sua opinião e experiência.

Para participar desta pesquisa, por favor, preencha este questionário (<https://forms.gle/q2F4WUPgc1dDQWAW9>) e envie até 26/05/2023.

Qualquer dúvida estou a disposição por email ou LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel/>.

Agradecemos antecipadamente pela sua contribuição e fique a vontade para compartilhar este questionário para sua lista de contatos.

O tempo estimado para o preenchimento do questionário é de 5 a 10 minutos.

Atenciosamente,

Maurício Manoel
<https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel>
<http://www.github.com/mauriciomanoel>
<http://lattes.cnpq.br/7756598033219250>

MENSAGENS ENVIADAS EM INGLÊS

6/12/23, 7:24 AM

Gmail - Questionnaire: The Development of AAL Systems Guided by Non-Functional Requirements



Mauricio Manoel <mauriciomanoel@gmail.com>

Questionnaire: The Development of AAL Systems Guided by Non-Functional Requirements

1 mensagem

Mauricio Manoel Coelho Junior <mauriciomanoel@gmail.com>
Para: usuario_nao_identificado@gmail.com

24 de maio de 2023 às 09:14

Dear Professor, Good morning.

My name is Mauricio Manoel Coelho Junior, I am a doctoral student at the Graduate Program in Electrical Engineering at UFPE, supervised by Professor Dr. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

I'm developing an academic research project that deals with the development of AAL systems guided by non-functional requirements. The objective of this research is to discover how the development of AAL (Ambient Assisted Living) systems can meet the needs of users based on non-functional requirements.

For this, it would be extremely useful to have your opinion and experience.

To participate in this survey, please complete this questionnaire <https://forms.gle/q2F4WUPgc1dDQWAW9> and send it by 05/26/2023.

If you have any questions, I am available by email or on LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel/>.

Thanks in advance for your contribution, and feel free to share this questionnaire with your contact list.

Best regards,

Maurício Manoel
<https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel>
<http://www.github.com/mauriciomanoel>
<http://lattes.cnpq.br/7756598033219250>

MENSAGENS ENVIADAS EM ESPANHOL

6/12/23, 1:23 AM

Gmail - Cuestionario: El desarrollo de sistemas AAL guiado por requisitos no funcionales



Mauricio Manoel <mauriciomanoel@gmail.com>

Cuestionario: El desarrollo de sistemas AAL guiado por requisitos no funcionales

1 mensagem

Maurício Manoel Coelho Junior <mauriciomanoel@gmail.com>

19 de maio de 2023 às 07:46

Para: usuario_ nao_identificado@gmail.com

Estimado Cristian Camilo, bom dia.

Mi nombre es Mauricio Manoel Coelho Junior, soy estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ingeniería Eléctrica de la UFPE, dirigido por la Profesora Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

Estoy desarrollando un proyecto de investigación académica que trata sobre el desarrollo de sistemas AAL guiados por requisitos no funcionales. El objetivo de esta investigación es descubrir cómo el desarrollo de sistemas AAL (Ambient Assisted Living) puede satisfacer las necesidades de los usuarios en base a requisitos no funcionales.

Para ello, sería de suma utilidad contar con su opinión y experiencia.

Para participar en esta encuesta, complete este cuestionario <https://forms.gle/q2F4WUPgc1dDQWAW9> y envíelo antes del 26/05/2023.

Si tiene alguna pregunta, estoy disponible por correo electrónico o en LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel/>.

Gracias de antemano por su contribución y no dude en compartir este cuestionario con su lista de contactos.

Atentamente,

Maurício Manoel
<https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel>
<http://www.github.com/mauriciomanoel>
<http://lattes.cnpq.br/7756598033219250>

QUESTIONÁRIO COMPLETO

07/15/23, 3:55 PM

Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) / Development of AAL Systems

Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) / Development of AAL Systems

My name is Mauricio Manoel Coelho Junior, I am a doctoral student at the Graduate Program in Electrical Engineering at UFPE, supervised by Professor Dr. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

I'm developing an academic research project that deals with the development of AAL systems guided by non-functional requirements. The objective of this research is to discover how the development of AAL (Ambient Assisted Living) systems can meet the needs of users based on non-functional requirements.

For this, it would be extremely useful to have your opinion and experience.

To participate in this survey, please complete this questionnaire and send it by 05/26/2023.

If you have any questions, I am available by email or on LinkedIn:
<https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel/>.

Thanks in advance for your contribution, and feel free to share this questionnaire with your contact list.

The estimated time to complete the questionnaire is 5 to 10 minutes.

Meu nome é Mauricio Manoel Coelho Junior, sou aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPE e orientado pela Professora Dra. Fernanda Maria Ribeiro de Alencar.

Estou desenvolvendo uma pesquisa acadêmica que trata do Desenvolvimento de Sistemas AAL guiado por Requisitos Não Funcionais. O objetivo desta pesquisa é descobrir como o Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) pode atender às necessidades dos usuários com base em Requisitos Não Funcionais.

Para isso, seria extremamente útil ter a sua opinião e experiência.

Para participar desta pesquisa, por favor, preencha este questionário e envie até 26/05/2023.

6/13/23, 3:55 PM

Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) / Development of AAL Systems

Qualquer dúvida estou a disposição por email ou LinkedIn
<https://www.linkedin.com/in/mauriciomanoel/>.

Agradecemos antecipadamente pela sua contribuição e fique a vontade para compartilhar este questionário para sua lista de contatos.

O tempo estimado para o preenchimento do questionário é de 5 a 10 minutos.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. **1** - You work in relation to systems projects such as: *

Você atua em relação a projetos de sistemas AAL como:

Marcar apenas uma oval.

- Teacher/Docente
- Student/Discente
- Development Team/Time de Desenvolvimento
- Final User/Usuário Final
- Outra: _____

2. **1.1** - Do you work/worked or know the AAL domain (ambient assisted living) *

Você trabalha/trabalhou ou conhece o domínio AAL (ambient assisted living)

Marcar apenas uma oval.

- Yes/Sim
- No/Não
- Outra: _____

3. 2 - What is your academic level: *

Qual o seu nível acadêmico:

Marcar apenas uma oval.

- Doctor/Doutor
- Master/Mestre
- Graduate/Graduado
- Doctoral Student/Doutorando
- Master's student/Mestrando
- Outra: _____

4. 3 - How long have you been working in this area? *

Há quanto tempo você atua nessa área?

Marcar apenas uma oval.

- up to 2 years / até 2 anos
- up to 5 years / até 5 anos
- up to 10 years / até 10 anos
- more than 10 years / mais de 10 anos

5. 3.1 - What area have you been working in? *

Em qual área você tem atuado?

Marcar apenas uma oval.

- Academy/Academia
- Industry/Industria
- Both/Ambos

6/13/23, 3:55 PM

Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) / Development of AAL Systems

6. **4** - Do you use any method, technique or approach for specifying and/or modeling non-functional requirements? *

Você utiliza algum método, técnica ou abordagem para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais?

Marcar apenas uma oval.

- Goal-based modeling / Modelagem baseada em metas
- Use-case modeling / Modelagem de casos de uso
- Domain-driven design / Design orientado ao domínio
- Scenario-based modeling / Modelagem baseada em cenários
- Risk-based modeling / Modelagem baseada em risco
- I don't use / Não utilizo
- Outra: _____

7. **5** - Do you use tools for specifying and/or modeling non-functional requirements? *

Você utiliza ferramentas para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais?

Marcar apenas uma oval.

- Yes/Sim *Avançar para a pergunta 8*
- No/Não *Avançar para a pergunta 9*

8. **5.1** - What tools do you use for specifying and/or modeling non-functional requirements? *

Quais as ferramentas você utiliza para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais?

Avançar para a pergunta 10

6/13/23, 3:55 PM

Desenvolvimento de Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) / Development of AAL Systems

9. **5.2** - What do you use for specification and/or modeling of non-functional requirements? *

O que você usa para a especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais?

Avançar para a pergunta 10

10. **6** - Do you know and/or already use the NFR-Framework ([Chung, 2001](#))? *

Você conhece e/ou já utiliza o NFR-Framework ([Chung, 2001](#))?

Marcar apenas uma oval.

- I know and have used / Conheço e já usei *Avançar para a pergunta 11*
- I know and still use / Conheço e ainda uso *Avançar para a pergunta 11*
- I know but never used / Conheço mas nunca usei *Avançar para a pergunta 12*
- I don't know / Não conheço *Avançar para a pergunta 13*

11. **6.1** - What improvement points are needed to expand the use of NFR-Framework ([Chung, 2001](#))? *

Que pontos de melhoria são necessários para ampliar o uso do NFR-Framework ([Chung, 2001](#))?

Avançar para a pergunta 13

12. **6.2** - Was there any reason not to use the NFR-Framework ([Chung, 2001](#))? *

Houve algum motivo para não utilizar o NFR-Framework ([Chung, 2001](#))?

Avançar para a pergunta 13

13. **7 - How do you capture the requirements with the stakeholders? ***

Como você captura os requisitos com os stakeholders?

Marcar tudo o que for aplicável.

- Interview/Entrevista
- Brainstorm
- Documentation Reading/Leitura de Documentação
- Quiz/Questionário
- Storytelling
- Usage Scenarios/Cenários de Uso
- Observation/Observação
- User Story
- Outra: _____

14. **8 - During the process of specification and/or modeling of non-functional requirements, do you use any laws and/or regulations related to AAL systems? ***

Durante o processo de especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais você utiliza alguma lei e/ou normativa relacionadas a sistemas AAL?

Marcar tudo o que for aplicável.

- ISO/IEC 25066:2016 - Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation
- ISO/IEC 25062:2006 - Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation
- ISO/IEC 20016-1:2014 - Information technology for learning, education and training – Language accessibility and human interface equivalencies (HIEs) in e-learning applications
- ISO/IEC 29138-1:2018 - Information technology – User interface accessibility
- ISO/IEC 40500:2012 - Information technology – W3C Web Content Accessibility Guidelines
- ISO/IEC 24751-1:2008 - Information technology – Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training
- ISO/IEC TR 24028:2020 - Information technology – Artificial intelligence – Overview of trustworthiness in artificial intelligence
- ISO/IEC 25010:2011 - Systems and software engineering
- Não utilizo nenhuma lei e/ou normativa / I do not use any law and/or regulations
- Outra: _____

15. **9** - Do you consider user experiences in specifying non-functional requirements? *

Você considera as experiências de usuários na especificação de requisitos não funcionais?

Marcar apenas uma oval.

Yes/Sim *Avançar para a pergunta 16*

No/Não *Avançar para a pergunta 17*

16. **9.1** - How is the user experience/context of use survey done to specify non-functional requirements? *

Como é feito o levantamento da experiência/contexto de uso do usuário para especificação de requisitos não funcionais?

Avançar para a pergunta 17

17. **10** - Do you consider acceptability in using the AAL system as an important requirement? *

Você considera a aceitabilidade no uso do sistema AAL como um requisito importante?

Marcar apenas uma oval.

Yes/Sim *Avançar para a pergunta 18*

No/Não

18. **10.1** - What do you use to represent or specify the acceptability of using the AAL system in specifying and/or modeling non-functional requirements? *

O que você usa para representar ou especificar a aceitabilidade no uso do sistema AAL na especificação e/ou modelagem de requisitos não funcionais ?

APÊNDICE D – NFR-DRIVEN DEVELOPMENT APPLICATION

A ferramenta *NFR-driven development Application* é uma ferramenta web desenvolvida em PHP, utilizando o framework Laravel e o banco de dados MySQL. Seu objetivo principal é melhorar o processo de engenharia de requisitos, fornecendo suporte para as diferentes fases do *NFR-driven development Framework*.

A ferramenta está disponível no repositório GitHub ([NDD-APPLICATION, 2023](#)) e pode ser baixada por qualquer usuário com conhecimento no repositório. Abaixo será apresentado as principais motivações da escolha da linguagem PHP no desenvolvimento da *NFR-DD Application*:

Facilidade de aprendizado: PHP é simples de aprender, pois sua sintaxe é similar a outras linguagens como C e JavaScript.

Comunidade: É uma linguagem *script* de uso geral popular no desenvolvimento web. A comunidade de desenvolvedores é bem ativa, o que facilita a obtenção de suporte, bibliotecas e recursos adicionais.

Frameworks: Existem muitos frameworks disponíveis, tais como: Laravel, CodeIgniter, Symfony, Zend entre outros. O *NFR-DD Application* foi construído utilizando o Laravel, um framework que garante uma estrutura e padrões predefinidos com Desempenho aprimorado, Alta Segurança, Autenticação poderosa e *Open Source* com uma comunidade de suporte dedicada.

Integração com bancos de dados: Tem integrações com diversos banco de dados, tais como: MySQL, SQL Server, Sqlite entre outros. Esse suporte garante uma maior eficiente a manipulação e armazenamento de dados em aplicações web.

Escalabilidade: A parametrização da linguagem permite lidar com um alto volume de tráfego com uma arquitetura flexível que permite o dimensionamento da aplicação conforme a necessidade.

Suporte a diferentes plataformas: É compatível com Windows, Linux e macOS, garantindo a portabilidade da aplicação.

A [Figura 60](#) apresenta o modelo de entidade relacionamento do *NFR-DD Application*, onde é apresentado todas as telas envolvidas na ferramenta.

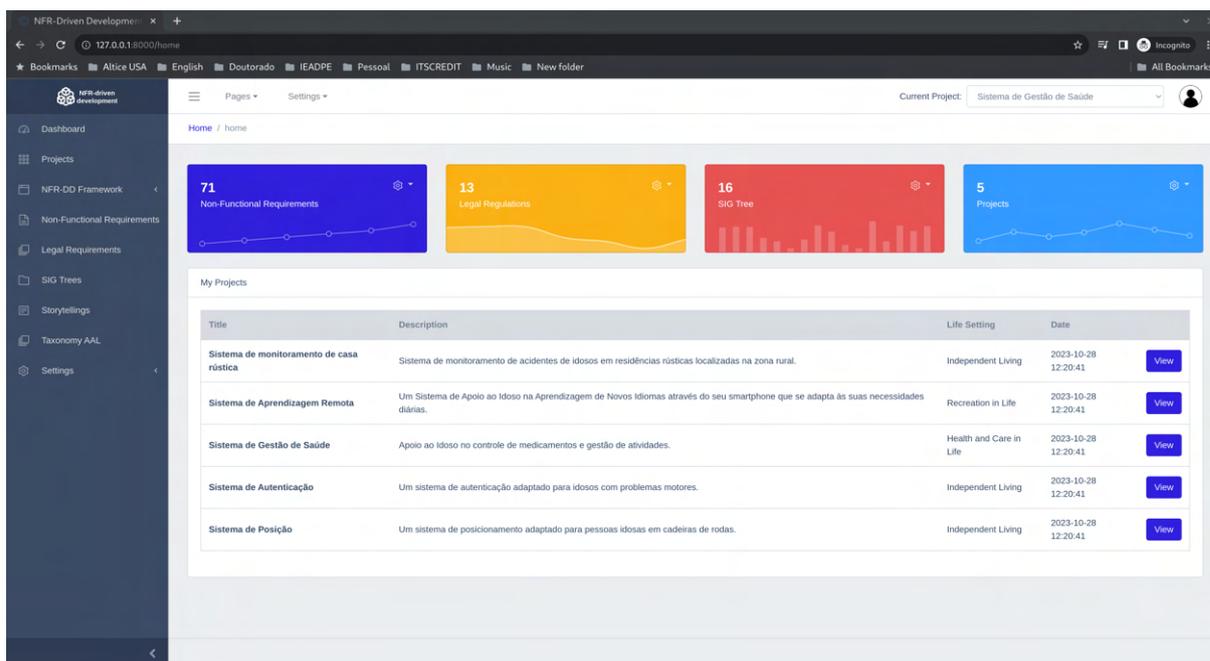
O *NFR-DD Framework* oferece uma série de telas que facilitam a navegação e o uso da ferramenta. A jornada começa no painel principal da ferramenta, representado na [Figura 61](#), onde são exibidos o total de requisitos não funcionais, requisitos legais, árvores SIGs e a quantidade de projetos disponíveis. A partir do menu de navegação, os engenheiros de requisitos podem acessar todas as etapas do *NFR-DD Framework*, como ilustrado na [Figura 62](#), permitindo que naveguem do Passo 1 ao Passo 5.

Começando pela Etapa 1, que envolve o levantamento de requisitos legais, a [Figura 63](#) apresenta a lista completa de requisitos legais disponíveis na ferramenta, juntamente com seus



Figura 60 – Modelo Entidade-Relacionamento do NFR-DD Application

Figura 61 – Tela Principal do NFR-DD Application



Fonte: Autor (2023)

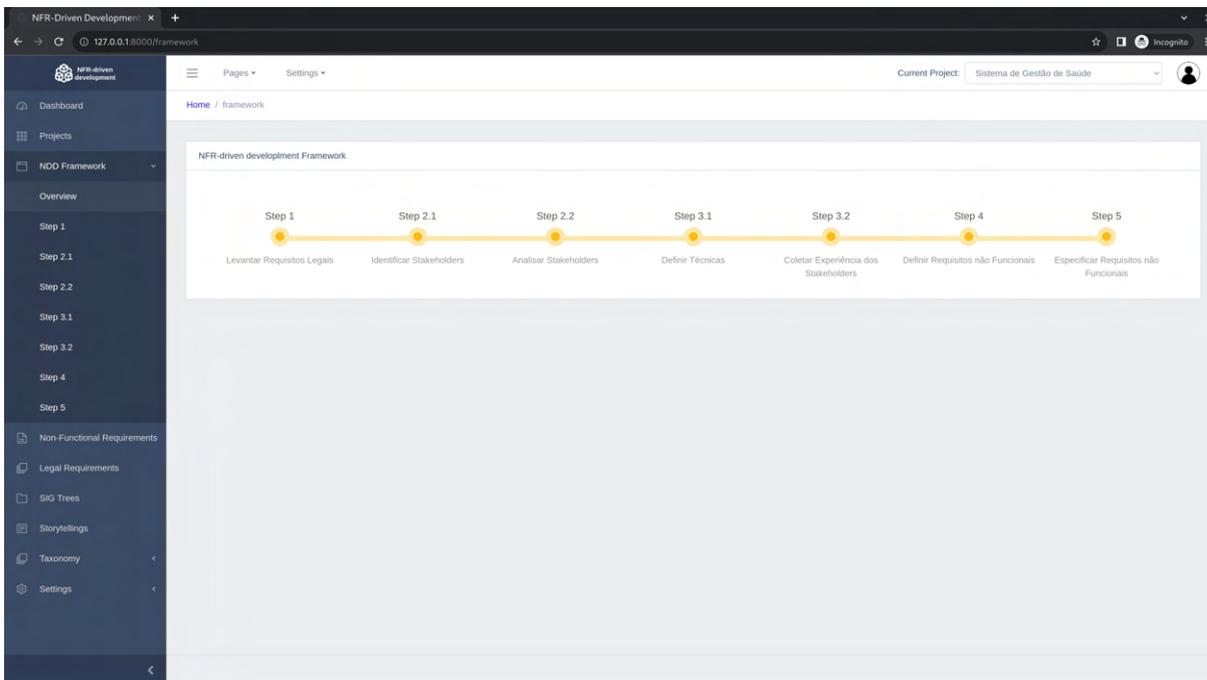
respectivos requisitos não funcionais.

Na Etapa 2.1, os engenheiros de requisitos devem identificar todos os *stakeholders* envolvidos no sistema, conforme demonstrado na Figura 64. Essa identificação é essencial para a análise dos *stakeholders* na Etapa 2.2, conforme exibido na Figura 65. Detalhes adicionais sobre a análise de *stakeholders* no NFR-DD Framework podem ser encontrados na Figura 66, que inclui descrições, necessidades identificadas, expectativas e experiências dos *stakeholders* no sistema AAL.

Após a identificação dos *stakeholders*, o NFR-DD Framework disponibiliza um conjunto de técnicas de coleta de dados, como visto na Figura 67, juntamente com sugestões sobre como aplicar cada técnica. A Etapa 3.2 permite a coleta das experiências dos *stakeholders*, como ilustrado na Figura 68, visando capturar descrições, fatores que afetam a aceitabilidade e usabilidade, bem como propostas de melhorias, como evidenciado na Figura 69.

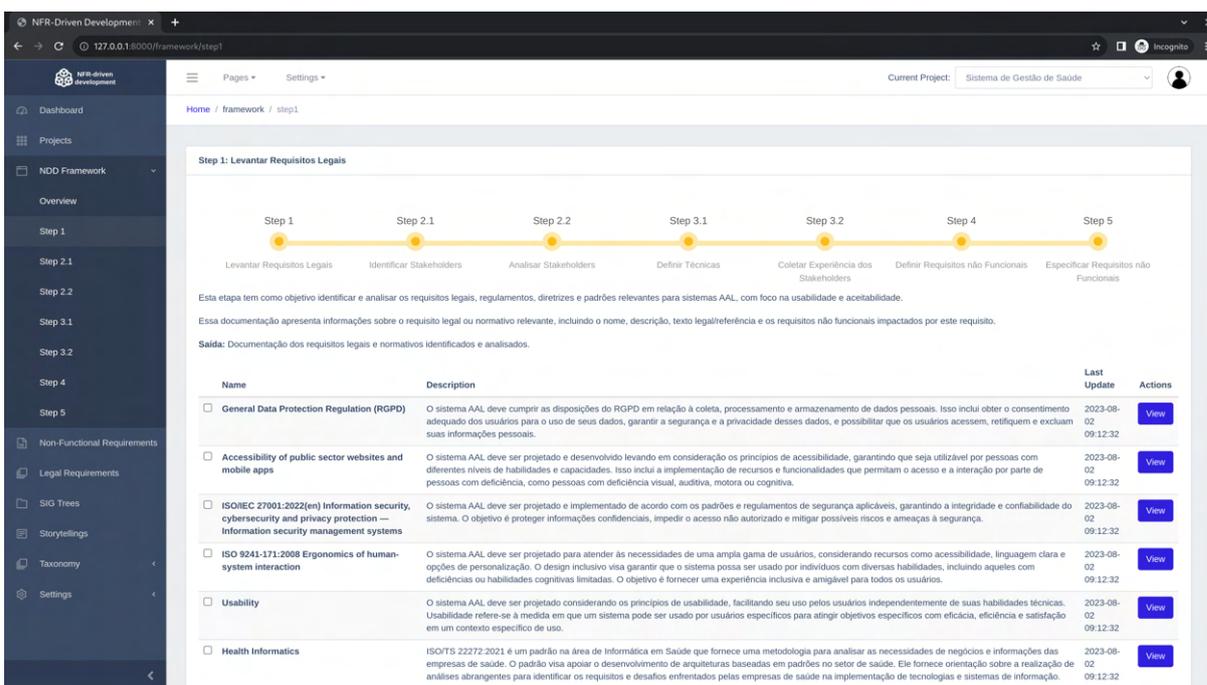
Com os dados coletados, o NFR-DD Framework oferece sugestões de requisitos não funcionais com base nas informações obtidas nas etapas anteriores, conforme mostrado na Figura 70. Ao selecionar os requisitos não funcionais desejados, o engenheiro de requisitos deve especificar cada um deles, como representado na Figura 71, a fim de criar um documento detalhado, como visto na Figura 72 e Figura 73.

Figura 62 – Overview nas etapas no NFR-DD Framework



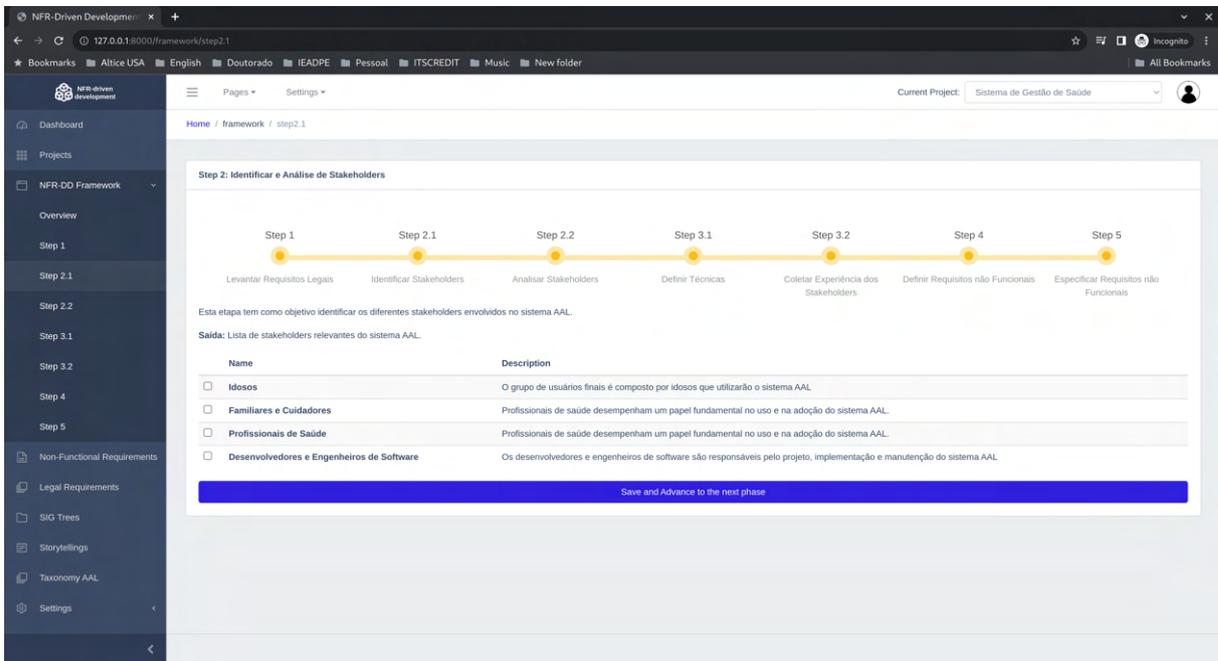
Fonte: Autor (2023)

Figura 63 – Step 1: Levantar Requisitos Legais no NFR-DD Framework



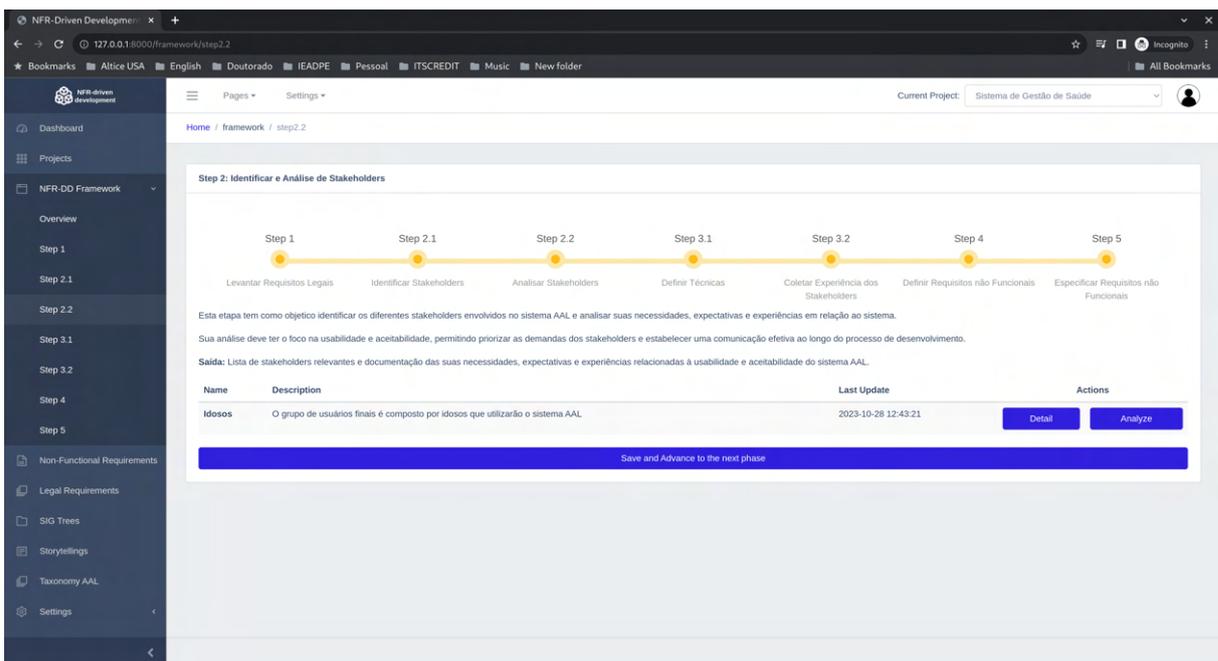
Fonte: Autor (2023)

Figura 64 – Step 2.1: Identificar Stakeholders no NFR-DD Framework



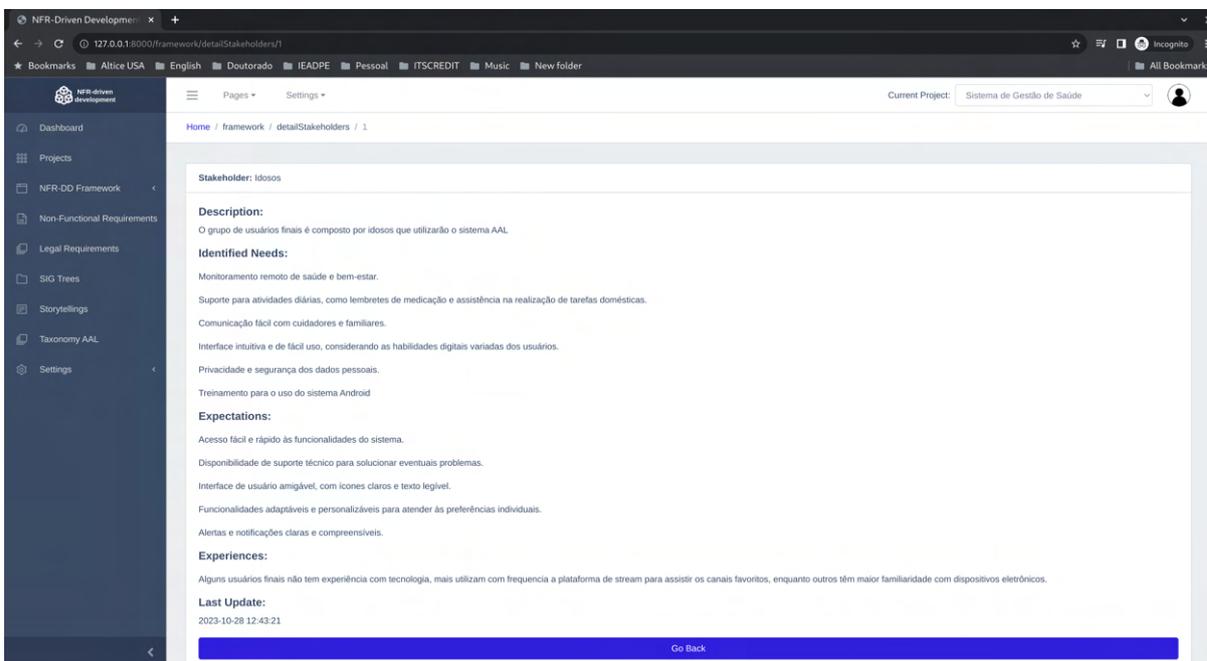
Fonte: Autor (2023)

Figura 65 – Step 2.2: Analisar Stakeholders no NFR-DD Framework



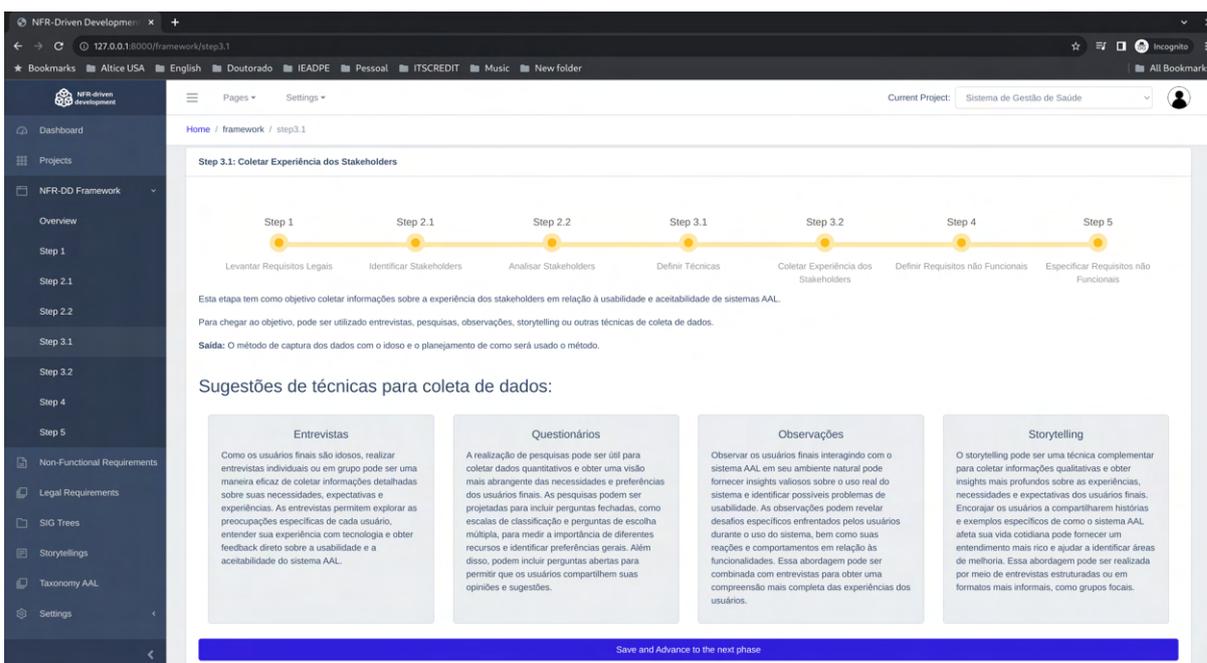
Fonte: Autor (2023)

Figura 66 – Step 2.2: Detalhe da Análise do Stakeholders no NFR-DD Framework



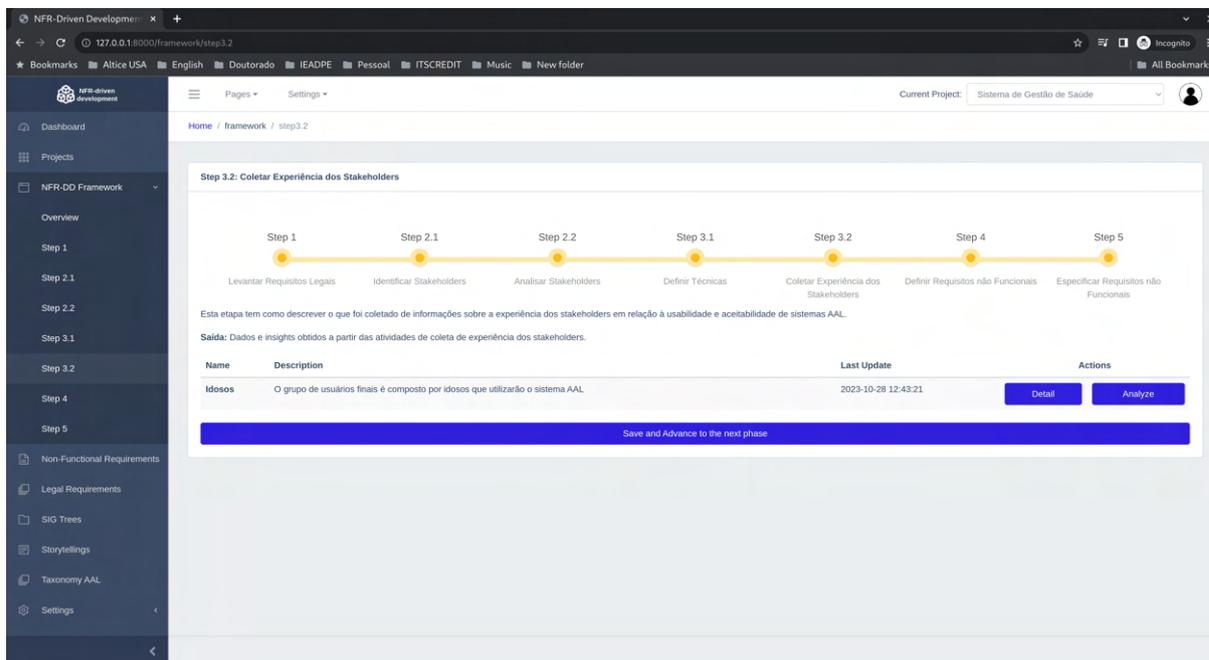
Fonte: Autor (2023)

Figura 67 – Step 3.1: Definir Técnicas de coleta de dados no NFR-DD Framework



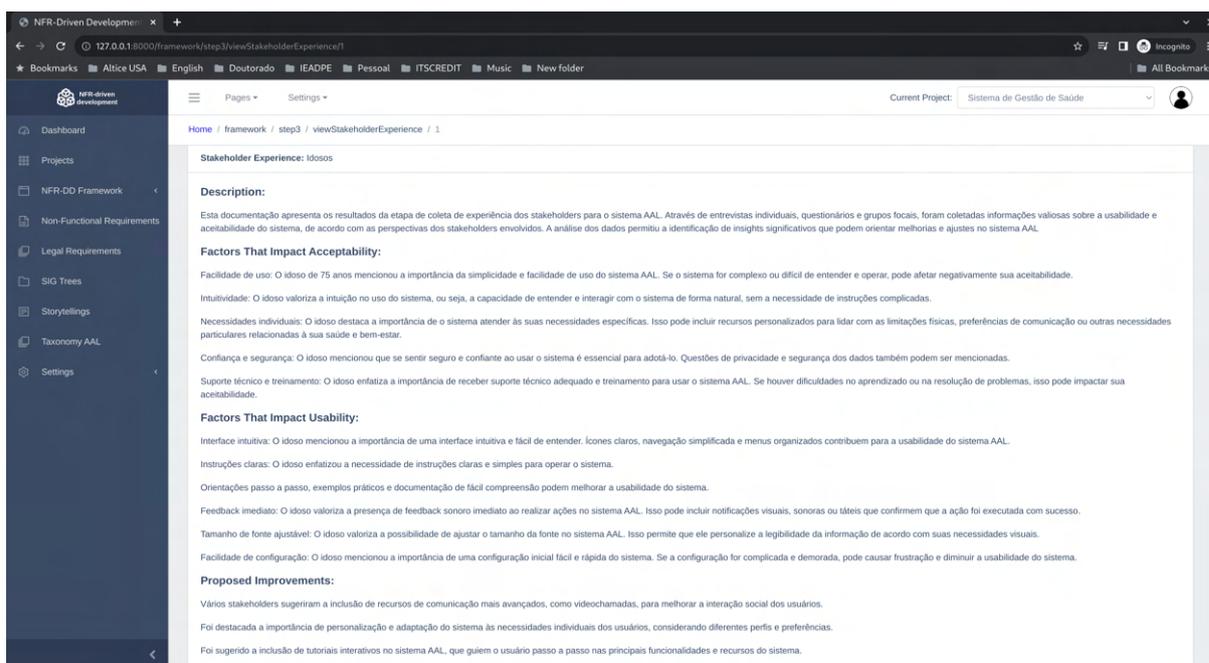
Fonte: Autor (2023)

Figura 68 – Step 3.2: Coletar Experiência dos Stakeholders no NFR-DD Framework



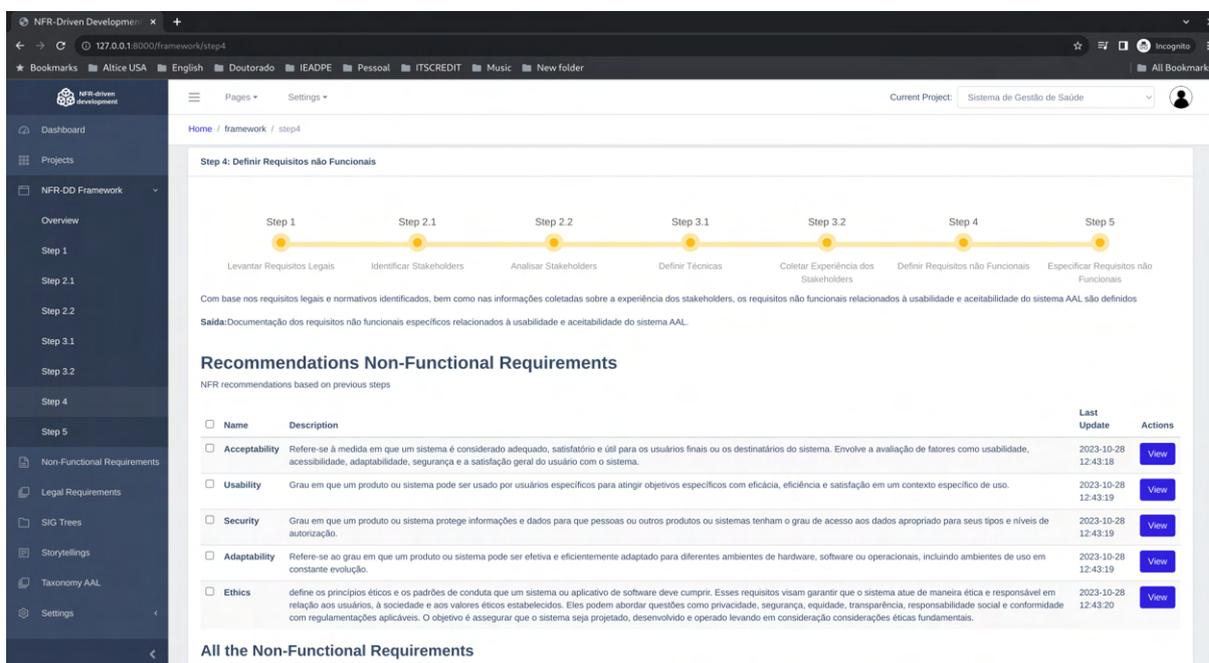
Fonte: Autor (2023)

Figura 69 – Step 3.2: Detalhe da Coletar da Experiência dos Stakeholders no NFR-DD Framework



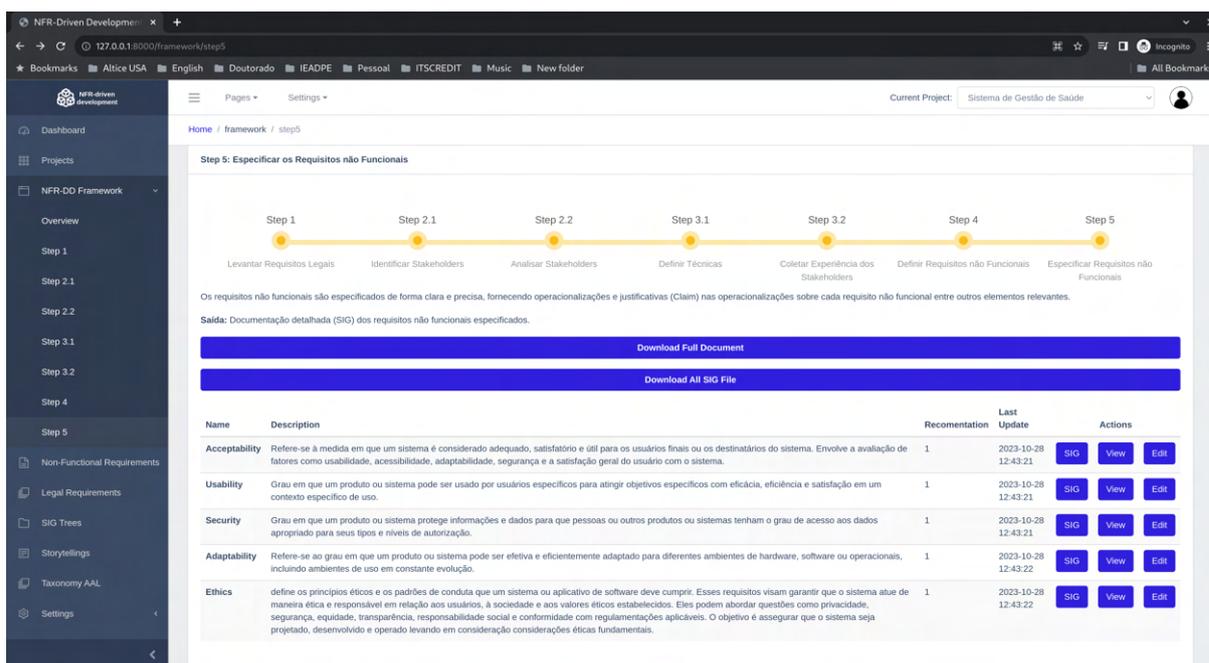
Fonte: Autor (2023)

Figura 70 – Step 4: Definir Requisitos não Funcionais no NFR-DD Framework



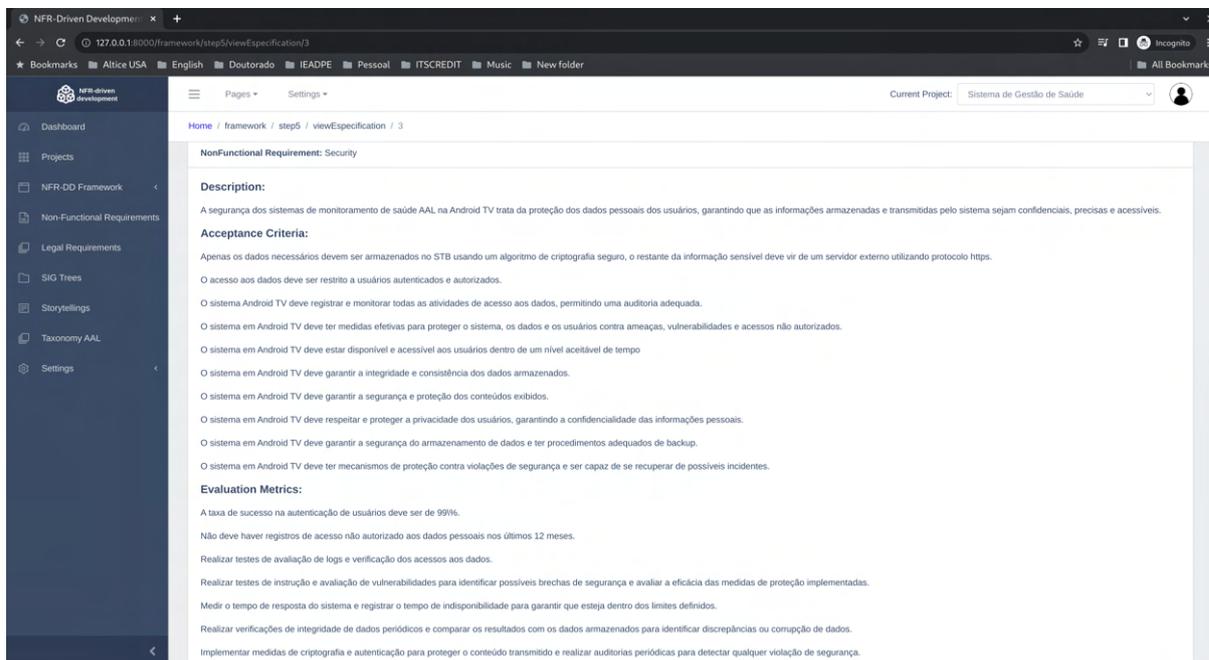
Fonte: Autor (2023)

Figura 71 – Step 5: Especificar Requisitos não Funcionais no NFR-DD Framework



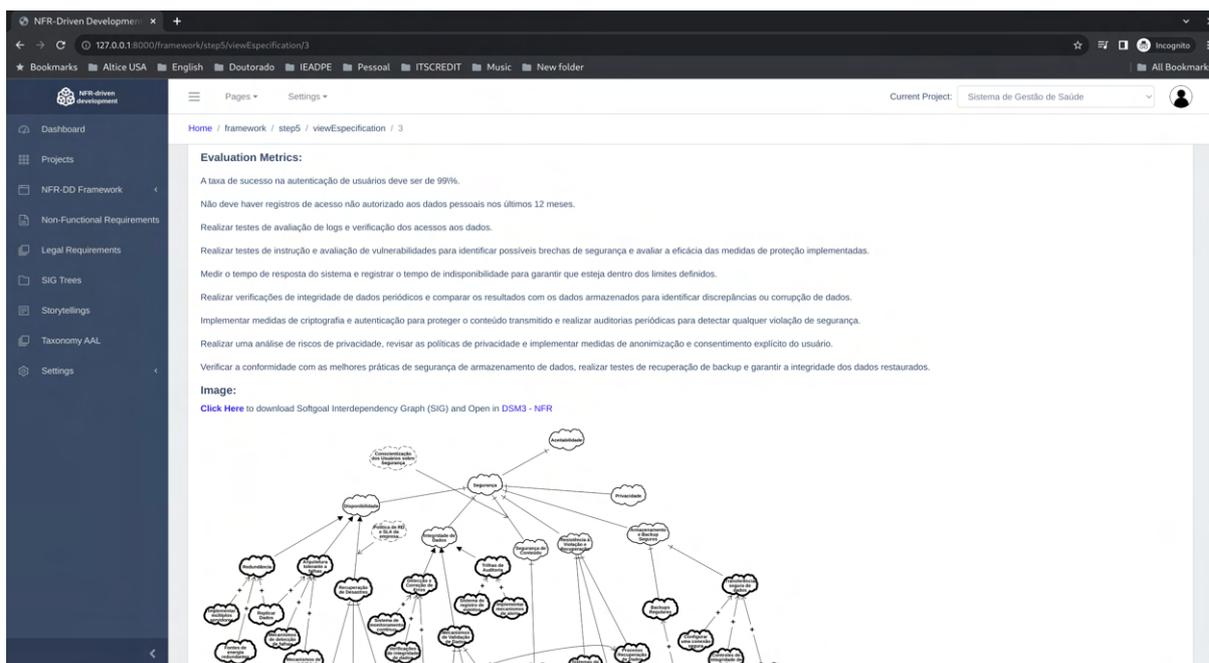
Fonte: Autor (2023)

Figura 72 – Step 5: Detalhe da Especificação dos Requisitos não Funcionais no NFR-DD Framework - Parte 1



Fonte: Autor (2023)

Figura 73 – Step 5: Detalhe da Especificação dos Requisitos não Funcionais no NFR-DD Framework - Parte 2



Fonte: Autor (2023)

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO NFR-DRIVEN DEVELOPMENT FRAMEWORK

Questionário de Avaliação do NFR-driven development Framework

Neste questionário, você vai encontrar perguntas sobre sua organização, seu trabalho, e o Framework NFR-Driven Development. É muito importante que você tente responder estas perguntas da forma mais precisa e sincera possível.

Não adicione ao questionário qualquer dado pessoal (ex. nome, identidade, etc.) que permita identificá-lo (a). As informações que você prover são absolutamente confidenciais e serão utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa.

Muitas das perguntas incluem escalas de 1 = Discordo totalmente a 7 = Concordo totalmente

Ao responder a essas perguntas, indique até que ponto você concorda ou discorda das afirmativas utilizando a escala fornecida.

** Indica uma pergunta obrigatória*

Perfil do Stakeholder

1. 1. Qual é a sua experiência em desenvolvimento de sistemas? *

Marcar apenas uma oval.

- 1 ano ou menos
 2 a 4 anos
 5 a 10 anos
 mais de 10 anos

2. Qual é a sua formação? *

Marcar apenas uma oval.

- Curso Técnico
- Graduação
- Mestrado
- Doutorado
- Outra: _____

3. Qual é o seu papel ou função na especificação de requisitos não funcionais? *

Marcar apenas uma oval.

- Requirements Engineer
- Software Engineer
- Front-end Developer
- QA Engineer
- Mobile Developer
- Outra: _____

Expectativa de Desempenho (ED)

4. ED4 - Você acredita que o framework NFR-Driven Development contribui para identificar e compreender de maneira eficaz os requisitos não funcionais de sistema AAL? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

5. ED5 - O framework NFR-Driven Development proporciona uma visão clara dos benefícios e vantagens de considerar os requisitos não funcionais na fase de especificação? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

Expectativa de Esforço (EE)

6. EE6 - Você considera o framework NFR-Driven Development fácil de aprender a utilizar? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

7. EE7 - Você acredita que o framework NFR-Driven Development é intuitivo em sua utilização? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

8. EE8 - Você encontra facilidade em aplicar o framework NFR-Driven Development na prática? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

Intenção de Uso (IU)

9. IU9 - Você recomendaria o uso do framework NFR-Driven Development a outros profissionais da área? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

10. IU10 - Você acredita que o uso do framework NFR-Driven Development pode trazer benefícios para o processo de especificação de requisitos não funcionais de sistemas AAL? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

Condições Facilitadoras (CF)

11. CF11 - Existem recursos tecnológicos adequados disponíveis para suportar o uso * do framework NFR-Driven Development?

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

12. CF12 - Você acredita que existem políticas organizacionais/ambiente de trabalho/infraestrutura das empresas de desenvolvimento de sistemas AAL que favorecem a utilização do framework NFR-Driven Development na especificação de requisitos não funcionais? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

Gerais

13. G13 - Como você avaliaria sua experiência na especificação do requisito não funcional de Usabilidade e Aceitabilidade usando o Framework NFR-Driven Development? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelente - tive uma experiência excelente e considero o framework útil e eficiente
- Boa - consegui especificar os requisitos, mas encontrei algumas dificuldades ou pontos de melhoria
- Regular - enfrentei várias dificuldades na especificação dos requisitos
- Ruim - tive uma experiência negativa, e o framework não foi útil ou adequado para a especificação dos requisitos

14. G14 - Você considera que os requisitos legais e normativos foram claramente identificados e representados no framework NFR-Driven Development? *

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

15. G15 - Você considera que ficou claro como capturar e representar a Experiência * dos Stakeholders no framework NFR-Driven Development?

Marcar apenas uma oval.

Discordo totalmente

1

2

3

4

5

6

7

Concordo totalmente

16. G16 - Considerando sua experiência geral com o NFR-Driven Development, como você avalia a utilidade e eficácia do framework para a especificação de requisitos não funcionais de usabilidade e aceitabilidade de sistemas AAL baseado em requisitos legais, normativos e em experiência de stakeholders? *

Marcar apenas uma oval.

Pouco útil e eficácia limitada

1

2

3

4

5

6

7

Muito útil e altamente eficaz

17. G17 - Algum comentário adicional que você gostaria de compartilhar sobre o framework NFR-Driven Development para auxiliar na especificação de requisitos não funcionais?

APÊNDICE F – DOCUMENTOS GERADOS PELO ESTUDO DE CASO

SISTEMA DE GESTÃO DE SAÚDE

Descrição: Apoio ao Idoso no controle de medicamentos e gestão de atividades.

Subdomain: Health and Care in Life

1 - LEVANTAMENTO DE REQUISITOS LEGAIS

Legal Requirement: General Data Protection Regulation (RGPD)

Description:

O sistema AAL deve cumprir as disposições do RGPD em relação à coleta, processamento e armazenamento de dados pessoais. Isso inclui obter o consentimento adequado dos usuários para o uso de seus dados, garantir a segurança e a privacidade desses dados, e possibilitar que os usuários acessem, retifiquem e excluam suas informações pessoais.

Legal Text/Reference:

Artigo 6(1)(a) do RGPD - Base legal para o processamento de dados pessoais com o consentimento do titular dos dados.

Artigo 25 do RGPD - Princípio da proteção de dados desde a concepção e por padrão.

Recommendations:

Implementar um mecanismo de obtenção de consentimento explícito dos usuários para o processamento de seus dados pessoais.

Adotar medidas técnicas e organizativas adequadas para garantir a segurança e privacidade dos dados pessoais.

Disponibilizar uma interface para que os usuários possam acessar, retificar e excluir suas informações pessoais.

Non-Functional Requirements:

Name	Description
Acceptability	Refere-se à medida em que um sistema é considerado adequado, satisfatório e útil para os usuários finais ou os destinatários do sistema. Envolve a avaliação de fatores como usabilidade, acessibilidade, adaptabilidade, segurança e a satisfação geral do usuário com o sistema.
Security	Grau em que um produto ou 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.
Confidentiality	Refere-se ao grau em que um produto ou sistema AAL garante que os dados sejam acessíveis apenas por pessoas ou outros produtos/sistemas autorizados.

Privacy Refere-se ao grau de proteção das informações e dados dos usuários.

Legal Requirement: Accessibility of public sector websites and mobile apps

Description:

O sistema AAL deve ser projetado e desenvolvido levando em consideração os princípios de acessibilidade, garantindo que seja utilizável por pessoas com diferentes níveis de habilidades e capacidades. Isso inclui a implementação de recursos e funcionalidades que permitam o acesso e a interação por parte de pessoas com deficiência, como pessoas com deficiência visual, auditiva, motora ou cognitiva.

Legal Text/Reference:

Diretiva (UE) 2016/2102 relativa à acessibilidade dos sítios Web e das aplicações móveis de organismos do setor público - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/LSU/?uri=CELEX:32016L2102>

Norma ISO 9241-171:2020 - Requisitos de acessibilidade e usabilidade para produtos e serviços interativos

Recommendations:

Realizar testes de usabilidade com usuários representativos de diferentes habilidades e capacidades para garantir a acessibilidade e usabilidade do sistema.

Implementar diretrizes e padrões de acessibilidade reconhecidos, como as diretrizes WCAG (Web Content Accessibility Guidelines).

Fornecer suporte para tecnologias assistivas, como leitores de tela e teclados alternativos.

Garantir que a interface do sistema seja compatível com diferentes tamanhos de tela e resoluções.

Oferecer opções de personalização da interface, como controle de contraste, tamanho de fonte e opções de navegação alternativas.

Non-Functional Requirements:

Name	Description
Acceptability	Refere-se à medida em que um sistema é considerado adequado, satisfatório e útil para os usuários finais ou os destinatários do sistema. Envolve a avaliação de fatores como usabilidade, acessibilidade, adaptabilidade, segurança e a satisfação geral do usuário com o sistema.
Usability	Grau em que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.

Accessibility	Refere-se ao grau em que um sistema AAL pode ser usado por pessoas com a mais ampla gama de características e capacidades para alcançar um objetivo específico em um contexto de uso especificado.
Comprehensibility	O sistema AAL deve ser projetado para garantir que as informações exibidas sejam claras e compreensíveis para todos os usuários, independentemente de suas habilidades cognitivas. Ele deve evitar jargões técnicos e fornecer explicações claras e simples sobre o uso e funcionamento do sistema.
Fault Tolerance	Refere-se ao grau em que um sistema, produto ou componente opera conforme o esperado, mesmo na presença de falhas de hardware ou software.
Adaptability	Refere-se ao grau em que um produto ou sistema pode ser efetiva e eficientemente adaptado para diferentes ambientes de hardware, software ou operacionais, incluindo ambientes de uso em constante evolução.

2 - IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE STAKEHOLDERS

Stakeholders: Idosos

Descrição: O grupo de usuários composto por idosos que utilizarão o sistema AAL.

Identified Needs:

Monitoramento remoto de saúde e bem-estar.

Suporte para atividades diárias, como lembretes de medicação e assistência na realização de tarefas domésticas.

Comunicação fácil com cuidadores e familiares.

Interface intuitiva e de fácil uso, considerando as habilidades digitais variadas dos usuários.

Privacidade e segurança dos dados pessoais.

Treinamento para o uso do sistema Android

Expectations:

Acesso fácil e rápido às funcionalidades do sistema.

Disponibilidade de suporte técnico para solucionar eventuais problemas.

Interface de usuário amigável, com ícones claros e texto legível.

Funcionalidades adaptáveis e personalizáveis para atender às preferências individuais.

Alertas e notificações claras e compreensíveis.

Experiences:

Alguns usuários finais não têm experiência com tecnologia, mas utilizam com frequência a plataforma de stream para assistir os canais favoritos, enquanto outros têm maior familiaridade com dispositivos eletrônicos.

3 - COLETAR EXPERIÊNCIA DOS STAKEHOLDERS

Técnica para coleta de dados: Storytelling

Stakeholder Experience: Usuários Finais

Description:

Esta documentação apresenta os resultados da etapa de coleta de experiência dos stakeholders para o sistema AAL. Por entrevistas individuais, questionários e grupos focais, foram coletadas informações valiosas sobre a usabilidade e aceitabilidade do sistema, conforme as perspectivas dos stakeholders envolvidos. A análise dos dados permitiu a identificação de insights significativos que podem orientar melhorias e ajustes no sistema AAL.

Factors That Impact Acceptability:

Facilidade de uso: O idoso de 75 anos mencionou a importância da simplicidade e facilidade de uso do sistema AAL. Se o sistema for complexo ou difícil de entender e operar, pode afetar negativamente sua aceitabilidade.

Intuitividade: O idoso valoriza a intuição no uso do sistema, ou seja, a capacidade de entender e interagir com o sistema de forma natural, sem a necessidade de instruções complicadas.

Necessidades individuais: O idoso destaca a importância de o sistema atender às suas necessidades específicas. Isso pode incluir recursos personalizados para lidar com as limitações físicas, preferências de comunicação ou outras necessidades particulares relacionadas à sua saúde e bem-estar.

Confiança e segurança: O idoso mencionou que se sentir seguro e confiante ao usar o sistema é essencial para adotá-lo. Questões de privacidade e segurança dos dados também podem ser mencionadas.

Suporte técnico e treinamento: O idoso enfatiza a importância de receber suporte técnico adequado e treinamento para usar o sistema AAL. Se houver dificuldades no aprendizado ou na resolução de problemas, isso pode impactar sua aceitabilidade.

Factors That Impact Usability:

Interface intuitiva: O idoso mencionou a importância de uma interface intuitiva e fácil de entender. Ícones claros, navegação simplificada e menus organizados contribuem para a usabilidade do sistema AAL.

Instruções claras: O idoso enfatizou a necessidade de instruções claras e simples para operar o sistema.

Orientações passo a passo, exemplos práticos e documentação de fácil compreensão podem melhorar a usabilidade do sistema.

Feedback imediato: O idoso valoriza a presença de feedback sonoro imediato ao realizar ações no sistema AAL. Isso pode incluir notificações visuais, sonoras ou táteis que confirmem que a ação foi executada com sucesso.

Tamanho de fonte ajustável: O idoso valoriza a possibilidade de ajustar o tamanho da fonte no sistema AAL. Isso permite que ele personalize a legibilidade da informação de acordo com suas necessidades visuais.

Facilidade de configuração: O idoso mencionou a importância de uma configuração inicial fácil e rápida do sistema. Se a configuração for complicada e demorada, pode causar frustração e diminuir a usabilidade do sistema.

Proposed Improvements:

Vários stakeholders sugeriram a inclusão de recursos de comunicação mais avançados, como videochamadas, para melhorar a interação social dos usuários.

Foi destacada a importância de personalização e adaptação do sistema às necessidades individuais dos usuários, considerando diferentes perfis e preferências.

Foi sugerido a inclusão de tutoriais interativos no sistema AAL, que guiem o usuário passo a passo nas principais funcionalidades e recursos do sistema.

Foi destacado a importância de ter um suporte técnico adequado para solucionar dúvidas e problemas que possam surgir durante a utilização do sistema AAL.

Recommendations:

Aprimorar a orientação inicial: Desenvolver um processo de configuração mais intuitivo e fornecer orientações claras para facilitar a configuração inicial do sistema.

Reforçar a privacidade e segurança: Implementar medidas adicionais de segurança de dados e fornecer informações transparentes aos stakeholders para aumentar a confiança no sistema.

Ampliar recursos de comunicação: Considerar a inclusão de recursos de videochamada e outras formas avançadas de comunicação para melhorar a interação social e o bem-estar dos usuários.

Realizar sessões de treinamento: O idoso pode sugerir a realização de sessões de treinamento presenciais ou online para ajudar na familiarização e no uso adequado do sistema AAL.

Simplificar a interface: O idoso pode sugerir a simplificação da interface do sistema AAL, removendo elementos desnecessários e mantendo apenas as funcionalidades mais importantes e relevantes para os usuários finais.

Realizar testes de usabilidade com idosos: O idoso sugeriu que sejam realizados testes de usabilidade específicos com pessoas da mesma faixa etária para identificar e corrigir possíveis obstáculos e desafios relacionados à usabilidade do sistema.

4 - DEFINIR REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Name	Description
Acceptability	Refere-se à medida que um sistema é considerado adequado, satisfatório e útil para os usuários finais ou os destinatários do sistema. Envolve a avaliação de fatores como usabilidade, acessibilidade, adaptabilidade, segurança e a satisfação geral do usuário com o sistema.
Usability	Grau em que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.
Security	Grau em que um produto ou 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.

5 - ESPECIFICAR REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

NonFunctional Requirement: Acceptability

Description:

A aceitabilidade é um requisito não funcional crucial para sistemas AAL, pois determina o grau de satisfação e aprovação dos usuários finais em relação à tecnologia assistiva. O objetivo é garantir que o sistema seja bem recebido, atenda às expectativas dos usuários e seja integrado facilmente em suas rotinas diárias.

Acceptance Criteria:

Facilidade de Uso: Os stakeholders devem conseguir interagir e utilizar o sistema AAL de forma intuitiva, mesmo aqueles com pouca experiência em tecnologia, considerando que a curva de aprendizado deve ser mínima, permitindo que os usuários compreendam rapidamente as funcionalidades e comandos do sistema.

Adaptabilidade: O sistema AAL deve ser configurável e adaptável para atender às preferências individuais dos usuários, considerando personalização de interface, ajuste de parâmetros e suporte a diferentes perfis de usuário.

Segurança e Privacidade: Os stakeholders devem sentir-se confiantes de que seus dados pessoais estão protegidos e que o sistema AAL opera de forma segura, utilizando a comunicação de dados criptografada e respeitada em todos os momentos da privacidade.

Eficácia: O sistema AAL deve demonstrar um desempenho eficaz no suporte às atividades diárias dos usuários, proporcionando resultados positivos e melhorando a qualidade de vida dos mesmos.

Taxa de Adoção: Medir a proporção de stakeholders que efetivamente adotaram o sistema AAL em suas rotinas diárias. Quanto maior a taxa de adoção, maior a aceitação do sistema.

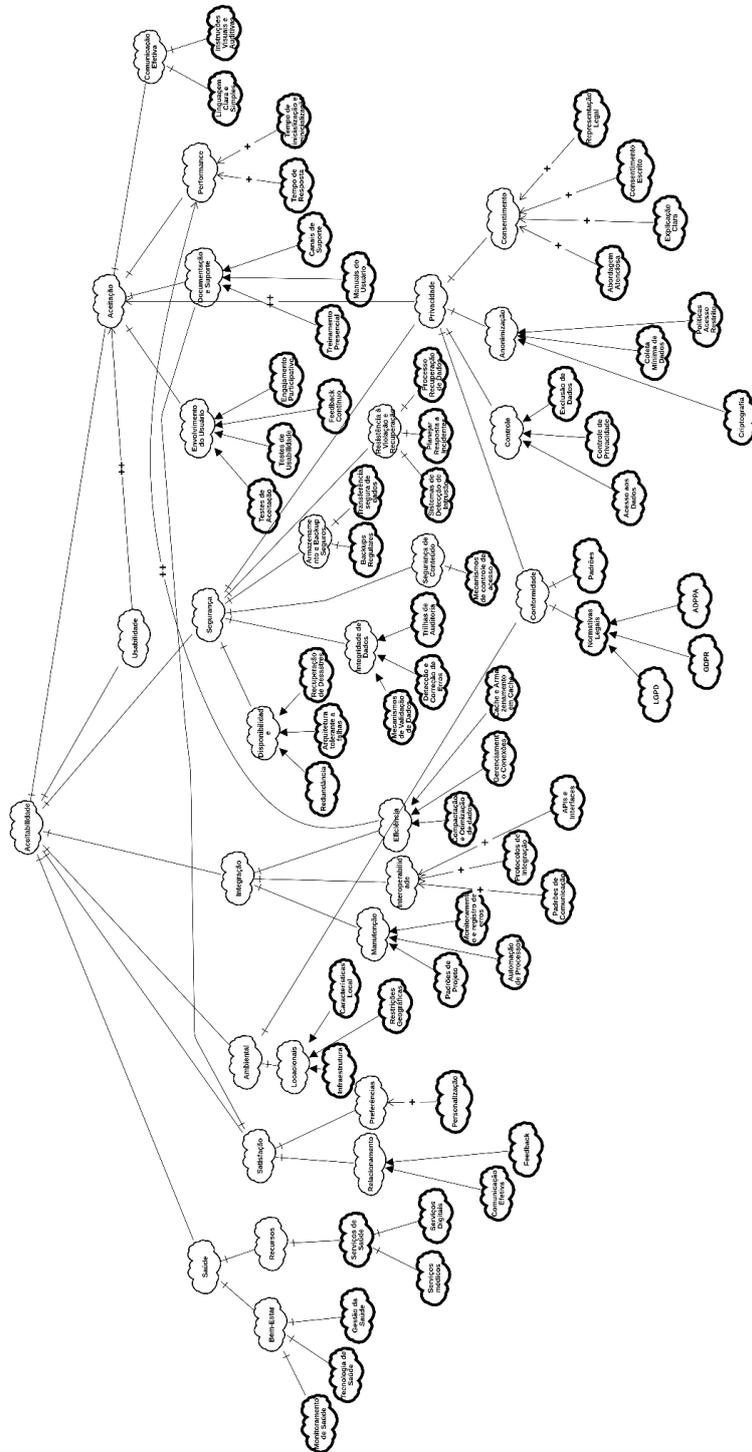
Tempo de Aprendizado: Avaliar o tempo médio necessário para que os usuários aprendam a utilizar as funcionalidades principais do sistema AAL. Quanto menor o tempo de aprendizado, mais aceitável o sistema é considerado.

Satisfação do Usuário: Coletar a opinião dos usuários sobre o sistema AAL por meio de pesquisas ou questionários de satisfação. Uma alta taxa de satisfação indica uma maior aceitabilidade do sistema.

Número de Erros e Problemas: Registrar a quantidade de erros ou problemas enfrentados pelos usuários durante o uso do sistema AAL. Menos problemas podem indicar maior aceitabilidade.

Efetividade das Funcionalidades: Avaliar a eficácia das funcionalidades do sistema AAL em auxiliar os usuários em suas atividades diárias. Quanto mais efetivo o sistema, maior a sua aceitação.

Feedback dos Usuários: Analisar o feedback direto dos usuários, seja por meio de avaliações, comentários ou relatórios de bugs. O feedback positivo é um indicativo de maior aceitabilidade.



NonFunctional Requirement: Usability**Description:**

Facilidade de uso, eficiência e satisfação geral do usuário ao interagir com o sistema por meio do Android TV. A usabilidade é um elemento essencial para garantir que os usuários, especialmente idosos ou pessoas com limitações físicas, possam utilizar o sistema de forma intuitiva, alcançar seus objetivos e desfrutar de uma experiência agradável.

Acceptance Criteria:

O sistema AAL deve ser facilmente acessível através da interface do Android TV, utilizando o controle remoto padrão ou outros dispositivos de entrada comuns.

Os ícones e elementos de interface devem ser claros, legíveis e de tamanho adequado para facilitar a identificação e navegação dos recursos do sistema.

As telas e menus do sistema devem ser organizados de forma lógica e intuitiva, seguindo uma hierarquia coerente e facilitando o fluxo de tarefas.

O sistema deve oferecer suporte a recursos de voz e comandos por voz, permitindo aos usuários interagir com o sistema por meio de reconhecimento de fala.

O tempo de resposta do sistema aos comandos do usuário deve ser rápido e responsivo, minimizando atrasos e evitando qualquer sensação de lentidão.

O sistema deve fornecer feedback adequado ao usuário, informando-o sobre o status de suas ações, erros ou confirmações.

O sistema AAL deve fornecer um modo de alto contraste ou outras opções de acessibilidade para atender às necessidades dos usuários com baixa visão.

O sistema deve incluir opções de ajuste de tamanho de fonte para que os usuários possam personalizar a visualização do texto de acordo com suas preferências.

Evaluation Metrics:

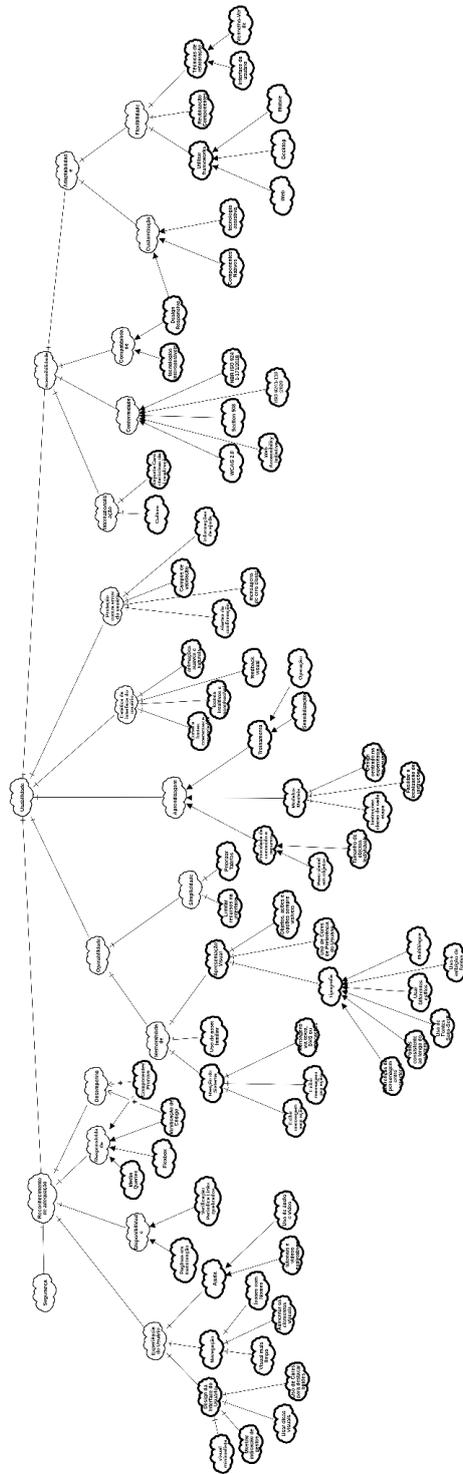
Tempo para Concluir Tarefas: Medir o tempo médio que os usuários levam para realizar tarefas específicas no sistema AAL, como agendar um lembrete de medicamento ou visualizar resultados de exames.

Taxa de Erros: Avaliar a frequência de erros cometidos pelos usuários durante a interação com o sistema, como a seleção incorreta de opções ou o não cumprimento de etapas essenciais.

Satisfação do Usuário: Realizar pesquisas ou questionários para medir o nível de satisfação geral dos usuários com a usabilidade do sistema, coletando feedback sobre a experiência do usuário.

Taxa de Abandono: Verificar a quantidade de usuários que desistem de usar o sistema AAL em determinadas etapas devido a problemas de usabilidade ou dificuldades de navegação.

Facilidade de Aprendizado: Observar a rapidez com que novos usuários conseguem aprender a utilizar o sistema AAL, medindo o tempo que levam para realizar tarefas básicas após a primeira interação.



NonFunctional Requirement: Security**Description:**

A segurança dos sistemas de monitoramento de saúde AAL na Android TV trata da proteção dos dados pessoais dos usuários, garantindo que as informações armazenadas e transmitidas pelo sistema sejam confidenciais, precisas e acessíveis.

Acceptance Criteria:

Deve haver mecanismos de seguro na autenticação para garantir que apenas usuários autorizados possam acessar as informações e recursos do sistema.

Mecanismos de criptografia para armazenamento de dados pessoais de saúde, garantindo que em caso de acesso não autorizado, essas informações permaneçam legíveis.

Deve haver mecanismos de revisão para verificação de informações sensíveis são impressos em logs, mensagens de erro ou outras saídas não autorizadas.

Mecanismos de política de controle de acesso de acordo com as funções e responsabilidades, limitando o acesso a dados confidenciais apenas aos profissionais autorizados.

Deve haver um mecanismo para auditoria e registro de atividades para o monitoramento de acessos e a detecção de comportamentos suspeitos.

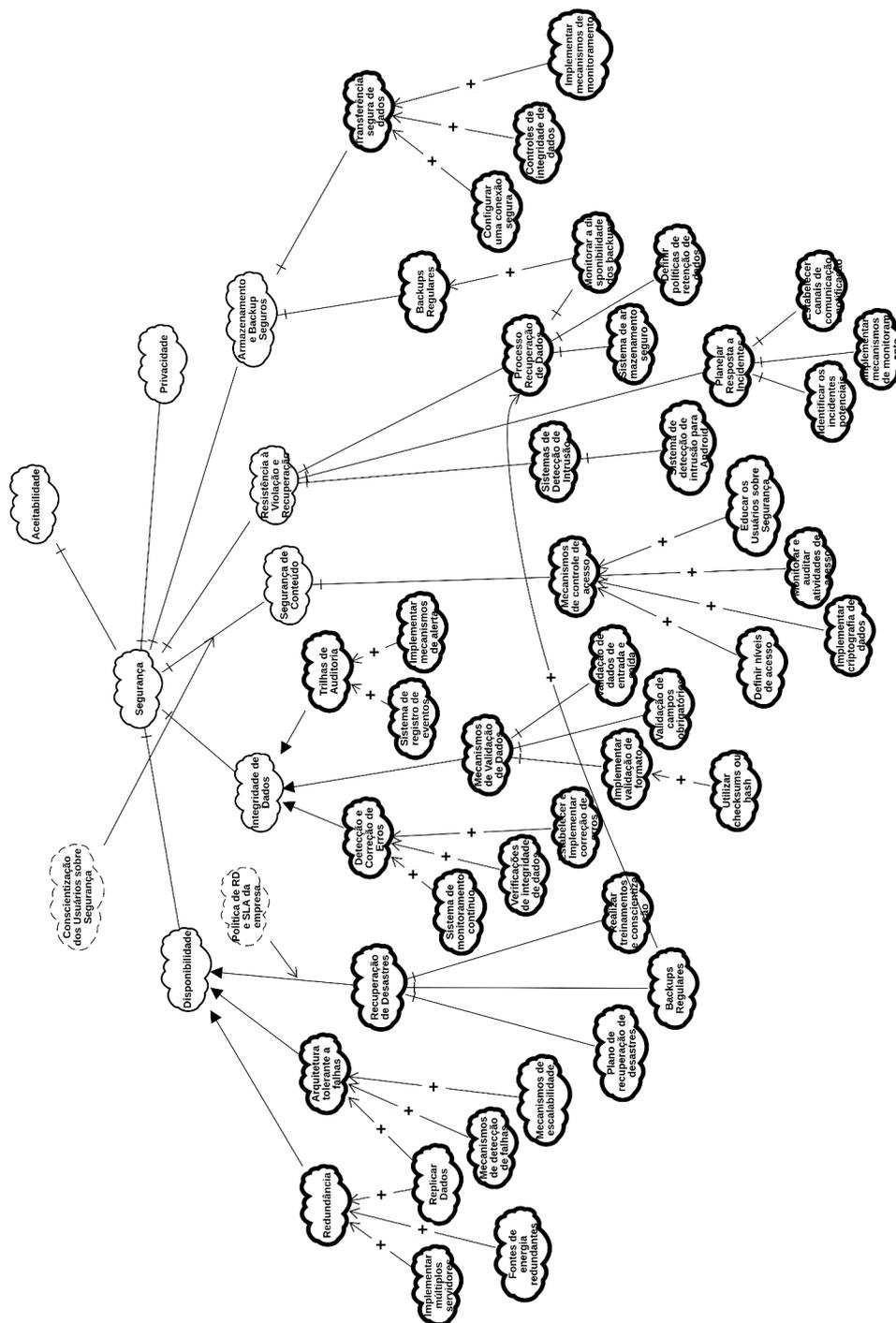
Evaluation Metrics:

Gestão de Acesso: Avaliar a gestão da identidade do usuário, garantindo que a autorização seja devidamente atribuída e revogada quando necessário.

Acesso não autorizado: Registrar e analisar as tentativas de usuários não autorizados de acessar o sistema para identificar possíveis ameaças ou atividades suspeitas.

Tempo de resposta para detecção de intrusos: Medir o tempo necessário para o sistema identificar possíveis invasões ou comportamentos maliciosos e tomar as devidas ações corretivas.

Sucesso de Autenticação: Medir as tentativas de autenticação bem-sucedidas em relação ao total de tentativas.



APÊNDICE H – EXEMPLO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

```

# importing libraries
import nltk
from sklearn.feature_extraction.text import CountVectorizer
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
import sys

# Funcao para leitura de arquivos
def loadFiles(file_path):
    // Abrir o arquivo CSV e ler os dados
    with open(file_path, 'r') as file:
        return file.read()

# Funcao para leitura de arquivos e retorna um array
def loadFilesToArray(file_path):
    data = []
    // Abrir o arquivo CSV e ler os dados
    with open(file_path, 'r') as file:
        // Ler as linhas do arquivo
        for linha in file.readlines():
            data.append(linha.strip())

    return data

# Função para processar os parágrafos e retornar a lista de requisitos
def extract_requirements(paragraphs):
    requirements = []
    for paragraph in paragraphs:
        test_data = [paragraph]
        test_vector = vectorizer.transform(test_data).toarray()
        predicted_label = classifier.predict(test_vector)
        requirements.append(predicted_label[0].strip())
    return requirements

```

```
corpus = []
labels = []

//definindo texto de treinamento
values = loadFilesToArray(sys.argv[1])
text = loadFiles(sys.argv[2])

for value in values:
    data = value.split("|")
    corpus.append(data[0].strip())
    labels.append(data[1].strip())

//usando o CountVectorizer para transformar o corpus em vetores
vectorizer = CountVectorizer()
vectorizer.fit(corpus)

//Inicializando o classificador
classifier = DecisionTreeClassifier()

//Treinando o modelo
X = vectorizer.transform(corpus).toarray()

// Dividindo o conjunto de dados em conjuntos de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, labels)

classifier.fit(X, labels)

// Fazendo previsões no conjunto de teste
predicted_labels = classifier.predict(X_test)

// Avaliando a precisão do modelo
accuracy = accuracy_score(y_test, predicted_labels)

// Usando o método sent_tokenize do nltk para identificar os parágrafos
paragraphs = nltk.sent_tokenize(text)

// Chamando a função para extrair os requisitos não funcionais
extracted_requirements = set(extract_requirements(paragraphs))
```

```
// Mostrando a lista de requisitos não funcionais extraídos  
line = ";".join(extracted_requirements)  
  
value = "accuracy:" + str(accuracy) + "|" + line.strip().rstrip('\n').r
```