



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

LARISSA RODRIGUES DA COSTA

NFR4TRUST: CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS DE CONFIANÇA PARA
ROBÔS SOCIALMENTE ASSISTIVOS

Recife

2022

LARISSA RODRIGUES DA COSTA

**NFR4TRUST: CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS DE CONFIANÇA PARA
ROBÔS SOCIALMENTE ASSISTIVOS**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Engenharia de Software e Linguagens de programação

Orientador: Prof. Jaelson Freire Brelaz de Castro

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

C837n Costa, Larissa Rodrigues da
NFR4TRUST: catálogo de requisitos não-funcionais de confiança para robôs socialmente assistivos / Larissa Rodrigues da Costa. – 2022.
227 f.: il., fig., tab.

Orientador: Jaelson Freire Brelaz de Castro.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da Computação, Recife, 2022.

Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia de software. 2. Engenharia de requisitos. I. Castro, Jaelson Freire Brelaz de (orientador). II. Título.

005.1 CDD (23. ed.) UFPE - CCEN 2022-151

Larissa Rodrigues da Costa

**“NFR4TRUST: CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS DE
CONFIANÇA PARA ROBÔS SOCIALMENTE ASSISTIVOS”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Engenharia de Software e Linguagens de Programação.

Aprovado em: 03/03/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof.a. Dra. Judith Kelner
Centro de Informática/UFPE

Prof. Dr. Julio Cesar Sampaio do Prado Leite
Centro Técnico-Científico/PUC-RJ

Prof. Dr. Jaelson Freire Brelaz Castro
Centro de Informática/UFPE
(Orientador)

Não há exemplo maior de dedicação e inspiração do que o da nossa família. À minha querida família, que tanto admiro e amo, dedico o resultado do esforço realizado ao longo desta trajetória.

Ao seu Jose, o meu Teimoso Favorito... (*in memoriam* 02/10/21).

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e todos, eu agradeço à Deus, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados. Foi por intermédio DELE que estou aqui hoje, todas as bençãos e oportunidades que me foram dadas, todas as conquistas e caminhos trilhados foram obras suas.

Agradeço à minha Mãe Regileide, por ser minha maior parceira e porto seguro, obrigada por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditei.

À minha Tia/Mãe Elizabeth, por sempre estar ao meu lado em minha caminhada, me apoiando e incentivando. Ao seu Jose, minha figura de Pai/Avô, que foi um dos meus maiores incentivadores acadêmico. Obrigada por me ensinar tantas coisas da vida.

À Diego, meu Primo/Irmão/MelhorAmigo que merece uma sessão exclusiva e ainda assim faltaria espaço para descrever a importância dele. Obrigada por toda ajuda, compreensão, incentivo e principalmente por acreditar em mim e me apoiar todos os dias.

Agradeço enormemente à minha família por serem os meus maiores fãs!! Não dá para agradecer individualmente a cada um porque é muita gente, mas eu amo todos vocês, quem eu sou hoje e as conquistas que consegui/conseguirei tem uma parcela de contribuição de cada um.

Agradeço aos amigos feitos durante a pós-graduação: Davi, Elisa, Moniky, Mozart, Sheilane, Sthéfanie. Obrigada por todo apoio e ajuda. Vocês foram fundamentais nesta jornada, vou guardar todos em um potinho para levar para a vida.

Agradeço à todos que de forma direta ou indireta estiveram presentes ao meu lado nessa caminhada. Agradeço também ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

E por fim, gostaria de agradecer ao meu orientador, Jaelson Castro. Obrigada por toda paciência e dedicação durante essa trajetória, e também por me manter firme quando eu queria desistir.

RESUMO

No campo de pesquisa da Robótica Socialmente Assistiva (Socially Assistive Robotics) o estudo da Interação Humano-Robô (Human-Robot Interaction - HRI) tem o importante papel de indagar a forma como o aspecto humano e robótico colaboram entre si e qual o espaço do robô na vida humana. Alguns aspectos vêm sendo bastante estudados na literatura, dentre eles a confiança, que é considerada crucial para uma interação bem sucedida entre Homem-Robô. A Engenharia de Requisitos pode contribuir para compreender, modelar e analisar quais requisitos são fundamentais, melhorando assim a aceitação da utilização desses robôs. Essa pesquisa propôs a construção de um catálogo de Requisitos Não-Funcionais de confiança para Robôs Socialmente Assistivos chamado NFR4TRUST. O catálogo poderá ser usado para auxiliar a elicitación e especificación de requisitos não-funcionais relacionados a aspectos de confiança humana no uso de robôs socialmente assistivos. Foi realizado um levantamento bibliográfico visando verificar o estado da arte em HRI no contexto de confiança e a partir deste estudo, foi construída uma proposta de taxonomia de confiança para Robôs Socialmente Assistivos que auxilia na descoberta de requisitos. A validación do catálogo proposto foi realizada através de uma Prova de Conceito, entrevista com especialistas das áreas relacionadas, bem como através do uso de um questionário para obter a opinião de engenheiros de requisitos. O uso do catálogo NFR4TRUST foi ilustrado através de sua aplicação na definição de requisitos de confiança de um robô que auxilia na reabilitación de membros superiores. De acordo com os engenheiros de requisitos consultados, o catálogo NFR4TRUST é um artefato útil, de fácil entendimento e apresenta uma boa abrangência em relação aos requisitos não-funcionais de confiança no domínio da Robótica Socialmente Assistiva. Os resultados deste trabalho apontaram que com a utilização do catálogo NFR4TRUST é possível apoiar as etapas de elicitación e especificación em projetos de Robôs Socialmente Assistivos permitindo identificar preocupações iniciais sobre a perspectiva de confiança do usuário e projetar formas de mitigá-las.

Palavras-chaves: robôs socialmente assistivos; interação humano-robô; confiança; engenharia de requisitos; requisitos não-funcionais; catálogos.

ABSTRACT

The research on Socially Assistive Robotics (SAR) includes studies in Human-Robot Interaction (HRI) in order to identify how the collaboration of human and robots is done as well as the role of robots in human life. Requirements Engineering can contribute to understanding, modeling, and analyzing which requirements are fundamental, improving the acceptance of the use of these robots. This research proposed the construction of a Non-Functional Requirements catalog of trust for Socially Assistive Robots (SARs) called NFR4TRUST. The catalog can be used to help elicit and specify non-functional requirements related to aspects of human trust in the use of socially assistive robots. A bibliographic survey was carried out to verify HRI's state of the art in the context of trust and, from this study, a proposal of trust taxonomy for SARs was built that helps in the discovery of requirements. Validation of the proposed catalog was carried out through a Proof of Concept, an interview with specialists from the related areas, and through the use of a questionnaire to obtain the opinion of requirements engineers. The use of the NFR4TRUST catalog was illustrated through its application in the definition of trust requirements of a robot that assists in rehabilitating upper limbs. According to the requirements engineers consulted, the NFR4TRUST catalog is a valuable artifact, easy to understand, and presents a good coverage with the non-functional requirements of trust in the domain of Socially Assistive Robotics. The results of this work showed that using the NFR4TRUST catalog, it is possible to support the elicitation and specification steps in Socially Assistive Robots projects, allowing the identification of initial concerns about the user's trust perspective and as well as to design ways to mitigate them.

Keywords: socially assistive robots; human-robot interaction; trust; requirements engineering; non-functional requirements; catalogs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação da metodologia de pesquisa utilizada nesse trabalho	21
Figura 2 – Etapas para construção da pesquisa	24
Figura 3 – Definindo a Robótica Socialmente Assistiva	33
Figura 4 – Classificação de Requisitos Não-Funcionais (KOTONYA;SOMMERVILLE, 1998)	40
Figura 5 – Taxonomia de Requisitos do Sistema incluindo Confiança (Trust)	41
Figura 6 – Tipo e tópico de um softgoal	44
Figura 7 – Tipos de refinamentos	45
Figura 8 – Tipos de rótulos	47
Figura 9 – Modelo de Confiança Humano-Robô de três fatores	50
Figura 10 – Modelo descritivo atualizado de Confiança Humano-Robô	51
Figura 11 – Modelo revisado de três fatores de Confiança após a revisão da literatura sobre Confiança na automação	52
Figura 12 – Taxonomia completa	54
Figura 13 – Fases e tarefas para a construção do catálogo	107
Figura 14 – Grafo SIG Parcial com NFRs de Confiança para SARs (Sem correlações)	114
Figura 15 – Requisito de Aparência/Antropomorfismo - contribuições e correlações	117
Figura 16 – Requisito de Aparência/Antropomorfismo - Refinamentos	118
Figura 17 – Requisito de Comunicação - contribuições e correlações	124
Figura 18 – Requisito de Comunicação - Refinamentos	125
Figura 19 – Requisito de Emoção - contribuições e correlações	129
Figura 20 – Requisito de Sofisticação de interação - contribuições e correlações	131
Figura 21 – Requisito de Aprendizagem Socialmente Situada- contribuições e correlações	132
Figura 22 – Requisito de Percepção orientada para o ser humano - contribuições e correlações	134
Figura 23 – Requisito de Privacidade - contribuições e correlações	135
Figura 24 – Requisito de Segurança (<i>Safety</i>) - contribuições e correlações	136
Figura 25 – Requisito de Personalidade - contribuições e correlações	137
Figura 26 – Requisito de Intencionalidade - contribuições e correlações	138
Figura 27 – Requisito de Papel do robô - contribuições e correlações	140

Figura 28 – Requisito de Tarefas/Contexto - contribuições e correlações	141
Figura 29 – Requisito de População de usuários - contribuições e correlações	142
Figura 30 – Requisito de Modelagem de usuário - contribuições e correlações	143
Figura 31 – Hardware NAO	146
Figura 32 – Arquitetura NAOTherapist	147
Figura 33 – Prova de Conceito - Aparência Antropomorfismo	155
Figura 34 – Prova de Conceito - Comunicação	156
Figura 35 – Prova de Conceito - Emoção	157
Figura 36 – Perfil Acadêmico dos Participantes	163
Figura 37 – Nível de conhecimento dos participantes em elicitação de requisitos	164
Figura 38 – Os participantes tem alguma experiência profissional com elicitação e especificação de requisitos	164
Figura 39 – Nível de conhecimento dos participantes na abordagem NFR Framework	165
Figura 40 – Nível de conhecimento dos participantes em Interação Humano-Robô	165
Figura 41 – Nível de conhecimento dos participantes em Confiança na Interação Humano-Robô	166
Figura 42 – Nível de conhecimento dos participantes em robótica social	167
Figura 43 – Nível de conhecimento dos participantes em robótica socialmente assistiva	167
Figura 44 – Questão 9	169
Figura 45 – Questão 10	169
Figura 46 – Questão 11	170
Figura 47 – Questão 12	170
Figura 48 – Questão 13	171
Figura 49 – Questão 14	172
Figura 50 – Questão 15	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de <i>Softgoals</i>	44
Tabela 2 – Tipos de Contribuições	47
Tabela 3 – Rastreamento dos conceitos do Fator Humano nas principais Taxonomias .	59
Tabela 4 – Rastreamento dos conceitos do Fator Robô nas principais Taxonomias . . .	77
Tabela 5 – Rastreamento dos conceitos do Fator Ambiente nas principais Taxonomias	98
Tabela 6 – Relação entre propriedades de SARs e Fatores de Confiança	109
Tabela 7 – Listagem das Correlações do SIG	115
Tabela 8 – Realização de entrevista com especialista de NFR Framework	149
Tabela 9 – Realização de entrevista com especialistas	159
Tabela 10 – Comparação dos trabalhos relacionados sobre aspectos observados	177
Tabela 11 – Comparação dos trabalhos relacionados sobre aspectos observados	180

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APIs	Interfaces de Programação de Aplicativos
AR	<i>Assistive Robotics</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling and Notation</i>
CCD	Dispositivo de carga acoplada
ER	Engenharia de Requisitos
GDPR	<i>General Data Protection Regulation</i>
HRI	<i>Human-Robot Interaction</i>
IA	Inteligência Artificial
LOA	<i>Level of Automation</i>
MM	<i>Mental Models</i>
NFRs	<i>Non-Functional Requirements</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
PoC	<i>Proof of Concept</i>
QUEST	<i>The Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology</i>
RAPID	<i>Rational API Designer</i>
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
SAR	<i>Socially Assistive Robotics</i>
SARs	Socially Assistive Robots
SIG	<i>Softgoal Interdependency Graph</i>
SIR	<i>Socially Interactive Robotics</i>
SMM	<i>Shared Mental Models</i>
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TEP	<i>Technology Experience Profile</i>
USUS	<i>based on usability, social acceptance, user experience and societal impact</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	17
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivos Específicos	19
1.3.2	Questões de pesquisa	19
1.4	METODOLOGIA DE PESQUISA	20
1.4.1	Classificação quanto à natureza da pesquisa	21
1.4.2	Classificação quanto aos objetivos de pesquisa	22
1.4.3	Classificação quanto aos procedimentos técnicos	23
1.4.4	Classificação quanto à abordagem da pesquisa	23
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1	INTERAÇÃO HUMANO-ROBÔ	26
2.1.1	Confiança (<i>Trust</i>)	27
<i>2.1.1.1</i>	<i>Definições</i>	<i>27</i>
<i>2.1.1.2</i>	<i>Confiança na Interação Humano-Robô (Human-Robot Interaction - HRI)</i>	<i>29</i>
<i>2.1.1.3</i>	<i>Relação entre Automação e HRI</i>	<i>30</i>
2.2	ROBÓTICA SOCIALMENTE ASSISTIVA (<i>SOCIALLY ASSISTIVE ROBOTS - SAR</i>)	32
2.2.1	Definição	32
2.2.2	Caracterização	34
2.3	REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS	37
2.3.1	Definição	37
2.3.2	Características	38
2.3.3	Classificação	39
2.4	NFR FRAMEWORK	42
2.4.1	Visão geral	42
2.4.2	SIG	43
2.4.3	Tipos de Representação de <i>Softgoals</i>	43

2.4.4	Interdependência entre <i>Softgoals</i>	44
2.4.4.1	<i>Refinamentos</i>	45
2.4.4.2	<i>Contribuições</i>	46
2.4.5	Procedimento de avaliação	46
2.5	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	48
3	TAXONOMIA DE FATORES DE CONFIANÇA	49
3.1	INTRODUÇÃO	49
3.2	PRINCIPAIS TAXONOMIAS EM CONFIANÇA	49
3.3	ADAPTAÇÃO DAS TAXONOMIAS EXISTENTES PARA A ROBÓTICA SOCIALMENTE ASSISTIVA	53
3.3.1	Fator Humano	57
3.3.1.1	<i>Características (Traits)</i>	58
3.3.1.2	<i>Estado (State)</i>	64
3.3.1.3	<i>Fatores Cognitivos (Cognitive Factors)</i>	68
3.3.1.4	<i>Fatores Emocionais (Emotive Factors)</i>	72
3.3.2	Robô	76
3.3.2.1	<i>Recursos (Features)</i>	77
3.3.2.2	<i>Capacidade (Capability)</i>	90
3.3.3	Ambiente	97
3.3.3.1	<i>Colaboração em grupo (Team Collaboration)</i>	97
3.3.3.2	<i>Tarefa/Contexto (Task/Context)</i>	101
3.4	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	104
4	NFR4TRUST - CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS PARA ROBÔS SOCIALMENTE ASSISTIVOS	105
4.1	OBSERVAÇÕES	105
4.2	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CATÁLOGO	106
4.2.1	Levantamento Inicial	108
4.2.1.1	<i>Tarefas 1, 2 e 3</i>	108
4.2.1.2	<i>Coletar definições e atributos dos NFRs</i>	110
4.2.2	Desenvolvimento	110
4.2.2.1	<i>Organizar os NFRs</i>	110
4.2.2.2	<i>Criação do Catálogo</i>	111
4.2.3	Avaliação	111

4.2.3.1	<i>Aplicação da Prova de Conceito</i>	112
4.2.3.2	<i>Avaliação Prova de Conceito com Especialistas</i>	112
4.2.3.3	<i>Avaliação do catálogo através de um questionário aplicado a Engenheiro de Requisitos</i>	112
4.3	O CATÁLOGO	112
4.3.1	Aparência/Antropomorfismo	116
4.3.2	Comunicação	123
4.3.3	Emoção	129
4.3.4	Sofisticação de interação	131
4.3.5	Aprendizagem Socialmente Situada	132
4.3.6	Percepção orientada para o ser humano	133
4.3.7	Privacidade	135
4.3.8	Segurança (Safety)	136
4.3.9	Personalidade	137
4.3.10	Intencionalidade	138
4.3.11	Papel do Robô	140
4.3.12	Tarefas/Contexto	141
4.3.13	Modelagem de usuário	142
4.3.14	População de usuários	143
4.4	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	144
5	AVALIAÇÃO DO CATÁLOGO NFR4TRUST	145
5.1	PROVA DE CONCEITO	145
5.1.1	Prova de Conceito no NAO	146
5.1.2	Condução da Prova de Conceito:	148
5.1.3	Instanciação do catálogo NFR4TRUST para a Prova de Conceito	152
5.1.4	Resultados e Discussão - Prova de Conceito	158
5.1.5	Avaliação com especialistas específicos	159
5.1.6	Resultados e Discussão - Avaliação com especialistas específicos	160
5.2	AVALIAÇÃO COM ENGENHEIROS DE REQUISITOS ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIO	161
5.2.1	Perfil dos participantes	162
5.2.2	Discussão Perfil dos participantes	168
5.2.3	Avaliação do catálogo NFR4TRUST	168

5.2.4	Discussões e Sugestões de Melhoria	173
5.3	LIMITAÇÕES	176
5.4	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	176
6	CONCLUSÃO	177
6.1	TRABALHOS RELACIONADOS	177
6.1.1	Non-functional requirements orienting the development of socially responsible software	177
6.1.2	Towards Achieving Trust Through Transparency and Ethics	178
6.1.3	NFR4ES: Um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Sistemas Embarcados	179
6.1.4	Speeding-Up Non-Functional Requirements Elicitation	179
6.1.5	Assisting with API design through reusing design knowledge	180
6.2	RESULTADOS	181
6.3	CONSIDERAÇÕES E DIFICULDADES PARA CONDUZIR A PESQUISA	182
6.4	CONTRIBUIÇÕES	183
6.5	TRABALHOS FUTUROS	183
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	184
	REFERÊNCIAS	186
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ES-CLARECIDO	218
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO NFR4TRUST219	
	APÊNDICE C – UM RESUMO DA AULA DADA VIRTUALMENTE, A FIM DE CONTEXTUALIZAR OS TEMAS PERTINENTES.	226

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma visão geral da dissertação, assim como, as principais questões que motivaram a realização deste trabalho e o objetivo da pesquisa. As seções estão estruturadas da seguinte forma: o contexto, a caracterização do problema, a motivação, objetivos, procedimentos metodológicos e a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com Binotte (2018), os Robôs Socialmente Assistivos ¹ (*Socially Assistive Robots - SARs*) são robôs que prestam assistência ao usuário humano, com ênfase na interação social. As pesquisas relacionadas ao SARs vem crescendo significativamente nos últimos anos, trazendo benefícios em diversas aplicações, como por exemplo, na educação, em terapias de crianças com algum tipo de Transtorno do Espectro Autista (TEA), como ferramenta de apoio para cuidado de idosos e pessoas com desordem física, cognitiva ou social, na reabilitação, entre outros (SCASELLATI; ADMONI; MATARIĆ, 2012; FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2008).

Um robô com características sociais tem a capacidade de interagir com humanos aderindo a certas sugestões e regras sociais. Por isso, pode-se considerar que a Interação Humano-Robô² (*Human-Robot Interaction - HRI*) é parte fundamental de um robô desse tipo (YAN; ANG; POO, 2014). A HRI visa entender, projetar e avaliar sistemas robóticos que serão utilizados para uso por ou com humanos (GOODRICH; SCHULTZ, 2007). Dito isso, a Robótica Socialmente Assistiva (SARs) é um domínio do HRI, em que a assistência social através da robótica é facilitada pela interação humano-robô.

Sendo assim, existe uma busca para compreender a colaboração entre o aspecto humano e o robótico. Alguns conceitos como a confiança e segurança humana são consideradas como primordiais para o desenvolvimento da relação humano-robô bem sucedida e devem ser considerados como elementos-chaves (LASOTA; FONG; SHAH, 2017a; LEE; SEE, 2004). Portanto, inúmeras pesquisas na área de HRI tentam identificar fatores que ajudam a promover a confiança humana em relação aos robôs (SALEM; DAUTENHAHN, 2015).

¹ O termo Robô Socialmente Assistivo está presente em publicações brasileiras, esse termo não foi traduzido pela autora desse trabalho. A palavra Assistiva está relacionada a grande área de pesquisa de Tecnologias Assistivas.

² Embora a sigla em português da área seja IHR, esse trabalho utilizará a sigla original, pois a maior parte das publicações relevantes usam essa sigla.

O conceito de confiança se estende a muitas disciplinas e pode ser abordado sob várias perspectivas. De acordo com Blomqvist (1997) a confiança desempenha um papel importante na interação dos seres humanos, com efeito na eficácia da comunicação, no aprendizado e na resolução de problemas. Geralmente, a confiança necessita de informações e baseia-se nas expectativas de um indivíduo acerca do desempenho de alguma coisa. É difícil constituir um significado base para uma noção tão ampla como confiança, uma vez que ela pode transmutar-se de acordo com a situação ou contexto e pode basear-se em experiências e aprendizagem social, podendo, portanto, variar de acordo com nacionalidades e/ou culturas específicas (BLOMQVIST, 1997).

Dentro do desenvolvimento de diversos sistemas, as atividades e o processo da Engenharia de Requisitos (ER) são bastante importantes, uma vez que a ER ajuda com questões relacionadas a evitar a introdução de defeitos e falhas de comunicação e tende a minimizar os riscos de fracasso dos sistemas (LEVESON, 2011). Contudo, é possível observar que em muitas áreas geralmente se inicia o desenvolvimento de um determinado sistema antes de capturar seus requisitos.

Quando se trata de sistemas robóticos, os requisitos podem ter um papel fundamental para garantir especificações, descrições de como o sistema deveria se comportar e restrições sobre a operação dele. Eles também podem afetar a qualidade do sistema desenvolvido. Após pesquisas na literatura sobre o domínio de SARs e confiança, foi possível observar uma escassez de trabalhos relacionados a Engenharia de Requisitos, o que torna mais difícil avaliar quais são os requisitos essenciais e exclusivos desse domínio, e quais deles têm maior impacto na confiança.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

No desenvolvimento de SARs o estudo da confiança humana na interação com o robô merece uma atenção especial, tendo em vista que, a confiança permite que um indivíduo avalie os riscos associados à interação com outro agente (KOLLOCK, 1994; LUHMANN, 1979; LUHMANN, 2000). A confiança também é considerada imprescindível para várias funções sociais (ROSSI et al., 2017; FREEL, 2003). Pesquisas relacionadas a Interação Humano-Robô apontam que a confiança pode impactar o sucesso da colaboração entre o humano e o robô e pode determinar o uso futuro do robô (FREEDY et al., 2007).

De antemão, é importante observar que existem vários fatores que influenciam o desenvol-

vimento da confiança e que ainda há muito a se aprender sobre como ela progride. No entanto, de acordo com Lussier et al. (2007) o que prevalece na literatura é o reconhecimento de que até que a confiança seja solidamente estabelecida entre humano e robô, os robôs continuarão a serem subutilizados ou não utilizados. Dessa maneira, a comunidade científica da área continua a abordar a criação e validação de métodos de avaliação para questões de confiança humano-robô.

Na literatura é possível encontrar muitos estudos relacionados a forma de mensurar a confiança na robótica e em sistemas autônomos após sua utilização, como em Hancock et al. (2011), Yagoda e Gillan (2012), Schaefer (2013), Schaefer et al. (2014), Schaefer et al. (2016) entre outros. Porém, existe uma lacuna de trabalhos que foquem no auxílio do desenvolvimento de sistemas robóticos que já possam incluir as preocupações de confiança em sua idealização inicial, isto é nas fases de requisitos. É essencial que ao desenvolver um sistema robótico faça-se uso das etapas de elicitação e especificação de requisitos para que o sistema possa atender às necessidades dos *stakeholders*³. De acordo com Sommerville (2011), os requisitos de um sistema são as descrições dos serviços que serão oferecidos por ele e as suas restrições operacionais. Eles podem ser classificados em duas maneiras, os Funcionais e os Não-Funcionais. O primeiro declara os serviços que o sistema deve oferecer, enquanto o segundo determina as restrições aos serviços ou funções oferecidos pelo sistema.

Os Requisitos Não-Funcionais (Non Functional Requirements - NFRs), têm um papel relevante durante o desenvolvimento de um robô, pois se tais requisitos não são levados em consideração, então o sistema poderá ser inconsistente e de baixa qualidade. É de grande valia investir na elaboração de NFRs de confiança nessas aplicações, pois elas requerem interação e colaborações próximas entre humanos e robôs, bem como contato físico, influência social e psicológica.

O conhecimento sobre os Requisitos Não-Funcionais pode ser organizado em forma de catálogo, facilitando o compartilhamento, gerenciamento e melhoramento de informações (CYS-NEIROS; YU; LEITE, 2003). O propósito deste trabalho é criar um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais chamado NFR4TRUST voltado para a Confiança em Robôs Socialmente Assistivos que influencie a aceitação e utilização deste tipo de robô. Esse Catálogo será útil tanto na fase inicial de desenvolvimento e projeto, como auxiliará na avaliação de robôs já desenvolvidos.

³ Pessoas ou organizações que têm interesse legítimo em um projeto ou entidade

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança para o domínio da Robótica Socialmente Assistiva.

1.3.1 Objetivos Específicos

A fim de atingir o objetivo geral foram pautados alguns objetivos específicos, apresentados a seguir:

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre Confiança para identificar os aspectos relevantes para os Robôs Socialmente Assistivos.
- Propor uma taxonomia para SARs a partir da adaptação das taxonomias de Confiança existentes na literatura.
- Desenvolver um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Robôs Socialmente Assistivos chamado NFR4TRUST (Non-Functional Requirements For Trust).
- Ilustrar o uso do catálogo NFR4TRUST.
- Avaliar o catálogo, através de entrevistas com especialistas do domínio e engenheiros de requisitos.

1.3.2 Questões de pesquisa

Com base na descrição do contexto e caracterização do problema sobre a elicitación e especificação de confiança na Interação Humano-Robô em Robôs Socialmente Assistivos, surgiram algumas questões de pesquisa:

- O que se caracteriza como um Requisito Não-Funcional de Confiança para o domínio de Robôs Socialmente Assistivos?

Esta pergunta tem como objetivo a investigação dos fatores de Confiança que podem ser atributos de qualidade no domínio de SARs.

- Quais Requisitos Não-Funcionais de Confiança devem ser levados em consideração no desenvolvimento de Robôs Socialmente Assistivos?

Esta pergunta tem como objetivo a obtenção de um conjunto de Requisitos Não-Funcionais que influenciem a Confiança, e que possam ser re-utilizados em projetos futuros envolvendo SARs.

- Quais as relações entre os Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos?

Esta pergunta visa obter os inter-relacionamentos entre os Requisitos Não-Funcionais de Confiança no domínio de SARs. A finalidade é compreender como um Requisito Não-Funcional pode afetar um outro, seja de forma positiva ou negativa, total ou parcial, desde as fases iniciais do projeto.

- Como desenvolver um catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança no domínio de Robôs Socialmente Assistivos para apoiar a elicitação e especificação de requisitos? Esta pergunta tem o objetivo de estabelecer um conjunto de atividades ou tarefas a serem seguidas para a construção do catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos.

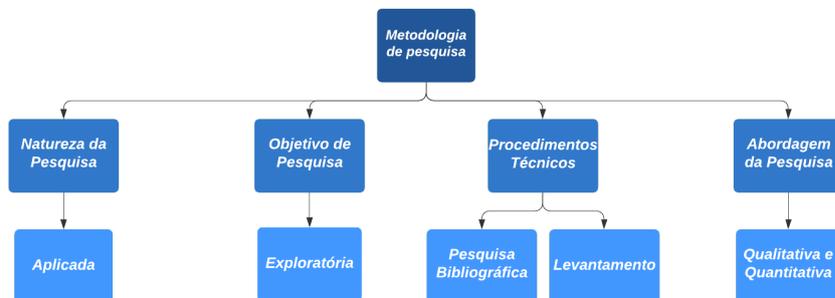
1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia científica é uma poderosa ferramenta na investigação e no desenvolvimento científico. Ao se expor uma ideia é necessário que exista uma lógica, uma organização, para que essa ideia seja bem compreendida. Segundo Nascimento (2017), “método é uma série de preceitos abstratos que regulam a ação; a metodologia é um conjunto de procedimentos utilizados, uma técnica e sua teoria geral. A metodologia avalia a aplicação do método por meio de procedimentos e técnicas que garantem a legitimidade do conhecimento obtido”. Dessa forma, pode-se dizer que a metodologia visa atingir o conhecimento a partir de um conjunto de abordagens, técnicas e processos estruturados.

A pesquisa científica se caracteriza por ter o objetivo de encontrar soluções para determinados problemas propostos a partir da aplicação dos métodos científicos. A pesquisa pode ser classificada segundo vários critérios (NASCIMENTO, 2016). Para realizar esta pesquisa a metodologia adotada fundamenta-se na classificação de quatro abordagens, sendo elas: quanto à natureza, quanto aos objetivos, quanto aos procedimentos técnicos e quanto à abordagem da pesquisa.

A Figura 1 representa essa classificação e suas especificações. Nos próximos tópicos serão descritos cada uma dessas categorias mais detalhadamente.

Figura 1 – Classificação da metodologia de pesquisa utilizada nesse trabalho



Fonte: Autora (2022)

1.4.1 Classificação quanto à natureza da pesquisa

A natureza da pesquisa relaciona-se a finalidade, a contribuição que ela dará à ciência. Quanto à natureza, elas podem ser classificadas como básicas ou aplicadas. Nesta dissertação a pesquisa é classificada como aplicada.

O objetivo da pesquisa básica é gerar conhecimento novo para o avanço da ciência, não tendo o compromisso de aplicar de forma prática os resultados gerados. Esse tipo de pesquisa pode ser classificada em de avaliação ou de diagnóstico. Na pesquisa de avaliação é atribuído valor ao objeto de estudo, com parâmetros para referência ou comparação bem estabelecidos e seu foco pode se estabelecer nos procedimentos ou resultados. A pesquisa básica também pode ser do tipo de diagnóstico, onde o objetivo é traçar uma perspectiva de uma dada realidade (NASCIMENTO, 2016).

De acordo com Nascimento (2016), a pesquisa aplicada se caracteriza por sua dedicação à geração de conhecimento para a solução de problemas específicos, ela dirige-se à busca da verdade a uma determinada aplicação prática e em situação particular. Portanto, nesta dissertação a pesquisa se caracteriza em aplicada quanto à sua natureza porque visa desenvolver uma abordagem (Catálogo-NFR4TRUST) e aplicá-la ao seu contexto alvo (SARs).

1.4.2 Classificação quanto aos objetivos de pesquisa

A classificação quanto aos objetivos diz respeito ao grau de familiaridade que se tem com o tema e o quanto se irá aprofundá-lo. Pode ser do tipo descritiva, explicativa ou exploratória. Nesta dissertação a pesquisa é classificada como exploratória.

Segundo Gil (1999), a principal finalidade das pesquisas do tipo descritiva é descrever as características de determinada população ou fenômeno. Uma de suas particularidades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionário e observação sistemática. Este tipo de pesquisa apenas captura e mostra o cenário de uma situação expressa em números e as variáveis capturadas pela análise dos dados são limitadas a serem descritas de forma isoladas sem que as interações entre elas sejam examinadas mais detalhadamente (CASTRO, 1976). Suas questões de pesquisa exigem que o pesquisador tenha um profundo conhecimento do problema a ser pesquisado, como também, o conhecimento de informações como: o que a pesquisa deseja medir, quando e onde, como será realizada e o por que deve ser feita (MATTAR, 2001).

A essência da relação entre variáveis é feita na pesquisa explicativa (CASTRO, 1976). Para Gil (1999), esse tipo de pesquisa tem como objetivo identificar os fatores que determinam ou que colaboram para a ocorrência de um fenômeno. É o tipo de pesquisa mais complexa e delicada e a que mais aprofunda o conhecimento da realidade. Isso porque ela tenta explicar a razão e as relações de causa-efeito dos fenômenos. Geralmente as questões de pesquisa e as hipóteses relevantes nesse tipo de pesquisa têm que ser muito específicas (AAKER; KUMAR; DAY, 2004).

Conforme Gil (1991), as pesquisas do tipo exploratórias, como nesta dissertação, têm a intenção de facilitar a familiaridade do pesquisador com o problema objeto da pesquisa, para tornar a questão mais compreensível. Geralmente esse tipo de pesquisa é desenvolvida quando não se tem tantos dados e informações disponíveis sobre um tema ainda, porém percebe-se que ele poderá ser alvo de pesquisas futuras. Uma de suas características relaciona-se com as suas hipóteses, que podem estar ausentes, ou serem pouco definidas (AAKER; KUMAR; DAY, 2004). Dessa forma, essa pesquisa se caracteriza como exploratória pelo fato de realizar uma investigação sobre Confiança, Robótica Socialmente Assistiva, Taxonomia de Confiança na Interação Humano-Robô e Requisitos Não-Funcionais para Confiança no domínio de SARs.

1.4.3 Classificação quanto aos procedimentos técnicos

Os procedimentos técnicos referem-se aos tipos de fontes de informações em que se adquire o conhecimento relativo à pesquisa. Podem ser divididos em dois grupos gerais. O primeiro, relativo aos que extraem informações de materiais publicados (físicos ou não) como na pesquisa documental e na pesquisa bibliográfica. E o segundo que é formado por dados fornecidos pelo objeto de estudo como em: estudo de caso, levantamento, ex-post facto, pesquisa participante, pesquisa-ação, pesquisa etnográfica, pesquisa fenomenológica e pesquisa experimental. Esta pesquisa é classificada como bibliográfica e de levantamento.

Em Gil (1991) a pesquisa bibliográfica é descrita como um trabalho do tipo exploratório que possibilita fundamentos teóricos ao pesquisador para auxiliar no exercício reflexivo e crítico sobre o tema em estudo. Ela é realizada através do estudo analítico e interpretativo de conteúdo já publicado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Esta dissertação caracteriza-se como bibliográfica por ambientar o conjunto de conhecimento sobre o tema através da leitura seletiva dos conteúdos já publicados.

O levantamento caracteriza-se por ser uma interrogação direta dos sujeitos ao quais deseja-se compreender o comportamento. Isso envolve a solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas sobre o problema em questão e a obtenção de conclusões relacionadas aos dados que foram coletados (GIL et al., 2002). Por isso, esta pesquisa também caracteriza-se como de levantamento, pois é através da consulta com especialistas das áreas relacionadas que são realizadas a avaliação e validação do catálogo.

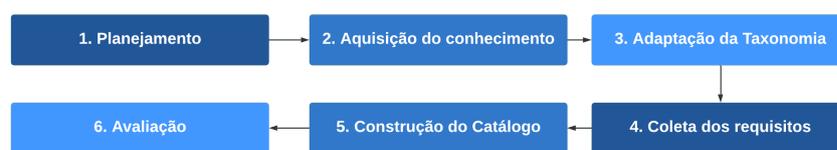
1.4.4 Classificação quanto à abordagem da pesquisa

O tipo de abordagem da pesquisa refere-se à qual caminho é mais adequado para estudar o seu objeto. As pesquisas científicas podem ser classificadas, quanto à sua abordagem, nos tipos básicos: qualitativa e quantitativa. Também existe a possibilidade de uma abordagem de método misto, onde combina-se elementos da pesquisa qualitativa e quantitativa com o propósito de ampliar e aprofundar o entendimento e a corroboração dos resultados (JOHNSON; ONWUEGBUZIE; TURNER, 2007). Esta pesquisa é classificada como uma abordagem de método misto.

De acordo com Malhotra (2001, p.155), “a pesquisa qualitativa proporciona uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura

quantificar os dados e aplica alguma forma da análise estatística” . Os resultados obtidos pela pesquisa qualitativa podem ser explicados pelo uso da abordagem quantitativa. Sendo assim, a abordagem utilizada nesta pesquisa é mista pois a análise qualitativa foi realizada mediante as perguntas abertas que coletaram as opiniões dos participantes da pesquisa sobre a utilidade do catálogo. Já a análise quantitativa utilizou-se da estatística para avaliar os dados importantes obtidos através das respostas dos formulários aplicados aos Engenheiros de Requisitos acerca do catálogo.

Figura 2 – Etapas para construção da pesquisa



Fonte: Autora (2022)

Com o intuito de alcançar nosso objetivo, esta pesquisa foi elaborada em 6 etapas, como observado na Figura 2.

Na fase do planejamento algumas atividades foram feitas, tais como: a definição do problema de pesquisa, a delimitação dos objetivos do trabalho e a escolha dos procedimentos metodológicos a serem utilizados para o andamento do trabalho.

Na etapa de aquisição do conhecimento, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca dos temas propostos através de bibliotecas digitais, sendo elas: ACM Digital Library, CiteSeerX, DBLP (Digital Bibliography & Library Project), DSpace@MIT, Engineering Village, Google Scholar, IEEE Xplore Digital Library, ScienceDirect, Scopus e SpringerLink.

A etapa de adaptação da taxonomia foi realizada selecionando através do levantamento bibliográfico as principais taxonomias relacionadas a Confiança e organizando os fatores relevantes ao domínio da Robótica Socialmente Assistiva em um modelo de taxonomia mais relacionado à área.

Na fase da coleta de requisitos foi realizada a tarefa de identificar os Requisitos Não-Funcionais de Confiança predominantes no domínio de Robôs Socialmente Assistivos. Os requisitos foram obtidos utilizando as informações adquiridas com a taxonomia.

Por fim, na etapa de avaliação foi realizada a análise da abordagem proposta por meio da aplicação da Prova de Conceito (PoC) e entrevistas com especialistas das áreas relacionadas a SARs, NFR Framework e requisitos. Em seguida foram também consultados Engenheiros de

Requisitos. O uso do catálogo foi ilustrado através da definição dos NFRs de um SARS na área de reabilitação motora dos membros superiores.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Essa dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma.

Este **Capítulo 1 - INTRODUÇÃO**: apresentou o contexto e caracterização do problema a ser abordado, os objetivos do trabalho, a metodologia de pesquisa e a forma na qual a dissertação está estruturada.

Capítulo 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: apresenta o referencial teórico com os conceitos resumidos das principais áreas envolvidas nesta pesquisa, bem como um relato dos trabalhos relacionados. Especificamente, são abordados os seguintes temas: Interação Humano-Robô, Confiança, Robótica Socialmente Assistiva, Engenharia de Requisitos, Requisitos Não-Funcionais e NFR Framework.

Capítulo 3 - TAXONOMIA DE FATORES DE CONFIANÇA: apresenta uma breve contextualização acerca de taxonomia e sua importância no contexto deste trabalho. Também elabora as principais taxonomias de confiança encontradas na literatura e elabora uma síntese das taxonomias existentes para o uso no domínio da Robótica Socialmente Assistiva

Capítulo 4 - Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Robôs Socialmente Assistivos: este capítulo explana sobre o processo de construção do catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Robôs Socialmente Assistivos. Em seguida o catálogo é apresentado.

Capítulo 5 - AVALIAÇÃO DO CATÁLOGO NFR4TRUST: mostra a validação do catálogo proposto realizada através de uma Prova de Conceito (PoC), entrevista com especialistas das áreas relacionadas e um questionário para obter a opinião de engenheiros de requisitos

Capítulo 6 - CONCLUSÃO: apresenta alguns trabalhos relacionados, as considerações finais sobre os principais tópicos abordados nesta dissertação, incluindo as contribuições alcançadas, as limitações encontradas e as indicações de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é responsável por apresentar os conceitos pertinentes para o entendimento desta dissertação. Serão abordados os seguintes temas: Interação Humano-Robô, Robótica Socialmente Assistiva, Requisitos Não-Funcionais e NFR Framework.

2.1 INTERAÇÃO HUMANO-ROBÔ

Com o avanço da tecnologia, a robótica vem preenchendo um número crescente de funções na sociedade. Dessa forma, o uso de robôs em áreas como escolas, residências, lares de idosos, hospitais, entre outros, possibilita a criação de sistemas que realizam diversas atividades em cooperação com os seres humanos e com interações cada vez mais complexas. Essa complexidade levou a um esforço de pesquisa da comunidade científica para compreender melhor essas interações.

A Interação Humano-Robô (do inglês *Human-Robot Interaction* - HRI) é o estudo de como e/ou porque ocorre a interação entre humanos e robôs. Ela surgiu como uma área de pesquisa em que o grande objetivo é poder projetar, compreender e avaliar sistemas robóticos que serão utilizados por humanos ou utilizados com eles (GOODRICH; SCHULTZ, 2007). Além do mais, alguns autores como Dautenhahn (2013) acreditam que essa área de pesquisa também é responsável por estudar o comportamento e atitudes que as pessoas adotam em relação aos robôs, principalmente no que diz respeito a características físicas, tecnológicas e suas possibilidade interativas.

O estudo da Interação Humano-Robô contém uma grande variedade de desafios na busca de construir uma interação mais eficaz. Dentre eles, podemos destacar garantir a segurança nas colaborações entre humanos e robôs e compreender o papel da confiança na interação entre eles (LEE; SEE, 2004; GROOM; NASS, 2007; CHARALAMBOUS; FLETCHER; WEBB, 2016; LASOTA; FONG; SHAH, 2017b). Embora os conceitos de segurança e confiança muitas vezes são tratados como vertentes diferentes de investigação, a segurança afeta diretamente a percepção de confiança, uma vez que, quanto menor o nível de segurança percebido, menor a chance do indivíduo confiar na utilização do robô. Sendo assim, neste trabalho consideramos os principais aspectos da segurança como um tópico dentro da confiança. A interdisciplinaridade da HRI pode gerar dificuldades no que se refere a pluralidade de vocabulários, metodologias e métricas

utilizadas pela comunidade (DAUTENHAHN, 2007; BURKE et al., 2004).

2.1.1 Confiança (*Trust*)

A confiança é um facilitador importante nas interações humanas. Por isso, cultivá-la é essencial para sustentar e desenvolver relacionamentos de sucesso (BARBER, 1983; REMPEL; HOLMES; ZANNA, 1985; GAMBETTA et al., 1990; BLOMQUIST, 1997; MCKNIGHT; LARRY, 1998). Existe uma ampla variedade de domínios nos quais a confiança é estudada (ex. psicologia social, interpessoal, sociologia, teoria organizacional, automação cooperação, organização industrial, entre outros). Isso leva a várias definições, teorias e métricas diferentes de confiança. Na subseção a seguir serão apresentadas algumas definições de confiança estabelecidas em alguns domínios e ao longo das últimas seis décadas.

2.1.1.1 Definições

A confiança tem uma longa história. Antes mesmo de se tornar um campo formalizado de pesquisa, a noção de “confiança” já se estabelecia na sociedade primitiva; a incerteza sobre o comportamento de outros indivíduos e a interação em ambientes incertos condicionava os indivíduos a depender da confiança para facilitar sua sobrevivência. Porém, conforme a sociedade foi evoluindo e as relações entre os seres humanos e com o ambiente social foram se tornando cada vez mais complexas, a confiança passou de um meio de sobrevivência para torna-se um pilar de estabilidade das sociedades democráticas e para a condução normal dos assuntos sociais e econômicos (COOK, 2001).

Uma das primeiras tentativas rastreáveis de definir e examinar características potenciais do termo confiança foi feita pelo psicólogo Morton Deutsch (DEUTSCH, 1962). Em sua pesquisa, Deutsch (1962) descreve a confiança como uma faceta da personalidade humana e afirma que ela é o resultado da escolha de comportamento em uma situação específica. Ele focou sua definição baseada na percepção do indivíduo acerca de uma situação e na análise de custo ou benefício que resulta dela (DEUTSCH, 1962; MARSH, 1994). Ainda nos anos 60 podemos destacar outro trabalho, o de Rotter (1967) que definiu a confiança interpessoal como uma expectativa de um indivíduo, ou vários, de que a palavra ou promessa, seja ela verbal ou escrita de outra pessoa ou grupo pode ser acreditada.

Entre os anos 70 e 80 podemos destacar alguns pesquisadores como Niklas Luhmann

(1979), Larzelere e Huston (1980), Bernard Barber (1983) e Rempel, Holmes e Zanna (1985). Niklas Luhmann é considerado como outro pioneiro desse campo de estudo, em seu trabalho a confiança aborda diferentes áreas do conhecimento, como a sociologia, a psicologia e a antropologia. Na sua definição, a confiança é um método para reduzir a complexidade social e para lidar com riscos (LUHMANN, 1979). Larzelere e Huston (1980) realizaram sua pesquisa no âmbito interpessoal e relacionaram a confiança como a crença que um indivíduo tem na integridade do comportamento de outro indivíduo. Outra definição de confiança com embasamento na sociologia, assim como Luhman, vem do trabalho do sociólogo Bernard Barber. Barber estabeleceu que a confiança resulta da aprendizagem em um sistema social e é usada por um indivíduo para gerenciar suas expectativas em relação aos seus relacionamentos e ambiente (BARBER, 1983; MARSH, 1994). Já o trabalho de Rempel, Holmes e Zanna (1985), declarou que o componente mais concreto da confiança diz respeito as características de previsibilidade ou consistência das ações de um indivíduo.

Nos anos 90 podemos destacar Gambetta et al. (1990), que em seu trabalho descreveu a confiança como uma avaliação probabilística subjetiva da intenção de outro agente de realizar uma ação da qual o agente dependerá (GAMBETTA et al., 1990); e a definição de Mayer, Davis e Schoorman (1995) que particularizam a confiança na perspectiva da teoria organizacional e declaram a confiança como: “A disposição de uma parte de ser vulnerável aos resultados de outra parte com base na expectativa de que a outra realizará uma ação específica importante para o responsável pela confiança, independentemente da capacidade de monitorar ou controlar essa outra parte” (MAYER; DAVIS; SCHOORMAN, 1995).

No início dos anos 2000 algumas definições que podem ser destacadas são: a de Madsen e Gregor (2000) no campo da Interação Humano-Computador, que definiram o significado de confiança para relacionar até onde o usuário está disposto e seguro em agir com base nas recomendações, ações e decisões de um agente artificialmente inteligente; a de Sirdeshmukh, Singh e Sabol (2002, p.17) que definem a confiança no ponto de vista de um consumidor (para eles a confiança se relaciona com a expectativa que o consumidor tem de que um prestador de serviço irá cumprir suas promessas); Sheridan (2002), que define a confiança como um efeito ou resultado de certas características de automação (por exemplo, confiabilidade) e confiança como uma causa do comportamento dos operadores ao utilizar a automação; e a de Lee e See (2004) que definem a confiança na automação como a atitude de que um agente ajudará a atingir os objetivos de um indivíduo em uma situação caracterizada pela incerteza e vulnerabilidade.

Wagner (2009) define a confiança em termo de dois indivíduos. O *trustor* que é o indivíduo que confia e o *trustee* que é o indivíduo em quem a confiança é depositada. Para eles a confiança é uma crença, mantida pelo *trustor*, de que o *trustee* agirá de maneira a mitigar o risco do *trustor* em uma situação na qual o *trustor* colocou seus resultados em risco (WAGNER, 2009, p.31). Em Schaefer (2013) também é estabelecido a confiança em termo de dois indivíduos o *trustor* e o *trustee*, mas voltado para a área de HRI. O relacionamento dos indivíduos a qual essa definição se refere inclui, uma pessoa (*trustor*) e um robô (*trustee*). Na maioria das vezes, a pessoa de interesse no HRI é o operador ou usuário do robô, pois é ele quem trabalha diretamente com o robô em uma tarefa colaborativa. Outro trabalho que apresenta a exigência de que a confiança tenha tanto um *trustor* quanto um *trustee* é o de PytlikZillig e Kimbrough (2016). Eles definem que esses dois indivíduos precisam ter alguma forma de relacionamento e interdependência entre os mesmos. Em alguns casos, o aspecto relacional da confiança é explicado pela menção de “dependência”, descrevendo o *trustor* como disposto a confiar, dar controle, apoiar ou “ser vulnerável” ao *trustee*.

Nesta dissertação, o conceito de confiança utilizado é baseado em algumas diretrizes, como a questão da expectativa destacada no trabalho de Sirdeshmukh, Singh e Sabol (2002) e a previsibilidade/consistência do trabalho de Rempel, Holmes e Zanna (1985). Também usaremos a confiança em termo de dois indivíduos enfatizadas nas definições de Wagner (2009), Schaefer (2013) e PytlikZillig e Kimbrough (2016). Então, o termo **Confiança** elaborado nessa dissertação se refere: a crença que o usuário (*trustor*) tem de que o robô (*trustee*) será capaz de cumprir suas funções prometidas de forma esperada, eficaz e segura.

2.1.1.2 Confiança na Interação Humano-Robô (*Human–Robot Interaction - HRI*)

Independente do domínio específico, ambiente ou tarefa de um robô, a confiança de um indivíduo em um recurso robótico torna-se crítica à medida que os robôs abandonam suas funções baseadas em ferramentas mais passivas e tornam-se um membro mais ativo da equipe integrada. Pode ser um desafio garantir um nível adequado de confiança para o sucesso da integração em equipes humanas (CHEN; TERRENCE, 2009; FREEDY et al., 2007).

O estudo da Confiança dentro de HRI ainda é um campo relativamente novo e existem poucos estudos específicos dele. Embora Sheridan (1975) tenha enfatizado a importância da confiança na interação entre homens e robôs ao discutir a modelagem do controlador do supervisor humano, a primeira pesquisa empírica dessa área ocorreu realmente no trabalho de Dasson-

ville, Jolly e Desodt (1996), que quantificaram a confiança em um sistema homem-máquina. A primeira meta-análise (e base para vários outros trabalhos) sobre confiança humano-robô foi o trabalho de Hancock et al. (2011). Nele os autores relacionaram a confiança das pessoas nos robôs como muito importante para a disposição dessas pessoas em aceitar informações e seguir sugestões dos sistemas robóticos. Existem diferentes níveis de confiança em uma interação humano-robô e níveis impróprios dela podem ter consequências negativas, como o mau uso do sistema, ou até o seu desuso total. No entanto, devido à escassez de literatura empírica especificamente relacionada a confiança humano-robô, Hancock et al. (2011) documentaram apenas um total de dez estudos correlacionais e doze estudos experimentais na área. Segundo Hancock et al. (2011) a confiança na HRI está muito relacionada à confiança na automação em geral, que tem sido estudada com relação às suas diversas influências de desempenho (Hancock et al., 2011).

Pesquisas subsequentes a Hancock et al. (2011), como a dos autores Billings, Schaefer, Llorens e Hancock (2012), tentaram avaliar melhor a confiança entre humanos e robôs, fazendo uma revisão mais ampla das definições de confiança, suportada por definições baseadas na análise de 220 definições no domínio interpessoal e 82 definições baseada em tecnologia. Com a nova análise deles foi possível descobrir que um grande número de definições se referem especificamente a características como expectativas, segurança, risco ou incerteza, convicção e vulnerabilidade. Schaefer (2013), assim como Hancock et al. (2011), relaciona fortemente a confiança em robôs com o campo da automação. O modelo de taxonomia de Schaefer (2013) representa os fatores que compõe a confiança na HRI e se aproveitou do campo interpessoal para enfatizar características humanas importantes, antes não presentes no modelo de Hancock et al. (2011).

Boa parte das produções de trabalhos em confiança se mantém sendo desenvolvidos por um grupo restrito dos mesmos pesquisadores, como podemos observar nos trabalhos de referência da área.

2.1.1.3 Relação entre Automação e HRI

Alguns autores apontam que a confiança humana em AUTOMAÇÃO e em ROBÔS podem ser semelhantes. Porém, ainda existem algumas diferenças entre as definições dentro da literatura de automação e da robótica que podem fazer com que a natureza de suas interações com os humanos possam ser diferentes. Por isso, essas diferenças precisam ser melhor investigadas

(HANCOCK et al., 2011; OLSON, 2013).

Parasuraman e Riley (1997) definem a Automação como “a execução por um agente de máquina (geralmente um computador) de uma função que anteriormente era executada por um humano” (PARASURAMAN; RILEY, 1997, p. 231). Já Lee e See (2004) definem automação como a “tecnologia que ativamente seleciona dados, transforma informações, toma decisões ou controla processos” (LEE; SEE, 2004, p. 50). Sendo assim, a confiança humana na automação reflete sua necessidade fundamental no uso adequado da máquina ou sistema (ver LEE; SEE, 2004). No entanto, a inadequação dessa confiança (excesso/falta de confiança) pode fazer com que os indivíduos possam cometer erros em seu uso (seguir o conselho da automação quando incorreto) ou em seu desuso (não considerar o conselho da automação quando correto) (PARASURAMAN; RILEY, 1997).

Olson (2013) acredita que para mitigar esses tipos de erros, primeiro é preciso compreender o que tem potencial de influenciar na confiança na automação. Em seu trabalho, ele creditou a confiança na automação à atitudes e expectativas relacionadas à previsibilidade e confiabilidade (*reliability*) em que as funções e capacidades da máquina se baseiam (mesmo que incertas). Essas características são detectadas ou por seu estado atual, ou por comportamento passado. Em sua perspectiva, a automação tradicional é encarregada de executar uma espécie de tarefa específica com mais constância, enquanto executada normalmente em um ambiente bem organizado e controlado. Além de que, o autor Olson concorda com Schaefer (2013) sobre a necessidade da presença de um operador humano, mesmo que apenas em um papel de supervisor, durante as interações Homem-Máquina.

No trabalho de Schaefer et al. (2016) foram definidos os significados dos termos autonomia, automação e robô. Os autores apontaram a **autonomia** como sendo uma capacidade ou um conjunto delas, que permite a execução de forma automática ou “autogovernada” (dentro dos limites programados) de uma ação específica de um sistema. Já a **automação** foi considerada como uma “máquina de execução de funções” (DSB, 2012; PARASURAMAN; SHERIDAN; WICKENS, 2000, p.286). O significado de robô foi o mais difícil de ser delineado pelos autores devido a natureza baseadas em tarefas da HRI. O consenso que os autores chegaram foi de que um **robô** pode ser classificado como tendo capacidades autônomas diversas ou múltiplas dentro de uma única categoria ou sistema (SCHAEFER et al., 2016).

Como os robôs podem ter habilidade social, as expectativas que as pessoas têm deles podem ser diferentes da automação. Alguns pesquisadores da área de robótica social ampliaram a definição de robô para que ele possa ser caracterizado como “um sistema autônomo que

age com suas próprias decisões, com a contribuição de um operador humano, mas pode não ser controlado por um humano” (WOHLEBER et al., 2016; POSTAL, 2019, p.27). Esse conceito corrobora com Schaefer (2013) e Yagoda (2011), no que diz respeito a enfatizar os conceitos de inteligência e autonomia da tecnologia. Nesta dissertação, definiremos o termo **Autonomia** como a capacidade do nosso sistema robótico de executar ações específicas do sistema de forma inteligente e automática. Enquanto a **Automação** é definida como o grau de poder que o robô tem para agir no ambiente ou situação (RILEY, 1989).

2.2 ROBÓTICA SOCIALMENTE ASSISTIVA (*SOCIALLY ASSISTIVE ROBOTICS* - SAR)

A tecnologia auxilia cada vez mais o aumento da qualidade de vida das pessoas. Ativos tecnológicos como os Robôs Socialmente Assistivos (*Socially Assistive Robots*) prestam assistência aos seus usuários em diferentes níveis: podendo apoiar as habilidades cognitivas ou funcionais; oferecendo ao usuário oportunidades para aumentar a participação social e o bem-estar psicológico; fornecendo monitoramento remoto e contínuo do estado de saúde do usuário; treinando o usuário para facilitar a promoção de um comportamento saudável e atingir os objetivos relacionados à saúde; auxiliando tratamentos terapêuticos relacionados a demência ou autismo, sendo ferramenta educacional, entre outros (Rich e Sidner, 2009; Pino et al., 2015).

A Robótica Socialmente Assistiva engloba todos os sistemas robóticos que são capazes, através da INTERAÇÃO SOCIAL, de prestar algum tipo de assistência ao usuário (Feil-Seifer e Mataric, 2005; Broekens et al., 2009; Flandorfer, 2012).

2.2.1 Definição

Os Robôs Socialmente Assistivos foram apresentados pela primeira vez em 1950 (AMUDHU, 2020) e na época eles possuíam apenas desempenhos de mecanismos básicos e configurações pré-definidas sem muitas sofisticacões. Foi apenas na década de 90 que a área teve um impulso tanto de desenvolvimento como de interesse de pesquisa. Isso ocorreu pelo surgimento da Inteligência Artificial (IA), que foi usada para incrementar os robôs sociais (AMUDHU, 2020). Ademais, esse campo só foi realmente definido claramente e delimitado em 2005 no trabalho de (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005).

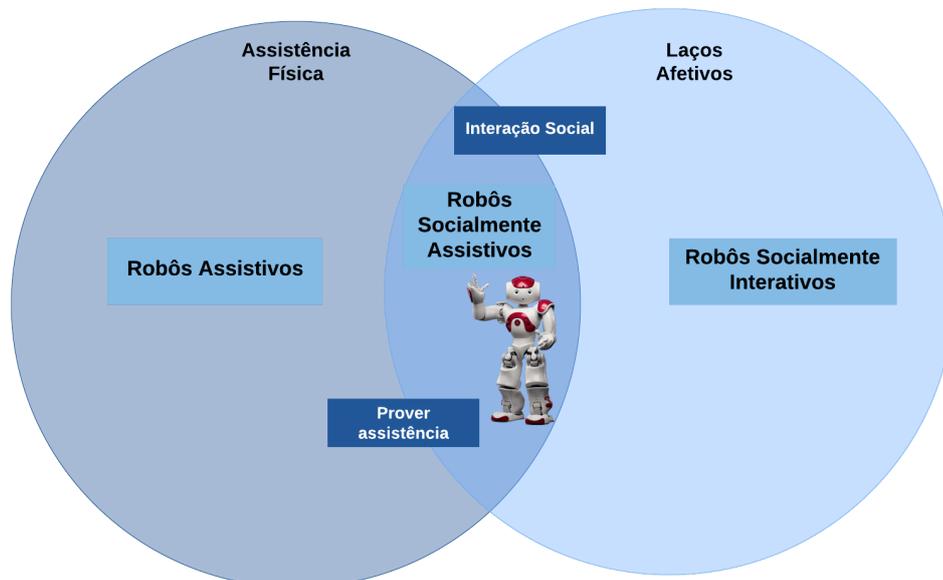
Feil-Seifer e Matarić (2005) classificaram¹ a robótica dentro do campo da HRI em três

¹ Na área de HRI existem diferentes formas de classificar os domínios da robótica.

grandes áreas: A Robótica Assistiva (*Assistive Robotics* - AR), a Robótica Socialmente Interativa (*Socially Interactive Robotics* - SIR) e a Robótica Socialmente Assistiva (SAR). A primeira área, Robótica Assistiva - AR é responsável por englobar os ativos tecnológicos que auxiliam os usuários humanos por interações mais físicas (mas não exclusivo). Podem ser robôs de reabilitação, cadeiras de roda, braços robóticos, tecnologias educacionais, ferramentas de monitoramento médicos, entre outros e geralmente possuem um nível de autonomia mais simples. Já a Robótica Socialmente Interativa - SIR, foi primeiro introduzida por Fong, Nourbakhsh e Dautenhahn (2003), para distinguir as interações sociais das teleoperações na área de HRI. Os robôs da área de SIR são caracterizados por terem algum tipo de interação social como tarefa principal, podem operar como parceiros, pares ou assistentes, o que significa que eles precisam exibir um certo grau de adaptabilidade e flexibilidade para conduzir suas interações.

A Robótica Socialmente Assistiva - SAR foi definida como uma interseção das áreas da Robótica Assistiva - AR e Socialmente Interativa - SIR como podemos ver na Figura 3.

Figura 3 – Definindo a Robótica Socialmente Assistiva



Fonte: Adaptado de PULIDO et al. (2019)

SAR compartilha com a robótica assistiva o objetivo de fornecer assistência a usuários humanos, mas essa assistência acontece exclusivamente por meio da **interação social**. Embora a área Socialmente Assistiva (SAR) e Socialmente Interativa (SIR) possam parecer iguais, elas não são. A diferença está nos objetivos do robô. A primeira (SAR) tenta criar interações próximas e eficazes com o usuário humano para o propósito de dar assistência e alcançar resultados mensuráveis em suas aplicações (seja progresso na convalescença, reabilitação,

aprendizagem, entre outros). A segunda (SIR), visa desenvolver as interações eficazes com o ser humano, apenas pelo próprio ato de interagir com ele. A construção do campo de SAR foi motivada pelo desejo de expandir a robótica assistiva para incluir robôs que operam por meio de interação social (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005).

2.2.2 Caracterização

Feil-Seifer e Mataric (2005) elaboraram uma taxonomia descritiva a partir do trabalho de Fong, Nourbakhsh e Dautenhahn (2003), acerca dos componentes de interação que os Robôs Socialmente Assistivos devem considerar. A seguir, daremos uma breve contextualização sobre essas propriedades. Para mais detalhes verificar os autores respectivos (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; FONG; NOURBAKHSH; DAUTENHAHN, 2003).

- **Incorporação (*Embodiment*):** os dois aspectos fundamentais que compõe esse quesito são: a morfologia (forma e estrutura de um robô são importantes para estabelecer expectativas sociais) que pode ser dividida em antropomórfica (aparência semelhante à humana), zoomórfica (aparência de animal) e funcional (aparência que não é nem humana nem animal, mas está relacionada à função do robô) (YANCO; DRURY, 2004); e considerações de *design* (a morfologia deve ser adequada a funcionalidade e capacidade do robô e deve manter um padrão de realismo satisfatório).
- **Emoção (*Emotion*):** as emoções são importante nas interações humanas. Nos robôs elas ajudam a facilitar uma interação mais crível entre homem-robô. Elas podem ser divididas em: emoções artificiais (podem indicar estado interno do robô, expressar emoções limitadas e os modelos podem regular as emoções através de estimulação ou podem ser inspiradas pela teoria emocional); emoções como mecanismo de controle (a emoção pode ser usada pra controlar o comportamento do robô); a fala (pode transmitir emoções, seus parâmetros devem se atentar ao volume, nível, variação, alcance, entonação, ritmo e o acento da linguagem falada); expressão facial (expressões básicas presentes no rosto do robô que expressem emoções; os componentes da face e seus graus de movimentos faciais limitam as expressões possíveis); linguagem corporal (comunicação não verbal através de movimentos corporais também ajudam a transmitir emoções, além de melhorar a interação).

- **Diálogo (Dialog):** é um processo conjunto de comunicação, deve existir três tipos principais: baixo nível (comunicação básica, guiada por palavras simples); não verbal (posicionamento corporal, gestos e ações físicas); e a linguagem natural (seu grau de qualidade é determinada pela limitação tecnológica).
- **Personalidade (Personality):** são os traços de personalidade percebidos no robô, podem ser representadas por esteriótipos de emoções, tamanho, forma, cor, movimento e pela maneira que o robô se comunica. Existe um debate se os robôs devem ter uma personalidade projetada ou aprendida (se adapta por meio da interação com o usuário), ou se ela deve ser mais humana ou não. Os robôs podem apresentar diversas características de personalidade, como por exemplo, ele pode ser extrovertido (ex. sociável), agradável (ex. amigável), entre outros.
- **Percepção orientada para o ser humano (Human-oriented perception):** além das percepções de funções convencionais (localização, navegação, prevenção de obstáculos), os robôs precisam otimizar a interação com os humanos. Isso pode ser realizado através do rastreamento de características humanas como o reconhecimento de expressões faciais, gestos e atividade humana ao seu redor. A percepção do robô precisa imitar a forma como a percepção humana funciona. Nessa propriedade alguns quesitos a serem considerados são: o tipo de percepção (câmeras CCD, radar, sonar ultrassônico, etc); como é feito o rastreamento de pessoas; reconhecimento de voz; reconhecimento de gestos; percepção facial (reconhecimento de rosto, reconhecimento de expressão facial e rastreamento dos olhos).
- **Modelagem de usuário (User modeling):** é uma pesquisa (qualitativa ou por esteriótipo) feita para perceber o comportamento social dos usuários. A modelagem contém os atributos (ex. forma de comunicação, captura de movimento, gestos, ação dos usuários entre outros) que descrevem um usuário ou grupo e serve para ajudar o robô a entender o comportamento humano e reagir a ele.
- **Aprendizagem Socialmente situada (Socially situated learning):** Capacidade do robô de interagir com o ambiente e adquirir novas competências. Os robôs podem aprender por observação e treinamento e por imitação (depende das capacidades perceptivas, cognitivas e motoras), a imitação é um dos mais importantes mecanismos de aprendizagem.

- **Intencionalidade (*Intentionality*):** é a capacidade do robô de demonstrar comportamento intencional (comportamento planejado/direcionado para objetivos). O robô pode demonstrar uma postura intencional através da demonstração de capacidade de atenção (pistas sociais físicas para indicar qual objeto está atualmente sob consideração, por exemplo, seguindo com o olhar ou apontando um objeto). Como também é possível interpretar as ações como intencionais a partir de dicas de expressões motoras faciais e sociais (ex. afetivo, protetor, exploratório).
- **População de usuário (*User Populations*):** é importante ter uma noção da população de usuários que serão atendidas pelo robô projetado. Algumas considerações a serem feitas são: acerca do grupo etário dos usuários (crianças, idosos); se vai abranger usuários com deficiência física, convalescentes, com transtornos psicológicos; se tem um grupo de uso específico (alunos, professores, fisioterapeutas, etc).
- **Exemplos de tarefas (*Task Examples*):** assim como as definições da população de usuário, a definição de tarefas do robô são orientadas pela necessidade do usuário e auxiliam na melhor projeção dos robôs. Os SARs podem assumir tarefas de tutoria, fisioterapia, assistência para a vida diária, terapias emocionais entre outras.
- **Sofisticação de interação (*Sophistication of Interaction*):** capacidade do robô de interagir com a interação recíproca do usuário (fala, gestos ou entradas diretas como o uso de *tablet*, toque direto em sensores do robô, controles remotos, etc).
- **Papel do Robô Assistivo (*Role of the Assistive Robot*):** definir corretamente a função do robô é importante para elaborar sua aparência e modalidades de interação. A função pode ser definida pela tarefa que o robô está auxiliando, a sua população de usuário e pela impressão que passa através da sua aparência e comportamento. Por exemplo, um robô usado em um hospital pode agir como um enfermeiro ou um instrumento médico, dependendo da tarefa e a natureza da interação.

Essas propriedades apontadas em Feil-Seifer e Matarić (2005) ajudam a compreender algumas das principais características que torna um Robô em Robô Socialmente Assistivo e podem ser úteis como metas a serem consideradas no desenvolvimento de SARs.

2.3 REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

Um dos desafios que caracterizam a robótica, conforme relatado no trabalho de Brugali et al. (2007) foi a dificuldade de identificação de requisitos estáveis. Os requisitos são um dos principais fatores que contribuem para o sucesso de um sistema e isso se deve ao fato de que eles afetam diretamente a qualidade do produto desenvolvido. Além do mais, “falhas na definição de requisitos são as maiores causas de falhas em segurança” (RIBEIRO, 2019). Sendo assim, a fase da engenharia de requisitos (ER) é primordial para o desenvolvimento de robôs.

Erros na especificação de requisitos podem acarretar diversos problemas tais como: atraso na entrega, falta de confiabilidade no uso, aumento de custo do desenvolvimento e problemas futuros de manutenção (KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998). A engenharia de requisitos contribui para o desenvolvimento de requisitos de sistemas e abrange as atividades de elicitação, análise, especificação, validação e gerenciamento dos requisitos (PRESSMAN; MAXIM, 2016). É através dela que serão definidos os *stakeholders* e suas necessidades.

Os requisitos podem ser divididos em duas categorias: Requisitos Funcionais (Functional Requirement-FR), que é responsável por declarar os serviços que deverão ser realizados pelo sistema, a sua reação a entradas específicas e seu comportamento em determinadas situações; e Requisitos Não-Funcionais (Non-Functional Requirement- NFR) que são responsáveis pelas restrições a esses serviços ou funções (SOMMERVILLE, 2011).

Os Requisitos Não-Funcionais (NFRs) são importantes no estágio inicial de desenvolvimento porque ajudam a identificar a seleção de tecnologia, alocação de hardware, padrões adotados no desenvolvimento de software, entre outros. Além disso, os NFRs também contribuem para determinar mecanismos para a segurança do software (SILVA et al., 2016).

Desenvolver e considerar NFRs de forma adequada é muito importante para o sucesso de um sistema. Se tratados de forma inadequada o sistema pode falhar (TISHA; SHIBLY, 2021), como também, podem suceder problemas que resultam na má qualidade do software, insatisfação dos stakeholders e gastos com correções do projeto (CHUNG et al., 2000).

2.3.1 Definição

Apesar de ser amplamente utilizado na academia e indústria, ainda não existe um consenso na definição do termo Requisitos Não-Funcionais (BLAINE; CLELAND-HUANG, 2008). Em Sommerville (2007), os NFRs são descritos enfatizando a sua possibilidade de associação a

propriedades emergentes do sistema, como: confiabilidade, tempo de resposta, proteção ou disponibilidade.

Muitos autores definem os NFRs em termos de dois atributos principais: qualidade e restrição. Por exemplo, os autores Galster e Bucherer (2008), consideram que os Requisitos Não-funcionais não estão relacionados especificamente com as funcionalidades de um sistema, mas sim, definem qualidades gerais do sistema em desenvolvimento e são responsáveis pelas restrições internas e externas do sistema, podendo sacrificar requisitos funcionais para atendê-los. O trabalho de Galster e Bucherer (2008) apresentou uma definição parecida com a do trabalho de Cysneiros e Leite (1998), que em seu trabalho, relacionam os NFRs à comportamentos e restrições que devem ser satisfeitas e não a funções a serem realizadas pelo sistema.

No trabalho de Kirner e Davis (1996), os NFRs são definidos como requisitos adicionais que definem qualidades gerais ou atributos gerais que serão atendidos pelo sistema. Já Khatter e Kalia (2013) consideram os NFRs como atributos de qualidade que os *stakeholders* supõem como características indispensáveis e que também são interpretadas como restrições aos aspectos estruturais do projeto. A satisfação dos NFRs determinam o sucesso ou a falha dos sistemas de software (KHATTER; KALIA, 2013).

Em Wiegers e Beatty (2013), o NFR é considerado como uma propriedade ou característica que um sistema de software deve exibir ou uma restrição que deve respeitar. Chung et al. (2009) também considera os NFRs como restrições de um sistema. Nessa dissertação adotamos as considerações do trabalho de Mairiza, Zowghi e Nurmuliani (2010) que relaciona o termo Requisito Não-Funcional a duas perspectivas: (1) são requisitos que descrevem propriedades, características ou restrições que um sistema deve atender; (2) são requisitos que descrevem atributos de qualidade que o produto deve ter.

2.3.2 Características

Os NFRs podem surgir devido as necessidades dos usuários, restrições de orçamento, políticas organizacionais, necessidades de interoperabilidade com outros sistemas de software/hardware, ou de fatores externos (SOMMERVILLE, 2011). Chung et al. (2000) afirmam que embora tenham um papel crítico durante o desenvolvimento dos sistemas, os NFRs ainda eram mal entendidos quando comparados a outros fatores menos críticos no desenvolvimento. Geralmente durante a análise de requisitos são considerados como contraditórios, difíceis de tratar e validar. Também é possível observar que existe uma lacuna de métodos de elicitação

de NFR, modelagem e documentação (CLELAND-HUANG, 2005; GLINZ, 2007).

Os Requisitos Não-Funcionais poderiam ser mais explorados, inclusive para lidar com requisitos emocionais que acredita-se ser uma alternativa no apoio a questões de afetividade em robôs sociais (HEINECK, 2016). Porém, devido a suas características subjetiva, relativa e interativa ainda existe muita relutância por parte dos desenvolvedores em lidar com esses requisitos. A subjetividade dos NFRs está relacionada ao fato de que eles podem ser interpretados e avaliados de diversas formas por pessoas diferentes. Por sua vez, sua relatividade associa-se ao fato que, dependendo do tipo de sistema, a importância atribuída a eles pode variar. Por fim, sua interatividade diz respeito ao fato que um NFR pode interferir em outros requisitos (CHUNG et al., 2000).

Em seu trabalho, Jr e Jr (2008) apresentam algumas características que devem ser alcançados na especificação dos NFRs para ajudar a mitigar a questão de subjetividade deles. Os autores apontam que os requisitos não-funcionais devem ser:

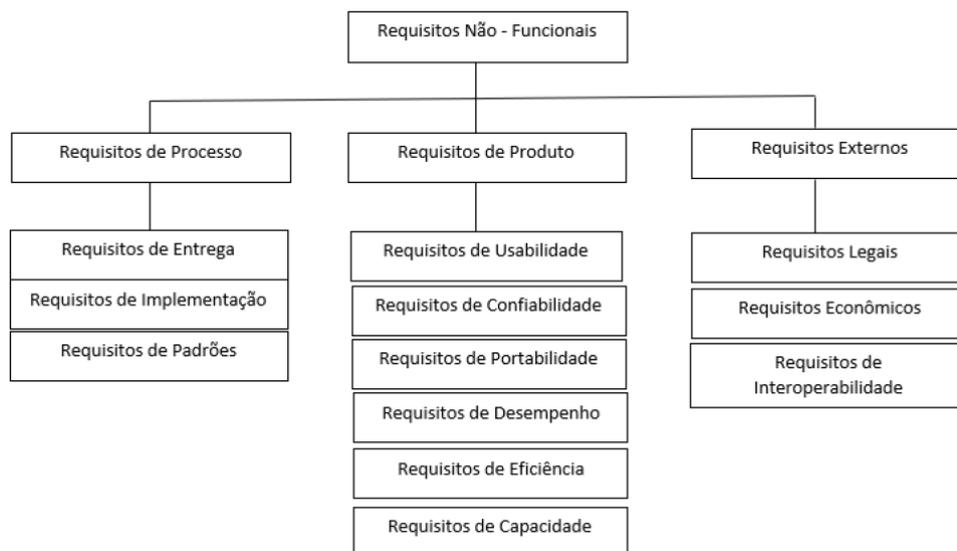
- **Específicos:** eles devem dizer exatamente o que é solicitado. Sendo claros, consistentes, simples e tendo um nível apropriado de detalhamento.
- **Mensuráveis:** deve ser possível verificar a realização desses requisitos após a finalização do sistema.
- **Atingíveis:** os requisitos devem ser possíveis de implementar, dentro da capacidade atual de desenvolvimento ou conhecimento.
- **Realizáveis:** deve ser possível atingir tais requisitos dado o que é conhecido sobre as restrições diante das quais o projeto deve ser desenvolvido.
- **Rastreáveis:** a rastreabilidade dos requisitos é a habilidade de rastreá-los desde a fase de conceituação até sua especificação e, conseqüentemente, durante as fases de projeto, implementação, testes e manutenção.

2.3.3 Classificação

Chichinelli e Cazarini (2002) evidencia em seu trabalho a falta dentro da literatura, de uma lista exaustiva de aspectos caracterizados como requisitos não-funcionais de um projeto de software. Segundo Chung et al. (2000), não existe uma definição formal ou lista completa de NFRs. Da mesma forma, não existe uma classificação única e universal que acomode todas

as necessidades de aplicações de diferentes domínios. Por conta disso, é possível encontrar diferentes classificações de NFRs na literatura (BOEHM; BROWN; LIPOW, 1976; BOEHM, 1988; DAVIS, 1993; SOMMERVILLE; SAWYER, 1997; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; IEEE, 1998; MAMANI, 1999; CONALLEN, 2002; SOMMERVILLE, 2007; WITHALL, 2007; LEFFINGWELL, 2010; ISO/IEC 25010, 2010; KHALIFA; MADJID; SVETINOVIC, 2019).

Figura 4 – Classificação de Requisitos Não-Funcionais (KOTONYA;SOMMERVILLE, 1998)



Fonte: SILVA (2019)

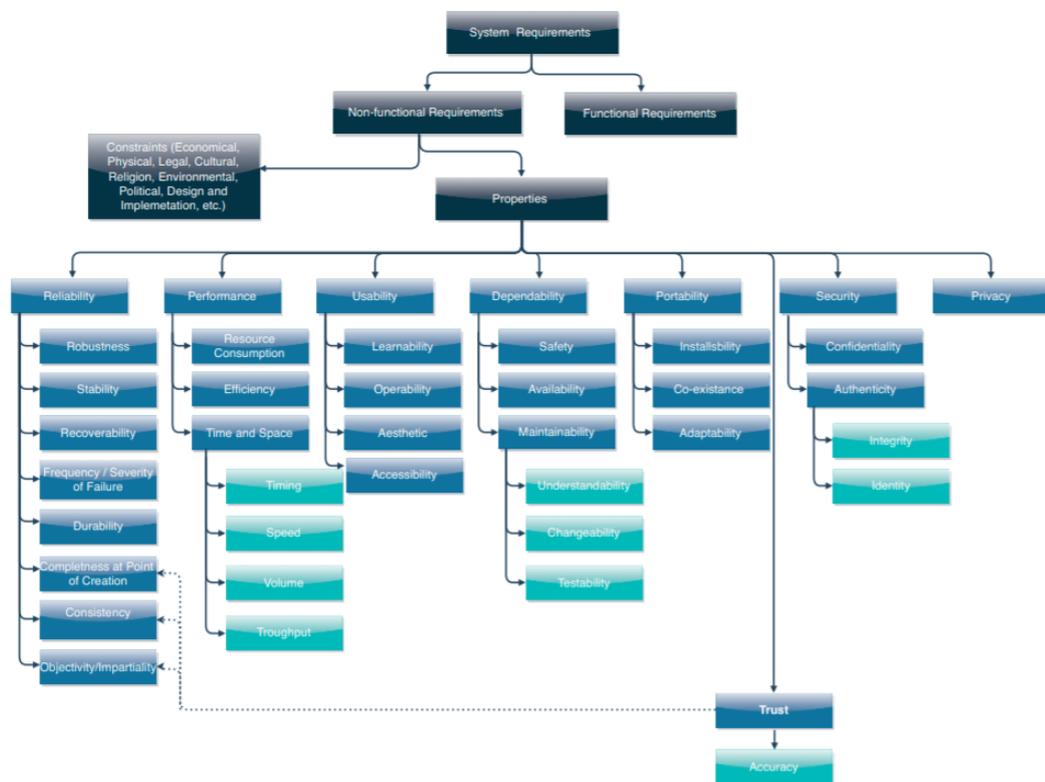
Na Figura 4 podemos observar uma dessas classificações encontradas na literatura, a de Kotonya e Sommerville (1998). Nessa classificação, os autores dividem os NFRs em três categorias: **Requisitos de Produto**, que especificam características desejadas que o sistema ou subsistemas devem ter; **Requisitos de Processo**, que definem restrições sobre o processo de desenvolvimento do sistema e **Requisitos Externos**, que podem influenciar as outras categorias e são derivados do ambiente em que o sistema é desenvolvido.

Como já dito anteriormente, não existe uma classificação que seja única e contemple todos os NFRs possíveis, e ainda que possamos utilizar como base essas classificações mais conceituadas da literatura, no fim, cada lista de requisitos vai ser diferente levando em consideração seu domínio e aplicação. Um exemplo disso, é o conceito de Confiança (*trust*) estudado nessa dissertação. Embora existam evidências na literatura que mostram a Confiança como um requisito não-funcional por ser um atributo de qualidade, como no trabalho de Falcone, Singh e Tan (2001), que identificou a Confiança como um NFR no estudo de agentes artificiais. A natureza subjetiva do conceito de Confiança faz com que ela seja pouco explorada como um

NFR na literatura. Portanto, Confiança não está presente em classificações mais clássicas dos NFRs.

Dentre as classificações citadas previamente, o trabalho de Khalifa, Madjid e Svetinovic (2019) é um dos únicos a incluir o conceito de Confiança em sua classificação. Os autores introduzem a Confiança como um requisito não-funcional dentro de uma taxonomia de classificação específica ao contexto de *blockchain*. Na Figura 5 podemos observar que nessa classificação os autores dividem os NFRs em duas categorias: restrições e propriedades e a Confiança é uma subdivisão de propriedade.

Figura 5 – Taxonomia de Requisitos do Sistema incluindo Confiança (Trust)



Fonte: KHALIFA; MADJID; SVETINOVIC (2019)

Nessa dissertação, iremos focar exclusivamente nos Requisitos Não-Funcionais de Confiança. Segundo Falcone, Singh e Tan (2001, p. 185), tratar a Confiança como um Requisito Não-Funcional no início do processo de desenvolvimento ajuda a orientar a exploração e avaliação de alternativas potenciais de projeto. Consideraremos o Requisito Não-Funcional de Confiança como parte da categoria de Requisitos de Produtos. Ele será um NFR primário, que segundo Cysneiros e Leite (2001) pode ser decomposto em outros NFRs secundários até que se chegue ao que Chung et al. (2000) chama de operacionalização (uma ação ou informação

que irá garantir a satisfação do NFR) dos NFRs. A decomposição do Requisito Não-Funcional de Confiança será baseada na Taxonomia de Confiança em SARs e na revisão da literatura.

Na próxima seção será descrito a abordagem NFR *Framework*, onde a sua notação será usada nesse trabalho para expressar os NFRs do catálogo NFR4TRUST.

2.4 NFR FRAMEWORK

Os Requisitos Não-Funcionais presentes no Catálogo NFR4TRUST serão expressados através de um grafo chamado Softgoal Interdependency Graph - SIG, que faz parte do *NFR Framework* criado por (CHUNG et al., 2000). A escolha desse *framework* se deu pela fato dessa abordagem se ajustar a todos os tipos de requisitos não-funcionais e da facilidade de representação deles.

2.4.1 Visão geral

O *NFR Framework* criado por Chung et al. (2000) é uma abordagem para representar e analisar Requisitos Não-Funcionais. Ela surgiu a partir da evolução de alguns trabalhos na área de NFRs, tais como (MYLOPOULOS; CHUNG; NIXON, 1992; CHUNG; NIXON, 1995). Este *framework* contribui para que os desenvolvedores possam implementar soluções personalizadas, através da consideração das características específicas ao domínio e sistema em evidência. Ele também possibilita que os requisitos não-funcionais sejam expressados de modo mais sistemático e usados para guiar o processo de desenvolvimento de software ou de um determinado sistema (CHUNG et al., 2000; SILVA, 2019; LAMSWEERDE, 2001).

Segundo Chung e Nixon (1995), o *NFR Framework* caracteriza-se por ser uma abordagem orientada a processos. Nele os Requisitos Não-Funcionais são representados como metas a serem atendidas/alcançadas. Embora essas metas nem sempre possam ser inteiramente satisfeitas, elas podem ser avaliadas em graus de satisfação obtidos. Dessa forma, surge o conceito de *softgoal* para descrever as metas que precisam obter níveis de satisfação. Os *softgoals* podem interagir entre si em conflito ou cooperação, podendo também serem decompostos em outros *softgoals* e representados em uma concepção e raciocínio dos processos em grafos inspirados nas árvores lógicas "AND/OR", através dos chamados *Softgoal Interdependency Graph* (SIG), descrito na seção 2.4.2.

Através da representação gráfica por meio do SIG, o *NFR Framework* oferece um catálogo

de conhecimento onde os desenvolvedores podem consultar os requisitos descritos e suas interações na notação utilizada pelo *framework*. De acordo com Chung et al. (2000), os catálogos têm como objetivo organizar o conhecimento sobre os Requisitos Não-Funcionais, as relações entre os NFRs e seus conflitos de escolhas (*trade-offs*).

2.4.2 SIG

Os gráficos de interdependência de *softgoal* (do inglês, *Softgoal Interdependency Graphs-SIG*) são estruturas refinadas que descrevem explicitamente os Requisitos Não-Funcionais e suas soluções, permitindo registrar as interdependências e lidar com os *trade-offs* entre elas (CHUNG et al., 2000). A construção do SIG segue um processo iterativo e intercalado aplicado para "satisfazer" por meio de decomposições AND/OR, operacionalizações e argumentações os *softgoals*, ou seja, as metas com critérios de sucesso não definidos claramente (CYSNEIROS et al., 2008).

2.4.3 Tipos de Representação de *Softgoals*

Os *softgoals* podem ser representados em três tipos diferentes: Os *Softgoals* NFR, *Softgoals* de Operacionalização e os *Softgoals* de Afirmação (*Claim*). A Tabela 1 ilustra as representações gráficas desses três tipos e suas definições de características de acordo com (CHUNG et al., 2000).

Um SIG começa a ser representado primeiramente com as características de qualidade de alto nível (os Requisitos Não-Funcionais propriamente ditos) desenhadas por nuvens claras (*Softgoals* NFR). Quando essas características são refinadas até chegar a soluções que consigam ser implementadas, elas são representadas por nuvens escuras (*Softgoals* de operacionalização). Agora, quando se tem uma justificativa para apoiar ou negar a priorização de *softgoals*, refinamentos ou seleção de seus componentes essas características são representadas através de nuvens com linhas tracejadas (*Softgoals* de afirmação ou *Claim*).

Os *softgoals* representam um tipo de Requisitos Não-Funcionais. Esse tipo indica um NFR particular, como segurança, desempenho, capacidade, entre outros que são atendidos pelo *softgoal*. Cada *softgoal* tem um tipo de NFR associado a um ou mais tópicos (assuntos). Quando o tipo muda o mesmo acontece com o significado do *softgoal*. Da mesma forma acontece com o tópico (CHUNG et al., 2000).

Tabela 1 – Tipos de *Softgoals*

Símbolo	Tipo	Característica
	Softgoal NFR	Descreve de forma hierárquica um NFR a ser satisfeito pelo sistema e que pode entrar em conflito com outro NFR.
	Softgoal de Operacionalização	Representa soluções de implementação que satisfaçam o softgoal NFR ou outros do mesmo tipo seu.
	Softgoal de Afirmação (<i>Claim</i>)	Representa o fundamento lógico relacionado a um softgoal ou a um refinamento entre eles.

Fonte: Autora (2022)

Figura 6 – Tipo e tópico de um softgoal



Fonte: Adaptado de CHUNG et al. (2000)

Na Figura 6 é apresentada um *Softgoal* NFR que representa o tipo “Precisão” e o tópico “Conta”. Fazendo referência, por exemplo a precisão dos dados de uma conta correntista de um banco, e não a precisão em um contexto geral.

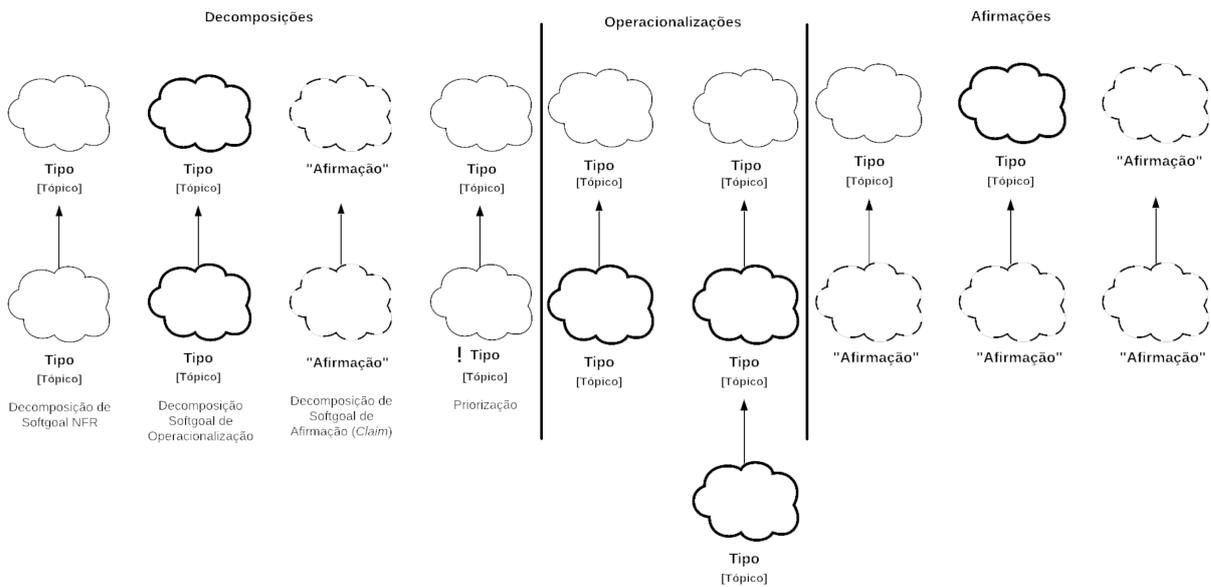
2.4.4 Interdependência entre *Softgoals*

Os *softgoals* estão ligados entre si por uma recíproca dependência. As interações entre eles são muito importantes porque tem um impacto no processo de decisão para alcançar outros NFRs. Os tipos de interdependências podem ser de refinamento e de contribuição (CHUNG et al., 2000).

2.4.4.1 Refinamentos

A interdependência de refinamento registra o relacionamento de *softgoals* descendentes (filhos) a partir de um *softgoal* ascendente (pai). Esse relacionamento é representado de forma *TOP-DOWN* (de cima para baixo) e são divididos em três tipos: decomposição, operacionalização e afirmação. Suas representações gráficas são mostradas na Figura 7.

Figura 7 – Tipos de refinamentos



Fonte: Adaptado de CHUNG et al. (2000)

O refinamento de decomposição tem como objetivo refinar um *Softgoal* em outro *Softgoal* mais específico e pode ser aplicado ao NFR, à operacionalização, à afirmação e à priorização de um *Softgoal* (verificar Figura 7).

A decomposição de Softgoal NFR decompõe os Requisitos Não-Funcionais em outros requisitos do mesmo tipo, porém mais especializados. Isso faz com que os grandes problemas sejam divididos em problemas menores e soluções efetivas possam ser encontradas. Além de oferecer um aspecto útil para lidar com ambiguidades e prioridades.

O tipo de decomposição Softgoal de operacionalização é útil para refinar soluções gerais em soluções mais particulares, ela refina os *softgoals* de operacionalização (consultar Tabela 1) em outros *softgoals* do mesmo tipo, porém mais específicos. Já a decomposição de afirmação (*Claim*) é importante para fundamentar a lógica das justificativas de projetos. Ela subdivide um *softgoal* de afirmação em outros do mesmo tipo. Por fim, a decomposição de priorização refina um *softgoal* em outro com o mesmo tipo e tópico, porém com uma propriedade associada (a

notação de prioridade é o símbolo de exclamação, ver Figura 7).

O processo de refinamento discutido até agora fornece interpretações mais específicas dos NFRs, mas não fornecem meios para atender seus objetivos. Sendo assim, quando os Requisitos Não-Funcionais forem refinados o suficiente é possível identificar técnicas de desenvolvimento para que os *softgoal* NFR sejam alcançados, em seguida, escolher soluções específicas para o sistema de destino. O tipo de refinamento de operacionalização definem essas técnicas. As operacionalizações não se limitam a operações e funções. Elas também podem corresponder a dados, operações e restrições.

Por fim, o tipo de refinamento de afirmação refina os *softgoals* em *softgoal* de afirmação (*Claim*). Esse tipo de refinamento é útil para justificar motivos de apoio ou rejeição a pontos específicos de projetos.

2.4.4.2 Contribuições

A contribuição é uma forma de qualificar as interdependências entre os *softgoals*. Nela, os *softgoals* descendentes podem contribuir de maneira positiva ou negativa e de forma total ou parcial para a satisfação de *softgoals* ascendentes. Existem nove tipos de contribuição utilizadas pelo NFR *framework* (AND, OR, MAKE, HELP, BREAK, HURT, UNKNOWN, EQUAL), elas estão apresentadas junto com suas descrições na Tabela 2.

2.4.5 Procedimento de avaliação

O procedimento de avaliação é um conceito de NFR Framework que determina o grau em que os NFRs são alcançados por um conjunto de decisão. O objetivo desse procedimento é determinar se cada *softgoal* ou interdependência representada no SIG está suficientemente satisfeita. O resultado da avaliação é representada através da atribuição de rótulo ao *softgoal* que representa o seu grau de satisfação individual.

Ao contrário do refinamento que é feito de maneira *TOP-DOWN* (de cima pra baixo) a análise dos *softgoals* é realizada no estilo *BOTTON-UP* (de baixo pra cima). Dessa maneira, o processo analisa os *softgoals* descendentes, para que no final, os *softgoals* ascendentes sejam avaliados. Decisões sobre aceitar ou não *softgoals* estabelecem um conjunto inicial de rótulos , onde o procedimento de avaliação utiliza estes rótulos para determinar o impacto das decisões nos *softgoals* que estão em hierarquia mais alta.

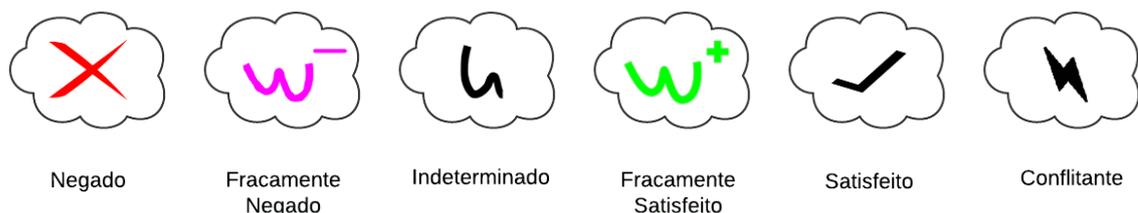
Tabela 2 – Tipos de Contribuições

Contribuição	Descrição
AND	Estabelece que, se todos os softgoals descendentes (filhos) forem suficientemente satisfeitos o ascendente (pai) também será.
OR	Estabelece que, se algum softgoal descendente (filho) for suficientemente satisfeito, o ascendente (pai) também será.
MAKE(++)	Estabelece o nível mais alto de satisfação e uma contribuição suficientemente positiva entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for satisfeito o softgoal pai também é.
BREAK(--)	Estabelece o nível mais alto de negação e uma contribuição suficientemente negativa entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for suficientemente satisfeito, o softgoal pai é negado.
HELP(+)	Estabelece uma contribuição parcialmente positiva entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for parcialmente satisfeito, o softgoal pai será parcialmente satisfeito.
HURT(-)	Estabelece uma contribuição parcialmente negativa entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for satisfeito, o softgoal pai será parcialmente negado.
UNKNOWN(?)	Estabelece uma contribuição desconhecida entre um softgoal descendente e um ascendente, essa contribuição pode ser positiva, negativa, suficientemente positiva ou suficientemente negativa.
EQUALS	Estabelece que, o softgoal descendente só será satisfeito ou negado, se e somente se, o softgoal ascendente também for.
SOME (+ -)	Utilizada quando o sinal de contribuição é conhecido (positivo ou negativo), porém não se tem conhecimento quanto ao tipo de extensão (parcial ou total).

Fonte: Autora (2022)

Os tipos de rótulos que podem ser atribuídos a um *softgoal* são: negado, fracamente negado, indeterminado, fracamente satisfeito, suficientemente satisfeito e conflitante. Suas representações são ilustradas na Figura 8

Figura 8 – Tipos de rótulos



Fonte: Adaptado de CHUNG et al. (2000)

2.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentado uma revisão dos fundamentos gerais utilizados no desenvolvimento desta dissertação. A primeira seção contextualizou a área de Interação Humano-Robô, abordando um dos principais desafio da área, a Confiança. Em seguida na seção 2.2 foi tratado o domínio da Robótica Socialmente Assistiva, suas principais definições, tipos de aplicações e importância para a sociedade. Os Requisitos Não-Funcionais foram mostrados na seção 2.3. Logo em seguida abordamos o NFR Framework na seção 2.4.

3 TAXONOMIA DE FATORES DE CONFIANÇA

Este capítulo apresenta uma síntese das principais taxonomias de Confiança encontradas na literatura, a proposta de adaptação das taxonomias existentes para o domínio de Robôs Socialmente Assistivos e uma contextualização de seus fatores.

3.1 INTRODUÇÃO

A informação e o conhecimento são elementos importantes no desenvolvimento de qualquer sociedade. A taxonomia é um dos modelos de representação de informação e conhecimento bastante utilizado na literatura como uma metodologia facilitadora tanto da organização quanto da recuperação, representação e disponibilização de conteúdo. Ela se propõe a oferecer um mapa de área que servirá como guia em processo de conhecimento (TERRA et al., 2005). Nesta dissertação defendemos o uso de taxonomias para organizar conceitos de domínios interdisciplinares como a Interação Humano-Robô que apresenta algumas dificuldades no que se refere a pluralidade de vocabulários, metodologias e métricas utilizadas pela comunidade.

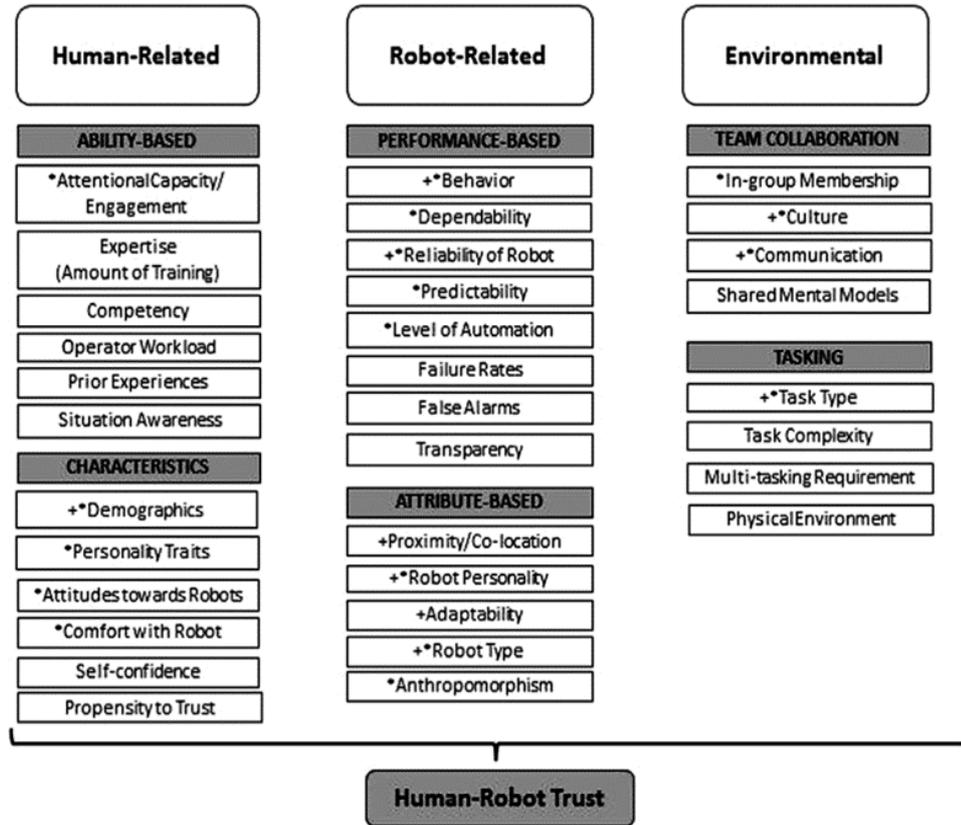
3.2 PRINCIPAIS TAXONOMIAS EM CONFIANÇA

Existem alguns conjuntos de problemas e desafios que vem gerando esforços de pesquisa nas comunidades de Interação Humano-Robô. Dentre eles, o interesse de identificar os fatores que promovem a Confiança humana em relação a utilização da robótica. Este interesse tem influenciado os pesquisadores a desenvolverem taxonomias para auxiliar a identificar tais fatores, além de definir maneiras de avaliar a confiança.

O trabalho de Hancock et al. (2011) é um dos primeiros esforços sistemáticos para quantificar os efeitos relativos à percepção da Confiança humana na interação com os robôs. Ele apresenta alguns conceitos que serviram como modelo base na construção de outras taxonomias de Confiança bem como métricas para medi-la. Uma das influências do trabalho de Hancock et al. (2011), que pode ser observada ao longo de diversos trabalhos na literatura, é a forma de estudar os fatores agrupando-os em três categorias: o fator relacionado ao Humano (*Human-Related*), o fator relacionado ao Robô (*Robot-Related*) e o fator relacionado ao Ambiente (*Environmental*). Esta trindade, representa os aspectos que diversos pesquisadores

mostraram interesse em estudar.

Figura 9 – Modelo de Confiança Humano-Robô de três fatores



Fonte: HANCOCK et al. (2011)

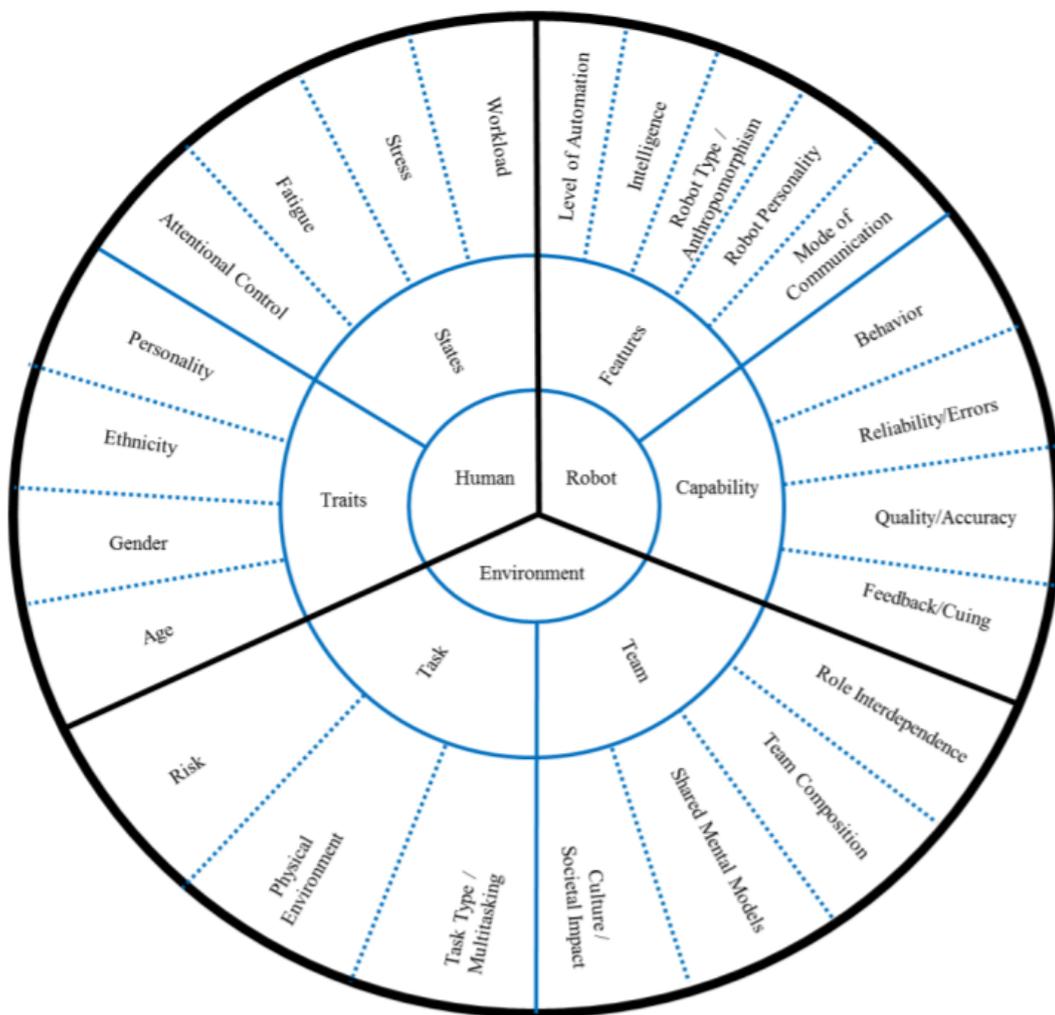
Na Figura 9 é possível observar o modelo elaborado por Hancock et al. (2011). Tal modelo foi desenvolvido a partir da meta-análise aplicada na literatura disponível sobre Confiança e HRI. No trabalho de Hancock et al. (2011) são identificados 33 fatores que influenciam a confiança, distribuídos em 3 categorias gerais e 6 subcategorias (partes cinzas). Hancock e seus co-autores analisaram estudos teóricos e empíricos, divididos em análises experimentais¹, representadas pelo símbolo (+) e análises correlacionais², representadas pelo símbolo (*) como observado na Figura 9. Os resultados relatados no trabalho de Hancock et al. (2011) indicam que os fatores relacionados ao robô são os de maiores influência. Eles observam que os fatores baseados em “performance” (*PERFORMANCE-BASED*) são os maiores instigadores da percepção de Confiança. Para uma compreensão mais profunda da literatura desses fatores e sua relevância para a Confiança, verificar os trabalhos de Sanders et al. (2011).

¹ Que tentam estabelecer relações de causa-efeito nas variáveis investigadas

² Que procuram explorar relações que possam existir entre variáveis, exceto a relação de causa-efeito

O modelo descritivo representado na Figura 10 é o da taxonomia de Schaefer (2013). Em seu trabalho, Schaefer (2013) atualiza o modelo de Hancock et al. (2011) com a justificativa de que, embora a proposta de Hancock et al. (2011) fosse teoricamente fundamentado, ela não está completo devido à escassez de experimentos relacionados especificamente com o fator de confiança em relação à área de Interação Humano-Robô da época. Por isso, Schaefer traz pesquisas relacionadas a Confiança nas áreas Humano-Interpessoal e Automação para prover suporte adicional à pesquisa anterior e adaptar o seu modelo.

Figura 10 – Modelo descritivo atualizado de Confiança Humano-Robô



Fonte: SCHAEFER (2013)

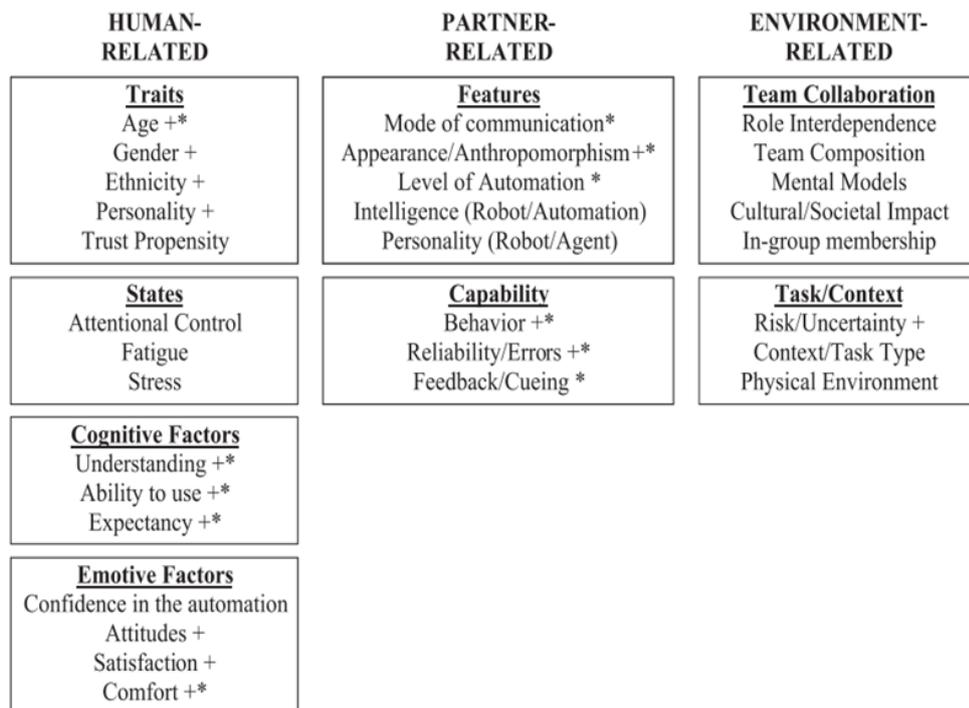
A trindade dos fatores gerais (Humano/*Human*, Robô/*Robot* e Ambiente/*Environment*) continuam sendo a divisão geral dos fatores. Porém, diversos conceitos são modificados. É possível observar essas mudanças já nas subdivisões da trindade do modelo. Por exemplo, o fator Humano que antes se dividia em “Baseado na Habilidade” (*ABILITY-BASED*) e “Característi-

cas" (*CHARACTERISTICS*), passou a ser dividido em: "Estados" (*States*) e "Características" (*Traits*) por influência da literatura interpessoal. Outro aspecto pertinente desse trabalho é a atribuição da importância ao fator Humano, até então considerado pouco relevante, como ponto chave para compreender o desenvolvimento da Confiança. O leitor interessado em se aprofundar melhor na adaptação do modelo e nas descobertas meta-analíticas, deve consultar Schaefer (2013) na íntegra.

Em Schaefer et al. (2016), representado na Figura 11, os autores expandem os modelos das meta-análises anteriores (ex. Hancock et al. (2011), Schaefer (2013)) no campo de Interação Humano-Robô para um campo mais geral ligado a Confiança na interação com automações. Embora o contexto do trabalho de Schaefer et al. (2016) seja aplicado ao âmbito da automação, os autores justificam que, uma vez que a automação se mostra como uma dimensão chave de um robô, identificar os fatores que impactam a Confiança entre humanos e a automação pode aumentar a compreensão da Confiança e suas aplicações para HRI .

Assim sendo, como existem antecedentes que relacionam a Interação Humano-Automação e Humano-Robô, o fator geral nesse modelo relacionado ao "Parceiro" (*PARTNER-RELATED*) pode ser direcionado ao fator Robótico ao utilizar essa taxonomia.

Figura 11 – Modelo revisado de três fatores de Confiança após a revisão da literatura sobre Confiança na automação



Fonte: SCHAEFER et al. (2016)

Pode-se observar na Figura 11 que foram feitas diversas mudanças significativas nos fatores, principalmente na parte relacionada ao fator Humano. As considerações relacionadas a importância desse fator foram mantidas e enfatizadas pelas novas divisões e composições de seus elementos. Os elementos de “Confiança na automação”, “Satisfação” e “Expectativa” (*Confidence in the automation, Satisfaction e Expectancy*) não estão presentes em Hancock et al. (2011) e nem em Schaefer (2013), sendo únicos nesse modelo. Os fatores relacionados ao Robô mantiveram-se em relação a Schaefer (2013), com exceção do elemento “Qualidade/Precisão” (*Quality/Accuracy*) que foi retirado, porém suas definições estão implícitas em outros conceitos.

3.3 ADAPTAÇÃO DAS TAXONOMIAS EXISTENTES PARA A ROBÓTICA SOCIALMENTE ASSISTIVA

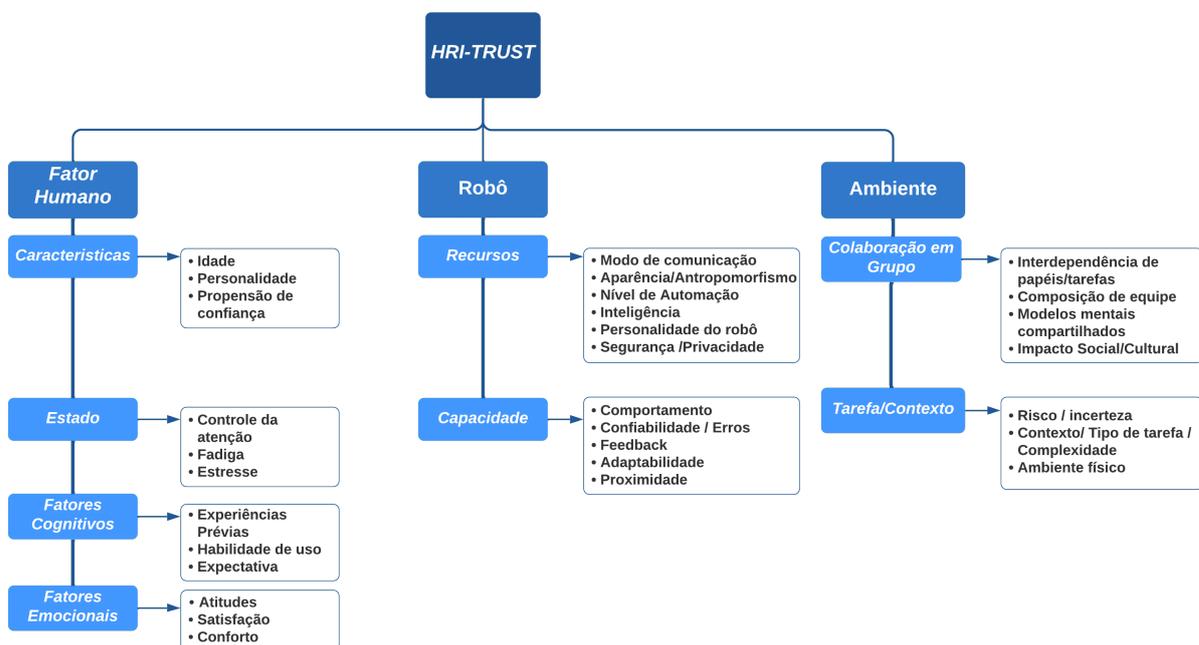
Embora existam taxonomias de Confiança pertinentes à utilização de robôs como vimos na seção 3.2, é preciso observar que existem diversas categorias de robôs e que algumas dessas categorias podem derivar características peculiares a seu domínio. Considerando que o foco principal desse trabalho é estudar a Confiança especificamente na Robótica Socialmente Assistiva, se faz necessária uma investigação dos elementos que compõem as taxonomias referentes à área para averiguar quais se relacionam ao domínio específico e, se existem na literatura novos fatores que podem ser acrescentados em uma taxonomia adaptada à área de SARs.

O trabalho de Langer et al. (2019) aponta os principais fatores que afetam a Confiança em Robôs Socialmente Assistivos no contexto de reabilitação. O seu foco maior é na sugestão de diretrizes de projeto para fomentar a Confiança e métodos para medi-la. Embora revise as principais taxonomias da literatura, ele não propõe uma nova modelagem de taxonomia para uso geral no domínio de SARs.

Logo, como há uma escassez de trabalhos que organizem fatores específicos de Confiança no domínio de SARs e como esses fatores serão utilizados posteriormente para levantamento dos requisitos do catálogo (capítulo 4), foi proposta uma taxonomia adaptada através da compilação das taxonomias já existentes em Confiança-HRI/Automação. Também foram analisadas algumas outras taxonomias que influenciam a Interação Humano-Robô (fatores que influenciam segurança ou métricas gerais) para melhor compreender o fenômeno geral e como se relacionam a Confiança.

Na Figura 12 pode-se observar o modelo completo dos fatores da taxonomia que foi adaptada. Foi mantida a classificação geral da Confiança (*Trust*) de maneira similar ao trabalho base de Hancock et al. (2011), dividida em três categorias principais: Fator Humano, Robô e Ambiente (Figura 12). Na literatura, essa divisão é consistente e mesmo com a evolução do modelo de Hancock et al. (2011) em outros trabalhos (SCHAEFER, 2013; SCHAEFER et al., 2014; SCHAEFER et al., 2016; LEWIS; SYCARA; WALKER, 2018) continuam sendo categorizados nesses três pilares.

Figura 12 – Taxonomia completa



Fonte: Autora (2022)

Dentro das categorias gerais são apresentadas as subcategorias e os fatores que as compõem. Na Figura 12 é possível observar que a categoria de Fator Humano é dividida em 4 subcategorias e composta por 12 fatores; a parte do Robô divide-se em 2 subcategorias e 11 fatores e o Ambiente divide-se em 2 subcategorias e 7 fatores. A seguir, será apresentada a lógica utilizada nos critérios de seleção desses fatores. Antes, vale ressaltar que alguns desses fatores aparecem com nomenclaturas diferentes, porém seu significado/característica continuam os mesmos. Na Figura 12, é possível visualizar alguns fatores agrupados (ex. Aparência/Antropomorfismo, Segurança/Privacidade entre outros), sendo que, na literatura, esses fatores podem aparecer de forma separada; decidiu-se realizar o agrupamento de alguns fatores baseado na similaridade dos conceitos dos mesmos.

Lógica para seleção dos fatores:

1. Escolha da forma de divisão das subcategorias da taxonomia

Critério de escolha: modelo mais recente e detalhado.

Antes de iniciarmos o processo de seleção dos fatores que compõe o nosso modelo, selecionamos as subcategorias em que eles seriam agrupados, isso para facilitar a ordem de busca dos fatores. O modelo de Schaefer et al. (2016) é um dos mais detalhados ao agrupar os fatores e foi utilizado neste trabalho.

2. Seleção dos fatores presentes no trabalho de Langer et al. (2019)

Critério de escolha: foram escolhidos os fatores já investigados como influentes na confiança em SARs. Os fatores selecionados são mostrados abaixo.

Fatores: Idade, Personalidade, Propensão de confiança, Experiências Prévias, **Fadiga**³, **Estresse**, **Habilidade de uso**, **Atitudes**, **Conforto**, Satisfação⁴, Comunicação, Aparência, Antropomorfismo, Segurança (*Safety*), **Privacidade**, Comportamento, Confiabilidade, Erros, Fator Cultural, Risco, Contexto, Tipo de tarefa e Complexidade da tarefa.

3. Seleção dos fatores consistentes nas taxonomias apresentadas na seção 3.2

Critério de escolha: aparecer em todas as taxonomias.

Fatores consistentes: Idade, Gênero, Etnia, Personalidade, Controle da atenção, Modo de comunicação, Antropomorfismo, Nível de automação, Personalidade do robô, Comportamento, Confiabilidade, Modelos mentais compartilhados, Impacto cultural, Tipo de tarefa e Ambiente físico.

a) Retirar fatores que já estão em Langer et al. (2019)

Fatores a serem investigados: Gênero, Etnia, Controle da atenção, Modo de comunicação, Nível de automação, Personalidade do robô, Modelos mentais compartilhados e Ambiente Físico.

b) Pesquisa de artigos relacionados a esses fatores

³ Fator em negrito significa que o termo não aparece explicitamente relacionado a confiança no artigo, e sim, foi subentendido através de nossa interpretação do texto.

⁴ Relacionado a confiança na interação paciente-médico

Palavras chaves: “*Trust*” AND (“Nome do Fator em inglês” OR “Variação da nomenclatura”) AND (“*Socially Assistive Robotics*” OR “*Socially Assistive Robots*” OR “*Socially Assistive Robot*” OR “SAR” OR “SARs”)⁵

c) Seleção dos fatores que aparecem explícitos nos artigos pesquisados

Critério de escolha: estar relacionado de alguma forma a confiança (Trust) e ser referente a Robôs Socialmente Assistivos.

Essa primeira etapa permitiu a confirmação de 24 fatores de confiança com relações explícitas na literatura com os SARs (Idade, Personalidade, Propensão de confiança, Experiências Prévias, Fadiga, Estresse, Habilidade de uso, Atitudes, Conforto, Satisfação, Comunicação, Aparência, Antropomorfismo, Segurança (Safety), Privacidade, Comportamento, Confiabilidade, Erros, Fator Cultural, Risco, Contexto, Tipo de tarefa, Complexidade da tarefa e Gênero).

Os fatores apresentados nas taxonomias da seção 3.2 que não foram investigados na primeira etapa, foram investigados na segunda etapa, que consiste em primeiro pesquisar a relação dos fatores com SARs (segue o esquema de busca representado na lógica 3.b e 3.c). Os fatores que não apareceram nessa busca foram investigados de forma mais geral utilizando a robótica social como parâmetro. Nessa segunda etapa foram confirmados 13 fatores (Controle da atenção, Modo de comunicação, Nível de automação, Personalidade do robô, Modelos mentais compartilhados, Ambiente Físico, Feedback, Adaptabilidade, Proximidade, Interdependência, Composição de equipe, Impacto social, Incerteza), o que ao total somam 37 fatores de confiança que de alguma forma relacionam-se aos SARs. Desses fatores, foram retirados 2 (Gênero e Etnia) para evitar questões ideológicas e alguns fatores foram agrupados devido suas semelhanças.

Depois de investigado os fatores na literatura, o resultado final, como ilustrado na Figura 12, conta com 30 fatores ao total. Esses fatores aparecem na literatura de alguma forma influenciando a confiança em SARs. Devido a lacuna de trabalhos experimentais que investiguem a confiança em SARs, o modelo presente nessa dissertação ainda precisa ser validado posteriormente através da realização de experimentos. O desenvolvimento desse modelo nos serviu como base para compreender os fatores de confiança, quais deles são importantes na confiança em SARs e quais características compõem esses fatores.

⁵ Cada base de pesquisa tem uma forma específica de estruturar a *string* de busca, as palavras chaves representadas aqui são apenas a título de ilustração.

A seguir é discutido as categorias, subcategorias e fatores que compõem a adaptação da taxonomia dessa dissertação. Devido a escassez de trabalhos referentes a Robôs Socialmente Assistivos e Confiança (Trust) dentro da HRI, pode-se observar a presença de alguns trabalhos relacionados a automação e literatura interpessoal. Essa dissertação tenta contextualizar os fatores dentro do domínio de SARs, mas, nem sempre isso é possível de forma direta. Na contextualização dos fatores, existem fatores que possuem um número maior de trabalhos publicados, enquanto outros, ainda são pouco explorados. Sendo assim, alguns fatores são mais detalhados que outros.

Considerando que os fatores encontrados na literatura estão em inglês, a tradução dos termos foi feita com cuidado, considerando a pesquisa bibliográfica feita para escolha dos melhores termos em português. Mesmo assim, alguns conceitos podem ter divergência de significado por não se tratar de uma tradução literal e sim com base em nosso entendimento de seu significado no contexto.

3.3.1 Fator Humano

Uma das partes mais relevantes no desenvolvimento da confiança é o fator humano, a priori pode-se argumentar que é o caráter e a natureza do usuário individual que exerce a influência mais significativa (HANCOCK; HANCOCK; WARM, 2009). Não só os robôs requerem a interação humana, como por exemplo em papel de supervisor, parceiro, entre outros, para completar tarefas, mas também, o sucesso da HRI depende da aceitação da tecnologia (YAGODA; GILLAN, 2012; DAVIDS, 2002).

Em robôs que tem como característica principal uma forte interação social, a parte humana é a grande responsável pelo sucesso da interação. Sendo assim, é preciso ter em vista que é necessário avaliar a Confiança como uma construção centrada no usuário em que o humano é aquele que confia na tecnologia. Segundo Schaefer (2013) existem poucos estudos empíricos que avaliam o componente humano na Interação Humano-Robô. Por isso, é necessário também explorar o desenvolvimento da confiança relacionada aos campos interpessoal e da automação para prover suporte adicional a confiança humano-robô.

Os fatores associados a parte Humana dessa adaptação podem ser encontrados em sua grande maioria na taxonomia de Schaefer et al. (2016), como pode-se observar na Figura 12, com exceção dos fatores de **Gênero**, **Etnia** e **Convicção na automação** (*Confidence in the automation*) que foram retirados do modelo. As características relacionadas ao **gênero** não

parecem ter uma influência significativa em Confiança (KIDD, 2003; MERRITT; ILGEN, 2008; STEDMON et al., 2007; EVERS et al., 2008). Schaefer (2013) sugere a retirada do fator de **etnia** dos elementos que contribuem para o desenvolvimento da Confiança, o que é feito também neste trabalho para evitar questões sensíveis associadas a esse tema. O fator de **Convicção na automação** foi retirado por não conseguirmos associar sua importância na Confiança em SARs.

O fator **Experiências Prévias** aparece no trabalho de Hancock et al. (2011) e é destacado mais recentemente no trabalho de Langer et al. (2019) como bastante pertinente em SARs. Esse fator aparece no trabalho de (SCHAEFER et al., 2016) como um dos componentes de Compreensão (*Understanding*), junto com facilidade de uso. Nessa dissertação fizemos uma tradução/adaptação livre para experiência porque a maior parte dos trabalhos de robótica referem-se a ele dessa maneira. Na Tabela 3 é possível observar todos os fatores que compõem a subcategoria de fator humano e sua relação com as principais taxonomias discutidas na seção 3.2 e o trabalho de Langer et al. (2019).

3.3.1.1 Características (*Traits*)

Existem evidências que sugerem que uma série de traços humanos e características demográficas podem afetar a forma como cada indivíduo responde a automação (SCHAEFER et al., 2016). Nos robôs essas características também aparentam ser cruciais para o desenvolvimento de Confiança (HANCOCK et al., 2011; SCHAEFER, 2013; BABEL et al., 2021). Essa subcategoria agrega elementos relacionados à **Idade, Personalidade e Propensão de confiança**. Contudo as características demográficas (Idade e Personalidade) não têm sido consistentes entre os diferentes estudos, pois parecem variar em função das características da tarefa automatizada específica em questão (SZALMA; TAYLOR, 2011).

Os fatores demográficos geralmente são coletados antes da interação com o robô e sua mensuração de percepção da Confiança. No estudo de Merritt e Ilgen (2008) esses antecedentes estão relacionados à propensão de um indivíduo confiar em máquinas ou em sua confiança inicial em um auxílio de decisão automatizado, mas não na confiança pós tarefa (depois da utilização da automação).

Tabela 3 – Rastreamento dos conceitos do Fator Humano nas principais Taxonomias

Fator Humano	Presente em:
Características	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Idade ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personalidade ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propensão de confiança ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
Estado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controle da Atenção ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fadiga ▪ Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estresse ▪ Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
Fatores Cognitivos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experiências Prévias ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidade de uso ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expectativa ▪ Schaefer et al. (2016)
Fatores Emocionais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atitudes ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Satisfação ▪ Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conforto ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)

Fonte: Autora (2022)

Idade (Age)

Os estudos relacionados a importância da idade de um indivíduo e sua relação com a Confiança podem ser encontrados tanto na literatura de automação como em Interação Humano-Robô. A maior parte dos estudos na automação estão limitados em duas áreas: automação de veículos e no auxílio a tomada de decisão. Os resultados encontrados em alguns trabalhos de automação sugerem que adultos mais velhos são mais propensos a confiar na automação do que adultos mais jovens (DONMEZ et al., 2006; HO; WHEATLEY; SCIALFA, 2005; KIRCHER; THORSLUND, 2009). Já o trabalho de Scopelliti, Giuliani e Fornara (2005a) mostra que jovens adultos tendem a confiar mais em robô do que adultos mais velhos.

Schaefer (2013) comenta que as descobertas da relação entre idade e o desenvolvimento da Confiança podem ser específicas do sistema ou da tarefa. Em relação aos SARs, a confiança parece ser um elemento essencial para que os idosos e os robôs trabalhem de forma eficaz (STUCK; ROGERS, 2018; VANDEMEULEBROUCKE; DZI; GASTMANS, 2021). De acordo com Feil-Seifer e Matarić (2005) os robôs socialmente assistivos podem atender a várias populações de usuários, variando em idade, deficiência e necessidade. Essas categorias não são mutuamente exclusivas, então um robô pode ajudar os usuários pertencentes a uma ou mais das populações.

É possível observar que muitos trabalhos relacionados a SARs optam por contemplar uma faixa etária exclusiva e modelar as características de interação entre o seu usuário e o robô e muitas vezes o próprio projeto/*design* do robô a partir daí. Na literatura é possível observar o crescente interesse na utilização de SARs com idosos (OBAYASHI; KODATE; MASUYAMA, 2018; PINO et al., 2015; BEUSCHER et al., 2017; FASOLA; MATARIĆ, 2012), principalmente no auxílio da saúde e companhia, na educação e em aplicações com crianças dentro do Espectro Autista (AMUDHU, 2020; DICKSTEIN-FISCHER et al., 2018; ROBACZEWSKI et al., 2021).

Embora o fator de idade influencie a confiança, ao se modelar as características de um SARs é importante ressaltar que esse fator precisa estar em conjunto com as necessidades do usuário. Por exemplo, ao utilizar um SARs com crianças dentro do espectro autista, é importante promover a familiaridade da criança com os aspectos de cinemática e sons do robô para influenciar positivamente a confiança (BOCCANFUSO et al., 2017). Boccanfuso et al. (2017) também ressaltam que a utilização de múltiplas modalidades de interação (manipulação manual do robô, teleoperação e jogos autônomos de imitação e troca de turnos) pode gerar confiança e facilitar a curiosidade e o engajamento.

Os elementos associados ao fator idade podem ser modelados tanto na fase inicial de *design* dos robôs (isso pode restringir o uso) ou nas configurações de seu comportamento e mecanismos de interação. Estabelecer uma população de usuário e modelar o robô de acordo com o propósito específico aumenta a propensão de Confiança do usuário.

Personalidade (Personality)

A relação entre os traços de personalidade do usuário humano e o conceito de Confiança aparecem em vários trabalhos relacionados a Interação Humano-Robô e Automação (HARING; MATSUMOTO; WATANABE, 2013; SALEM et al., 2015b; ROSSI et al., 2018; ALARCON et al., 2018; MERRITT; ILGEN, 2008; ABBASS; SCHOLZ; REID, 2018; SARTORATO; PRZYBYLOWSKI; SARKO,

2017). Esse fator foi considerado como uma influência forte na aceitação dos robôs pelas pessoas e vital na compreensão da qualidade da HRI (GAUDIELLO et al., 2016; ROBERT et al., 2020).

Entre os vários modelos de personalidade que aparecem na literatura, os cinco grandes traços de personalidade (*Big Five*) (JOHN, 1990) são os mais amplamente usados (SORRENTINO et al., 2021). Esses traços são divididos em: Abertura à Experiência (*Openness to Experience*), Conscienciosidade (*Conscientiousness*), Extroversão (*Extraversion*), Agradabilidade (*Agreeableness*) e Neuroticismo (*Neuroticism*). Existe uma relação entre esses traços de personalidade e o desenvolvimento da Confiança em sistemas robóticos (MCBRIDE; MORGAN, 2010). Segundo Robert et al. (2020), umas das formas mais usadas para mensurar o *Big Five* é através da utilização do Inventário de Personalidade de Dez Itens (*Ten Item Personality Inventory - TIPI*) (GOSLING; RENTFROW; JR, 2003).

Boa parte dos estudos de HRI investigam a extroversão/introversão dos indivíduos e muitos deles associam que os indivíduos que são mais extrovertidos tendem a ser mais sociais e deveriam estar mais dispostos a interagir com robôs e adotar um nível maior de confiança (ROBERT et al., 2020). No trabalho de Sorrentino et al. (2021) é sugerido que dependendo do domínio / tarefa, traços diferentes podem ter uma influência diferente. Nas características avaliadas em seu estudo, a Abertura à Experiência, Agradabilidade e Neuroticismo foram correlacionados à percepção do robô, enquanto a abertura para a experiência foi o único traço relacionado à usabilidade da tecnologia (ou seja, a predisposição para usá-la). Da mesma forma, traços de Extroversão e Neuroticismo influenciam o tempo de interação total com o robô.

As preferências das pessoas pela aparência e comportamento do robô podem estar relacionadas aos seus traços de personalidade. Indivíduos mais introvertidos tendem a preferir robôs de aparência um pouco mais mecânica e tem preferência por uma distância maior de abordagem do robô, enquanto indivíduos extrovertidos preferem robôs mais humanoides e abordagem mais próxima (WALTERS et al., 2009).

O trabalho de Feil-Seifer e Matarić (2008) relata a importância de avaliar a personalidade do participante com um questionário e usar os resultados para ajustar os modos de interação programados no robô, o que ajuda a ajustar a personalidade do usuário ao do robô. Os traços de personalidade do usuário e a correspondência entre a personalidade do usuário e o estilo do robô é outra característica que pode facilitar o engajamento humano-robô.

Uma correspondência entre a personalidade do usuário e "personalidade" do robô está as-

sociado ao aumento do tempo gasto com o robô (RABBITT; KAZDIN; SCASSELLATI, 2015). Por exemplo, no trabalho de Matarić et al. (2009), eles descobriram que a adaptação da personalidade é eficaz para melhorar o desempenho do usuário em tarefas de reabilitação. Em Papadopoulos et al. (2020), os autores apontam a importância da personalização da interação na aprendizagem para projetar estratégias de motivação personalizadas adaptadas a diferentes tipos de pessoas principalmente na interação entre criança-robô em SARs na educação. Os traços de personalidade estão associados a aceitação dos SARs, sua confiança, personalização e qualidade das interações. Esses traços influenciam diretamente o comportamento dos SARs (ROSSI et al., 2018; LANGER et al., 2019; SORRENTINO et al., 2021).

Propensão de confiança (Trust Propensity)

A propensão a confiar ou também conhecida como confiança disposicional, geralmente descreve a tendência generalizada de um indivíduo para confiar nos outros, independentemente de quem seja a outra pessoa (MAYER; DAVIS; SCHOORMAN, 1995). Ela baseia-se na propensão do *trustor*⁶ a confiar e a confiabilidade inicial da contraparte, ou seja o conhecimento prévio de que o *trustee* é confiável. Porém, quando a interação progride e os relacionamentos evoluem, essa propensão muda em direção à confiança histórica, que não é mais derivada exclusivamente do conhecimento prévio, mas cada vez mais da própria interação (MERRITT; ILGEN, 2008).

Essa propensão é considerada estável ao longo da vida do indivíduo e é um traço crucial que influencia relações e interações (SALEM; DAUTENHAHN, 2015). Esse fator pode afetar o desenvolvimento da confiança na Interação Humano-Robô (OLESON et al., 2011) e também pode impactar diretamente a confiança na interação com a Automação (MERRITT et al., 2013; MERRITT; ILGEN, 2008). A propensão à confiança na tecnologia difere da propensão de confiança em pessoas (MADHAVAN; WIEGMANN, 2004). Dentro da literatura tanto de automação quanto de robótica, os trabalhos empíricos relacionados a esse conceito ainda são muito limitados (LEWIS; SYCARA; WALKER, 2018).

Na automação, o trabalho de Abbass, Scholz e Reid (2018) estabelece que um operador tem alta propensão a confiar na automação em geral, mas diante de um sistema automatizado específico, sua confiança pode ser muito baixa. Schaefer (2013) esclarece que os antecedentes que impactam a propensão a confiança na interação humano-robô, incluem características demográficas (ex. idade, traços de personalidade) e normas sociais e culturais. Além disso, a

⁶ O indivíduo que confia

autora considera os traços de personalidade como possíveis de ser uma das mais importantes características para explicar a variação na propensão de confiar em robôs.

Essa propensão foi associada com mais ênfase a três dos cinco grandes traços de personalidade (*Big Five*): agradabilidade, neuroticismo e abertura à experiência (ALARCON et al., 2018). A escala mais comum para avaliar esse fator é a Escala de Confiança Interpessoal (*Interpersonal Trust Scale - ITS*) (ROTTER, 1967). Porém, essa escala deve ser aplicada em conjunto com alguma outra métrica de confiança (YAGODA; GILLAN, 2012). Outros antecedentes correlacionados fortemente com a propensão, é a experiência prévia do usuário e a aparência do *trustee*⁷ (LAZÁNYI; HAJDU, 2017; ADAMIK et al., 2021).

A propensão a confiar na tecnologia reflete a soma das experiências de aprendizagem com a tecnologia automatizada e determina consideravelmente as expectativas com as quais um indivíduo entra na familiarização com um sistema recém-introduzido (MILLER et al., 2021). Alguns indivíduos com maior propensão a confiar, ao interagirem com máquinas que possuem um bom funcionamento, tem um incremento maior na confiança geral em relação à máquina. Por outro lado, esses mesmos indivíduos também correm o risco de reagir mais negativamente a um mau funcionamento do que indivíduos com menor propensão a confiar (MERRITT; ILGEN, 2008). Para evitar que o mau funcionamento do robô possa causar uma perda de confiança potencialmente maior, a estratégia considerada no trabalho de Chen et al. (2018) é a de que um robô que é inicialmente considerado como altamente confiável, deve executar tarefas difíceis primeiro, enquanto um robô, que obtém uma baixa confiança inicial, deve primeiro fazer tarefas mais simples para construir a confiança.

As expectativas do usuário em relação às capacidades do robô influenciam a propensão de confiança. Como os usuários formam certas expectativas com base na aparência física do robô, é possível que uma certa forma, como a humanoide, possa definir expectativas do usuário muito altas, o que pode levar a uma perda de confiança se o robô não puder funcionar adequadamente (ADAMIK et al., 2021). Langer et al. (2019) relacionam a propensão a confiança como um dos conceitos que afetam a confiança no uso de Robôs Socialmente Assistivos no domínio de reabilitação.

⁷ O indivíduo em quem a confiança é depositada

3.3.1.2 Estado (State)

Os estados psicológicos/físico humano podem impactar diretamente a percepção de habilidade do usuário ao utilizar um robô (HANCOCK; WARM, 2003; PARASURAMAN; COSENZO; VISSER, 2009). Na área de interação humano-automação os estados humanos dinâmicos, como o **controle da atenção**, **fadiga** e o **estresse** são tópicos bem pesquisados (FINOMORE et al., 2009; NEUBAUER et al., 2012; CHEN; TERRENCE, 2009). O trabalho de Schaefer (2013) aponta os estados humanos como pertinentes no estudo da interação humano-robô. Porém ainda é necessário estudos empíricos adicionais nessas áreas para compreender melhor sua ligação com a confiança (SCHAEFER et al., 2014). A seguir apresentamos em detalhe os 3 estados humanos que consideramos relevantes para esta dissertação.

Controle da atenção (Attentional Control)

O controle da atenção pode aparecer na literatura de Interação Humano-Robô como conceitos relacionados a capacidade de atenção e engajamento (*attentional capacity, engagement*). Alguns autores definem o controle atencional como “a capacidade de se concentrar e mudar a atenção de maneira flexível” (CHEN; BARNES, 2012; DERRYBERRY; REED, 2002). Na automação, pesquisas sugerem que operadores com diferentes níveis de controle de atenção podem preferir níveis distintos de automação (THROPP, 2006). Em Schaefer et al. (2014) é relatado que participantes com menor controle atencional tendem a depender mais da automação, mesmo quando a confiabilidade desses sistemas é baixa.

A atenção do usuário pode depender de outros fatores como estresse, fadiga, motivação e tédio (HOFF; BASHIR, 2015). No contexto da automação, a capacidade de controlar a atenção pode ajudar os indivíduos a perceber erros e se ajustar a eles, além de reconhecer quando o sistema está funcionando conforme o esperado. Como a confiança na automação é parcialmente dependente do desempenho percebido do sistema (LEE; SEE, 2004), aqueles com maiores habilidades de capacidade de atenção podem ser melhores em calibrar com precisão a confiança baseada em histórico. Já aqueles com menor controle da atenção exibem atitudes mais negativas em relação aos robôs. O controle de atenção está relacionado às atitudes em relação aos sistemas autônomos e também está correlacionado com a propensão à confiança e atitudes em relação aos robôs (TEXTOR; PAK, 2021).

As pessoas direcionam sua atenção para o robô mais frequentemente em interações onde

os gestos estão presentes, ou seja as pessoas acham essas interações mais apropriadas do que quando os gestos estão ausentes. Os autores de Sidner et al. (2005) acreditam que à medida que as habilidades gestuais de engajamento dos robôs se tornarem mais sofisticadas, a interação humano-robô se tornará mais suave e será percebida como mais confiável. A utilização de declarações verbais, gestos de olhar e movimentos de cabeça dos robôs podem ajudar a direcionar a atenção do usuário (SIDNER et al., 2005). Scassellati, Admoni e Mataric (2012) relatam efeitos encorajadores como o aumento do engajamento, aumento dos níveis de atenção e novos comportamentos sociais (atenção conjunta e imitação) quando as crianças interagem com robôs.

A cultura e tarefa também tem um impacto significativo na atenção/engajamento do usuário (LI; RAU; LI, 2010). Entretanto, o aumento significativo na resposta e engajamento não leva necessariamente a uma maior confiança (CHEN; TERRENCE, 2009; LI; RAU; LI, 2010). Ambientes de tarefas específicos envolvendo colaborações humano-robô podem ter um impacto significativo nas associações entre diferenças individuais nas funções de atenção e confiança nos robôs (CHOI; SWANSON, 2021). Uma possível estratégia para lidar com o fator de controle da atenção é estudar a população de usuários e modelar suas características e interesses nas interações dos SARs (comunicação, comportamento, *feedback* e etc) (ALNAJJAR et al., 2021).

Fadiga (Fatigue)

O conceito de fadiga está associado a uma redução da capacidade e desejo de reagir caracterizada por cansaço e aversão à continuação do trabalho direcionado a objetivos (HANCOCK; DESMOND; MATTHEWS, 2012). A fadiga pode também estar relacionada a realização de tarefas repetitivas e sobrecarga de informações (MURPHY; ROGERS, 1996). Potencialmente, a fadiga influencia a decisão de usar a automação, de modo que o uso da automação está dinamicamente relacionado aos estados de fadiga e estresse (NEUBAUER et al., 2012). Pode-se considerar que o desempenho humano na realização de tarefas físicas está diretamente relacionado ao seu nível de fadiga muscular.

O desempenho do trabalhador humano influencia sua confiança no robô. Por exemplo, devido ao cansaço físico e/ou mental resultante do trabalho contínuo durante um dia, o trabalhador humano pode tender a confiar mais na automação e, assim, aumentar sua confiança no robô (SADRFARIDPOUR, 2018). A fadiga mental (ou cognitiva) pode ser associada a um estado psicobiológico que geralmente é causado por uma tarefa cognitiva exigente e prolongada

e é caracterizada por indicadores psicológicos e fisiológicos (MOULOUA; HANCOCK, 2019). Do ponto de vista psicológico, a fadiga mental é caracterizada como uma sensação de letargia mental ou esgotamento (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). Os indivíduos mentalmente fatigados geralmente relatam uma carga de trabalho maior após a conclusão de uma tarefa cognitiva intensa (HEAD et al., 2017; HEAD et al., 2016).

Do ponto de vista fisiológico, a fadiga mental é caracterizada por alterações na variabilidade da frequência cardíaca e alterações na oxigenação cerebral no córtex pré-frontal (MOULOUA; HANCOCK, 2019). A diminuição do envolvimento com a tarefa é uma marca de fadiga, expressa como cansaço, perda de motivação e concentração prejudicada (NEUBAUER et al., 2012). A fadiga cognitiva também pode afetar a percepção da dificuldade da tarefa, resultando em mudanças comportamentais que podem afetar o desempenho do sistema (MOULOUA; HANCOCK, 2019; RAJAVENKATANARAYANAN et al., 2019). Em particular pode reduzir a eficiência com que o humano conclui a tarefa e induzir mais erros humanos (MURATA, 2000). A aplicação de pequenas pausas para descanso podem proporcionar algum alívio da fadiga (CALDWELL et al., 2009; TUCKER, 2003).

No trabalho de Wohleber et al. (2016) foi constatado que os participantes tendem ao desuso da automação à medida que a fadiga aumenta. Langer et al. (2019) aponta que devido a fadiga ou motivação reduzida dos pacientes, o desempenho deles durante as sessões de fisioterapia pode variar consideravelmente. Portanto, o grau em que um SARs é capaz de sintonizar a condição emocional, psicológica e física do paciente influenciará o sucesso do tratamento e interação (KELLMAYER et al., 2018) e conseqüentemente a confiança.

A Robótica Socialmente Assistiva demonstrou ser uma ferramenta importante para auxiliar os pacientes na reabilitação física. Seu uso em aplicações como reabilitação cardíaca faz com que seja necessária monitorar a fadiga durante a terapia para garantir a segurança e a recuperação eficaz. O SARs é usado para fornecer *feedback* sobre o estado do paciente e desempenho aos usuários e profissionais de saúde. Em geral, os pacientes são monitorados por meio de sensores (AGUIRRE et al., 2019).

Estresse (Stress)

O estresse pode ser considerado segundo Hancock (1989) como uma força que diminui a capacidade de desempenho. Esse fator é uma variável imprevisível, podendo levar à degradação ou falta de confiança (MATTHEWS et al., 2016; COSENZO et al., 2006). Schaefer e Scribner

(2015) identificaram uma relação significativa entre estresse e confiança. Portanto, este fator está presente nas taxonomias de Schaefer (2013) e Schaefer et al. (2016). Contudo, a grande maioria dos trabalhos associados ao estresse investigam sua relação com a automação e muitos destes trabalhos apenas relacionam esse fator à confiança de forma superficial.

O estresse induzido pela atividade é conhecido por resultar em oscilações de humor e levar a distúrbios na motivação (por exemplo, perda de interesse da tarefa) e cognição (por exemplo, levar a preocupação) (MATTHEWS et al., 2006). O estresse psicológico é frequentemente descrito como um estado de tensão e pressão mental ou emocional. Nem todas as pessoas reagem da mesma maneira a estímulos semelhantes, por isso é importante considerar as diferenças individuais de cognição e motivação como um fator importante na avaliação de situações ou estímulos externos (LAZARUS, 1993; KOH et al., 2001). A maior parte dos trabalhos recentes acreditam que uma pessoa experimenta o estresse quando ela sente que os recursos para lidar com uma dada situação não são o suficiente (GOYAL et al., 2016).

Por ser um fator interativo, o estresse integra estímulos dados pela exigência da tarefa, respostas dos operadores e processos de percepção e avaliação da situação (BIROS; DALY; GUNSCH, 2004). O estresse é fortemente influenciado pelos fatores do ambiente e pode atrapalhar a coordenação dos papéis da equipe, coesão, comunicação e desempenho (DRISKELL; SALAS; DRISKELL, 2018). O aumento da carga de trabalho, conforto com a utilização da automação e a disposição a confiar (Propensão de confiança) na tecnologia também estão relacionados ao estresse (CHOI; SWANSON, 2021; REIMER; MEHLER; COUGHLIN, 2016).

Os seres humanos encontram estresse psicológico e fisiológico diariamente e usam mecanismos para gerenciar os níveis de estresse na tentativa de obter um desempenho ideal (LAZARUS, 1990). Para algumas populações de usuários, o aumento do nível de estresse pode ser um risco à saúde (COOPER; MARSHALL, 2013). De fato, o estresse em si é um fator de risco para aqueles com arritmia ou hipertensão, bem como aqueles com transtornos de ansiedade. Os autores de Johnson et al. (2014a) afirmam que o estresse é um fator comum a usuários idosos e que os SARs podem ajudar a reduzir o nível de estresse desses usuários. É importante controlar os níveis de estresse, pois o estresse agudo ocasional tem demonstrado evoluir para transtornos ansiosos e depressivos, destacando-se como fator significativo para a saúde psicológica a longo prazo (ULIASZEK et al., 2012).

O trabalho de Thill et al. (2012) estabeleceu uma série de vantagens ao usar robôs sociais com crianças dentro do Espectro Autista. A principal vantagem é a de que os robôs podem ser aplicados de forma controlada apresentando apenas informações relevantes e dessa forma

minimizando o risco de criar situações estressantes e complexas. Sabemos que os robôs são melhores em repetição infinita do que as pessoas, e variações podem ser feitas de forma consciente e de maneira segura.

As formas de tentar mitigar o fator de estresse são diversas, sendo uma delas a utilização de software para reconhecimento de expressão facial ou análise de voz para identificar estresse, o que pode dar suporte à interpretação da máquina sobre o funcionamento humano. O robô pode se adaptar para compensar a deficiência humana monitorando dados de sensores para detectar carga de trabalho excessiva, estresse ou fadiga (CHOI; SWANSON, 2021). É importante lembrar que os fatores estresse e a fadiga podem se reforçar mutuamente (SAXBY et al., 2013).

3.3.1.3 Fatores Cognitivos (*Cognitive Factors*)

A cognição está ligada ao estudo dos processos mentais que influenciam o comportamento de cada indivíduo e seu desenvolvimento cognitivo (intelectual). A cognição está relacionada ao acúmulo de informações que adquirimos através da aprendizagem ou experiência. A confiança é baseada na cognição quando os indivíduos escolhem em quem vão confiar, em que aspectos e em que circunstâncias, e baseiam esta decisão no que eles acreditam serem boas razões (LEWIS; WEIGERT, 1985).

Segundo Jr, Hansen e Pearson (2004) o processo cognitivo não se desenvolve instantaneamente, mas somente depois que um indivíduo é capaz de processar e avaliar cognitivamente as evidências disponíveis. Luhmann (1979) acredita que o conhecimento disponível e a familiaridade são necessários para decisões de confiança. Em um processo cognitivo uma pessoa desenvolve “boas razões” para que outros sejam confiáveis como, por exemplo, as expectativas mantidas pelo *trustor*⁸ com base na experiência passada e no conhecimento acumulado que o *trustee*⁹ haja de acordo como deveria (PUNYATOYA, 2018).

Os fatores cognitivos abordados nessa dissertação dizem respeito a : **Experiências Pré-vias, Habilidade de uso e Expectativa**, esses fatores são os mais pesquisados no domínio da confiança interpessoal, mas também se aplicam segundo Ashleigh e Stanton (2001) ao domínio da tecnologia.

⁸ O indivíduo que confia

⁹ O indivíduo em quem a confiança é depositada

Experiências Prévias (Prior Experiences)

Sanders (2016) define experiências prévias¹⁰ como o nível de exposição anterior a alguém ou alguma coisa. O preconceito relacionado a determinada tecnologia pode ser moldado pela própria experiência pessoal do indivíduo, mas também pode ser baseado e moldado pela cultura popular, representações de mídia e ficção científica (HANCOCK; BILLINGS; SCHAEFER, 2011; SCHAEFER; BILLINGS; HANCOCK, 2012). Essas influências não experienciais podem levar a percepções errôneas sobre a capacidade dos robôs e suas motivações (SANDERS et al., 2017).

Estudos demonstram que as experiências prévias leva a maiores níveis de confiança e atitudes mais positivas em relação aos robôs (SANDERS et al., 2017), como também, têm um impacto direto no desenvolvimento da confiança ao longo do tempo (MERRITT; ILGEN, 2008; RAJAONAH; ANCEAUX; VIENNE, 2006; SULLIVAN; TSIMHONI; BOGARD, 2008). Além do mais, experiências anteriores do usuário podem influenciar seu conforto com um sistema robótico; especificamente, indivíduos mais experientes tendem a se sentir mais à vontade com robôs (TAKAYAMA; PANTOFARU, 2009). Coeckelbergh et al. (2016) relacionam que usuários com mais experiência com computadores, perceberam o robô como uma tecnologia mais fácil de usar. As experiências prévias não positivas afetam negativamente a confiança (HOFF; BASHIR, 2015).

Alguns autores relatam que um indivíduo já familiarizado com tecnologia aceitará mais prontamente novos dispositivos porque eles podem confiar em suas experiências anteriores (SUN; ZHANG, 2006; FISHBEIN; AJZEN, 1977). No entanto, existe uma diferença nessa aceitação da tecnologia relacionada a pessoas mais jovens e pessoas mais velhas, porque o *background* delas com relação a educação e contato com a tecnologia são diferentes (FLANDORFER, 2012). Por isso, é importante que os profissionais que projetam robôs levem em consideração as características da população de usuários que irá interagir com os sistemas robóticos para adaptar a forma que o sistema é apresentado e até modelado (SANDERS et al., 2017).

Sanders et al. (2017) argumentam que talvez as pessoas que acumulam experiência estejam predispostas a serem favoráveis aos robôs a priori. Isso se torna uma questão de diferenças individuais sobre o que faz com que alguns indivíduos adotem a tecnologia em comparação com outros que são antagônicos a essas tecnologias. Portanto a dimensão da experiência pode ser causa, efeito ou ambos em tais relacionamentos interativos.

¹⁰ O conceito de experiências prévias, também pode ser encontrado na literatura como experiências passadas (*past experiences*) e experiências anteriores (*previous experiences*).

O trabalho de Langer et al. (2019) aponta o fator de experiências prévias como um dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento de confiança em SARs. O questionário de Perfil de Experiência em Tecnologia (*Technology Experience Profile* - TEP) (BARG-WALKOW; MITZNER; ROGERS, 2014), que avalia o uso e a experiência com vários tipos de tecnologias durante o período do último ano do usuário é apontado por Langer et al. (2019) como uma forma de avaliar a experiência prévia em tecnologia para uso em SARs.

Habilidade de uso (Ability to use)

Um dos fatores que afeta a relação de confiança baseada em cognição é a habilidade percebida do operador de interagir com o robô (DRURY; RIEK; RACKLIFFE, 2006). A habilidade de uso é considerada por Mayer, Davis e Schoorman (1995) como um grupo de competências e características que permitem que uma pessoa tenha influência em algum domínio específico.

Schaefer et al. (2016) acreditam que existe uma influência da expertise, eficácia (*efficacy*) e carga de trabalho (*workload*) na habilidade de uso da automação pelo indivíduo. A eficácia ou auto-eficácia (*self-efficacy*), como conhecida em alguns trabalhos, está relacionada com a habilidade de um indivíduo em realizar uma determinada tarefa com sucesso e isso não afeta apenas se o indivíduo usará a automação, mas também como ele perceberá a utilidade e facilidade de uso (BANDURA, 1982; BANDURA; FREEMAN; LIGHTSEY, 1999; IGBARIA; IIVARI, 1995). Alguns autores associam a degradação de confiança em sistemas automatizados ao aumento na carga de trabalho mental (WANG; JAMIESON; HOLLANDS, 2011).

A carga de trabalho mental está ligada à expertise e a experiência com automação. No geral o aumento da expertise com um sistema leva a um aumento no desenvolvimento da confiança (RAJAONAH; ANCEAUX; VIENNE, 2006). Yagoda e Gillan (2012) conceituam expertise como a habilidade especializada ou conhecimento profundo em um domínio específico. Como tal, o aumento da experiência com um sistema pode melhorar o desenvolvimento da confiança (RAJAONAH; ANCEAUX; VIENNE, 2006).

A auto-eficácia no uso de robôs refere-se à crença de uma pessoa em sua própria capacidade de usar robôs (TURJA; RANTANEN; OKSANEN, 2019). A auto-eficácia relacionada ao uso dos robôs de serviço¹¹, determina a aceitação deles pelos usuários (CHI et al., 2021). Latikka, Turja e Oksanen (2019) descobriram que os funcionários que têm um nível mais alto de auto-eficácia

¹¹ São robôs que realizam tarefas úteis para os seres humanos, excluindo a participação em automações industriais.

no uso de robôs apresentam maior aceitação funcional e social em relação aos robôs de serviço. De acordo com a Teoria Cognitiva Social, a auto-eficácia leva a uma percepção positiva de um resultado futuro (BANDURA; FREEMAN; LIGHTSEY, 1999).

Alta autoeficácia no uso de robôs acarreta mais propensão a acreditar que a interação com os robôs proporcionará resultados de serviço positivos. Portanto, eles são mais propensos a confiar na interação (CHOI; SWANSON, 2021). A autoeficácia é gerada por meio do acúmulo de conhecimento e da experiência existente (FAN et al., 2020). Assim, usuários que têm mais conhecimento e experiência com tecnologia são mais propensos a desenvolver confiança nos dispositivos alimentados por tecnologia. A auto-eficácia afeta positivamente a confiança inicial (ZHOU, 2012) e é um indicador significativo da propensão a confiar em robôs (CHI et al., 2021). Os autores de Drury, Riek e Rackliffe (2006) acreditam que após a interação com um robô, alguns antecedentes adicionais de confiança como confiabilidade (*reliability*), erros (*errors*) e *feedback* podem afetar a percepção do operador de como usar ou interagir com o robô.

Expectativa (Expectancy)

Os operadores humanos desenvolvem modelos mentais (MM) ou expectativas de como a automação deve se comportar antes de interagir com a mesma (SCHAEFER et al., 2014). Esse fator incluem alguns antecedentes de confiança como: utilidade percebida (SPAIN; BLISS, 2008), expectativas na automação ou em sua reputação (VRIES; MIDDEN, 2008) bem como os benefícios percebidos dessa automação (LEE; KIM; KIM, 2007). O tipo de tarefa e o ambiente físico também podem fornecer pistas de expectativa (SCHAEFER, 2013).

Keil, Beranek e Konsynski (1995) descobriram que a utilidade percebida (ex. número de erros antecipados) de um sistema automatizado é muitas vezes ditada por uma função da tarefa ou o ajuste da ferramenta. O benefício percebido da automação pode influenciar se a automação será confiável ou não (LEE; KIM; KIM, 2007; KIM; PARK; SUNDAR, 2013). Se essas expectativas forem altas, o operador humano pode se tornar excessivamente dependente da automação (MAYER et al., 2006), o que pode levar à desconfiança e uso indevido do sistema. A reputação do sistema pode afetar as expectativas do operador. Em um experimento envolvendo um sistema de automação de auxílio de planejamento, Vries e Midden (2008) descobriram que a confiança é um pouco maior quando a automação tem uma reputação positiva.

Segundo Horstmann e Krämer (2020) as expectativas determinam como um robô social é percebido. Além disso, a forma como o robô é percebido afetará, em última análise, se

essa tecnologia será aceita e usada no futuro (DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 2014). Horstmann e Krämer (2020) aponta que as pessoas esperam que os robôs sejam eficientes, precisos, confiáveis, racionais e perfeccionistas e que devido à falta de experiências pessoais com esse tipo de robô, essas expectativas são muitas vezes baseadas principalmente em informações da mídia. Portanto, isso leva a altas expectativas em relação às habilidades dos robôs sociais. Contudo, se as expectativas não são atendidas na interação humano-robô levará à decepção e à redução da confiança nos robôs (KWON; JUNG; KNEPPER, 2016; KOMATSU; YAMADA, 2011).

Diante disso, é importante que os robôs sociais atendam às expectativas de seus usuários para evitar efeitos negativos na aceitação e vontade de usar essa nova tecnologia (DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 2014; KWON; JUNG; KNEPPER, 2016; BURGOON; HALE, 1988). Para uma aplicação bem-sucedida, as violações de expectativa negativa devem ser evitadas, através do projeto e retratando robôs sociais de maneiras que não surjam expectativas de habilidades mais altas do que as disponíveis (alto antropomorfismo gera alta expectativa). Além disso, enquadrar um robô em uma luz favorável, ou seja, explicar do que o robô é capaz e os benefícios de seu uso antes de uma interação, ajuda a obter uma percepção positiva do robô e facilitará a aceitação dessa tecnologia (HORSTMANN; KRÄMER, 2020).

3.3.1.4 Fatores Emocionais (*Emotive Factors*)

A confiança baseada no afeto (*affect-based*) é um estado baseado na emoção em que o indivíduo faz atribuições sobre os motivos/emoção de um parceiro (MCALLISTER, 1995; SCHAEFER, 2013). Da mesma forma que a propensão à confiar, a confiança baseada no afeto também é importante nos estágios iniciais de um relacionamento (SCHAEFER, 2013). No estudo de Yueh e Lin (2016) é avaliada a correlação entre fatores psicológicos de robôs de serviço. Em particular os autores encontraram uma correlação positiva entre agradabilidade (*likeability*¹²) e confiança. Schaefer et al. (2012) sustentam que a confiança baseada no afeto pode ser aplicada à forma como o operador humano faz atribuições sobre a emoção em relação ao robô. Schaefer et al. (2016) nomeia em seu modelo os fatores baseados no afeto como Fatores Emocionais (*Emotive Factors*). Os fatores incluídos como estudos anteriores de confiança baseada em afeto são: **Atitudes**, **Satisfação** e **Conforto**, que são descritos a seguir.

¹² Diz respeito a impressões positivas, é um fenômeno muito complexo que envolve comportamentos, maneiras, inteligência percebida, contexto sociocultural semelhante, interesses e até mesmo atratividade física, aceitabilidade e popularidade. Está mais associada a aparência, nível de antropomorfismo do robô e seu comportamento (BARTNECK et al., 2009b).

Atitudes (Attitudes)

Por atitude, Gaudiello et al. (2016) entendem como sendo qualquer disposição mental amadurecida através da experiência que possa impactar reações, sejam essas reações comportamentais, verbais ou emocionais do indivíduo em relação à objetos e situações.

Segundo Schaefer et al. (2016), as atitudes em relação à automação influenciam a consciência geral do comportamento do sistema. As atitudes e emoções positivas, como a felicidade, influenciam a confiança, o gosto e a dependência de um sistema (e podem até levar a um excesso de confiança). Já as atitudes negativas podem ser influenciadas por erros ou dificuldades de acesso às informações do sistema, que podem levar ao desuso da automação.

Alguns autores relacionam que diferente dos traços estáveis da personalidade, as atitudes em relação aos robôs são mais incertas e podem variar de acordo com a cultura, familiaridade e ao longo do tempo (KAPLAN, 2004; BARTNECK et al., 2007; SUNG; CHRISTENSEN; GRINTER, 2009; LI; RAU; LI, 2010). Portanto, ao se observar a atitude se torna possível prever o comportamento de confiança real de um indivíduo em relação ao robô bem como a um comportamento potencial (GAUDIELLO et al., 2016). Na pesquisa de HRI, as atitudes em relação aos robôs são geralmente avaliadas através do uso de testes e questionários. Dentre os testes de avaliação de atitudes mais comuns, destaca-se a Escala de Atitudes Negativas em relação a Robôs (*Negative Attitudes towards Robots Scale - NARS*) proposto por (NOMURA; KANDA; SUZUKI, 2006).

A escala NARS foi concebida para abranger três tipos de atitudes negativas:

- (i) perante situações de interação com robôs (ex., “Eu ficaria nervoso operando um robô na frente de outras pessoas” ou “eu me sentiria relaxado conversando com robôs”);
- (ii) para a influência social dos robôs (ex. “Estou preocupado que os robôs sejam uma má influência sobre crianças”);
- (iii) em relação às emoções na interação com robôs (ex., “sinto-me confortável em interagir com robôs que têm emoções” ou “eu me sentiria desconfortável se os robôs realmente tivessem emoções”).

Cada uma das subescalas NARs (i,ii,iii) discutidas anteriormente inclui uma lista com afirmações que o participante deve classificar numa escala (Likert) de 1 a 7, onde 1 representa 'discordo totalmente' e 7 'concordo totalmente'.

A segunda subescala do NARS relacionada à influência social é especialmente relevante em relação à confiança no conhecimento social, pois as atitudes negativas podem determinar a desconfiança dos usuários na capacidade de um robô em se adequar às estruturas sociais. Portanto, pode-se correlacionar que quanto mais os usuários mostram atitudes negativas em relação à influência social dos robôs, menos confiam nas decisões do robô em relação às questões sociais (GAUDIELLO et al., 2016).

Alguns trabalhos relacionam as atitudes dos usuários à alguns fatores específicos como a capacidade de atenção (TEXTOR; PAK, 2021, relacionam baixa capacidade à atitudes mais negativas), experiências prévias (SANDERS et al., 2017, relacionam experiência anterior à atitudes mais positivas) e personalidade (ROSSI et al., 2018, relacionam abertura à experiência a atitudes mais positivas para com a tecnologia). A forma e o comportamento estereotipado dos robôs também podem afetar as atitudes que os humanos têm em relação a eles. Por exemplo, Axelsson et al. (2021) relacionam esteriótipos racial ou de gênero à atitudes mais negativas.

Embora vários fatores influenciem a atitude dos usuários, o trabalho de Marchetti et al. (2022) mostra que, em relação ao emprego de SARs em adultos, é a experiência e/ou necessidade que acabam sendo decisivas em prol de uma atitude mais positiva e maior aceitação de uso.

Satisfação (Satisfaction)

Schaefer et al. (2016) afirmam que a satisfação influencia a percepção humana do robô. Essa satisfação é fomentada pela qualidade da informação e do serviço que a tecnologia proporciona (LEE; KIM; KIM, 2007). Usualmente, à medida que a satisfação aumenta, também aumenta a confiança (DONMEZ et al., 2006). A satisfação pode ser influenciada pela consciência da situação, previsibilidade e confiabilidade (*reliability*) do robô.

Uma característica de robôs sociais que pode melhorar a satisfação é a empatia. Tapus, Matarić e Scassellati (2007) postularam que a empatia pode melhorar a satisfação do paciente de terapia no contexto da interação paciente-terapeuta. Logo, projetar empatia nos Robôs Socialmente Assistivos pode contribuir para melhorar a satisfação e aumentar a confiança.

A satisfação pode ser medida através de um questionário. O mais usado para medir o nível de satisfação atribuído às tecnologias assistivas é o *The Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology* (QUEST), que foi desenvolvido por Demers, Weiss-Lambrou e Ska (2000). A métrica avalia algumas questões dentro do padrão Likert de 1 a 5, onde 1 é 'Nada

satisfeito' e 5 é 'Muito satisfeito'. No trabalho de Silvera-Tawil e Roberts-Yates (2018), os autores usaram uma versão modificada da escala de QUEST para avaliar a satisfação de uso de Robôs Socialmente Assistivos para ajudar durante a terapia e educação de crianças com deficiência intelectual e autismo. Eles chegaram à conclusão de que as características mais importantes para a satisfação eram a eficácia, aparência e segurança (*safety*).

Conforto (Comfort)

O nível de conforto do usuário durante a interação é importante (BARTNECK et al., 2009a). O fato de um usuário se sentir confortável ou não com um robô pode influenciar sua percepção e se confia ou não no robô. O nível de conforto pode depender da familiaridade e proximidade (NAKADA, 1997; BROEK; WESTERINK, 2009), similaridade de intenção (VERBERNE; HAM; MIDDEN, 2012), ou mesmo do grau de controle que o robô tem sobre os níveis de controle, tática ou estratégia da tarefa (WARD, 2000).

O sucesso da Interação Humano-Robô depende da aceitação humana da tecnologia (DAVIDS, 2002). Portanto, aumentar o conforto humano com um robô é de grande importância (FONG; NOURBAKSH; DAUTENHAHN, 2003; DUFFY, 2003; GROOM; NASS, 2007). O antropomorfismo e a personalidade do robô podem criar uma sensação de conforto, especialmente quando a aparência e o comportamento são combinados com uma tarefa específica (GOETZ; KIESLER; POWERS, 2003; DUFFY, 2003).

Alguns estudos mostraram que as experiências anteriores dos usuários podem influenciar seu conforto com um sistema robótico; especificamente, indivíduos mais experientes tendem a se sentir mais confortáveis com robôs (TAKAYAMA; PANTOFARU, 2009). Além disso, o nível de conforto com um robô influencia a quantidade de confiança que se deposita nesse robô, de tal forma que quanto mais confortável, maior é a confiança (SANDERS et al., 2011). Alguns trabalhos mostram que a quantidade de tempo interagindo com robôs parece promover reações ainda mais positivas. Mesmo em períodos de tempo relativamente curtos (por exemplo, semanas), os usuários que interagem repetidamente com um robô parecem ficar mais confortáveis e mudam seu comportamento. Por exemplo, ter maior proximidade física com o robô é um reflexo de um maior nível de conforto (KOAY et al., 2007). Por tanto, a proximidade física do usuário com o robô também está relacionado ao conforto. No trabalho de (KOAY et al., 2006), os autores relatam que os indivíduos se sentiram mais confortáveis durante uma interação com um robô a uma distância intermediária (1–3m) em vez de distâncias próximas (< 1m) ou

distantes ($> 3m$). Quando o usuário já se sente confortável o suficiente para interagir direto com o robô, outras características podem aumentar mais ainda o conforto. As sensações de toque por exemplo, são especialmente importantes para a interação física entre homem-robô. As sensações táteis suaves sugerem conforto e familiaridade (AXELSSON et al., 2021).

Tendo concluído a descrição dos 12 fatores que fazem parte da Categoria geral do Fator Humano, a seguir passamos a descrever a Categoria geral Robô. Conforme pode ser visto na Figura 12 esta categoria Robô divide-se em 2 subcategorias e 11 fatores.

3.3.2 Robô

A interação pressupõe que deve haver um tipo de ação entre duas ou mais entidades. Sendo assim, no estudo de como se dá a Confiança na Interação Humano-Robô, tanto o fator Humano como o Robótico devem ser compreendidos a fundo. Em Schaefer et al. (2016) embora os termos refiram-se a automação, como já explicado anteriormente, esses mesmos conceitos podem ser utilizados na robótica. O trabalho de Schaefer et al. (2016) atualizou as subcategorias dos fatores associados a automação/robô de Hancock et al. (2011) passando a dividir seus conceitos em **recursos** e **capacidade**.

Nesta dissertação foram acrescentados o conceito de segurança (*safety*) e privacidade, pois mostraram-se importantes para confiança dentro do contexto de SARs (LANGER et al., 2019). Os resultados dos trabalhos de Schaefer et al. (2014), Schaefer et al. (2016) forneceram suporte adicional para a importância da comunicação no desenvolvimento da confiança. A comunicação (*communication*) que antes estava relacionada ao fator ambiente foi alocada ao fator relacionado ao robô e discutida em termos de modo de comunicação (recurso do robô) e *feedback* (capacidade do robô). Como observado na Figura 12 a diferença entre o modelo apresentado nessa dissertação e o de Schaefer et al. (2016) se dá por três elementos (Segurança/Privacidade, Adaptabilidade e Proximidade). A inclusão da Segurança/Privacidade como um elemento que contribui para a Confiança se dá através da perspectiva que o usuário tem de que a segurança impacta a Confiança. Como exemplo temos que as preocupações com a segurança levam à falta de confiança do usuário nos robôs usados em casa, especialmente para adultos mais velhos (SCOPELLITI; GIULIANI; FORNARA, 2005a).

Na Tabela 4, é possível observar os conceitos que compõem o Fator Robô e sua relação com as principais taxonomias discutidas na seção 3.2 e o trabalho de Langer et al. (2019).

Tabela 4 – Rastreamento dos conceitos do Fator Robô nas principais Taxonomias

Fator Robô	Presente em:	
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modo de comunicação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aparência/Antropomorfismo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nível de Automação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016);
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inteligência 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personalidade do robô 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Segurança/Privacidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Langer et al. (2019)
Capacidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comportamento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confiabilidade/Erros 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016); Langer et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Feedback 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer (2013); Schaefer et al. (2016)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011); Schaefer et al. (2016)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proximidade 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hancock et al. (2011)

Fonte: Autora (2022)

3.3.2.1 Recursos (Features)

Os recursos relacionados ao robô dizem respeito a questões de projeto/ (*design*), que envolvem tanto a aparência física quanto as funcionalidades do robô. Esses recursos são importantes para estabelecer a confiança com o usuário (HANCOCK et al., 2011). Essa subcategoria é responsável por agrupar os principais fatores que contribuem para a "primeira impressão do robô". Os antecedentes de confiança baseado em recursos são: **Modo de comunicação, Aparência/Antropomorfismo, Nível de Automação, Inteligência, Personalidade do robô e Segurança/Privacidade.**

Modo de comunicação (Mode of communication)

O modo de comunicação se refere ao processamento de informações por meio das modalidades visual, auditiva ou tátil que a automação sinaliza (HANCOCK et al., 2013). O trabalho de Sarter (2006) estudou as lacunas de pesquisa na área e enfatizou a necessidade de que os parâmetros fossem projetados com cuidado para garantir sua consistência com a personalidade do usuário e para maximizar a confiança.

De acordo com Hoff e Bashir (2015), dentro de um determinado modo de comunicação os sistemas automatizados podem exibir uma ampla gama de “personalidades” distintas. Estes traços atribuídos artificialmente podem influenciar a confiança dos operadores. Nass e Lee (2001) enfatizam a necessidade de projetar cuidadosamente os vários parâmetros e características de interfaces de voz, como entonação ou faixa de frequência, para garantir a consistência com a personalidade do usuário e o conteúdo de mensagens em um esforço para maximizar a confiança do usuário e assim a utilização do sistema associado.

Segundo Hoff e Bashir (2015), aumentar a polidez do estilo de comunicação de um sistema automatizado promove maior confiança. O trabalho de Parasuraman e Miller (2004) associou a polidez a inculcar a automação com boa etiqueta, o que significa um estilo de comunicação que não interrompa o usuário e que seja "paciente", o que leva a maior confiança e desempenho. Em seu trabalho Hoff e Bashir (2015) deixam claro que os pesquisadores devem considerar a avaliação das tendências de como diversos indivíduos confiam em sistemas automatizados com diferentes estilos de comunicação, graus de antropomorfismo e níveis de controle. Além disso, os autores estabelecem que expandir esse tipo de pesquisa é crucial para auxiliar os projetistas na construção de sistemas mais adaptáveis que possam alterar seu comportamento com base nas preferências do usuário.

Alguns experimentos específicos sobre comunicação auditiva demonstraram que os operadores tendem a confiar mais em sistemas com fala humana do que com fala sintética e apresentaram desempenho aprimorado na condição de fala humana (STEDMON et al., 2007). Os autores de Stedmon et al. (2007) também apontam que operadores tendem a confiar mais em informações precisas e a existência de conflitos nas informações na automação podem levar à desconfiança, por isso a precisão da comunicação é importante (SONG; KUCHAR, 2003). Em Schaefer et al. (2014) é ressaltado que uma maior confiabilidade (*reliability*) das informações leva a maior confiança.

A comunicação em termos de precisão, feedback, dicas, modo e acesso à informação é

essencial para o desenvolvimento da confiança (SCHAEFER et al., 2014). Os autores Schaefer et al. (2014) sugerem que há um grande efeito da comunicação no desenvolvimento da confiança. Porém, segundo eles, precisam ser realizadas mais pesquisas para determinar a modalidade de comunicação correta com base nas necessidades da tarefa e do ambiente físico.

O modo de comunicação pode ser do tipo verbal e não-verbal, isto se deve ao fato que tanto a comunicação verbal quanto a não verbal são necessárias para estabelecer uma interação envolvente (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007). O robô deve ser capaz de se comunicar com o usuário por meio de canais verbais e não verbais. Por exemplo, enquanto o usuário estiver falando, o robô deve parecer engajado ou desengajado na conversa e deve acenar em aprovação ou desaprovação expressa. Para serem bons parceiros sociais, os robôs devem entender e usar as estruturas de comunicação humana existentes. Grande parte da comunicação humana ocorre de forma não verbal, por meio de olhar fixo (ARGYLE, 1972), gestos (MCNEILL, 1992) e outras pistas.

Em tarefas difíceis envolvendo incerteza humana, o olhar do robô mostrou ter uma influência positiva na confiança no robô como colaborador (STANTON; STEVENS, 2014). No entanto, é necessário ter cuidado ao projetar comportamentos de olhar do robô, pois eles podem ter o potencial de introduzir influências negativas, como pressão social (STANTON; STEVENS, 2014). O uso adequado do olhar fixo resultou em maior compreensão (BREAZEL et al., 2005), utilidade (SKANTZE; HJALMARSSON; OERTEL, 2013) e confiança (STANTON; STEVENS, 2014).

No trabalho de Kidd e Breazeal (2004) a utilização dos olhos do agente, acompanhado de instruções verbais para interagir com os usuários resultou no robô sendo considerado mais envolvente, credível e informativo, além de ser mais agradável como parceiro de interação. Experimentos mostram que permitir que o robô emita comandos verbais é a forma mais eficaz de comunicar objetivos, mantendo a confiança do usuário no robô (NIKOLAIDIS et al., 2018).

Existe uma forte relação entre a sincronia entre gestos, verbalização e movimento nas interações sociais humanas cotidianas (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007). O estado empático do robô pode ser reforçado pela comunicação verbal apropriada; o robô pode expressar sua compreensão por meio de um tom de voz empático e frases que correspondem adequadamente ao estado emocional do usuário e isso pode ajudar a construir a confiança. Portanto, tanto a linguagem verbal quanto a linguagem corporal são necessárias como ferramentas de Interação Humano-Robô para expressar empatia (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007). Na robótica socialmente assistiva a comunicação verbal e não-verbal desempenham um papel crucial, pois fornecem pistas sociais que fazem os robôs parecerem mais intuitivos e naturais

(TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007).

Feil-Seifer e Mataric (2011) acreditam que se o SARs fala, alguns parâmetros são importantes para definir a natureza da interação. Por exemplo, se o robô tem uma voz sintética ou gravada, masculina ou feminina, com sotaque ou não, bem como se contém emoção ou não. Esses parâmetros de comunicação desempenham papéis importantes na eficácia do robô em uma configuração de SARs. Além da fala e da linguagem, a expressão incorporada que consiste em gestos, linguagem corporal e expressões faciais, compreende outra área complexa de estudo na interação homem-máquina. Os parâmetros de projeto de um SARs tem consequências importantes sobre o papel do robô e a interação humano-robô resultante.

Aparência/Antropomorfismo (Appearance/Anthropomorphism)

Segundo o dicionário, a aparência é o aspecto ou aquilo que se mostra superficialmente ou à primeira vista (ex. características físicas). As pessoas reagem aos robôs de forma diferente com base em sua aparência. Já o antropomorfismo é a atribuição de uma forma, características ou comportamento humano (ex. comunicação verbal e não-verbal, comportamento social) a coisas que não são humanas, como os robôs (BARTNECK et al., 2009a).

O trabalho de Schaefer et al. (2016) estabelece que níveis mais altos de antropomorfismo está ligado ao desenvolvimento de confiança, enquanto alguns autores relacionaram esse fator a questão de facilidade de uso da automação (NASS; LEE, 2001; LI; YEH, 2010; PAK et al., 2012). No entanto, o mais importante é que a forma física deve atender às expectativas do usuário quanto a sua capacidade funcional (GOETZ; KIESLER; POWERS, 2003; SCHAEFER, 2013), sendo adequadamente compatível com as capacidades cognitivas e interativas do robô. No entanto, quando a aparência e as capacidades são incompatíveis, as expectativas do usuário são violadas, o que pode resultar em níveis mais baixos de confiança (DUFFY, 2003).

Quanto mais humano o robô parecer, maiores serão as expectativas das pessoas que interagem com ele. Babel et al. (2021) associam a aparência mais humana e o antropomorfismo como características do robô que estão relacionado à confiança. Na robótica socialmente assistiva, a credibilidade desempenha um papel mais importante do que o realismo. Assim, uma aparência infantil ou antropomórfica, mas não altamente realista, é tipicamente mais adequada para tarefas assistivas (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007). A forma e a estrutura de um robô social é importante, porque ajuda a estabelecer as expectativas sociais (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003). O antropomorfismo desempenha um papel essencial no

projeto de robôs sociais para facilitar a interação social e aumentar a aceitação. No entanto, o desenho antropomórfico não deve ser um objetivo em si, mas adaptado à tarefa e ao contexto (GOETZ; KIESLER; POWERS, 2003; FINK, 2012).

A aparência afeta a simpatia geral (*likability*) (LI; YEH, 2010) e a inteligência percebida (BARTNECK et al., 2009a). Os recursos de componentes, como recursos de superfície (por exemplo, bordas chanfradas), número de apêndices (partes que compõe a forma física) (SIMS et al., 2005a), características e expressões faciais (LUM et al., 2007; MOHAN et al., 2008; OOSTERHOF; TODOROV, 2008; ZHOU, 2012) impactam como os indivíduos interagem com robôs. Goetz, Kiesler e Powers (2003) descobriram que as dicas sociais estão incorporadas na aparência. Portanto, influenciam a forma como os indivíduos percebem um robô (positiva ou negativamente), bem como sua vontade de cumprir as instruções.

Uma maneira de se projetar robôs mais antropomórficos é em relação ao estilo de comunicação (ex. fala natural ou gestos), o movimento do robô ou contexto (ex. nomear um robô e descrever sua personalidade) (ONNASCH; HILDEBRANDT, 2021). Características antropomórficas salientes como rostos completos (em vez de uma versão abstrata) variam não apenas a aparência, mas também aspectos comunicacionais da aparência, como expressões faciais (especialmente emoções) e essas características melhoram a interação social.

Embora alguns autores afirmam que robôs de aparência mais antropomórfica e que exibem movimento naturalista irão provocar níveis mais altos de confiança (KIESLER et al., 2008; CASTRO-GONZÁLEZ; ADMONI; SCASELLATI, 2016; LEWIS; SYCARA; WALKER, 2018), o trabalho de Vandemeulebroucke, Casterlé e Gastmans (2018) demonstrou que adultos mais velhos descobriram que a aparência humana dos SARs, usados em ambientes de cuidados a idosos, é enganosa e isso gerou decepção.

A resposta dos humanos em relação aos robôs segue um padrão não linear chamado “*The uncanny valley*” (MORI; MACDORMAN; KAGEKI, 2012). À medida que a aparência dos robôs se aproxima de uma perfeita semelhança de forma viva, há uma queda acentuada na afinidade do usuário com o robô e desencadeia uma resposta repulsiva, impactando o quanto as pessoas intuitivamente confiam nesses robôs. Ao desenvolver um robô socialmente assistivo, deve-se evitar entrar no padrão *uncanny valley*. O realismo tem que ser adequado ao papel e o contexto do robô, levando em consideração a sua capacidade funcional (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005).

A preferência por alguns tipos de robôs dependem do contexto, tarefa e do papel do robô. Por exemplo, existe uma preferência por robôs humanoides antropomórficos para ensino (BELPAEME et al., 2018) pois é relacionado que as crianças aprendem melhor devido ao fato que

os SARs geram maior motivação graças a interação lúdica, facilitam a comunicação devido sua capacidade de imitar movimentos e apoia a comunicação (verbal e corporal) (PAPADOPOULOS et al., 2020).

Porém, os autores de Prakash e Rogers (2015) relacionam que embora idosos tenham preferências por aparências mais humanas para tarefas sociais (como comunicação, jogar um jogo, etc), porque evocava percepções de capacidades humanas. Contudo, para alguns desses idosos a aparência mais humana também foi considerada invasiva quando relacionada a uma tarefa altamente pessoal (por exemplo, tomar banho). Portanto, sugere que a relação entre aparência e tarefas sociais pode ser impulsionada pela preferência pessoal do usuário.

Nível de Automação (Level of Automation)

O nível de automação (*Level of Automation - LoA*) do sistema robótico significa a alocação relativa de funções para um humano ou para o sistema. Esse nível de automação pode influenciar o quanto um indivíduo está disposto a confiar no sistema robótico. Os robôs mais avançados, em vez de ficarem presos em um grau de automação, ou seja, alocar a função apenas para o humano ou apenas para o sistema, podem operar sob níveis variáveis de automação, que às vezes depende da tarefa e do ambiente operacional (OLESON et al., 2011). Schaefer et al. (2014) afirmam que o LoA tem um impacto direto no desenvolvimento da confiança.

O LoA pode variar de alto a baixo, onde um nível de automação alto é indicativo de um sistema automatizado que é totalmente autônomo, ou seja, o humano não tem controle sobre as funções dele. Já um nível mais baixo, indica que o humano está totalmente no controle (PARASURAMAN; SHERIDAN; WICKENS, 2000). A LoA também está diretamente ligada à pesquisa sobre o modo de automação (por exemplo, fixo, ajustável e adaptativo) por meio do grau em que o humano interage com a automação (SCHAEFER et al., 2014).

Na automação ajustável, a interação é direta com a automação e o usuário/operador tem controle sobre a mesma. Já na automação adaptativa a interação com a automação é indireta e leva em consideração alguns estados do operador como estado emocional, desempenho e carga de trabalho. Portanto, o tipo e a quantidade de automação varia de acordo com esses estados. Geralmente os operadores humanos confiam mais na automação ajustável manualmente do que na automação adaptativa (MORAY; INAGAKI; ITOH, 2000). No entanto, Looije, Neerincx e Cnossen (2010) sugeriram que, ao interagir com a automação adaptativa, os humanos preferem que a automação possa aprender, reconhecer e responder às diferenças de personalidade em

humanos, bem como exibir traços de personalidade específicos.

Alguns autores estabeleceram que a combinação de vários tipos de automação ¹³ para fornecer assistência adaptativa é mais confiável do que LoAs inferiores individuais. Os níveis mais altos de automação são considerados mais complexos e menos transparentes para o operador e podem gerar menos confiança (ABBASS; SCHOLZ; REID, 2018). Alguns trabalhos empíricos sugerem que diferentes níveis de automação podem ter diferentes implicações para a confiança (MORAY; INAGAKI; ITOH, 2000).

O trabalho de Abbass, Scholz e Reid (2018) enfatiza alguns trabalhos na literatura que mostram mudanças na confiança em resposta a mudanças nas propriedades e no desempenho da automação. Os níveis variados de confiança foram positivamente correlacionados com os diferentes níveis de uso de automação e a interação prolongada com a automação leva o operador a fazer generalizações sobre a automação e atribuições mais amplas sobre sua crença no comportamento futuro do sistema (fé). Sanders et al. (2011) relacionam que o aumento da confiança leva a uma maior dependência da automação e que para dar autonomia às máquinas, os indivíduos devem ser capazes de confiar nos processos subjacentes bem como nos mecanismos de detecção de falhas.

Um agente autônomo¹⁴ toma uma decisão com base nas informações que recebe de seus sensores, isso é, ele sabe em que estado se encontra e age de acordo. É o nível de automação de um sistema que altera a capacidade de um agente em agir e reagir com base nas informações recebidas sem necessidade de controle externo (SCHNEIDER; KUMMERT, 2021). O trabalho de Beer, Fisk e Rogers (2014) propõe uma taxonomia para classificar o nível de autonomia do robô para HRI. Os sistemas podem ser categorizados como sistemas *human-in-the-loop*, onde o humano tem que aprovar uma decisão de controle pelos agentes autônomos, *human-on-the-loop* onde o humano é informado sobre a decisão, mas o agente executaria uma decisão se o operador humano não está interferindo ou *human-off-the-loop*, onde um humano não pode interferir nas decisões do agente.

A relevância de considerar os diferentes LoA é aparente em domínios sensíveis, como operações militares ou aplicações médicas (por exemplo, cirurgia ou dispensador de remédios), mas (ainda) menos aparente em campos socialmente assistivos (por exemplo, reabilitação ou ensino). No entanto, as situações sociais exigem entender se um robô com características sociais deve agir de forma autônoma, semi-autocontrolada ou se está em pleno controle humano.

¹³ O termo tipo de automação também pode ser conhecido na literatura como modo de automação

¹⁴ Autonomia é o grau de autoridade que o agente tem para agir

Para a experiência de interação, é crucial entender os efeitos de diferentes LoA (SCHNEIDER; KUMMERT, 2021).

Inteligência (Intelligence)

A percepção da Inteligência se refere a quão inteligente e parecido com o julgamento humano é o comportamento de alguma coisa (robô/automação). Bartneck et al. (2009a) relaciona que a inteligência percebida dos robôs refere-se à capacidade dos robôs de adquirir e aplicar conhecimentos e habilidades em vários ambientes de serviço. De acordo com Schaefer (2013), a inteligência vem sendo associada como um antecedente dos recursos robóticos que auxilia no desenvolvimento da confiança (YAGODA; GILLAN, 2012). Os conceitos de Autonomia e Inteligência estão interligados (GOODRICH; SCHULTZ, 2007; YAGODA; GILLAN, 2012).

De acordo com Bartneck et al. (2009b), comportamentos de ativos tecnológicos (ex. robôs) são baseados em métodos e conhecimentos que foram desenvolvidos pela Inteligência Artificial (IA). Porém, os robôs interativos enfrentam um tremendo desafio para agir de forma inteligente, isto se deve as dificuldades da IA de formalizar o comportamento humano (BARTNECK et al., 2009b). Uma variedade de pesquisas ilustrou a aparência física de um robô (com ênfase particular na semelhança humana) como uma influência considerável na percepção das pessoas de uma série de capacidades do robô e também de sua inteligência (HARING et al., 2016; SIMS et al., 2005a). Alguns autores também relacionam que a percepção de inteligência que o usuário têm do robô influencia diretamente suas atitudes para com o robô (BRADWELL et al., 2021).

No trabalho de Breazeal (2004) foi demonstrado que robôs com habilidades semelhantes às humanas, como compreensão de fala e geração de emoções, promovem as percepções de inteligência. Bartneck et al. (2009a) investigaram como diferentes tipos de robôs impactam a animação (*animacy*¹⁵) e a inteligência percebidas e descobriram que ambas são altamente correlacionadas (BARTNECK et al., 2009a).

A capacidade de um robô de expressar emoções pode desempenhar um papel no desenvolvimento de tecnologia inteligente. O afeto, por exemplo, é uma parte ativa da inteligência e fundamental para que a tecnologia funcione com sensibilidade em relação aos humanos (BEER et al., 2017). Langer et al. (2019) afirmam que a inteligência que está sendo desenvolvida para robôs sociais permite comportamento direcionado a objetivos, muitas vezes levando à atribui-

¹⁵ Esse conceito está relacionado a capacidade de medir a animação que se observa, ou seja o quão perto do natural é o objeto que esta sendo avaliado

ção de intenção ao robô. No contexto de terapia baseada em SARs, a inteligência/utilidade percebida do SARs está intimamente ligada à confiança e é exclusivamente correlacionada com as habilidades demonstradas pelo agente na tarefa terapêutica (por exemplo, capacidade de desempenho, precisão de avaliação, entre outras) (CUCCINIELLO et al., 2021; FASOLA; MATARIĆ, 2013).

Clabaugh e Matarić (2019) associa que em SARs a definição do papel do robô está associada à sua inteligência. Os autores observaram que quanto mais alto é o nível do papel do robô, mais alto deverá ser o requisito de inteligência do robô, para que ele não quebre as expectativas do usuário e a dinâmica de interação (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003). Clabaugh e Matarić (2019) também relacionam que o cuidado com a escolha da aparência do SARs é uma maneira de gerenciar as expectativas dos usuários sobre a autonomia e a inteligência de um robô em uma intervenção.

Personalidade do robô (Robot Personality)

Existem razões para acreditar que se um robô tivesse uma personalidade atraente, as pessoas estariam mais dispostas a interagir e criar uma relação com eles (BREAZEAL et al., 2002). Sanders et al. (2011) relaciona que personalidade robótica pode criar uma sensação de conforto e que um robô altamente simpático, com resposta ativa e engajamento se correlaciona com a confiança.

A personalidade de um robô pode afetar a conformidade de um usuário com aquele robô (KIESLER; GOETZ, 2002). Um robô, ao exibir uma personalidade séria, pode provocar um maior grau de conformidade do que uma personalidade de robô mais brincalhona. Quando o grau de extroversão ou introversão do robô corresponde ao do usuário, o desempenho da tarefa pode ser melhorado (TAPUS; MATARIĆ, 2008). Assim, imitação e relacionamento social podem ser fatores significativos no desempenho da tarefa. Feil-Seifer, Skinner e Matarić (2007) propõem que a referência de imitação elaborada por (JR et al., 2007) poderia ser revisado para SARs. Portanto, deve-se investigar como a imitação (e reciprocidade) afeta o desempenho da tarefa.

A personalidade é uma forma de modelo conceitual, pois canaliza comportamento, crenças e intenções em um comportamento de compensação coeso e consistente (BREAZEAL et al., 2002). Ao fornecer deliberadamente uma personalidade a um robô, isso ajuda as pessoas a entender melhor o comportamento do robô e a definir suas expectativas sobre as capacidades do robô. Por exemplo, o Kismet do MIT recebe a personalidade de uma criança, fazendo com

que erros e mal-entendidos pareçam naturais (BREAZEAL et al., 2002).

A robótica incorporada permite que a personalidade seja expressa não apenas por meio da voz, expressões faciais, posição do corpo e aparência, mas também por meio da interação física envolvendo o movimento como meio de atrair e direcionar a atenção e o comportamento do usuário e a utilização do espaço pessoal do usuário (LI, 2015). O trabalho de Robert et al. (2020) revisou a literatura de personalidade de robôs e catalogou as personalidades de robôs que eram mais frequentemente preferidas em termos de aceitação, confiabilidade, prazer e facilidade de uso. Em particular, os humanos tendiam a preferir robôs que exibissem uma personalidade extrovertida. Os estudos analisados por Robert et al. (2020) destacam claramente a importância da personalidade do robô.

Em seu trabalho sobre a confiança em SARs na reabilitação, Langer et al. (2019) deixam claro que a personalização do robô é uma característica importante para os robôs sociais desenvolverem relacionamentos confiáveis com os usuários. Os autores apontam que a adaptação da personalidade do robô de acordo com a personalidade humana se mostrou efetiva em melhorar a performance em tarefas de reabilitação. Outro autor que deixa claro a importância da personalização de um SARs é Pino et al. (2015). Ele indica que o robô se adequar as preferências do usuário é vital para que os usuários possam aceitar o seu uso.

Segurança/Privacidade (Safety/Privacy)

Investigar as percepções humanas de segurança em experimentos de HRI é um desafio à luz de inúmeras preocupações e riscos éticos (SALEM et al., 2015a). A segurança percebida (referente à percepção do usuário quanto ao nível de perigo e de conforto) ao interagir com robôs têm sido sugeridos como críticos para aceitação de robôs (BARTNECK et al., 2009b). A relação entre o projeto de robôs e a segurança torna-se uma área de pesquisa ainda mais importante. Isto se deve ao fato que as capacidades robóticas continuam avançando por meio do aumento da interdependência de vários tipos de automação, bem como da necessidade social de robôs de interagirem em uma ampla variedade de ambientes físicos (SCHAEFER et al., 2014).

A segurança é uma referência importante para a HRI: quão seguro é o próprio robô e quão seguro o robô pode ser na vida do seu usuário? A segurança de um robô em seu domínio é uma das principais preocupação ao avaliar um sistema HRI. Se um robô não for projetado com a segurança em mente, pode prejudicar os próprios usuários com os quais foi projetado para

interagir. A segurança também se refere à proteção (tanto quanto possível) do usuário de um robô bem como a proteção do próprio robô. A necessidade de avaliação de segurança para sistemas HRI projetados para populações de usuários vulneráveis é um tópico de importância crescente. Pois os sistemas HRI estão sendo cada vez mais desenvolvidos para usuários dessas populações (MURPHY et al., 2010).

O projeto (*design*) pode ter um impacto direto na segurança humana. Os recursos de segurança devem ser inerentes ao sistema em nível de hardware básico (NESTOROV et al., 2014), como por exemplo, preocupações com tipo de borda, material de construção do robô, tamanho e etc. O comportamento adaptativo e específico do robô individual pode promover comportamentos positivos, mas precisa ser equilibrado com a segurança do comportamento (ex. previsibilidade) (NESTOROV et al., 2014).

Em ambientes de cuidado de idosos, uma sólida funcionalidade técnica do robô, em oposto à sua aparência e comportamento social, é a característica mais importante dos SARs (VAN-DEMEULEBROUCKE; CASTERLÉ; GASTMANS, 2018). As preocupações com a segurança levam à falta de confiança do usuário em robôs, principalmente usados em casa e com adultos mais velhos (SCOPELLITI; GIULIANI; FORNARA, 2005b). Embora a segurança seja um risco importante a ser considerado, os SARs fornecem principalmente assistência por meio de interação social e não física (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011). Vale salientar que, ainda que os riscos reais do uso de SARs possam ser baixos, o risco percebido pelos pacientes pode ser alto. Portanto, para obter a confiança de um paciente, a equipe clínica e o SARs devem ser capazes de aliviar as preocupações de segurança dos pacientes.

Para reduzir as preocupações com a segurança, pode-se eliminar o contato físico entre o usuário e o robô. As preocupações naturalmente não podem ser totalmente eliminadas, uma vez que interações físicas não intencionais são possíveis (TAPUS; MATARIĆ; SCASELLATI, 2007). Por exemplo, uma das preocupações da segurança pode ser quanto a área de segurança de interação do robô, de tal forma que, ao ajustar a distância em direção a um robô, os usuários podem se proteger de possíveis danos, levando a uma maior sensação de segurança (MILLER et al., 2020).

Kellmeyer et al. (2018) propõem que segurança, intencionalidade, previsibilidade de comportamento e sintonia mútua são pré-requisitos importantes para o estabelecimento de confiança entre humanos e SARs. Na Segurança da interação humano-robô em reabilitação, o paciente deve estar confiante de que o SARs realiza movimentos que promovem e apoiam a terapia e não causam danos. No entanto, construir robôs com mais “inteligência”, ou autonomia

pode diminuir sua previsibilidade e, conseqüentemente, a segurança do paciente. Projetar um SARs seguro é certamente uma condição necessária, mas pode não ser suficiente. O desafio é projetar SARs que satisfaçam os requisitos de segurança aceitos, mas que sejam atraentes e motivadores para os humanos interagirem (KELLMEYER et al., 2018).

Em suma, a segurança é uma preocupação em qualquer uso de máquinas, seja ela robótica ou não. Alguns obstáculos reais a serem abordados pela segurança são, por exemplo, projeto (*design*) físico, percepções do usuário, ética e custo (RABBITT; KAZDIN; SCASELLATI, 2015). Por exemplo, em aplicação de SARs no ensino de crianças dentro do TEA, algumas abordagens para aumentar a percepção de segurança da interação podem ser: os professores devem estar presentes durante toda a sessão, as crianças devem manter uma distância segura do robô e qualquer sinal ou desconforto demonstrado pelas crianças, como, por exemplo, inquietação e desconforto, a sessão deve ser imediatamente encerrada (AZIZ et al., 2015). Essas são estratégias simples que podem ajudar a melhorar a confiança na segurança.

Em se tratando de privacidade, existem preocupações válidas sobre a privacidade de um usuário com SARs, assim como com a maioria das outras tecnologias (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011). Langer et al. (2019) afirmam que os *stakeholders* estão preocupados com a proteção da privacidade dos pacientes ao utilizar robôs e essas preocupações afetam negativamente a confiança dos usuários nos robôs. Essas preocupações são bem comuns principalmente entre terapeutas e pesquisadores que usam SARs (ALAIAD; ZHOU, 2014; COECKELBERGH et al., 2016).

Feil-Seifer e Mataric (2011) afirmam que, se um robô não for capaz de distinguir adequadamente entre informações confidenciais e informações que o usuário permite que sejam divulgadas, então o robô pode criar uma violação da privacidade do usuário. O robô pode não ter recursos suficientes para distinguir entre informações privilegiadas e informações que podem ser distribuídas bem como pode ser incapaz de distinguir entre indivíduos que têm autoridade para receber informações sobre o usuário e aqueles que não têm (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011).

A questão da presença do robô também afeta a sensação de privacidade do usuário e isto é especialmente importante para SAR (FEIL-SEIFER; SKINNER; MATARIĆ, 2007). Alguns experimentos mostram que os usuários, principalmente idosos, não gostam de se sentir sendo vigiados (ANDERSON et al., 2006; PINO et al., 2015).

Algumas questões importantes levantadas por Feil-Seifer, Skinner e Matarić (2007) referentes a privacidade dizem respeito a se o senso de privacidade percebido pelo usuário está relacionado ao melhor desempenho do robô como presença assistida bem como se a privacidade do usuário afeta a satisfação do usuário. Medidas do tipo como limitar a qualidade

dos sensores e dados que são coletados podem ajudar a melhorar a privacidade, contudo, estas medidas podem afetar criticamente o desempenho dos robôs, assim como pode impactar também a segurança (*safety*) (VANDEMEULEBROUCKE; CASTERLÉ; GASTMANS, 2018).

Uma questão muito importante quando se trata de privacidade diz respeito à responsabilidade legal. É inteiramente possível que um erro de software possa vaziar informações privilegiadas de alguma forma e que o responsável pelo software se sinta completamente dentro de seus direitos de abdicar da responsabilidade por tal erro. A aplicação da justiça relacionada ao SARs é uma perspectiva desafiadora, considerando que o software é apenas um dos aspectos de um sistema SARs completo (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011).

Segundo Sharkey (2016) a privacidade é uma grande preocupação, especialmente no contexto do Regulamento Geral de Proteção de Dados na Europa (*General Data Protection Regulation - GDPR*), ainda mais quando se trata de dados de indivíduos vulneráveis, como crianças em idade escolar. Assim, SARs que registram e armazenam informações pessoais de crianças (KANDA et al., 2007) precisam gerenciar esses dados de forma sensível como forma de proteção.

A confiança dos médicos nos SARs pode ser aprimorada se o SARs disponibilizar explicitamente os métodos pelos quais protege a privacidade dos pacientes (ALAIAD; ZHOU, 2014). Algumas abordagens eficazes para mitigar problemáticas de privacidade podem ser: ofuscar ou “nublar” os dados (filtrar vídeo e/ou áudio), fornecer *feedback* para aumentar a transparência e fornecer controle sobre quando/onde os dados são coletados (CAINE et al., 2011). O mais importante é deixar claro o que está sendo feito para lidar com a privacidade. Alaiad e Zhou (2014) sugerem que mais transparência e educação em relação às políticas de privacidade de robôs podem aliviar as preocupações com a privacidade.

Outro ponto importante é que o usuário pode não ter conhecimento sobre as capacidades do robô, o que pode levar ao usuário não ter noção de quais dados o robô faz uso e isso pode impactar em sua percepção da confiança. Por isso é importante certificar-se de que as capacidades de um robô são suficientemente explicadas para que o usuário seja bem-informado sobre as habilidades do robô o máximo possível (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011).

Conforme informado no início da seção 3.3 parte da taxonomia referente ao Robô divide-se em 2 subcategorias: Recursos e Capacidade. Tendo concluído os fatores da sub-categoria Recursos, a seguir apresentamos os 05 fatores da sub-categoria Capacidade.

3.3.2.2 Capacidade (*Capability*)

A capacidade do sistema é uma das áreas mais pesquisadas em relação à confiança tanto em HRI quanto em automação (SCHAEFER et al., 2016). Os fatores que fazem parte da capacidade do robô são relacionados a: **Comportamento, Confiabilidade/Erros, Feedback, Adaptabilidade e Proximidade**

Comportamento (Behavior)

O comportamento é a maneira pela qual alguém age ou se conduz, especialmente em relação aos outros. A ação pode ser realizada de várias maneiras. Para um robô humanoide, pode ser movimento físico, gesto, expressão facial, linguagem, etc. Para um veículo automatizado, pode ser movimento físico, acender luzes, buzinar, entre outros (LIU et al., 2019). Podemos dizer que o comportamento é um conjunto de reações de um sistema dinâmico face às diversas interações propiciadas pelo meio onde está envolvido.

O Comportamento da automação influencia como o usuário confia no auxílio automatizado. É importante que o comportamento da automação seja previsível “*predictable*” (corresponda à expectativa do usuário) e confiável “*dependable*” (consistente e eficaz), pois essas propensões do sistema instigam o desenvolvimento da confiança e sua conservação (SCHAEFER et al., 2016). Na automação, reações inesperadas causam uma rápida queda na confiança e muitas vezes pode levar ao desuso ou desrespeito das informações porvir (WIEGMANN et al., 2010).

Uma das características importantes de comportamento dos robôs socialmente assistivos levantadas por (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005) é a intencionalidade. O comportamento intencional auxilia na questão da previsibilidade e aumenta o engajamento social e a confiança. Alguns autores como Salichs et al. (2006) afirmam também que um robô social deve ser proativo e não só reagir em resposta a eventos externos, mas também exibir um comportamento direcionado a objetivos e, quando apropriado, ser capaz de tomar iniciativa (ou seja, realizar ações inesperadas) para corrigir as informações humanas ou sugerir cursos alternativos de ações.

Para que os robôs funcionem efetivamente em ambientes centrados no ser humano, eles devem ter os comportamentos sociais necessários para interagir com as pessoas. Isso é especialmente verdadeiro para robôs socialmente assistivos que usam interações sociais para atender populações vulneráveis, como indivíduos que vivem com deficiências cognitivas. Sabemos que a qualidade dos comportamentos de um robô, principalmente sua fala e gestos,

influenciam diretamente na eficácia da assistência prestada (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005) e, conseqüentemente, na aceitação desses robôs.

Para que um robô demonstre comportamentos sociais é importante algumas características como uma conversa social e troca de turnos nas falas entre usuário e robô, comportamento de empatia, como atenção e elogios, entre outros (LOOIJIE; NEERINCX; CNOSSEN, 2010). Uma das problemáticas do comportamento social é que espera-se que os robôs respondam a situações moralmente duvidosas e que sejam julgados de acordo com as normas sociais para tais comportamentos (SCHEUTZ; MALLE, 2017). Isso gera uma certa complexidade ao programar o comportamento, porque existe um dilema entre os fatores sociais e a capacidade técnica. É preciso entender as normas e expectativas sociais para projetar robôs que possam ser aceitos pelo público, porém nem sempre é possível adequar o comportamento do robô como o esperado (CHOI; SWANSON, 2021).

A personalização é uma característica chave dos robôs socialmente assistivos (KOUTEN-TAKIS; PILOZZI; HUANG, 2020). Dar ao robô uma “personalidade” realista e os meios para expressá-la são vitais para a aceitação, por exemplo, de um paciente de um robô do tipo companheiro. Comportamentos sociais positivos, como a capacidade de transmitir emoções como prazer e simpatia, e a personalização de um SAR para atender às preferências do usuário são vitais para obter a aceitação do usuário (PINO et al., 2015). Para Langer et al. (2019), além da importância da personalização do comportamento para SARs, também é importante que os robôs possam produzir intenções reconhecíveis, sejam elas por gestos, expressões faciais ou qualquer outra dica de comportamento.

Alguns trabalhos na literatura se concentram na personalização de comportamentos de robôs assistivos para perfis de usuários (TAPUS; MATARIĆ, 2008; CHAN; NEJAT, 2012; CHIANG et al., 2014). Os comportamentos foram personalizados para um grupo geral de usuários, por exemplo, extrovertidos versus usuários introvertidos (TAPUS; MATARIĆ, 2008), ou a um estado de usuário durante uma atividade, como nível de estresse durante um jogo de memória (CHAN; NEJAT, 2012). A personalização de comportamentos de robôs assistivos para o modelo cognitivo de um único usuário ainda tem que ser investigado. Essa forma de personalização permite que um robô ajude efetivamente usuários com deficiência, adaptando o nível de assistência fornecida às necessidades cognitivas de um usuário e suas habilidades (MORO; NEJAT; MIHAILIDIS, 2018).

Para Dautenhahn (2002), o projeto (*design*) comportamental é muito importante, pois o comportamento do robô é um dos principais determinantes da atitude do usuário em relação

a ele e contribui para sua “impressão de vida” (*lifelike*). Além do mais, o comportamento influencia e é influenciado por outros fatores, como emoção, personalidade, comunicação, entre outros. No trabalho de Axelsson et al. (2021) é proposta uma ferramenta canvas que apresenta uma forma estruturada de pensar em aspectos de projeto (*design*) de comportamento, como por exemplo entender o papel do robô, quais características de personalidade o robô vai exibir (e.g. fixa, adaptável), quais fatores ambientais e externos afetam seu comportamento, entre outros.

Confiabilidade/Erros (Reliability/Errors)

A confiabilidade refere-se à consistência de ações, valores, objetivos e estabilidade de desempenho durante a vida de um relacionamento de confiança (ABBASS; LEU; MERRICK, 2016). Schaefer et al. (2016) afirmam que sistemas com comportamento e comunicação altamente confiáveis (*reliability*) geram confiança (*trust*) em diferentes contextos de tarefas. Alguns autores estabelecem que a confiabilidade de um sistema aumenta com a redução de erros. Porém, os erros são inevitáveis na interação humano-automação e humano-robô (HANCOCK et al., 2011; SCHAEFER et al., 2016).

Os erros são discutidos geralmente em termos de falhas e alarmes falsos (DIXON; WICKENS, 2006; DIXON; WICKENS; MCCARLEY, 2007). Alguns autores relacionaram que a taxa de falhas e alarmes excessivos (ex. aumento de alarmes falsos) degradam a confiança e afetam negativamente o desempenho (WICKENS et al., 2009; YAMADA; KUCHAR, 2006). Washburn et al. (2020) estabelecem que os erros de robôs são comuns quando eles operam em ambientes não estruturados, que incluem objetos e indivíduos que podem mudar frequentemente de local ou se comportar de outras maneiras difíceis para prever. Os autores afirmam que embora seja importante continuar tornando os robôs mais confiáveis, a complexidade do comportamento humano torna virtualmente impossível eliminar erros durante uma interação humano-robô mais próxima.

Embora a magnitude de um erro seja um fator importante em relação à perda de confiança, um acúmulo de pequenos erros parece ter um impacto mais severo e duradouro na confiança do que um único grande erro (DIXON; WICKENS; MCCARLEY, 2007). Em contraste, no entanto, trabalhos anteriores em HRI descobriram que erros ocasionalmente realizados por um robô humanoide podem aumentar sua aparência e simpatia humana percebidas (UGGIRALA et al., 2004). Kaniarasu et al. (2013) avaliou que fornecer ao usuário mais informações sobre os

estados internos do robô os ajuda a antecipar as falhas do robô, ajustar sua confiança de acordo e alocar o controle, minimizando os erros. A gravidade em que o erro afeta o usuário também influencia a confiança. Portanto, erros mais graves e que geram consequências mais graves geram um nível mais baixo de confiança (BROOKS, 2017; GARZA, 2018). Enquanto, erros com consequências menos severas para o usuário melhoram os resultados de confiança (CORREIA et al., 2016).

Langer et al. (2019) afirmam que ao projetar SARs para uso em reabilitação, é necessário o que Brooks (2017) descreve como robôs “prontos para falhas”, que são robôs que nem sempre funcionam corretamente, mas que são projetados para minimizar o impacto de suas falhas e deficiências. Robinette, Howard e Wagner (2015) propuseram três formas de reparar a perda de confiança causada por falhas: desculpando o erro, prometendo fazer melhor no futuro e proporcionando razões adicionais para confiar no robô, sendo o momento da entrega (*timing*) da mensagem do robô, um fator crítico para determinar o sucesso da reparação da confiança.

Outra maneira de diminuir o impacto das falhas segundo Desai et al. (2013), é fazer com que o robô advirta o usuário de potenciais quedas em seu desempenho, assim, prevenindo o declínio da confiança do usuário. Além disso, Correia et al. (2018) relacionaram que quando um robô justifica sua própria falha, citando um problema técnico, é capaz de mitigar o impacto negativo das falhas. Porém, esta justificativa é aceita apenas quando a falha não incorrer em uma consequência grave aos participantes (ex. danos físicos). Langer et al. (2019) ressaltam que os SARs devem ser capazes de reconhecer e acusar erros quando eles ocorrem em sessões de terapia com pacientes e erros graves devem ser minimizados a todo custo.

Feedback

O *feedback* são as informações fornecidas ao usuário pela automação (HANCOCK, 1996). A adequação de sugestões e *feedback* mostrou ter uma conexão direta com o desenvolvimento da confiança (SCHAEFER et al., 2014). Por exemplo, alguns trabalhos investigam certos aspectos do *feedback* que se mostram fontes de impacto na confiança, que incluem quantidade de *feedback* (MUIR; MORAY, 1996), disponibilidade de informações (BITAN; MEYER, 2007), tipo de sinalização (WIEGMANN et al., 2006), precisão e veracidade do *feedback* (SHARPLES et al., 2007; SPAIN; BLISS, 2008) e comunicação eficaz que minimiza informações conflitantes para o operador (SONG; KUCHAR, 2003; STANTON; YOUNG; WALKER, 2007).

Na automação os *feedbacks* mais comum são os alarmes. O efeito do tipo de alarme (so-

noro ou visual) e a sensibilidade dos alarmes, especificamente a frequência e duração afetam o desenvolvimento da confiança. No entanto, o efeito do tipo de alarme parece ser dependente da tarefa (GUPTA; BISANTZ; SINGH, 2002; WICKENS et al., 2009). Wickens et al. (2009) relacionam que alarmes excessivos podem ser percebidos como sendo alertas falsos, o que pode levar a desconfiança e conseqüentemente a perda de confiança. Em seu trabalho Lees e Lee (2007) encontraram uma distinção interessante entre alarmes falsos e alarmes desnecessários, enquanto os alarmes falsos diminuíaam os níveis de confiança e conformidade, alarmes desnecessários (instâncias em que o dispositivo automatizado indica uma situação perigosa, mas o ser humano pode não considerá-la perigosa) aumentam a confiança e a conformidade.

O *feedback* depende do modo de comunicação do robô e da sua capacidade de percepção e cognição. As informações que provem do robô afetam a confiança do usuário e seu conhecimento da situação (SCHAEFER, 2013). Os SARs podem usar os sensores para monitorar a performance dos usuários e dar *feedbacks* precisos durante o treinamento (LANGER et al., 2019). A maior parte dos *feedbacks* dos SARs estão relacionados a tarefas e com o propósito de maximizar o desempenho e manter o usuário engajado (TSIAKAS; ABUJELALA; MAKEDON, 2018). O trabalho de Natarajan e Gombolay (2020) aponta que o tipo de *feedback* do agente (correto/incorrecto) desempenha um papel significativo na confiança dos usuários.

Adaptabilidade (Adaptability)

A adaptabilidade da automação está relacionada com a qualidade de ser reprogramável ou adaptar-se aos fatores à sua volta, estando esse conceito relacionado à confiança em robôs (HANCOCK et al., 2011; SANDERS et al., 2011). Espera-se que quando os usuários perceberem que o sistema se adapta às suas necessidades de mudança, o considerem mais útil e sejam mais receptivos ao sistema (HEERINK et al., 2010). A confiança também aumenta quando um ser humano tem a capacidade de se adaptar ao nível da automação do robô (SANDERS et al., 2011).

A tecnologia adaptativa pode ser usada para ajudar a construir confiança em um sistema robótico. Por exemplo é reduzir a carga de tarefas para evitar excesso ou falta de confiança no sistema robótico, adaptando-se às necessidades cognitivas dos indivíduos (COSENZO et al., 2006). O trabalho de Xu et al. (2012) relacionou que uma classificação mais alta de adaptabilidade mostra que os usuários percebem o robô como mais adaptável às suas necessidades. Portanto, os usuários tendem a confiar mais no robô e percebem o robô como mais sociável.

Criar modos de interação naturais e eficazes são desafios-chave para a tecnologia (EBERHART; SHI; KENNEDY, 2001; MOULOUA; HANCOCK, 2019). Um robô social deve fornecer interação adaptativa e isto pode ser feito, por exemplo, com o uso de interfaces baseadas em manipulação direta usando técnicas de inteligência artificial. Essas técnicas são utilizadas para tornar a interface adaptativa, realizando raciocínio e aprendizado, modelagem de usuários e reconhecimento de planos. A complexidade do processo de interação também pode ser adaptada de acordo com a familiaridade do usuário com a robótica (SALICHS et al., 2006).

Os diferentes papéis que os robôs sociais podem operar (parceiro, pares, assistente, entre outros) implica que eles precisam ser capazes de exibir flexibilidade e adaptabilidade para permitir a interação social com uma ampla gama de humanos (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003). Para Beer et al. (2017), a adaptabilidade comportamental e a customização de robôs socialmente assistivos pode melhorar a comunicação proxêmica¹⁶, habilidades de conversação, entre outros. Porém, fatores como o nível de autonomia dos robôs (BEER; FISK; ROGERS, 2014), modos de comunicação, seu aprendizado e adaptabilidade devem continuar a ser integrados para definir e resolver os desafios da Interação Humano-Robô.

De acordo com Umbrico et al. (2020) um requisito crucial para sistemas SARs eficazes é a capacidade de lidar com uma grande variedade de situações e interações contextualizadas de acordo com os diferentes contextos de vida e hábitos culturais das pessoas assistidas. Por isso, os robôs socialmente assistivos devem ser dotados de um rico portfólio de habilidades de alto nível e recursos de interação para promover assistência personalizada (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007) mostrando alta adaptabilidade.

A personalização e a adaptação são fortemente necessárias para atender efetivamente às necessidades específicas dos idosos, por exemplo, e alcançar um bom nível de aceitação (ROSSI; FERLAND; TAPUS, 2017; MORO; NEJAT; MIHAILIDIS, 2018). Além disso, os sistemas SARs devem ser capazes de harmonizar as necessidades de diferentes atores (ou seja, idosos, profissionais de saúde e cuidadores) que geralmente têm perspectivas e objetivos específicos, possivelmente conflitantes.

¹⁶ É um termo criado pelo antropólogo Edward T. Hall em 1963 para descrever o espaço pessoal de indivíduos num meio social.

Proximidade (Proximity)

Na literatura de HRI a maior parte de trabalhos relacionados a confiança identificam a proximidade humano-robô como um fator importante para aceitação e confiança em robôs (HANCOCK et al., 2011; SANDERS et al., 2011; HENKEL et al., 2014; MILLER et al., 2020). Babel et al. (2021) comentou em seu trabalho que as pessoas costumam manter um espaço pessoal em torno de si e esperam que esse espaço seja preservado por outros (HALL, 1974 apud BABEL et al., 2021). Essa distância é influenciada por uma combinação de contato visual, intimidade e outros comportamentos não verbais, conforme afirma a teoria do equilíbrio (ARGYLE; DEAN, 1965 apud MUMM; MUTLU, 2011). A distância que uma pessoa mantém de um robô foi examinada como um correlato comportamental da confiança (WALTERS et al., 2011; PETRAK et al., 2019). Na HRI, a confiança é altamente relevante para explicar por que algumas pessoas podem se aproximar de robôs mais do que outras e por que a proximidade pode aumentar ao longo do tempo à medida que a confiança é construída (TAKAYAMA; PANTOFARU, 2009; SAUNDERSON; NEJAT, 2019).

Um robô social incorporado deve fazer o uso apropriado do espaço social para que um usuário humano possa se sentir seguro e confortável (TAPUS; MATARIĆ, 2008). O desenvolvimento de um comportamento proxêmico apropriado do robô em relação aos usuários é uma tendência importante na pesquisa da robótica (LAUGIER, 2015; LEICHTMANN; NITSCH, 2020). Na violação do espaço pessoal de alguém podem surgir sentimentos ameaçadores e desconfortáveis (PERRY et al., 2013). Ao ajustar a distância em direção a um robô, os usuários podem se proteger de possíveis danos, levando a um aumento da sensação de segurança (LEICHTMANN; NITSCH, 2020). Além disso, alguns fatores influenciam essencialmente a proximidade na HRI, como: características individuais relacionadas ao usuário (ex. idade, personalidade); relacionadas ao robô (ex. aparência, olhar) e relacionadas à própria abordagem (ex. frequência em que o usuário tem contato, tempo de contato, etc) (WALTERS et al., 2005; KOAY et al., 2007; OOSTERHOUT; VISSER, 2008; MUMM; MUTLU, 2011).

Em Hartnett, Bailey e Hartley (1974) a aparência, altura do corpo e a postura corporal do parceiro de interação mostrou-se como influência nas preferências pessoais de espaço em interações humanas. Alguns estudos comprovaram a relação entre postura corporal de um robô e a preferência de proximidade (HAM et al., 2012; OBAID et al., 2016). Por exemplo, Obaid et al. (2016) descobriu que a distância inicial de aproximação de um robô com postura corporal sentado foi menor em comparação com um robô em pé. Já o trabalho de Miller et al.

(2020) mostrou que a altura influenciou a distância de conforto e confiança. No estudo deles, um robô menor foi autorizado a se aproximar mais do que um robô alto em uma primeira tentativa e o usuário se mostrou com maior confiança em relação ao robô menor. Contudo, com uma segunda tentativa de aproximação do robô maior, a ansiedade do usuário diminuiu e a confiança tendeu a aumentar para o robô alto. Este estudo leva a concluir que a altura parece ter impacto apenas na primeira impressão do robô. Na comunicação entre o robô e o humano, principalmente na construção de diálogos (iniciativa ou tipo), a proximidade também afeta a confiança (BABEL et al., 2021).

Tendo concluído a descrição dos 11 fatores que fazem parte Categoria geral Robô, a seguir passamos a descrever a categoria geral Ambiente que divide-se em 2 subcategorias e 7 fatores.

3.3.3 Ambiente

De acordo com Schaefer (2013) a Interação Humano-Robô pode acontecer nos mais variados ambientes, esses, podendo variar desde os ambientes sociais (ex. salas de aula, domicílios) até ambientes de alto risco (campo de batalha). A importância dos aspectos do ambiente também podem refletir a forma como o robô opera e até a maneira como os humanos realizam uma tarefa (GOODRICH; SCHULTZ, 2007). O fator ambiente segundo Schaefer (2013) pode relacionar-se a mudanças no comportamento dos robôs e dos humanos (ex. expressão de sentimentos ou atitudes) e no desenvolvimento de uma linguagem compartilhada (STEDMON et al., 2007).

Para que uma interação bem-sucedida ocorra dentro de um determinado ambiente, os companheiros de equipe humanos e robóticos devem compartilhar um objetivo comum, ter um pensamento modelo, colocar as necessidades do grupo acima das necessidades individuais, ver a natureza interdependente da equipe positivamente, conhecer e cumprir papéis, comunicar-se efetivamente com os membros da equipe e confiar em cada membro da equipe (GROOM, 2008). Adotamos uma classificação similar a de Schaefer et al. (2016). Como observado na Tabela 5, o Ambiente foi dividido em duas subcategorias: Colaboração em grupo e Tarefa/Contexto.

3.3.3.1 Colaboração em grupo (Team Collaboration)

Para uma colaboração em equipe bem-sucedida é necessária uma boa confiança relacionada as características que compõem essa colaboração (LYONS et al., 2009). O trabalho em conjunto

Tabela 5 – Rastreamento dos conceitos do Fator Ambiente nas principais Taxonomias

Fator Ambiente	Presente em:
Colaboração em grupo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interdependência de papéis/tarefas ▪ Composição de equipe ▪ Impacto Social/Cultural ▪ Modelos mentais compartilhados
Tarefa/Contexto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risco/Incerteza ▪ Contexto/Tipo de tarefa/Complexidade ▪ Ambiente físico

Fonte: Autora (2022)

com uma pessoa ou robô, para realizar uma tarefa, requer que os membros da equipe envolvidos nessa colaboração dependam uns dos outros para atingir seus objetivos (SCHOORMAN; MAYER; DAVIS, 2007). Os fatores de confiança relacionados à colaboração em grupo incluem a **interdependência de papéis/tarefas, composição de equipe, modelos mentais compartilhados e impacto social/cultural.**

Interdependência de papéis/tarefas (Role/Task Interdependence)

Interdependência diz respeito ao grau em que os membros da equipe devem confiar uns nos outros para concluir as tarefas (SAAVEDRA; EARLEY; Van Dyne, 1993). O grau de interdependência entre os envolvidos na relação é um dos fatores mais importantes envolvidos no desenvolvimento da confiança (AXELROD, 2004 apud SCHAEFER, 2013).

As relações de interdependência são os mecanismos empregado para gerenciar ativamente os processos que avaliam a confiabilidade da tecnologia e que permitem uma calibração precisa da confiança pelas pessoas que a usam. As relações de interdependência constituem nas junções necessárias na comunicação orientada para a tarefa e nas ações entre pessoas e máquinas que tornam produtiva a atividade conjunta em que estão engajadas (JOHNSON et al., 2014b).

Schaefer et al. (2016) estabelece que a medida que a automação continua avançando na inteligência e na tomada de decisões independente, o potencial para equipes homem-máquina interdependentes se torna uma realidade cada vez maior. Portanto, é importante entender os efeitos da interdependência das tarefas e da composição da equipe no desenvolvimento da confiança nesse sistema. Em uma revisão do maior corpo de trabalho sobre este tópico, Hattingh (2002) postulou que agentes, sistemas automatizados e até mesmo sistemas autônomos podem funcionar de forma interdependente com outras partes do sistema maior por meio de algoritmos (por exemplo, executando funções de busca), redes neurais, ferramentas de mineração de dados, sistemas especialistas e até algoritmos genéticos.

Composição de equipe (Team Composition)

A composição de equipe é uma mistura geral de características entre pessoas em uma equipe, tornando a equipe homogênea ou heterogênea (STEWART, 2006). Essas características, incluindo tamanho da equipe, diversidade, papéis e características específicas (por exemplo, atitudes, personalidade, valores), influenciam a eficácia da equipe (SCHAEFER et al., 2016). A composição da equipe e a interdependência (papéis/tarefa) também podem fornecer informações adicionais que afetam a forma como uma pessoa entende o robô (SCHAEFER, 2013).

Entender a composição da equipe em uma interação Humano-SARs é muito importante, principalmente no que diz respeito a compreender o papel de cada membro da equipe. Uma das questões delicadas em relação aos papéis é a questão de autoridade (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011). Exemplificando, um robô em um papel de terapeuta pode exercer influência sobre o usuário, colocando em questão quem está no controle da situação e da interação. A tecnologia pode exigir um nível de autoridade para ser eficaz e um usuário que está se sentindo estressado ou com dor deve se sentir à vontade para interromper um exercício, por exemplo, mesmo que isso seja contrário ao conselho do robô. No entanto, o papel de um sistema SARs em muitos contextos é dar direção a um usuário, exigindo alguma medida de autoridade derivada da experiência. A falta de equilíbrio entre a autonomia do usuário e a autoridade do robô pode criar um dilema ético (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011).

Modelos mentais compartilhados (Shared Mental Models)

Para que exista uma confiança apropriada de um humano em um robô, o humano precisa compreender as capacidades e limitações do robô no contexto dos objetivos do robô em sua missão em andamento (OSOSKY et al., 2013). A compreensão humana dos robôs como membros da equipe pode ser examinada através das lentes dos modelos mentais (*Mental Models* - MM). Os modelos mentais são representações internas usadas pelos humanos para entender o mundo ao seu redor (CRAIK, 1943). Em seu trabalho Schaefer et al. (2016) afirmam que a forma como um indivíduo molda um MM pode ser estruturado pelo impacto social, experiência anterior, preconceitos culturais e crenças. Sendo os *feedbacks* gerados pelos sistemas utilizados para atualizar esses modelos mentais (CUEVAS et al., 2007).

Assim sendo, os Modelos mentais compartilhados (*Shared Mental Models* - SMM), aplicam-se especificamente ao trabalho em equipe como “estruturas de conhecimento realizada por membros de uma equipe” (CONVERSE; CANNON-BOWERS; SALAS, 1993, p. 223). Eles devem incluir a compreensão do equipamento relevante, a tarefa dos membros da equipe e a interação entre os membros da equipe. Especificamente, um robô autônomo inteligente (ex. robô social) é único por ser “equipamento” e “Membro da equipe”. Portanto, o modelo mental de um humano, companheiro de equipe do robô, como parte de um SMM, inclui conhecimento sobre as capacidades, limitações e “personalidade” desse robô. Sendo influenciado por aparência, comportamento do robô, diálogo, traços de personalidade, linguagem e origem (KIESLER; GOETZ, 2002; LEE et al., 2005). Assim, conclui-se que os modelos mentais são alavancados internamente para orientar a interação humano-robô (LOHSE, 2011), incluindo confiança em sistemas robóticos. A confiança nos robôs, como outros aspectos dos modelos mentais, é continuamente refinada por meio da interação.

Impacto Social/Cultural (Cultural/Societal Impact)

No trabalho de Schaefer et al. (2016) os autores afirmam que o impacto social inclui cultura, coesão da comunidade, sistema político, meio ambiente, saúde e bem-estar, direitos de propriedades e medos e aspirações em matéria de segurança e futuro (CLAVELL; FROWD, 2014). Um dos principais desafios ao avaliar o HRI é prever o impacto social dos robôs (WEISS et al., 2009).

Os autores de Weiss et al. (2009) propuseram um modelo de avaliação amplamente re-

conhecido que avalia a usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social (*usability, social acceptance, user experience and societal impact*) abreviado como USUS. O USUS é baseado em um modelo de indicador multinível para operacionalizar os fatores de avaliação. Os fatores de avaliação são descritos e divididos em vários indicadores, que são extraídos e justificados por revisão da literatura. Os aspectos do impacto social que são observados, levando em conta as diferenças culturais, são a qualidade de vida, condições de trabalho e emprego e educação. Weiss et al. (2009) define o impacto social como todo efeito de uma atividade na vida social de uma comunidade.

Feil-Seifer e Mataric (2009) acredita que em domínios onde não existem alternativas de soluções econômicas para uma variedade de aplicações, e onde os sistemas de Interação Humano-Robô fornecem uma solução nova e única, o potencial de criar um impacto social é grande; sendo a saúde um desses domínios. Em Winkle et al. (2020), os autores sugerem que fatores demográficos e sociais estão inerentemente ligados ao envolvimento do paciente. Portanto, também são importantes ao considerar o uso de SARs na terapia.

Tendo concluído a descrição dos 4 fatores que fazem parte da subcategoria Colaboração em Grupos a seguir descreveremos os 3 fatores que pertencem a subcategoria de Tarefa/Contexto.

3.3.3.2 Tarefa/Contexto (*Task/Context*)

Segundo Schaefer (2013) os fatores ambientais geralmente requerem uma interação humano-robô dentro de um contexto específico. Por isso, a confiança é muitas vezes uma construção dependente da tarefa que depende do **Risco/incertezas, Contexto/Tipo de Tarefa/Complexidade** e do **Ambiente físico**. Por exemplo, Kidd (2003) descobriu que as tarefas colaborativas geram classificações de confiança mais altas do que as tarefas de coleta de informações. A natureza dessas tarefas pode ser afetada de forma diferente pelo ambiente físico e pelo risco associado à tarefa específica.

Risco/Incerteza (Risk/Uncertainty)

O conceito de risco foi sintetizado pelos autores Aven e Renn (2009) na seguinte definição: “risco refere-se à incerteza e gravidade dos eventos e consequências (ou resultados) de uma atividade em relação a algo que os humanos valorizam” (AVEN; RENN, 2009, p. 6). Embora realmente existam riscos inerentes na interação humano-robô (segurança, privacidade entre

outros), também existe a percepção de risco por parte do indivíduo, que não está relacionada a presença real de riscos ou perigos no contexto, mas sim no modelo mental formulado (STUCK; HOLTHAUSEN; WALKER, 2021).

Mayer, Davis e Schoorman (1995) relacionam que a confiança em um robô é moderada pela quantidade de risco e incerteza percebida envolvido na interação. Schaefer (2013) afirmam que em robôs tanto os riscos derivados de fontes internas (por exemplo, corrupção de dados), quanto riscos externo do ambiente (por exemplo, terreno físico) podem afetar o desenvolvimento da confiança. Em Lin, Bekey e Abney (2008) o risco foi associado como um fator que tem um impacto direto na avaliação da segurança do sistema.

Stuck, Holthausen e Walker (2021) discutem que os riscos percebidos podem ser relacionados tanto a percepção situacional, na qual representa uma crença sobre algo; quanto a percepção relacional, que representa uma crença baseada em experiência ou histórico (ex. robô já tem histórico de falhas, funcionamento inapropriado entre outros). Os autores relacionaram a percepção de risco a alguns tópicos como: risco financeiro, risco de performance (relacionado a execução de tarefas), risco físico, risco psicológico, risco social, risco de perda de tempo, risco ético, risco de privacidade e risco de segurança (*security*). Os detalhes do contexto também são importantes para entender como o risco e a confiança interagem (STUCK; HOLTHAUSEN; WALKER, 2021).

Contexto/Tipo de tarefa/Complexidade (Context/Task Type/Complexity)

Os autores de Cameron et al. (2015) sugerem que o contexto¹⁷ desempenha um papel fundamental para medir a confiança em HRI. Como resultado de seu trabalho, os autores propõe uma abordagem que enfatiza o contexto e a perspectiva do usuário como base para futuras investigações sobre a confiança na Interação Humano-Robô.

Embora o contexto seja importante para a confiança, Salem et al. (2015b) enfatiza que em muitos estudos a confiança é medida apenas em relação a um único contexto de tarefa, não permitindo uma comparação caso os efeitos se desviem em uma tarefa ou situação diferente. Portanto, um dos principais desafios ao investigar a confiança em HRI social é justamente projetar cenários de estudo que exijam confiança em um ambiente natural e realista, incorporando idealmente uma variedade de tarefas que explorem diferentes dimensões da confiança (SALEM et al., 2015b). Os fatores de confiança em SARs variam dependendo do contexto. Um exemplo

¹⁷ O contexto de SARs pode ser educação, terapia, reabilitação entre outros.

disso é o trabalho de Stuck e Rogers (2018), nele os autores demonstram que o contexto de robôs prestadores de cuidados à idosos tem dimensões únicas relacionadas à confiança que devem ser consideradas ao projetar robôs para tarefas *home-care*¹⁸.

O tipo da tarefa influencia o nível de confiança em robôs e também afeta a resposta ativa e o engajamento dos indivíduos (KIDD, 2003; LI; RAU; LI, 2010). Além disso, ao considerar o domínio da tarefa, muitos pesquisadores sugerem que deve haver uma consistência entre a aparência de um robô e sua tarefa (GOETZ; KIESLER; POWERS, 2003; LOHSE; HEGEL; WREDE, 2008). Porém, projetar uma aparência para o robô que corresponda à sua tarefa se torna muito complicado a partir do momento que o robô funcionará possivelmente em ambiente internacional. Portanto, o modelo mental das pessoas não só será influenciado pela aparência do robô, mas também será mediado por sua bagagem cultural (LI; RAU; LI, 2010). O tipo e complexidade de uma tarefa estão relacionadas a vários elementos, incluindo clareza, quantidade e a diversidade envolvida dessa tarefa (LIU; LI, 2012)

Ambiente físico (Physical Environment)

Ambientes físicos podem incluir restrições climáticas, terreno, obstruções, obstáculos entre outros. Kidd (2003) esclarece que um robô deve ter robustez suficiente para lidar com o ambiente em que deve trabalhar. Acima de tudo, o ambiente em que o robô será usado deve ser bem compreendido, pois as consequências das ações podem ser diferentes em diferentes contextos e culturas (HANCOCK; BILLINGS; SCHAEFER, 2011). Os SARs podem ser usados nos mais diversos ambientes, como em escolas, clínicas, hospitais, domicílios e etc. Compreender as regras e restrições ambientais para que os robôs possam se adequar a elas é muito importante e pode ajudar a desenvolver robôs que se adéquem mais ao ambiente. Por exemplo, no trabalho de Meghdari et al. (2018) um robô social foi desenvolvido para uso em um hospital pediátrico e durante o processo de projeto (*design*) do robô algumas regras e limitações do ambiente hospitalar foram pensadas e levadas em consideração. No fim, essas considerações levaram a limitação da velocidade do robô, redução de ruídos e restrição da largura máxima da base, todas essas características podem impactar diretamente a interação do robô no ambiente.

¹⁸ Ato de prestar serviços de saúde na casa do paciente

3.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou um modelo de taxonomia adaptado das principais taxonomias da área de Interação Humano-Robô e Automação, que pode ser usado na Robótica Socialmente Assistiva. Os fatores de Confiança presentes nas 3 taxonomias (seção 3.2) foram investigados, selecionados e contextualizados. A partir da análise dos fatores foi possível descobrir as relações entre eles e como esses fatores afetam a interação em sistemas robóticos e também em SARs. A taxonomia foi desenvolvida com o intuito de auxiliar na descoberta de requisitos de Confiança do catálogo NFR4TRUST. A primeira sessão do capítulo realizou uma breve descrição do conceito de taxonomia. A segunda seção elaborou sobre as principais taxonomias existentes de Confiança. Por fim, a terceira seção focou em apresentar os fatores que compunham a adaptação desse trabalho.

No próximo capítulo será apresentado o Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Robôs Socialmente Assistivos chamado NFR4TRUST, bem como, todo o seu processo de construção.

4 NFR4TRUST - CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS PARA ROBÔS SOCIALMENTE ASSISTIVOS

Neste capítulo é apresentado o Catálogo de Requisitos Não-funcionais para Robôs socialmente Assistivos, denominado NFR4TRUST. Inicialmente tecemos algumas observações para deixar claro a que tipo de robô o catálogo de requisitos se destina. Em seguida descrevemos o processo para construção do Catálogo NFR4TRUST. Por fim, é realizada uma discussão sobre aspectos da abordagem proposta, além da síntese do capítulo.

4.1 OBSERVAÇÕES

Antes de começar o processo de construção do catálogo é necessário deixar claro alguns pontos específicos dessa dissertação. Esses pontos dizem respeito a incorporação física do robô, delimitação da morfologia, propriedades essenciais de um SARs e quanto aos fatores da taxonomia.

- **Quanto a incorporação (*embodiment*)**

Alguns autores como Feil-Seifer e Matarić (2005) levantam uma problemática de projeto (*design*) acerca da necessidade de um SARs em possuir uma forma física quando não realiza tarefas que necessitem contato físico. Vale ressaltar que o tipo de incorporação (física ou virtual) de um agente que preste assistência através da interação social pode influenciar sua eficácia na interação social, na construção de relacionamento com o usuário, aceitação e confiança (FASOLA; MATARIĆ, 2013).

Tapus, Matarić e Scassellati (2007) deixa claro que apesar dos Robôs Socialmente Assistivos enfatizarem a interação social ao invés da interação física, a **incorporação física** do robô é necessária para comunicar e interagir com os usuários de uma forma social e envolvente. A presença física, aparência e o contexto compartilhado com o usuário são fundamentais para criar um relacionamento envolvente de longo prazo entre SARs e usuário (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007).

De acordo com a literatura, consideramos nessa dissertação que o SAR precisa ter uma forma física e que essa forma impacta na confiança. Por isso, os requisitos relacionados a estrutura do robô também foram considerados como Requisitos Não-Funcionais.

- **Quanto a morfologia**

O catálogo elaborado nessa dissertação diz respeito aos SARs do tipo antropomórficos. Estudos anteriores mostraram que o antropomorfismo afeta a confiança favoravelmente na automação (WAYTZ; HEAFNER; EPLEY, 2014) e nos robôs (EYSSEL et al., 2012; MATHUR; REICHLING, 2009; TORTA et al., 2013). As pessoas geralmente favorecem robôs que são mais antropomórficos, ou semelhante ao humano em aparência, personalidade e comportamento (WALTERS et al., 2008).

▪ Quanto as propriedades essenciais de um SARs

Devido a grande quantidade de fatores presentes na taxonomia de confiança foi necessário organizar as informações e definir alguns objetivos. Dessa forma, essa dissertação levou em consideração a taxonomia de Feil-Seifer e Matarić (2005) (ver seção 2.2.2, do capítulo 2) que descreve propriedades que os Robôs Socialmente Assistivos devem possuir. O catálogo organizou essas propriedades como *softgoals* a serem atingidos e os fatores de confiança foram relacionados a elas.

No processo de organização das informações algumas propriedades foram modificadas. A propriedade Diálogo, passou a ser chamada de Comunicação para encaixar melhor outros fatores da taxonomia de confiança. O quesito de Incorporação foi substituído pelo fator de Aparência/Antropomorfismo, pois a sua definição agrega as características desse fator exclusivamente. Por fim, foram acrescentados os fatores de Segurança (Safety) e Privacidade como propriedades importantes dos SARs. No total foram elaboradas 14 propriedades como NFRs primários.

▪ Quanto aos fatores da taxonomia

Embora todos os fatores abordados na taxonomia (ver capítulo 3) sejam importantes de alguma forma no processo de construção de confiança (*trust*), o foco desse catálogo está principalmente nos fatores relacionados ao robô.

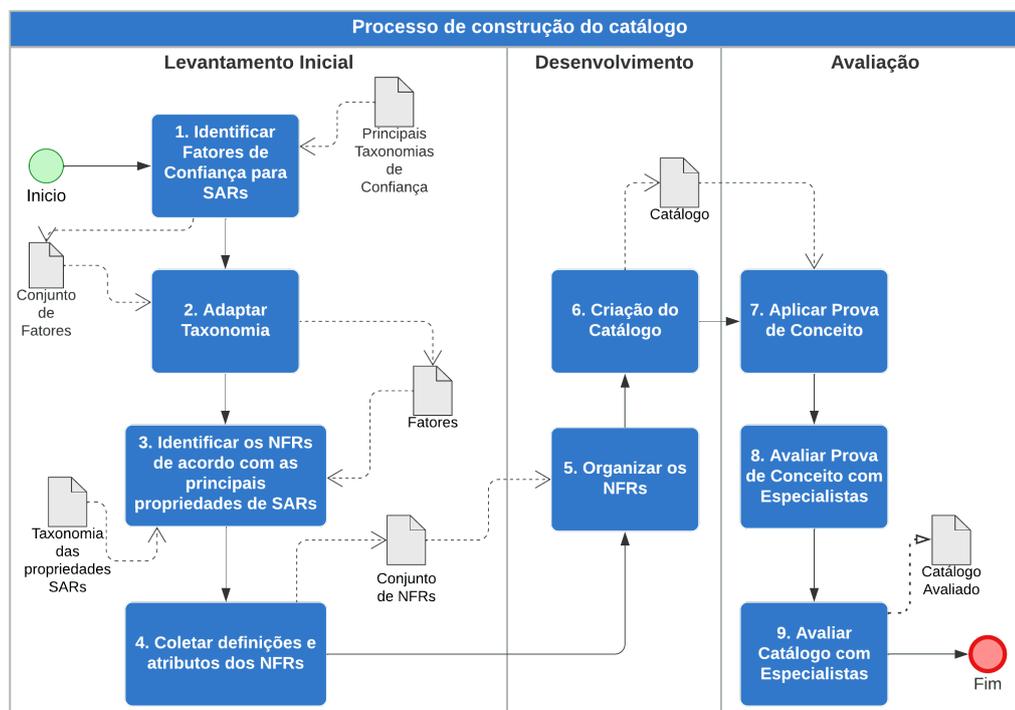
Na seção a seguir é discutido o processo de construção do catálogo.

4.2 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CATÁLOGO

A construção do catálogo foi realizada em um processo de 3 fases: Levantamento Inicial, Desenvolvimento e Avaliação. A Figura 13 apresenta este processo, bem como o processo e as

fases e atividades realizadas através da notação desenvolvida pela *Object Management Group* (OMG) : *Business Process Modeling and Notation* (BPMN).

Figura 13 – Fases e tarefas para a construção do catálogo



Fonte: Autora (2022)

Conforme apresentado na Figura 13 foram realizadas 3 fases para o desenvolvimento do catálogo que inclui 9 tarefas. A primeira fase realizada nesse processo é a de **Levantamento Inicial**. Nela, através de uma revisão da literatura, foram encontradas taxonomias relevantes de confiança, utilizadas como base para identificar fatores de confiança pertinentes a SARs e criar uma taxonomia adaptada, contendo apenas o conjunto de fatores que caracterizam-se como importantes para o domínio. Logo após, os requisitos foram coletados com base na taxonomia de SARs e taxonomia de confiança para SARs, bem como suas definições, atributos e/ou restrições.

Na segunda fase, a de **Desenvolvimento**, foi organizado os NFRs identificados, construído o Catálogo de Requisitos Não-Funcionais. Na terceira fase, a de **Avaliação**, foi realizada uma Prova de Conceito e a avaliação da Prova de Conceito com especialistas da área de NFR Framework e HRI através de entrevistas e aplicação de um questionário com especialistas de Engenharia de Requisitos para avaliar o Catálogo. Nas subseções a seguir cada uma das fases e tarefas do processo são discutidas com mais detalhes.

4.2.1 Levantamento Inicial

A identificação dos Fatores de Confiança para SARs e adaptação da taxonomia foram descritos no capítulo 3. As propriedades de SARs (taxonomia de Feil-Seifer e Matarić (2005)) foram discutidas anteriormente na seção 2.2.2 do capítulo 2. Essas taxonomias serviram como base para identificar os Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos.

Como não foram encontrados trabalhos que abordem Requisitos Não-Funcionais de Confiança no domínio de Robôs Socialmente Assistivos, os requisitos foram coletados a partir da revisão da literatura feita para construir a taxonomia do capítulo 3, usando a técnica de eliciação de requisitos de leitura de documentos (SOMMERVILLE, 2007) .

O objetivo da Revisão da Literatura foi identificar quais fatores influenciam a confiança nesse domínio e qual o estado da arte no estudo desses fatores.

4.2.1.1 Tarefas 1, 2 e 3

As tarefas 1 e 2 foram realizadas no capítulo 3. Foram identificados para a taxonomia 30 fatores, sendo eles: **Idade, Personalidade, Propensão de confiança, Controle da atenção, Fadiga, Estresse, Experiências Prévias, Habilidade de uso, Expectativa, Atitudes, Satisfação, Conforto, Modo de comunicação, Aparência/Antropomorfismo, Nível de Automação, Inteligência, Personalidade do robô, Segurança/Privacidade, Comportamento do robô, Confiabilidade/Erros, Feedback, Adaptabilidade, Proximidade, Interdependência de papéis/tarefas, Composição de equipe, Modelos mentais compartilhados e Impacto Social/Cultural.**

As principais propriedades de SARs no que diz respeito à componentes de interação, são descritas na taxonomia de Feil-Seifer e Matarić (2005) discutida no capítulo 2 (seção 2.2.2), sendo elas: **Incorporação, Emoção, Diálogo, Personalidade, Percepção orientada para o ser humano, Modelagem de usuário, Aprendizagem Socialmente situada, Intencionalidade, População de usuário, Exemplos de tarefas, Sofisticação de interação e Papel do robô.** Essas propriedades caracterizam os Robôs Socialmente Assistivos e devem estar presentes em sua definição.

Com base nas definições da taxonomia de SARs, os fatores associados a eles foram definidos. Os 11 fatores associados ao robô foram quase todos relacionados a essas propriedades,

com exceção de segurança e privacidade que viraram *softgoals* primários, destacando sua importância. Dos 8 fatores ambientais, 7 foram associados as propriedades e dos 12 fatores humanos apenas 3 foram associados.

A Tabela 6 mostra como as 12 propriedades dos SARs estão associadas a 19 fatores de confiança. Observar que fatores considerados estão relacionados ao ambiente, homem e robô. Do Fator Ambiente foram: **Interdependência de papéis/tarefas, Composição de equipes, Impacto Social/Cultural, Risco/incerteza, Contexto/Tipo de tarefa/Complexidade e Ambiente físico**; do Fator Humano, tem-se: **Idade, Experiências Prévias e Habilidade de uso**; do Fator Robô, foram: **Modo de comunicação, Aparência/Antropomorfismo, Nível de Automação, Inteligência, Personalidade. Comportamento, Confiabilidade(*Reliability*)/Erro, *Feedback*, Adaptabilidade e Proximidade**.

Tabela 6 – Relação entre propriedades de SARs e Fatores de Confiança

Propriedades SARs	Fatores da Taxonomia Associados:
Incorporação	Aparência/Antropomorfismo
Emoção	Modo de comunicação, Aparência/Antropomorfismo, Personalidade do robô, Comportamento do robô
Díálogo	Modo de comunicação, Personalidade do robô, Proximidade, <i>Feedback</i> , Confiabilidade/Erros
Personalidade	Aparência/Antropomorfismo, Personalidade do robô, Comportamento do robô
Percepção orientada para o ser humano	Nível de automação, Inteligência, Adaptabilidade
Modelagem de usuário	Experiências prévias, Habilidade de uso
Aprendizagem Socialmente Situada	Inteligência, Adaptabilidade
Intencionalidade	Comportamento do robô, Confiabilidade/Erros
População de usuários	Idade, Impacto Social/Cultural
Exemplos de tarefas	Contexto/Tipo de tarefa/Complexidade, Interdependências de papéis/tarefas, Risco/Incerteza, Ambiente físico, Nível de Automação
Sofisticação da interação	Modo de comunicação, Comportamento do robô, <i>Feedback</i>
Papel do robô	Composição de equipe, Interdependência de papéis/tarefas

Fonte: Autora (2022)

4.2.1.2 Coletar definições e atributos dos NFRs

As definições e atributos dos NFRs foram coletadas através da revisão da literatura realizada no capítulo 3, sendo usados como fontes artigos, livros, monografias, teses, dissertações, etc. É importante ressaltar que ainda existe uma lacuna em trabalhos de confiança associada a Robótica Social e Robótica Socialmente Assistiva. Além disso, existem algumas divergências de definições na área, o que torna difícil a coleta das definições dos atributos.

As definições dos Requisitos Não-Funcionais dizem respeito à descrição do que é aquele requisito. Já seus atributos dizem respeito às características próprias daquele requisito, ou seja, quais propriedades são necessárias a esse tipo de requisito. Por exemplo, o NFR de **Usabilidade** de um determinado sistema possui a definição/descrição de que é um requisito que especifica a interação final com o sistema e o esforço necessário para aprender, operar, preparar a entrada e interpretar a saída do sistema (MAIRIZA; ZOWGHI; NURMULIANI, 2010). Já um dos seus atributos para Sistemas Embarcados, segundo Silva (2019), é a **Adaptabilidade**, que é a capacidade de um dispositivo em se adaptar às características específicas do usuário (HARVEY et al., 2011).

A seguir será discutido a fase de Desenvolvimento.

4.2.2 Desenvolvimento

Tendo concluído a primeira fase do processo de construção do catálogo, a segunda etapa no processo é a de Desenvolvimento. Nessa etapa foram organizados os NFRs e feita a construção do catálogo com o SIG. As subseções a seguir descrevem as tarefas relacionadas a organização dos NFRs e a criação do Catálogo.

4.2.2.1 Organizar os NFRs

Nessa etapa foram organizados os NFRs associados às propriedades dos SARs e os fatores de confiança. Na Tabela 6 pode-se observar que os fatores de confiança podem estar relacionados a mais de uma propriedade de SARs. Para estruturar melhor as informações foram feitas algumas alterações.

1. Foi trocada a propriedade de Incorporação pelo fator Aparência/Antropomorfismo. Aparência/Antropomorfismo passou a ser um *softgoal* ascendente (NFR primário).

2. Foi acrescentada a propriedade de Comunicação, no lugar de Diálogo. Segundo a taxonomia de Feil-Seifer e Matarić (2005), o diálogo é um processo conjunto de comunicação. Portanto, usar a palavra comunicação, além de ser mais compreensível ainda relaciona-se melhor com outros fatores. O diálogo passou a ser um refinamento de Comunicação.
3. Foram acrescentados os *softgoals* ascendentes de Segurança (*Safety*) e Privacidade.
4. Foi renomeado o termo Exemplos de tarefas para Tarefa/Contexto, pois se encaixa melhor na descrição da propriedade.

Por fim, todos os fatores de confiança foram organizados de acordo com suas descrições mais fortes e o resto de suas associações foram tratadas como correlações. Por exemplo, Aparência/Antropomorfismo está associado a Incorporação, Emoção e Personalidade. Por sua definição, ele foi associado a Incorporação, com correlações com Emoção e Personalidade.

4.2.2.2 Criação do Catálogo

Após organizar, renomear e acrescentar os NFRs relacionados as propriedades e fatores na seção anterior, foi iniciada a criação do Catálogo de Requisitos Não-Funcionais, organizando todos os NFRs encontrados nas etapas anteriores com suas definições, atributos e restrições. Nesta tarefa, foi adotada a notação de NFR Framework proposta por (CHUNG et al., 2000), realizando a construção de um Grafo de Interdependência de Softgoal (SIG) com os Requisitos Não-Funcionais.

4.2.3 Avaliação

Na etapa de avaliação, foi ilustrado o uso do catálogo através de uma Prova de Conceito e avaliada com 2 especialistas das respectivas áreas de NFR Framework e Interação Humano-Robô através de entrevista, bem como a avaliação do catálogo por 20 Engenheiros de Requisitos através de questionário. O detalhamento sobre a aplicação das avaliações e os resultados obtidos serão discutidos no capítulo 5.

4.2.3.1 *Aplicação da Prova de Conceito*

Na tarefa 7, o catálogo foi aplicado na elicitação e especificação de um trabalho (LINS, 2021) que usa um Robô Socialmente Assistivo utilizado para auxiliar na reabilitação motora de membros superiores. Esta aplicação foi realizada em conjunto com a autora de (LINS, 2021). Seu processo será discutido na seção 5.1 do capítulo 5.

4.2.3.2 *Avaliação Prova de Conceito com Especialistas*

Na tarefa 8, os artefatos gerados na Prova de Conceito foram avaliados. A avaliação foi realizada por um especialista de NFR Framework para verificar o uso da notação e outro especialista de Interação Humano-Robô para verificar a consistência dos conceitos quanto ao domínio de SARs. Esse processo é discutido na seção 5.1.5 do capítulo 5.

4.2.3.3 *Avaliação do catálogo através de um questionário aplicado a Engenheiro de Requisitos*

Na tarefa 9 foi realizada uma avaliação com 20 especialistas acadêmicos da área de Engenharia de Requisitos. Essa avaliação buscou analisar vários aspectos sobre relevância e utilidade do catálogo. Esse processo é discutido na seção 5.2 do capítulo 5.

Na seção a seguir será apresentado o Catálogo construído.

4.3 O CATÁLOGO

Nesta seção, será apresentado o NFR4TRUST, o nosso Catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos. O catálogo apresenta ao todo 124 requisitos. Com ele, visamos auxiliar engenheiros de requisitos e projetistas de Robôs Socialmente Assistivos, apresentando as questões que têm impacto na confiança do usuário e que devem ser levadas em consideração em projetos desse domínio, em concordância com a literatura.

O catálogo abrange:

- Um SIG mostrando a hierarquia dos requisitos;

- Uma Tabela mostrando as correlações dos requisitos primários;
- As definições de cada requisito.

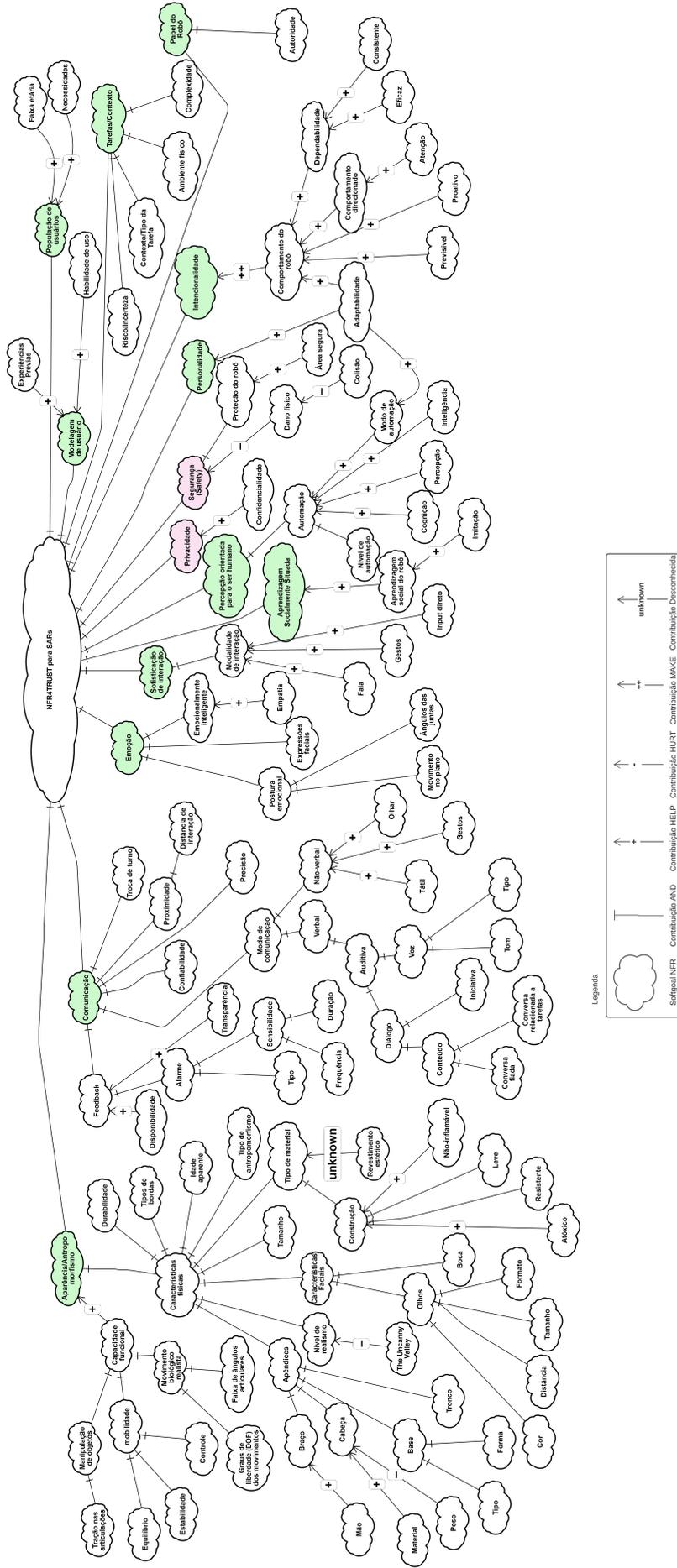
A Figura 14 apresenta o catálogo através de um Grafo de Interdependência de Softgoal - *Softgoal Interdependency Graph* (SIG). São apresentados, através de *softgoals* NFR, os Requisitos Não-Funcionais relacionados às Propriedades dos SARs e relacionados à Confiança que foram coletados no processo de construção do catálogo. Estes *softgoals* são representados através de nuvens claras e com os tipos de contribuição 'AND', HELP (+) e HURT (-) entre os *softgoals*.

Vale ressaltar a relevância das correlações em um grafo SIG, já que essas correlações visam demonstrar o impacto que um NFR pode causar em outro. Porém, devido a grande quantidade de *softgoals* a notação SIG apresenta uma baixa legibilidade. Por isso, na Figura 14 essas correlações não são representadas na imagem, elas podem ser encontradas na forma de listagem na Tabela 7. Além disso, essas correlações são representadas nos fragmentos da Figura 14, que são as Figuras (15, 17, 19, 20, 22, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 27, 29, 30), mostrando visões parciais do SIG com correlações referentes a cada NFR individualmente.

As correlações apresentadas na Tabela 7 foram definidas com base na taxonomia de (FEILSEIFER; MATARIĆ, 2005) e com base na literatura encontrada na contextualização dos fatores no capítulo 3. As correlações apresentadas na Tabela 7 são do tipo desconhecida (unknown), sendo o símbolo (?) utilizado na tabela para representar essa correlação, do tipo positiva (+) e do tipo negativa (-). Devido o caráter subjetivo dos fatores de confiança, essas correlações podem ser voláteis. Por isso, as correlações representadas na tabela não constituem uma imagem definitiva e completa da área e, sim, a visão parcial a partir do material de referência.

Na Figura 14, é apresentado o SIG parcial, mostrando apenas a hierarquia dos requisitos. Os *softgoals* primários foram destacados em verde (propriedades dos SARs) e em rosa (fatores de Confiança) para melhorar a visualização.

Figura 14 – Gráfico SIG Parcial com NFRs de Confiança para SARs (Sem correlações)



Fonte: Autora (2022)

Tabela 7 – Listagem das Correlações do SIG

Aparência/Antropomorfismo (ver Figura 15)
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto desconhecido (?) em Emoção
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto desconhecido (?) em Segurança (Safety)
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto positivo (+) em Personalidade (Robô)
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto desconhecido (?) em Papel do robô
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto desconhecido (?) em População do usuário
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto positivo (+) em Percepção Orientada para o ser humano
Aparência/Antropomorfismo causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Comunicação (ver Figura 17)
Comunicação causa um impacto positivo (+) em Personalidade (Robô)
Comunicação causa um impacto positivo (+) em Emoção
Comunicação causa um impacto desconhecido (?) em Papel do Robô
Comunicação causa um impacto desconhecido (?) em Privacidade
Comunicação causa um impacto positivo (+) em Aparência/Antropomorfismo
Comunicação causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Emoção (ver Figura 19)
Emoção causa um impacto positivo (+) em Comunicação
Emoção causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Emoção causa um impacto positivo (+) em Personalidade (Robô)
Emoção causa um impacto positivo (+) em Aparência/Antropomorfismo
Sofisticação de Interação (ver Figura 20)
Sofisticação de Interação causa um impacto positivo (+) em Comunicação
Sofisticação de Interação causa um impacto positivo (+) em População de usuários
Sofisticação de Interação causa um impacto positivo (+) em Aprendizagem Socialmente Situada
Aprendizagem Socialmente Situada (ver Figura 21)
Aprendizagem Socialmente Situada causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Aprendizagem Socialmente Situada causa um impacto positivo (+) em Comunicação
Aprendizagem Socialmente Situada causa um impacto positivo (+) em Emoção
Percepção orientada para o ser humano (ver Figura 22)
Percepção orientada para o ser humano causa um impacto (+) em Comunicação
Percepção orientada para o ser humano causa um impacto (-) em Privacidade
Percepção orientada para o ser humano causa um impacto (+) em Segurança (Safety)
Percepção orientada para o ser humano causa um impacto (+) em Intencionalidade
Percepção orientada para o ser humano causa um impacto (+) em Aprendizagem Socialmente Situada
Privacidade (ver Figura 23)
Privacidade causa um impacto negativo (-) em Segurança (Safety)
Privacidade causa um impacto negativo (-) em Sofisticação de interação
Privacidade causa um impacto negativo(-) em Percepção orientada para o ser humano
Segurança (Safety) (ver Figura 24)
Segurança (Safety) causa um impacto negativo (-) em Privacidade
Segurança (Safety) causa um impacto negativo (-) em Aparência/Antropomorfismo
Segurança (Safety) causa um impacto positivo (+) em População de usuários
Personalidade (ver Figura 25)
Personalidade (Robô) causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Personalidade (Robô) causa um impacto desconhecido (?) em População de usuários
Intencionalidade (ver Figura 26)
Intencionalidade causa um impacto positivo (+) em Aparência/Antropomorfismo
Intencionalidade causa um impacto positivo (+) em Papel do robô
Intencionalidade causa um impacto positivo (+) em Personalidade (Robô)
Intencionalidade causa um impacto positivo (+) em Emoção
Intencionalidade causa um impacto positivo (+) em Segurança (Safety)
Papel do robô (ver Figura 27)
Papel do robô causa um impacto positivo (+) em Aparência/Antropomorfismo
Papel do robô causa um impacto desconhecido (?) em Sofisticação de interação
Papel do robô causa um impacto desconhecido (?) em Comunicação
Papel do robô causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Tarefas/Contexto (ver Figura 28)
Tarefas causa um impacto positivo (+) em Aparência/Antropomorfismo
Tarefas causa um impacto positivo (+) em Papel do robô
Tarefas causa um impacto desconhecido (?) em Segurança (Safety)
Modelagem de usuário (ver Figura 29)
Modelagem de usuário causa um impacto negativo (-) em Privacidade
Modelagem de usuário causa um impacto positivo (+) em Intencionalidade
Modelagem de usuário causa um impacto positivo (+) em Sofisticação de interação
Modelagem de usuário causa um impacto positivo (+) em Percepção orientada para o ser humano
População de usuários (ver Figura 30)
População de usuários causa um impacto positivo (+) em Papel do robô
População de usuários causa um impacto positivo (+) em Tarefas/Contexto

As correlações geralmente são representadas através de linhas pontilhadas com o sinal (-) para expressar correlações negativas, as linhas pontilhadas com o sinal (+) expressam as correlações positivas e as linhas pontilhadas com a palavra (*unknown*) indicam uma correlação desconhecida que pode ser positiva ou negativa dependendo do contexto ou outros fatores de confiança em questão.

Nas subseções a seguir serão apresentados os requisitos do catálogo, com suas definições e seus atributos ou restrições. Os Requisitos de Aparência/Antropomorfismo e Comunicação foram representados devido ao tamanho, de duas formas diferentes. A primeira contendo as correlações com os demais NFRs e apenas seus atributos imediatos sem mais detalhamento (15, 17) e a segunda representando os atributos e subatributos de maneira completa (16, 18). Os demais NFRs foram representados com as correlações e todos os seus atributos e subatributos. Nem todos os atributos serão descritos.

4.3.1 Aparência/Antropomorfismo

Definição: A forma e a estrutura do robô, ou seja, sua aparência, são importantes para estabelecer expectativas sociais (FONG; NOURBAKSH; DAUTENHAHN, 2003). O antropomorfismo, segundo Duffy (2003), é a tendência que o ser humano tem de atribuir características humanas a objetos inanimados, animais e outros. O conceito de antropomorfismo também tem um impacto importante na interação Humano-Robô. A Figura 15 expressa as correlações do Requisito Não-Funcional de Aparência/Antropomorfismo.

Ao projetar um Robô Socialmente Assistivo, a aparência geral do robô muda de acordo com o contexto/tarefa de sua utilização. Muitas vezes são projetados e arquitetados de acordo com o ambiente e a população de usuários que irão utilizá-lo, embora o mais importante a se considerar é que sua forma física possa cumprir a expectativa evocada no usuário (DUFFY, 2003). Dito isso, as características físicas do robô e seu nível de antropomorfismo vão ser de suma importância para a confiança, principalmente as características que permitem incrementar a parte social do robô e suas percepções.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKSH; DAUTENHAHN, 2003; DUFFY, 2003; BARTNECK et al., 2009a; SCHAEFER, 2013; PAPADOPOULOS et al., 2020)

Atributos: Capacidade funcional e Características físicas.

Os atributos descritos a seguir devem ser analisados de forma a contribuir positivamente para a Aparência/Antropomorfismo e suas correlações.

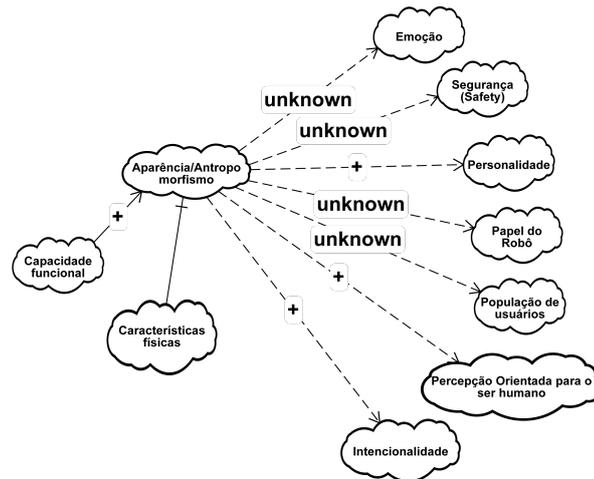


Figura 15 – Requisito de Aparência/Antropomorfismo - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

A Figura 15 apresenta uma contribuição HELP (+) do atributo Capacidade funcional para o requisito Aparência/Antropomorfismo e uma contribuição 'AND' do atributo Características físicas para Aparência/Antropomorfismo. Além disso, também são apresentados quatro correlações 'unknown' para os requisitos Emoção, Segurança (*Safety*), Papel do robô e População de usuário, e três correlações positivas (+) para os requisitos de Personalidade, Percepção Orientada para o ser humano e Intencionalidade. Essas correlações representam os impactos que a Aparência/Antropomorfismo causa nestes requisitos.

Na Figura 16, são mostrados os refinamentos do NFR de Aparência/Antropomorfismo.

- **Capacidade funcional:** diz respeito à capacidade do robô de executar ações e tarefas em detrimento de suas limitações tecnológicas e de projeto.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKSH; DAUTENHAHN, 2003; GOETZ; KIESLER; POWERS, 2003; DUFFY, 2003; SCHAEFER, 2013)

Atributos: Manipulação de objetos, Mobilidade, Movimentos biológicos realistas.

- **Manipulação de objetos:** é a capacidade do robô de manusear/manejar certos objetos no ambiente.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKSH; DAUTENHAHN, 2003; SCASELLATI; ADMONI; MATARIĆ, 2012)

Atributos: Tração nas articulações.

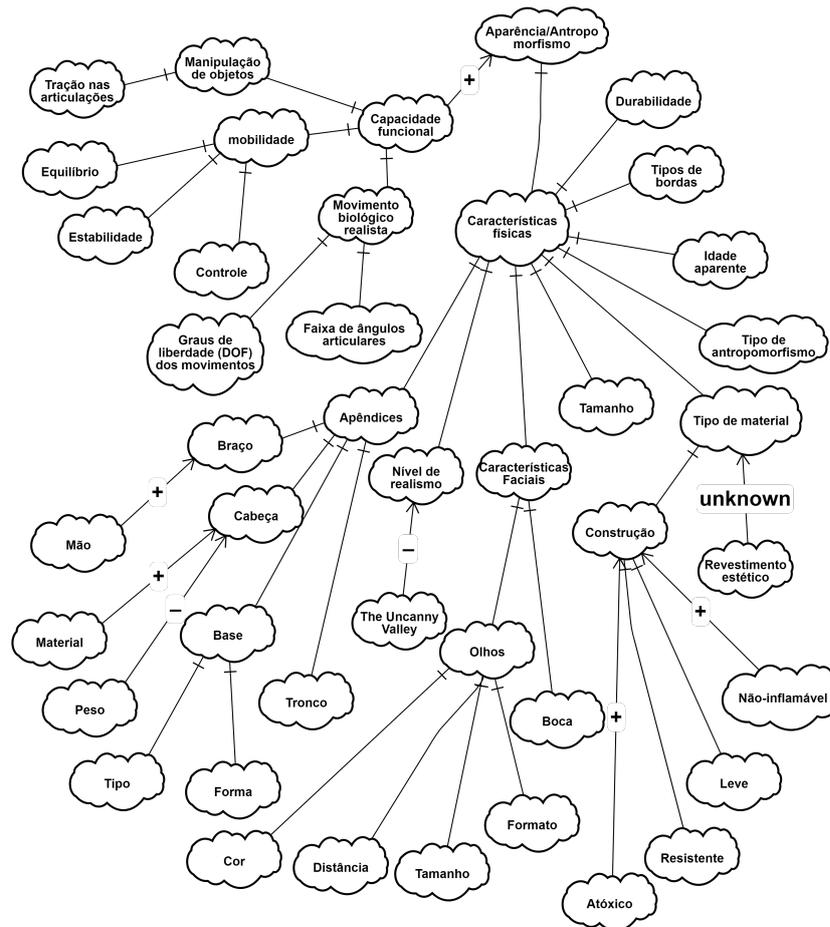


Figura 16 – Requisito de Aparência/Antropomorfismo - Refinamentos

Fonte: Autora (2022)

* **Tração nas articulações:** força presente nos mecanismos (juntas/motores/articulações) exercida sobre algo.

Fontes de evidência na literatura: (ONNASCH; HILDEBRANDT, 2021)

– **Mobilidade:** é a capacidade do robô de movimentar-se pelo ambiente, seja pela locomoção de sua base ou pela movimentação de seus apêndices.

Fontes de evidência na literatura: (FERRATÉ; BASAÑEZ, 1985; FONG; NOURBAKSH; DAUTENHAHN, 2003; PINO et al., 2015; MCGINN et al., 2020)

Atributos: Equilíbrio, Estabilidade, Controle.

* **Equilíbrio:** é a capacidade de posição estável de um corpo, sem oscilações ou desvios.

Fontes de evidência na literatura: (CHEW et al., 2010)

* **Estabilidade:** é a capacidade de determinadas estruturas se manterem firmes

e fortes, permitindo assim a mobilidade de outras.

Fontes de evidência na literatura: (MEGHARI et al., 2018; ISO/TR 23482-1:2020, 2020)

* **Controle:** é a capacidade de precisão com que é realizado cada movimento.

Fontes de evidência na literatura: (FERRATÉ; BASAÑEZ, 1985)

– **Movimentos biológicos realistas:** é a capacidade do robô de realizar certos movimentos biológicos (andar, movimentar braços, expressões faciais e etc.) baseados o mais próximo possível em movimentos realizados por entidades biológicas reais.

Fontes de evidência na literatura: (SCASELLATI; ADMONI; MATARIĆ, 2012)

Atributos: Graus de liberdade (*Degree of Freedom* - DOF) dos movimentos, Faixa de ângulos articulares.

* **Graus de liberdade (*Degree of Freedom* - DOF) dos movimentos:** o número mínimo de coordenadas independentes necessárias para descrever a posição de um sistema.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003; PERRE et al., 2019)

* **Faixa de ângulos articulares:** grau de amplitude dos movimentos referente a quantidade de movimento de uma articulação.

Fontes de evidência na literatura: (BREAZEAL et al., 2004; PERRE et al., 2019)

▪ **Características físicas:** são as qualidades exteriores de um ser. As características devem estar de acordo com a capacidade funcional, contexto, tarefa e deve evitar gerar expectativas exageradas no usuário.

Fontes de evidência na literatura: (SIMS et al., 2005a; FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2008)

Atributos: Apêndices, Nível de realismo, Características Faciais, Tamanho, Tipo de material, Tipo de antropomorfismo, Idade aparente, Tipos de bordas, Durabilidade.

– **Apêndices:** um apêndice é qualquer estrutura que se projeta para fora do corpo.

Fontes de evidência na literatura: (SIMS et al., 2005a)

Atributos: Braço, Cabeça, Base, Tronco

* **Braço:** a presença e quantidade de estruturas no braço do robô, depende do tipo de antropomorfismo e das tarefas que serão executadas pelo robô. A

presença de braços auxilia a percepção do robô como uma entidade social, além de ajudar nas expressões corporais.

Fontes de evidência na literatura: (SHIN; KWAK; KIM, 2008; SIMS et al., 2005a; FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2008)

Atributos: Mão.

- **Mão:** a presença de mão(s) e sua forma está relacionada com as tarefas que o robô executa e o aumento do nível de antropomorfismo do mesmo. Esse atributo é importante para a percepção social. Por exemplo, o toque social, como apertar as mãos, pode afetar o quão persuasivo um robô é percebido.

Fontes de evidência na literatura: (SHIN; KWAK; KIM, 2008; BREAZEAL; DAUTENHAHN; KANDA, 2016; AZIZ et al., 2015; LANGER et al., 2019)

- * **Cabeça:** a cabeça além de ser um recurso estético, desempenha um papel crucial na comunicação. Para que os robôs interajam com eficiência com humanos é desejável que tenham a capacidade para se engajar na comunicação não-verbal através de pistas visuais, sendo o rosto (expressão facial) o maior recurso para que os robôs interajam com as pessoas de forma natural e crível.

Fontes de evidência na literatura: (SHIN; KWAK; KIM, 2008; MCGINN et al., 2020; MCGINN, 2020)

Atributos: Material, Peso.

- **Material:** diz respeito ao tipo de material de construção da cabeça do robô (*display*, componentes mecânicos, pele sintética, etc).

Fontes de evidência na literatura: (MOKHTARI; SHARIATI; MEGHDARI, 2019)

- **Peso:** diz respeito à distribuição equilibrada do peso da cabeça.

Fontes de evidência na literatura: (LÜTKEBOHLE et al., 2010)

- * **Base:** é a estrutura dos membros inferiores e representa uma estrutura importante para mobilidade e execução das tarefas dos robôs.

Fontes de evidência na literatura: (SHIN; KWAK; KIM, 2008; CHEW et al., 2010)

Atributos: Tipo, Forma.

- **Tipo:** diz respeito ao tipo de mobilidade do robô (base fixa ou móvel).

- **Forma:** diz respeito à forma da estrutura da base (pernas, rodas, etc).
 - **Fontes de evidência na literatura:** (SHIN; KWAK; KIM, 2008; CHEW et al., 2010)
 - * **Tronco:** é a estrutura física do robô que sustenta os apêndices.
 - **Fontes de evidência na literatura:** (MCGINN et al., 2020)
- **Nível de realismo:** diz respeito ao quão próxima é a aparência do robô da aparência humana.
- Fontes de evidência na literatura:** (DUFFY, 2003; GOODRICH; SCHULTZ, 2007; MURPHY et al., 2010; CUCCINIELLO et al., 2021)
- Atributos:** *The Uncanny Valley*
- * **The Uncanny Valley:** O vale da estranheza é um termo usado para descrever a relação entre a aparência/comportamento muito humano de um objeto robótico e a resposta emocional de repulsa que ele evoca.
 - **Fontes de evidência na literatura:** (DUFFY, 2003; GOODRICH; SCHULTZ, 2007; MURPHY et al., 2010; CUCCINIELLO et al., 2021)
- **Características Faciais:** as características presentes na face do robô. Essas características devem permitir expressar aspectos da comunicação social. Os robôs devem ser capazes de fornecer feedback emocional por meio de expressões faciais.
- Fontes de evidência na literatura:** (MCGINN, 2020)
- Atributos:** Olhos, Boca.
- * **Olhos:** os olhos são uma característica social muito importante e tem que estar presente na face do robô.
 - **Fontes de evidência na literatura:** (SIMS et al., 2005b)
 - **Atributos:** Cor, Distância, Tamanho, Formato.
 - **Cor:** diz respeito à cor ou cores que os olhos podem representar.
 - **Fontes de evidência na literatura:** (SIMS et al., 2005b)
 - **Distância:** diz respeito à distância entre os olhos.
 - **Fontes de evidência na literatura:** (SIMS et al., 2005b)
 - **Tamanho:** diz respeito ao tamanho dos olhos.
 - **Fontes de evidência na literatura:** (SIMS et al., 2005b)

- **Formato:** diz respeito ao formato que olhos possuem (redondo, quadrado, etc).

Fontes de evidência na literatura: (SIMS et al., 2005b)

- * **Boca:** A boca é indicador de característica social e sua presença torna a face menos desconfortável para o usuário.

Fontes de evidência na literatura: (MCGINN, 2020)

- **Tamanho:** diz respeito ao Tamanho do robô. O robô deve ser adequado ao contexto e tarefa que irá executar e não deve gerar desconforto no usuário.

Fontes de evidência na literatura: (DUFFY, 2003; CABIBIHAN et al., 2013; SCHAEFER, 2013; PINO et al., 2015)

- **Tipo de material:** diz respeito ao material de fabricação do robô. O material usado no robô tem que ser seguro e não deve causar sentimentos de repulsa no usuário.

Fontes de evidência na literatura: (BJÖRKLUND, 2018; RINCÓN et al., 2022)

Atributos: Construção, Revestimento estético.

- * **Construção:** diz respeito ao material utilizado na construção da estrutura física do robô.

Fontes de evidência na literatura: (RINCÓN et al., 2022)

Atributos: Atóxico, Resistente, Leve, Não-inflamável.

- **Atóxico:** é a característica que define que o material do robô não deve ser nocivo a saúde.

Fontes de evidência na literatura: (LI; JIA; FENG, 2016)

- **Resistente:** diz respeito ao quão resistente a adversidades do ambiente e interação é o material de construção do robô .

Fontes de evidência na literatura: (RINCÓN et al., 2022)

- **Leve:** diz respeito ao quão leve é o material de construção da estrutura do robô.

Fontes de evidência na literatura: (GORIS et al., 2011)

- **Não-inflamável:** é a característica que define que o robô não deve ser inflamável, ou seja, que não haja a facilidade de combustão.

- * **Revestimento estético:** diz respeito ao material usado para revestir a estrutura e/ou peças do robô, seja por questões de segurança, interação ou por estética.

Fontes de evidência na literatura: (YAMASHITA et al., 2019)

- **Tipo de antropomorfismo:** diz respeito à qual tipo de aparência o robô mais se assemelha (humanoide, androide etc). Essa característica influencia as outras dentro de aparência/antropomorfismo.

Fontes de evidência na literatura: (CABIBIHAN et al., 2013)

- **Idade aparente:** diz respeito à idade que a aparência do robô aparenta. É uma questão de estereótipo que pode influenciar as atitudes e o sentimento de conforto do humano/usuário em relação ao robô, dependendo da faixa etária.

Fontes de evidência na literatura: (LIU; YI; WAN, 2022)

- **Tipos de bordas:** diz respeito à quais tipos de bordas o robô tem, do tipo chanfradas (redondas) ou mais quadradas. Isso influencia a parte estética do robô e também a segurança.

Fontes de evidência na literatura: (SIMS et al., 2005a; ISO 13482:2014, 2014)

- **Durabilidade:** diz respeito à capacidade física do robô em preservar as suas características funcionais sem necessitar de manutenção ou reparações excessivas.

Fontes de evidência na literatura: (ISO 13482:2014, 2014)

4.3.2 Comunicação

Definição: A comunicação do robô é um processo que envolve a troca de informações do robô para o usuário e trata-se de um processo social primário, que permite criar mensagens que provocam uma resposta. A comunicação em termos de precisão, *feedback*, dicas, modos e acesso à informação é essencial para o desenvolvimento da confiança (SCHAEFER et al., 2014).

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER et al., 2014)

A Figura 17 expressa as correlações do Requisito Não-Funcional de Comunicação. Ao projetar um Robô Socialmente Assistivo a Comunicação do robô para o usuário é muito importante. Ela pode influenciar varias outras características como personalidade, emoção, Antropomorfismo entre outras, tendo impacto direto na interação com o usuário.

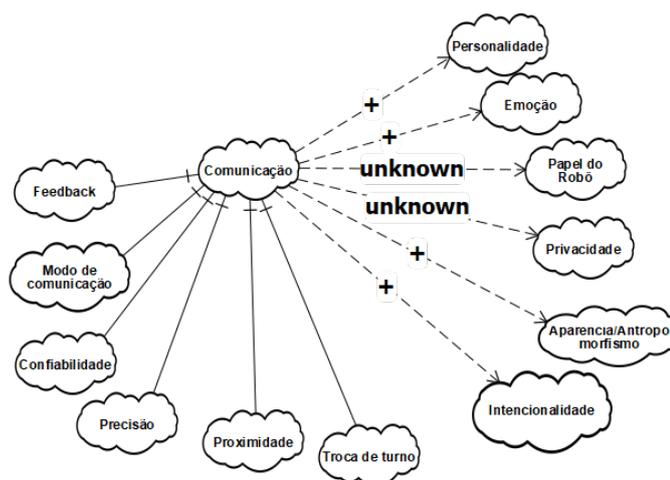


Figura 17 – Requisito de Comunicação - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

A Figura 17 apresenta seis Contribuições 'AND' entre os atributos *Feedback*, *Modo de comunicação*, *Confiabilidade*, *Precisão*, *Proximidade* e *Troca de turno* para o requisito *Comunicação*. Além disso, são apresentadas duas correlações desconhecidas 'unknown' para os requisitos de *Papel do robô* e *Privacidade* e quatro correlações positivas (+) para os requisitos *Personalidade*, *Emoção*, *Aparência/Antropomorfismo* e *Intencionalidade*.

Na Figura 18 são mostrados os refinamentos do NFR de *Comunicação*.

Atributos: *Feedback*, *Modo de comunicação*, *Confiabilidade*, *Precisão*, *Proximidade*, *Troca de turno*.

- **Feedback:** diz respeito ao retorno da informação ou do processo, feito do robô para o usuário. Esse retorno pode ser relacionado ao estado interno do robô (ex. erros, nível de bateria entre outros) ou pode ser relacionado a tarefas (ex. monitorar performance do usuário).

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER, 2013; LANGER et al., 2019; TSIKAS; ABUJELALA; MAKEDON, 2018)

Atributos: *Disponibilidade*, *Alarme*, *Transparência*.

- **Disponibilidade:** diz respeito às informações que podem ser compartilhadas quando requisitadas.

Fontes de evidência na literatura: (BITAN; MEYER, 2007)



Figura 18 – Requisito de Comunicação - Refinamentos

Fonte: Autora (2022)

- **Alarme:** diz respeito à capacidade do robô em emitir alertas sobre algum estado interno/externo.

Fontes de evidência na literatura: (HANCOCK et al., 2011)

Atributos: Tipo, Sensibilidade.

- * **Tipo:** diz respeito à qual forma (visual ou auditivo) o alarme está sendo emitido.

Fontes de evidência na literatura: (GUPTA; BISANTZ; SINGH, 2002; WICKENS et al., 2009)

- * **Sensibilidade:** diz respeito às características de configuração do alarme.

Fontes de evidência na literatura: (GUPTA; BISANTZ; SINGH, 2002; WICKENS et al., 2009)

Atributos: Frequência, Duração.

- **Frequência:** diz respeito ao número de ocorrências de um determinado

alerta em um determinado intervalo de tempo. Uma alta frequência de um determinado alarme pode ser considerado alarme falso ou desnecessário.

Fontes de evidência na literatura: (GUPTA; BISANTZ; SINGH, 2002; WICKENS et al., 2009)

- **Duração:** diz respeito à quantidade de tempo em que o alarme continua sendo emitido.

Fontes de evidência na literatura: (GUPTA; BISANTZ; SINGH, 2002; WICKENS et al., 2009)

- **Transparência:** diz respeito à se, com as informações compartilhadas pelo robô, é possível transmitir as suas intenções de forma que o usuário consiga entender o que o sistema está fazendo e por que está fazendo.

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER et al., 2014)

- **Modo de comunicação** diz respeito à forma em que o robô sinaliza as informações processadas (ex. visual, auditiva, entre outros).

Fontes de evidência na literatura: (SARTER, 2006; TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007; HANCOCK et al., 2013; SCHAEFER et al., 2014; HOFF; BASHIR, 2015)

Atributos: Verbal, Não-Verbal.

- **Verbal:** diz respeito à toda passagem de informações por meio de linguagem escrita ou falada.

Fontes de evidência na literatura:(TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007)

Atributos: Auditiva.

- * **Auditiva:** diz respeito à comunicação por emissão de som.

Fontes de evidência na literatura: (STEDMON et al., 2007; FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011; NIKOLAIDIS et al., 2018)

Atributos: Diálogo, Voz.

- **Diálogo:** diz respeito à construção de uma conversa entre o usuário humano e o robô.

Fontes de evidência na literatura: (BABEL et al., 2021)

Atributos: Conteúdo, Iniciativa.

- **Conteúdo:** diz respeito ao tipo de informação que está sendo transmitida através do diálogo.

Fontes de evidência na literatura: (BABEL et al., 2021)

Atributos: Conversa fiada, Conversa relacionada a tarefa.

- **Conversa fiada** diz respeito à capacidade do robô em manter uma conversa sobre coisas que não são importantes (ex. cores, clima, etc) afim de construir a confiança e relacionamento com o usuário.

Fontes de evidência na literatura: (BABEL et al., 2021)

- **Conversa relacionada a tarefa** diz respeito à transmissão de informações relacionadas a tarefas/objetivos/ações, possuem um propósito prático.

Fontes de evidência na literatura: (BABEL et al., 2021)

- **Iniciativa:** diz respeito à quem pertence a ação de iniciar o diálogo, humano ou robô. Quando a primeira interação é relacionada com uma tarefa, a iniciativa do robô leva a mais confiança. Ademais, esse atributo depende dos fatores humanos.

Fontes de evidência na literatura: (BABEL et al., 2021)

- **Voz:** diz respeito à um atributo no qual o recurso de voz do robô deve ser consistente com sua aparência/Antropomorfismo e também deve permitir que o usuário a personalize.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003; PINO et al., 2015; CUCCINIELLO et al., 2021)

Atributos: Tom, Tipo.

- **Tom:** diz respeito à qualidade de um som regida pela taxa de vibrações que o produzem e sua altura. A velocidade do tom de voz pode ajudar a expressar emoções.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011; LOUIE; MCCOLL; NEJAT, 2014)

- **Tipo:** diz respeito à característica da voz em ser mais parecida com a voz humana ou voz sintética.

Fontes de evidência na literatura: (STEDMON et al., 2007; FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011)

- **Não-Verbal:** diz respeito à passagem de informações que não é feita com fala verbal ou com a escrita.

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007)

Atributos: Tátil, Gestos, Olhos.

- * **Tátil:** diz respeito à capacidade do robô em usar a forma de comunicação através do toque. Esse tipo de comunicação pode ser utilizada para estimular um vínculo afetivo, ou pode ser usada para interações com usuários com cegueira ou surdocegueira.

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007; ANDREASSON et al., 2018)

- * **Gestos:** diz respeito à capacidade do robô em se comunicar por meio da linguagem corporal (movimentos de braços, cabeça, mãos, etc).

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007; SCASSELLATI; ADMONI; MATARIĆ, 2012; SARTORATO; PRZYBYLOWSKI; SARKO, 2017)

- * **Olhar:** diz respeito à capacidade do robô de comunicação pelo olhar (rastrear o movimento do usuário para mostrar que está prestando atenção, mudar cor de LEDs para indicar estado emocional, etc). O olhar é a principal fonte de comunicação entre os seres humanos e a sua utilização tem uma influência positiva na interação social.

Fontes de evidência na literatura: (KIDD; BREAZEAL, 2004; BREAZEAL, 2004; STANTON; STEVENS, 2014; BABEL et al., 2021)

- **Confiabilidade:** diz respeito à capacidade do robô de consistência na entrega de informações ao usuário (em ordem, sem perdas e sem repetições).

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER et al., 2016)

- **Precisão:** diz respeito à capacidade do robô em prover informações verdadeiras ou corretas, inclusive em pequenos detalhes.

Fontes de evidência na literatura: (STEDMON et al., 2007; SCHAEFER et al., 2014)

- **Proximidade:** é uma restrição de espaço interpessoal entre pessoas ou agentes. A proximidade física e de comunicação é uma importante característica da interação social.

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ, 2008; PERRY et al., 2013; LAUGIER, 2015; LEICHTMANN; NITSCH, 2020)

Atributos: Distância de interação.

Distância de interação: é a restrição de distância necessária para a comunicação entre robô e usuário de forma que o usuário se sinta confortável.

Fontes de evidência na literatura: (PERRY et al., 2013)

- **Troca de turnos:** diz respeito à capacidade de realizar trocas interativas na comunicação com um parceiro social, aguardando a resposta e/ou a solicitação deste parceiro, favorecendo uma interação.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003; DAUTENHAHN, 2007; SCASELLATI; ADMONI; MATARIĆ, 2012; CABIBIHAN et al., 2013)

4.3.3 Emoção

Definição: as emoções são importantes nas interações humanas e nos robôs elas ajudam a facilitar uma interação mais crível entre homem-robô. A Figura 19 expressa as contribuições e correlações do requisito de emoção.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; TAPUS; MATARIĆ; SCASELLATI, 2007; TAPUS; MATARIĆ, 2008; LAW; CHITA-TEGMARK; SCHEUTZ, 2021)

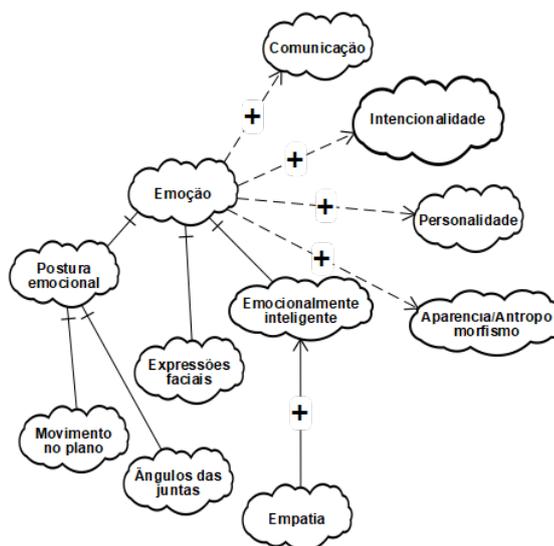


Figura 19 – Requisito de Emoção - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

A Figura 19 apresenta contribuições 'AND' entre os atributos Postura emocional, Expressões faciais e Emocionalmente inteligente e seus sub-atributos para o requisito Emoção.

Também são apresentadas quatro correlações positivas (+) para os requisitos de Comunicação, Intencionalidade, Personalidade e Aparência/Antropomorfismo.

Atributos: Postura emocional, Expressões faciais, Emocionalmente inteligente.

- **Postura emocional:** diz respeito à capacidade do robô em reproduzir posturas com o corpo que indiquem certas emoções e estados.

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007)

Atributos: Movimento no plano, Ângulos das juntas.

- **Movimento no plano:** diz respeito à posição, velocidade e aceleração dos movimentos do corpo do robô que expressão emoções distintas.

Fontes de evidência na literatura: (MCCOLL; NEJAT, 2014)

- **Ângulos das juntas:** diz respeito aos ângulos e graus de liberdade que permitem expressar posturas emocionais como tristeza, alegria, raiva e etc.

Fontes de evidência na literatura: (ERDEN, 2013)

- **Expressões faciais:** diz respeito à capacidade do robô em utilizar a face para expressar emoções.

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ; SCASSELLATI, 2007)

- **Emocionalmente inteligente:** é a capacidade do robô em demonstrar uma inteligência emocional através de seu comportamento empático.

Fontes de evidência na literatura: (LAW; CHITA-TEGMARK; SCHEUTZ, 2021)

Atributos: Empatia.

- **Empatia:** é a capacidade do robô em demonstrar que entende as emoções do usuário.

Fontes de evidência na literatura: (TAPUS; MATARIĆ, 2008; LAW; CHITA-TEGMARK; SCHEUTZ, 2021)

4.3.4 Sofisticação de interação

Definição: a sofisticação de interação diz respeito à forma como o usuário interage com o robô. Feil-Seifer e Matarić (2005) separa as interações entre interação do robô para o humano e do humano para o robô a fim de focar melhor em seus aspectos. O processo da interação recíproca do usuário é bem mais complexa. Esse requisito diz respeito à capacidade do robô em processar as informações da interação recíproca com o usuário. Quanto mais sofisticada for a interação, melhor será a percepção social do robô. Contudo, maior capacidade técnica é requerida.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

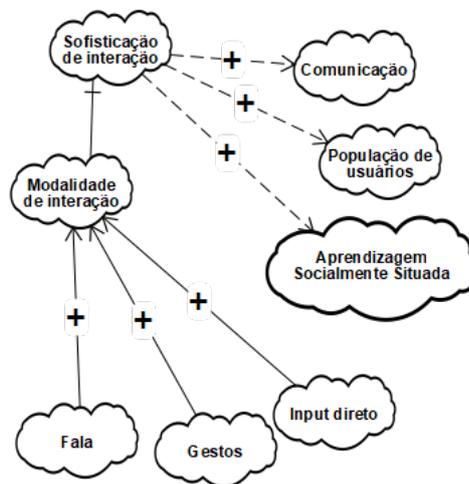


Figura 20 – Requisito de Sofisticação de interação - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

A Figura 20 apresenta uma contribuição 'AND' entre o atributo de Modalidade de interação e seus subatributos para o requisito de Sofisticação de interação. Também são apresentadas três correlações positivas (+) para os requisitos de Comunicação, População de usuários e Aprendizagem Socialmente Situada.

Atributos: Modalidade de interação.

- **Modalidade de Interação:** diz respeito aos requisitos relacionados às formas em que as ações ou informações produzidas pelo usuário são captadas pelo robô.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

Atributos: Fala, Gestos, *Input* (entrada) direto.

- **Fala:** diz respeito à capacidade do robô de reconhecer e compreender a fala humana.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

- **Gestos:** diz respeito à capacidade do robô de reconhecer e compreender a gestos corporais do usuário.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

- **Imput (entrada) direto:** diz respeito à capacidade do robô de receber entrada de informações de forma direta em seu hardware (sensores no corpo, tablet, controle remoto).

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

4.3.5 Aprendizagem Socialmente Situada

Definição: a aprendizagem socialmente situada diz respeito à capacidade do robô em adquirir novas competências por meio da interação social com o ambiente ou com o usuário.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

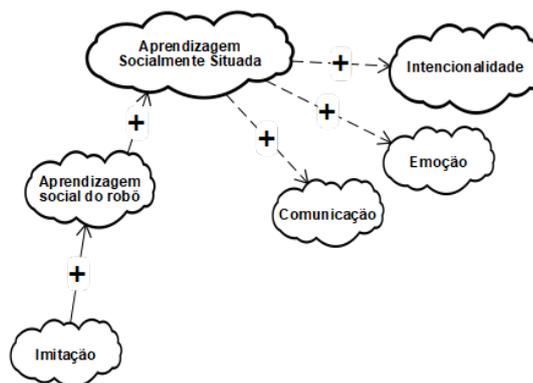


Figura 21 – Requisito de Aprendizagem Socialmente Situada- contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

A Figura 21 apresenta uma contribuição do tipo positiva (+) do atributo Aprendizagem social do robô e seu subatributo para a aprendizagem Socialmente Situada. Além disso, são apresentadas três correlações positivas (+) com os requisitos de Comunicação, Emoção e Intencionalidade.

Atributos: Aprendizagem social do robô.

- **Aprendizagem Social do robô:** é a capacidade do robô em adquirir competências sociais através da interação com o usuário.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

Atributos: Imitação.

- **Imitação:** é a capacidade do robô de aprender replicando ações e comportamentos humanos.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

4.3.6 Percepção orientada para o ser humano

Definição: a percepção orientada para o ser humano diz respeito à capacidade do robô de perceber e processar as informações do ambiente e principalmente do usuário da forma mais “humana” possível (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005).

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

A Figura 22 apresenta uma contribuição do tipo 'AND' entre o atributo Automação e seus subatributos para o requisito de Percepção Orientada para o ser humano. Uma correlação negativa (-) para o requisito de Privacidade. Além disso, são apresentadas quatro correlações positivas (+) para os requisitos de Comunicação, Segurança (*Safety*), Intencionalidade e Aprendizagem Socialmente Situada.

Atributos: Automação.

- **Automação:** diz respeito aos requisitos do robô que selecionam dados, transformam informações, tomam decisões ou controlam processos.

Fontes de evidência na literatura: (HANCOCK et al., 2011)

Atributos: Nível de automação, Cognição, Percepção, Inteligência, Modo de automação

- **Nível de automação:** diz respeito ao nível de envolvimento humano nas ações e decisões do robô.

Fontes de evidência na literatura: (KORN; AKALIN; GOUVEIA, 2021)

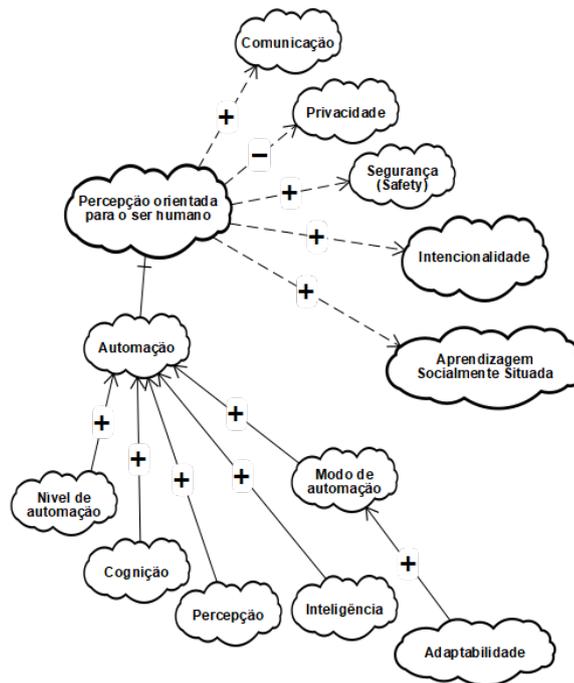


Figura 22 – Requisito de Percepção orientada para o ser humano - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

- **Cognição:** diz respeito à capacidade do robô em processar e analisar as informações adquiridas do ambiente.

Fontes de evidência na literatura: (LEMAIGNAN et al., 2017)

- **Percepção:** diz respeito à capacidade do robô de adquirir informações do ambiente ao seu redor.

Fontes de evidência na literatura: (YAN; ANG; POO, 2014)

- **Inteligência:** diz respeito à capacidade do robô em adquirir, processar e aplicar conhecimentos e habilidades parecidas com as humanas em sua interação com o usuário humano ou ambiente.

Fontes de evidência na literatura: (FASOLA; MATARIĆ, 2013; LANGER et al., 2019; CUCCINIELLO et al., 2021)

- **Modo de automação:** diz respeito à característica da automação do robô ser fixa, ajustável ou adaptável.

Fontes de evidência na literatura: (SANDERS et al., 2011; ALNAJJAR et al., 2021)

Atributos: Adaptabilidade.

- * **Adaptabilidade:** diz respeito à capacidade do robô em adaptar-se às necessidades do usuário ou aos fatores do ambiente.

Fontes de evidência na literatura: (UMBRICO et al., 2020)

4.3.7 Privacidade

Definição: são requisitos relacionados à proteção das informações pessoais do usuário contra pessoas não autorizadas.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011; ALAIAD; ZHOU, 2014; SHARKEY, 2016; VANDEMEULEBROUCKE; CASTERLÉ; GASTMANS, 2018; LANGER et al., 2019)

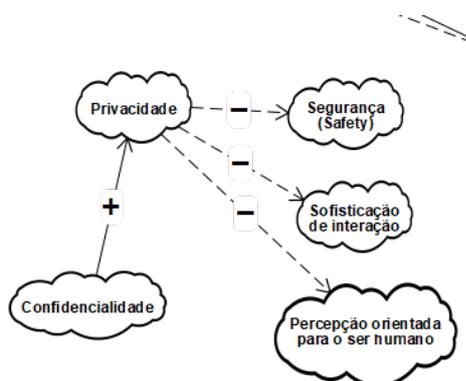


Figura 23 – Requisito de Privacidade - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Na Figura 23 é apresentada uma contribuição positiva (+) do atributo Confidencialidade para o requisito Privacidade. Também são apresentadas três correlações negativas (-) entre o requisito de Privacidade e os requisitos de Segurança (*Security*), Sofisticação de interação e Percepção orientada para o ser humano.

Atributos: Confidencialidade.

- **Confidencialidade:** diz respeito à capacidade do robô/sistema em garantir que dados sensíveis do usuário não possam ser divulgados a pessoas não autorizadas.

Fontes de evidência na literatura: (PINO et al., 2015)

4.3.8 Segurança (*Safety*)

Definição: diz respeito à integridade física do usuário e do robô.

Fontes de evidência na literatura: (SCOPELLITI; GIULIANI; FORNARA, 2005b; NESTOROV et al., 2014; ISO 13482:2014, 2014; VANDEMEULEBROUCKE; CASTERLÉ; GASTMANS, 2018; ISO/TR 23482-1:2020, 2020; MCGINN, 2020)

A Figura 24 apresenta uma contribuição negativa (-) do atributo Dano físico e seu subatributo e uma contribuição do tipo 'AND' do atributo Proteção do robô e seu subatributo para a Segurança (*Safety*). Além disso, são apresentadas duas correlações negativas (-) para os requisitos de Privacidade e Aparência/Antropomorfismo e uma correlação positiva (+) para o requisito de População de usuários.

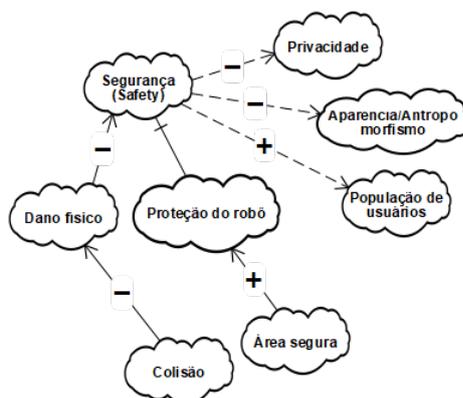


Figura 24 – Requisito de Segurança (*Safety*) - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Atributos: Dano físico, Proteção do robô

- **Dano físico:** diz respeito à capacidade do robô em prevenir danos físicos ao ambiente e usuários.

Fontes de evidência na literatura: (ISO 13482:2014, 2014; IROJU; OJERINDE; IKONO, 2017; ISO/TR 23482-1:2020, 2020)

Atributos: Colisão.

- **Colisão:** diz respeito à capacidade do robô em evitar impactos físicos com fatores do ambiente (objetos, animais, estruturas físicas, etc) ou usuários humanos.

Fontes de evidência na literatura: (ISO 13482:2014, 2014; IROJU; OJERINDE; IKONO, 2017; ISO/TR 23482-1:2020, 2020)

- **Proteção do robô:** diz respeito à capacidade do robô em proteger a sua própria existência contra danos, desde que não represente perigo ao usuário humano.

Fontes de evidência na literatura: (ISO 13482:2014, 2014; IROJU; OJERINDE; IKONO, 2017; ISO/TR 23482-1:2020, 2020)

Atributos: Área segura.

- **Área segura:** diz respeito à definição de zonas seguras em que o robô possa interagir com riscos mínimos de ocasionar danos físicos ou perigo a si mesmo, ao ambiente ou seres humanos.

Fontes de evidência na literatura: (ISO 13482:2014, 2014; IROJU; OJERINDE; IKONO, 2017; ISO/TR 23482-1:2020, 2020)

4.3.9 Personalidade

Definição: diz respeito à capacidade do robô em demonstrar características de personalidade humana (alegre, extrovertido, etc).

Fontes de evidência na literatura:(BREAZEAL et al., 2002; FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; SANDERS et al., 2011; ROBERT et al., 2020)

A Figura 25 mostra a contribuição positiva (+) do atributo Adaptabilidade para o requisito de Personalidade e as duas correlações positivas para os requisitos de Intencionalidade e População de usuários.

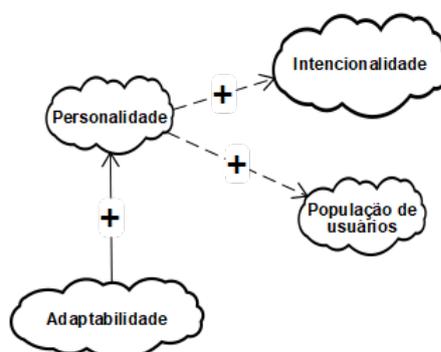


Figura 25 – Requisito de Personalidade - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Atributos: Adaptabilidade.

- **Adaptabilidade:** diz respeito à capacidade do robô em adaptar a sua personalidade de acordo com a personalidade do usuário humano.

Fontes de evidência na literatura: (PINO et al., 2015; LANGER et al., 2019)

4.3.10 Intencionalidade

Definição: diz respeito à capacidade do robô em demonstrar comportamentos intencionais.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

Na Figura 26 são apresentadas uma correlação suficientemente positiva do tipo 'MAKE' (++) do atributo Comportamento do robô e seus subatributos para o requisito de Intencionalidade. Também há cinco correlações positivas do requisito de Intencionalidade para os requisitos de Personalidade, População de usuários, Emoção, Aparência/Antropomorfismo e Segurança (*Security*).

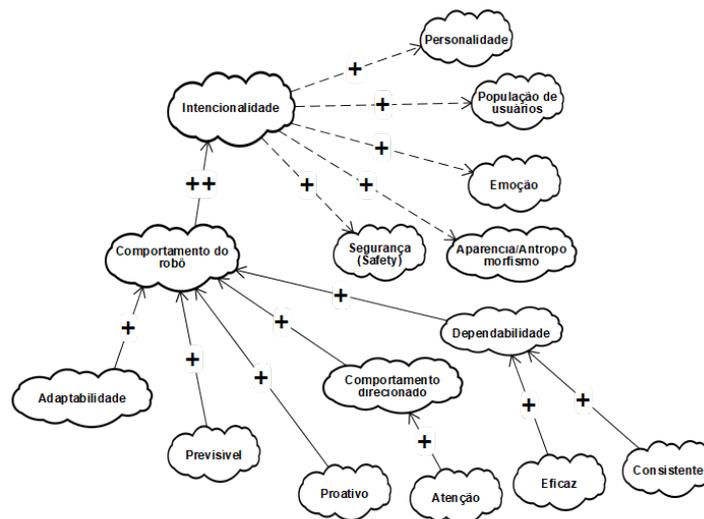


Figura 26 – Requisito de Intencionalidade - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Atributos: Comportamento do robô.

- **Comportamento do robô:** diz respeito à capacidade do robô em realizar um conjunto de reações face às diversas interações propiciadas pelo meio onde está envolvido.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; TAPUS; MATARIC, 2006; MORO; NEJAT; MIHAILIDIS, 2018)

Atributos: Adaptabilidade, Previsível, Proativo, Comportamento direcionado, Dependabilidade.

- **Adaptabilidade:** diz respeito à capacidade do robô em adaptar seu comportamento a mudanças no ambiente, necessidades e/ou preferências do usuário.

Fontes de evidência na literatura: (UMBRICO et al., 2020)

- **Previsível:** diz respeito à capacidade do robô em demonstrar um comportamento que corresponda à expectativa do usuário.

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER, 2013; SCHADENBERG et al., 2021)

- **Proativo:** diz respeito à capacidade do robô em demonstrar comportamento de iniciar uma ação antecipatória que impacta a si mesmos e/ou aos outros.

Fontes de evidência na literatura: (SALICHS et al., 2006; BABEL et al., 2021)

- **Comportamento direcionado:** diz respeito à capacidade do robô de selecionar comportamentos ou ações com base nos objetivos desejados.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003; SALICHS et al., 2006; LANGER et al., 2019)

Atributos: Atenção.

- * **Atenção:** diz respeito à capacidade do robô em exibir comportamento de atenção, através de dicas sociais (ex. seguir com o olhar, apontar e etc) para indicar qual objeto está atualmente em consideração.

Fontes de evidência na literatura: (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003; LOOIJ; NEERINCX; CNOSSEN, 2010)

- **Dependabilidade:** diz respeito à capacidade do robô em se comportar de forma consistente e esperada, bem como sua capacidade para lidar com falhas.

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER, 2013; LEE; NAGUIB, 2020)

Atributos: Eficaz, Consistente.

- * **Eficaz:** diz respeito à capacidade do robô em (de forma correta) determinada tarefa ou função, atingindo o objetivo proposto. **Fontes de evidência na literatura:** (SALEM et al., 2015b)
- * **Consistente:** diz respeito à capacidade do robô em demonstrar o mesmo comportamento esperado em um intervalo de tempo suficientemente longo. **Fontes de evidência na literatura:** (SCASSELLATI; ADMONI; MATARIĆ, 2012)

4.3.11 Papel do Robô

Definição: é o requisito que define qual a função desempenhada pelo robô (assistente, tutor, companheiro, etc).

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011)

Na Figura 27 são apresentadas uma contribuição 'AND' da propriedade Autoridade para o requisito Papel do Robô, duas correlações positivas do requisito Papel do Robô para os requisitos de Intencionalidade e Aparência/Antropomorfismo e duas correlações desconhecidas ('unknown') do requisito de Papel do Robô para os requisitos de Comunicação e Sofisticação de interação.

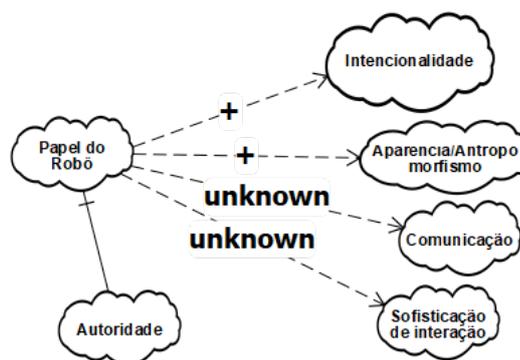


Figura 27 – Requisito de Papel do robô - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Atributos: Autoridade.

- **Autoridade:** diz respeito à capacidade do robô em exercer um certo nível de autoridade em seu papel de interação com o usuário.

Fontes de evidência na literatura: (FEIL-SEIFER; MATARIC, 2011)

4.3.12 Tarefas/Contexto

Definição: diz respeito aos requisitos relacionados ao contexto de uso do robô e as atividades que o robô realizará.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

Na Figura 28 são apresentadas as contribuições do tipo 'AND' dos atributos de Risco/incerteza, Contexto/Tipo da Tarefa, Ambiente físico e Complexidade para o requisito de Tarefa/Contexto. Também são apresentadas duas correlações positivas de Tarefa/Contexto para os requisitos de Aparência/Antropomorfismo e Papel do robô e uma contribuição desconhecida ('unknown') para Segurança (Safety).

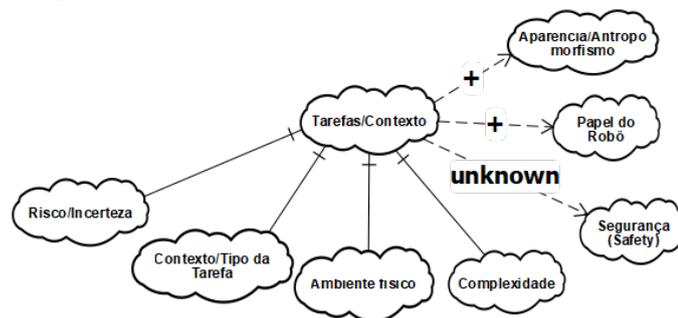


Figura 28 – Requisito de Tarefas/Contexto - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Atributos: Risco/incerteza, Contexto/Tipo da Tarefa, Ambiente físico, Complexidade.

- **Risco/incerteza:** diz respeito à capacidade do robô em mitigar riscos e incertezas envolvidas na execução de suas tarefas e no contexto no qual está inserido.

Fontes de evidência na literatura: (SCHAEFER, 2013; STUCK; HOLTHAUSEN; WALKER, 2021)

- **Contexto/Tipo da Tarefa:** diz respeito às características do robô estarem coerentes com o seu contexto de aplicação e os tipos de tarefas a serem realizadas.

Fontes de evidência na literatura: (LI; RAU; LI, 2010; CAMERON et al., 2015; STUCK; ROGERS, 2018)

- **Ambiente físico:** diz respeito às características do robô estarem de acordo com as regras e restrições do ambiente em que o robô será usado.

Fontes de evidência na literatura:(KIDD, 2003; HANCOCK; BILLINGS; SCHAEFER, 2011; MEGHDARI et al., 2018)

- **Complexidade:** diz respeito a requisitos relacionados à dificuldade de execução das tarefas do robô (ex. conhecimentos prévios, experiência, habilidades específicas e etc).

Fontes de evidência na literatura: (LIU; LI, 2012; HUANG; RAU; MA, 2021)

4.3.13 Modelagem de usuário

Definição: diz respeito à modelagem de atributos do usuário para adequar o comportamento do robô.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

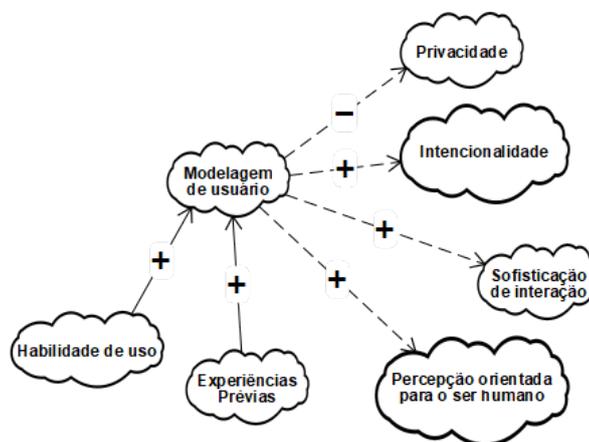


Figura 29 – Requisito de População de usuários - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

A Figura 29 apresenta duas contribuições positivas entre os atributos de Habilidade de uso e Experiências Prévias e o requisito de Modelagem de usuário. Além disso, apresenta três correlações positivas entre o requisito de Modelagem do usuário e os requisitos de Percepção orientada para o ser humano, Sofisticação de interação e Intencionalidade e uma correlação negativa do requisito de Modelagem de usuário para Privacidade.

Atributos: Habilidade de uso, Experiências Prévias.

- **Habilidade de uso:** diz respeito à modelagem da interação/apresentação do robô de acordo com as estimativas ou crenças do usuário sobre a sua própria capacidade de desempenhar uma determinada situação ou tarefa.

Fontes de evidência na literatura: (TURJA; RANTANEN; OKSANEN, 2019)

- **Experiências Prévias:** diz respeito à modelagem da interação/apresentação do robô de acordo com os requisitos relacionados ao histórico de contato do usuário com robôs/-tecnologias.

Fontes de evidência na literatura:(LANGER et al., 2019)

4.3.14 População de usuários

Definição: é o requisito que especifica o conjunto de características dos usuários que serão atendidos pelo robô.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005)

A Figura 30 apresenta duas contribuições positivas (+) entre os atributos de Necessidades e Faixa etária para o requisito de População de usuários e duas correlações positivas (+) entre o requisito de População de usuários e os requisitos de Tarefas/Contexto e Papel do Robô.

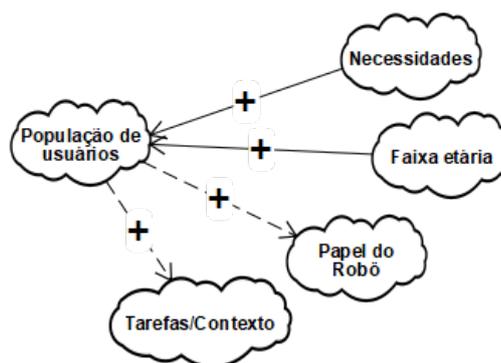


Figura 30 – Requisito de Modelagem de usuário - contribuições e correlações

Fonte: Autora (2022)

Atributos: Necessidades, Faixa etária.

- **Necessidades:** diz respeito a requisitos associados a modelagem das interações/projeto do robô de acordo com possíveis necessidades especiais do usuário (deficiências físicas, déficits cognitivos, déficits sociais e etc).

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; MORO; NEJAT; MIHALIDIS, 2018)

- **Faixa etária:** diz respeito a requisitos associados a modelagem das interações/projeto do robô de acordo com a faixa etária dos usuários.

Fontes de evidência na literatura:(FEIL-SEIFER; MATARIĆ, 2005; OBAYASHI; KODATE; MASUYAMA, 2018; AMUDHU, 2020)

Nesta seção foram apresentados os requisitos principais do Catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança Para Robôs Socialmente Assistivos com suas descrições. As descrições dos subatributos foram feitas de forma parcial.

4.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foram realizadas algumas observações sobre a escolha e organização dos atributos que constituem o catálogo. Em seguida, foi apresentado o processo de construção do catálogo NFR4TRUST, que consiste em um processo composto por 3 fases e 9 tarefas. O catálogo foi representado através de um grafo SIG sem suas correlações, sendo as correlações representadas posteriormente por meio de tabela. Todos os 14 NFRs primários presentes no catálogo foram descritos e apresentados em forma de figura contendo seus atributos e subatributos, bem como suas correlações.

Embora o catálogo NFR4TRUST vise oferecer uma boa cobertura inicial dos Requisitos Não-Funcionais de Confiança, ressaltamos que o catálogo está em constante evolução e não é pretensão que ele esteja completo. No capítulo seguinte será apresentada a avaliação do catálogo, bem como os métodos utilizados, os objetivos da avaliação e os resultados obtidos.

5 AVALIAÇÃO DO CATÁLOGO NFR4TRUST

Neste capítulo será apresentado o processo empregado na avaliação do catálogo proposto. Nele, será retratado os métodos de avaliação, objetivos e a análise dos resultados.

Nesta dissertação os métodos utilizados para a avaliação da pesquisa compreenderam a execução de uma Prova de Conceito em um SARs específico, a avaliação da Prova de Conceito por meio de especialistas de NFR Framework e Interação Humano-Robô e avaliação do catálogo por Engenheiros de Requisitos. O processo envolvido na avaliação foi executado a partir da análise dos resultados obtidos através de entrevistas e um questionário aplicado à comunidade acadêmica de Engenharia de Requisitos.

O objetivo da avaliação foi averiguar com pessoas que possuem experiência na área de Robôs Socialmente Assistivos e na área de Requisitos, se o catálogo NFR4TRUST atende a seus objetivos de auxiliar nas atividades de elicitação e especificação de NFRs de confiança em projetos de desenvolvimento de SARs. O foco da avaliação concentrou-se na relevância dos requisitos, em suas definições, correlações, facilidade de entendimento, utilidade do catálogo e sua utilização e recomendação para projetos futuros.

5.1 PROVA DE CONCEITO

Segundo Silva (2019), o termo Prova de Conceito (*Proof of Concept* - PoC) refere-se a um modelo prático para provar um conceito teórico estabelecido. Esse conceito pode ser oriundo de uma pesquisa ou artigo técnico. A PoC pode ser uma implementação de um método ou ideia de forma completa, resumida ou incompleta, sendo o propósito de sua realização averiguar se o conceito ou teoria estudada pode ser explorado de uma forma útil. Na área de Tecnologia da Informação, a PoC pode se referir também ao desenvolvimento de um protótipo para provar se uma arquitetura ou sistema a ser desenvolvido é viável.

Na seção a seguir será apresentada a Prova de Conceito em um cenário onde o catálogo NFR4TRUST será aplicado para auxiliar a elicitação de especificação de NFRs de Confiança em um sistema robótico do tipo SARs: o robô NAO.

5.1.1 Prova de Conceito no NAO

O Robô Socialmente Assistivo utilizado nesta Prova de Conceito é o NAO, que é um robô desenvolvido pela empresa francesa Aldebaran Robotics, atualmente conhecida como SoftBank Robotics Europe. Neste projeto, usaremos como base o trabalho de Lins (2021) que avalia a utilização do NAO v5 no contexto de fisioterapia para auxiliar na reabilitação motora de membros superiores.

O principal objetivo da utilização do NAO na fisioterapia é manter o estímulo para a manutenção adequada do tratamento do paciente. Os Robôs com características sociais possibilitam que pacientes criem algum tipo de vínculo afetivo com eles aumentando o estímulo à continuidade do tratamento. Outra característica da utilização de SARs na fisioterapia é que quanto maior for a autonomia dos robôs, menos esforço vai ser exigido do fisioterapeuta.

O NAO v5 tem um peso de 5,4 kg e uma altura de 57,4 cm. Sua profundidade com os braços esticados é de 3,11 cm e a largura (ombro a ombro) de 2,75 cm. Na Figura 31 pode-se observar os componentes da estrutura de *Hardware* do NAO.

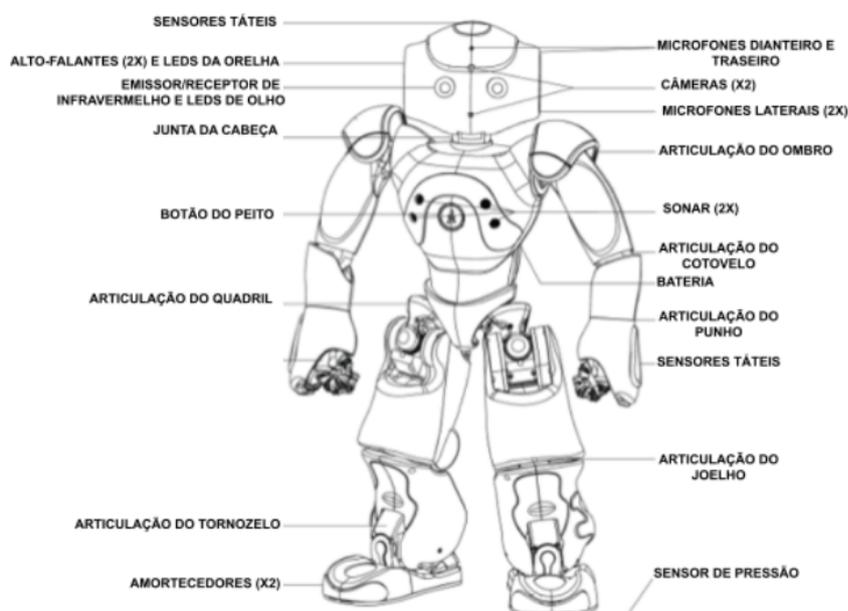


Figura 31 – Hardware NAO

Fonte: Adaptado de Aldebaran (2017)

O NAO possui vantagens que residem tanto em sua aparência quanto em suas habilidades corporais. O conjunto de elementos presente em seu *hardware* permite que ele possa se movimentar (25 graus de liberdade ao total) e se adaptar bem ao ambiente. O comportamento do

NAO é programado com o software Choregraphe, que é um ambiente de programação visual através de blocos.

A Figura 32 mostra a arquitetura do NAOTherapist elaborada no trabalho de González, Pulido e Fernández (2017). Essa arquitetura é utilizada para representar o processo envolvido na reabilitação fisioterápica utilizando o NAO. Pode-se observar na Figura 32, três diferentes critérios de *design* que remetem ao procedimento terapêutico (definição da terapia e etapas de execução da sessão), ao modelo de segmentação de instrução de cognição (percepção, cognição e ação) e aos três níveis de planejamento automatizado (alto, médio e baixo).

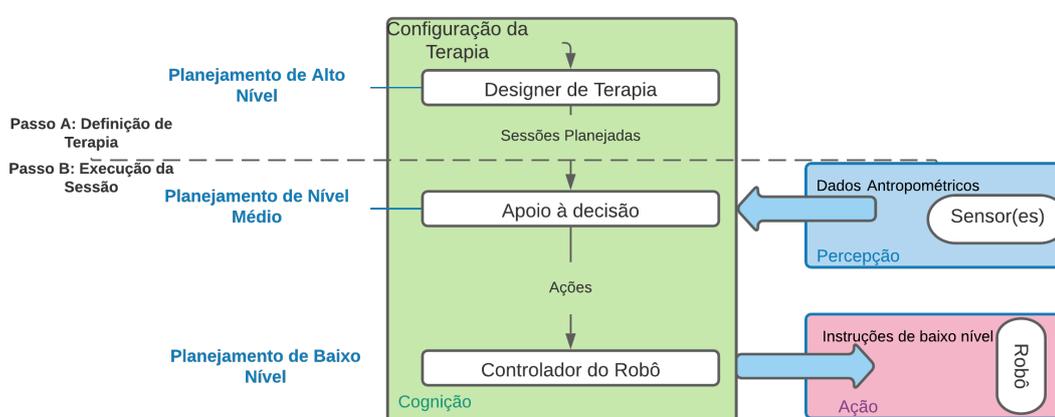


Figura 32 – Arquitetura NAOTherapist

Fonte: Adaptado de González, Pulido e Fernández (2017)

De acordo com o planejamento da arquitetura, o primeiro passo a ser realizado na utilização do NAO no contexto de fisioterapia é fazer o planejamento de alto nível. Esse planejamento compreende o projetista (designer) da terapia que lida com a tarefa de planejar as sessões que fazem parte dessa terapia.

No trabalho de Lins (2021), o projetista da terapia inicia com a delimitação dos movimentos que o NAO irá realizar. O critério de escolha dos movimentos a serem realizados baseou-se na similaridade entre os movimentos do NAO e os movimentos humanos. Entre todos os movimentos que o NAO pode realizar, os de membros superiores (ombro e cotovelo) são os mais similares aos movimentos humanos. É também nos membros superiores que o NAO possui o maior grau de liberdade (12 ao total). A configuração dos exercícios no NAO foi realizada pelo Choregraphe e o seu comportamento gerado através de agrupamento de blocos em sequência com atividades específicas no *software*, onde cada exercício recebe um código.

Os níveis médio e baixo estão incluídos na execução das sessões. Um sistema de controle

está incluído no nível médio que se encarrega de fornecer as ações necessárias que o robô deve executar enquanto detecta e monitora que os efeitos recebidos coincidem com os excedidos. No trabalho de Lins (2021), o NAO é capaz de reconhecer rostos para identificação facial e realizar conversas básicas. Ele não foi programado para dar *feedback* dos exercícios e nem executar conversas mais elaboradas com o usuário. Devido a limitações técnicas e operacionais, o NAO foi utilizado em um baixo nível de autonomia nesse trabalho.

O principio da execução do NAO é o seguinte:

1. O NAO realiza sua sequência de apresentação e retorna para a posição inicial com os braços esticados ao longo do corpo.
2. O fisioterapeuta apresenta um cartão estilo QR *code* ao NAO que o reconhece como um comando.
3. O NAO inicia a rotina previamente programada de movimento.
4. O NAO finaliza as repetições de movimento e volta para sua posição inicial.

O processo da construção da Prova de Conceitos foi executado pela autora dessa dissertação em conjunto com a autora do trabalho de Lins (2021) através da obtenção das informações por meio de entrevistas informais. O processo de avaliação dos artefatos gerados pela PoC também foram avaliados por entrevistas informais.

A entrevista informal é uma técnica de investigação na pesquisa qualitativa que é realizada de forma o menos estruturada possível. Ela se distingue da conversação porque o seu objetivo é a coleta de dados.

Esse tipo de entrevista é recomendado nos estudos exploratórios, onde se pretende ter uma visão mais ampla do problema. Nos estudos desse tipo, é comum recorrer a entrevistas informais com informantes-chaves, que podem ser especialistas no tema em estudo, líderes formais ou informais, personalidades destacadas, entre outros (GIL, 2008). A seguir, é discutido a forma em que as entrevistas para a PoC foram conduzidas.

5.1.2 Condução da Prova de Conceito:

A especialista entrevistada (autora do trabalho Lins (2021)) é formada em Ciência da Computação e também em Fisioterapia, possui experiência na área de requisitos e também em

desenvolvimento de aplicações no contexto de fisioterapia com Robôs Socialmente Assistivos. Foram realizadas três entrevistas com a especialista em questão somando um total de 3 horas e 42 minutos. As reuniões foram realizadas de forma não-presencial através da ferramenta Google Meet e foram gravadas para transcrições posteriores. A execução das reuniões se deram de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Realização de entrevista com especialista de NFR Framework

Reunião Nº	Realizada	Duração	Pauta	Gravada
1	Online Google Meet	1 hora e 22 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação dos fatores de confiança a especialista ▪ Breve apresentação da abordagem NFR Framework ▪ Apresentação do catálogo ▪ Discussão dos NFRs do catálogo ▪ Definição dos NFRs a serem instanciados na Prova de Conceito (Aparência/Antropomorfismo, Emoção e Comunicação) ▪ Coleta das informações sobre o sistema robótico utilizado 	Sim
2	Online Google Meet	1 hora e 15 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção do SIG do NFR de Aparência/Antropomorfismo ▪ Construção do SIG do NFR de Comunicação 	Sim
3	Online Google Meet	1 hora e 5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção do SIG do NFR de Emoção ▪ Discussão sobre a utilidade do catálogo 	Sim

Fonte: Autora (2022)

A primeira reunião realizada teve um carácter explanativo, onde foram apresentados os conceitos pertinentes a essa dissertação. Inicialmente, foram apresentados os fatores de Confiança a especialista. Logo após, foi mostrado uma revisão breve dos conceitos da abordagem utilizada para representação do catálogo, o NFR Framework, pois a abordagem já era conhecida pela especialista.

Após a contextualização dos principais conceitos, foi apresentado o catálogo NFR4TRUST a especialista e, em seguida, foram discutidos os conceitos dos *softgoals*, sendo selecionado quais deles seriam instanciados na Prova de conceito. A especialista selecionou três Requisitos, os quais considerou bastante relevantes, sendo eles: Aparência/Antropomorfismo, Comunicação e Emoção. Nessa reunião também foi coletada a descrição do sistema robótico NAO utilizado no contexto de fisioterapia para auxiliar na reabilitação motora de membros superiores e o objetivo de sua utilização.

Na segunda reunião, foi iniciado o processo de construção dos SIG com base no catálogo NFR4TRUST. Os SIG de Aparência/Antropomorfismo e Comunicação foram construídos em um processo conjunto com a especialista. Na última reunião, foi construído o SIG de Emoção,

também em um processo conjunto. Após finalizar a instanciação do catálogo, foram feitas algumas perguntas à especialista e algumas considerações sobre o uso do catálogo. Serão transcritos a seguir alguns trechos da entrevista realizada na segunda reunião a título de ilustrar as informações discutidas pela especialista.

Alguns trechos relatados pela especialista durante a segunda entrevista:

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo]

Alguma coisa que lembre do tipo... tem que ter nosso formato para fazer a fisioterapia, então tem que ser bípede, ter dois braços, duas pernas, coisas que lembrem características humanas é mais interessante. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Apêndices]

Se estivermos falando de robôs que pareçam mais com humanos... sim é importante ter braços, tronco, cabeça... E tem que ter os apêndices relacionados ao que vamos fazer né? Na questão de ter mão, pode ser alguma coisa que lembre uma mão, mesmo que não seja muito funcional, ela é boa para servir como referência com o paciente, eu posso dizer: oh, presta atenção em que direção vai a mãozinha do NAO... coisas assim. No fim, tem que ser semelhante ao que os humanos têm. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Nível de Realismo]

O paciente não se sentiria muito confortável em realizar a fisioterapia com robôs tipo a sophia... o robô tem que lembrar o ser humano, mas não de mais, tem que ficar no meio termo. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Apêndices/Base/Forma]

A forma da base do NAO ajuda o robô a ficar em pé, mas ela não é muito funcional para fazer exercícios de fisioterapia. Além da posição final não ser fidedigna por isso que a gente excluiu os movimentos de membros inferiores, a base também é pouco estável. Por exemplo, se o terreno for muito liso ele escorrega, se o terreno for um pouco inclinado ele cai. Então a base é assim... ela é bonitinha lembra perninhas, mas assim... ele não é estável. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Características faciais]

Nas características faciais ter olhos e boca já é o suficiente, a boca por exemplo é uma parte lúdica. Quando o robô está interagindo com crianças, ter uma noção que tem uma boca, já faz diferença, dá a impressão de que o robô está se comunicando por ela, fica mais fiel a interação humana. Já os olhos são modo de comunicação também né?... do NAO com a gente... então, é bastante importante ter olhos também, os olhos do NAO podem mudar de cor e isso pode ser usado para indicar, para ajudar na interação. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Apêndices/Cabeça/Peso]

A cabeça do NAO é restrita, não tem tanta movimentação e é pesada em relação ao corpo dele, a cabeça afeta o equilíbrio e a estabilidade do robô. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Durabilidade]

O NAO precisa ser resistente à queda... ele tem que aguentar o tranco. Então, ele tem que ser resistente à queda e tem que ser resistente à frequência de exercício... eu acho que está em durabilidade. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Tipos de borda]

O robô precisa ter borda arredondada, porque a quadrada é visualmente menos apelativa e a arredondada mostra um pouco mais de suavidade, o robô fica com um aspecto mais amigável, e depois, se a gente estiver tratando de crianças ou pessoas com distúrbio de equilíbrio que sem querer caiam em cima do robô, se o robô tem uma ponta quadrada... não dá, vai machucar... então tem que ser arredondada. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Tamanho]

A questão do tamanho... para o propósito dele, o NAO está bom. Os robôs não podem ser muito grandes para não gerar desconforto no usuário e não podem ser pequenos de mais, eles precisam estar bem no campo de visão do usuário e precisam estar de acordo com a tarefa ... porque, por exemplo, se um robô precisa carregar um paciente... ele não pode ser pequeno. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Capacidade funcional/ Movimento biológico realista/DOF]

Quanto aos graus de liberdade, é importante que o robô proporcione os movimentos o mais próximo possível dos movimentos humanos, mas como isso não é possível totalmente com o hardware que a gente tem hoje, a gente tem que selecionar os movimentos mais próximos possíveis. O robô não vai ter tanta amplitude de movimento, mas ele vai executar o mais próximo possível, o que é bom. E aí, por isso, é bom a gente mapear os graus de movimento do robô comparando com o humano. Tem que ter no mínimo 70% de amplitude dos movimentos que a gente faz [o robô], porque não dá para fazer um movimento que seja muito inferior, isso seria prejudicial ao tratamento. O que a gente procurou no NAO, o que, pra mim, já foi o suficiente... foi ele fazer apenas os exercícios que chegavam próximos do que a gente faz. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Aparência&Antropomorfismo/Características físicas/Tipo de material/Construção]

O material do robô tem que ser bem leve e resistente, e não pode ser inflamável também... porque é um dispositivo eletrônico. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Comunicação/Modo de Comunicação/verbal/Auditiva/Voz/-Tom]

A voz do robô tem que ser clara... ela tem que ser entendível, então o tom da voz do robô precisa estar de uma forma que o usuário vá escutar e compreender bem. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Comunicação/Modo de Comunicação/verbal/Auditiva/Voz/-Tipo]

Os usuários tendem a entender melhor a voz mais parecida com a voz humana, mas é bom que o tipo de voz case com a aparência/antropomorfismo... porque se eu tenho um robô que parece muito realista e tem a voz muito robótica fica estranho... a voz do NAO está legal, ela combina com a aparência dele. (Autora de Lins (2021)).

[Discutindo sobre Correlações/Características faciais/ Nível de realismo]

As características faciais do NAO vão influenciar positivamente no nível de realismo dele... O NAO não é realista em um nível muito desconfortável, ele é normal...a face dele é bem neutra. (Autora de Lins (2021)).

As entrevistas tiveram um baixo nível de interferência. Porém a autora dessa dissertação esclareceu dúvidas sobre alguns conceitos. Ademais, a especialista discorreu livremente sobre os NFRs e a autora desta dissertação montou o SIG. A base do catálogo já havia sido construída previamente na ferramenta StarUML¹ e a especialista apenas indicou quais conceitos não deveriam estar presentes e outros que seriam pertinentes para a aplicação em questão. Nas reuniões foi possível identificar alguns refinamentos, operacionalizações, contribuições e correlações.

A seguir, serão apresentados os catálogos instanciados na Prova de Conceito referentes aos NFRs de Aparência/Antropomorfismo, Comunicação e Emoção.

5.1.3 Instanciação do catálogo NFR4TRUST para a Prova de Conceito

Nesta seção, são apresentados os Grafos SIG dos Requisitos de Aparência/Antropomorfismo, Comunicação e Emoção do sistema robótico NAO. Foram representadas as contribuições, correlações e operacionalizações.

¹ Ferramenta de modelagem que permite a criação de diagramas UML e através da instalação do plugin RE-Tools permite a modelagem do NFR Framework.

A ferramenta utilizada para a representação desses SIGs foi a StarUML. A seguir descreveremos um pouco sobre a notação da ferramenta.

- **Nuvens claras inteiras:** *softgoal* NFR.
- **Nuvens escuras:** operacionalizações - implementações de soluções.
- **Nuvens claras pontilhadas:** Afirmações (*Claims*) - fundamentação lógica.
- **setas cheias e preta:** contribuição do tipo 'AND'.
- **Setas cheias e verdes (++):** contribuição do tipo suficientemente positiva.
- **Setas cheias e verdes (+):** contribuição do tipo parcialmente positiva.
- **Setas cheias e vermelhas (- -):** contribuição do tipo suficientemente negativa.
- **Setas cheias e vermelhas (-):** contribuição do tipo parcialmente negativa.
- **Setas pontilhadas e verdes (+):** correlações do tipo parcialmente negativa.
- **Setas pontilhadas e vermelhas (-):** correlações do tipo parcialmente negativa.

Aparência/Antropomorfismo: na Figura 33 é apresentado o SIG de Aparência/Antropomorfismo do NAO. Na construção desse SIG foi possível representar contribuições e correlações positivas e negativas bem como chegar a 12 operacionalizações e 2 afirmações (*Claims*). Além disso, surgiram 4 novos refinamentos que não constam no catálogo NFR4TRST:

- Características físicas-> Apêndices-> Braço-> Mão-> **A forma deve ser compatível com o tipo de tarefa que será realizada[Mão];**
- Características físicas-> Durabilidade-> **Resistentes a quedas[NAO];**
- Características físicas-> Tipos de bordas-> **Deve ter bordas chanfradas[NAO];**
- Características físicas-> Idade aparente-> **Deve evidenciar características mais infantis quando lidar com crianças[NAO].**

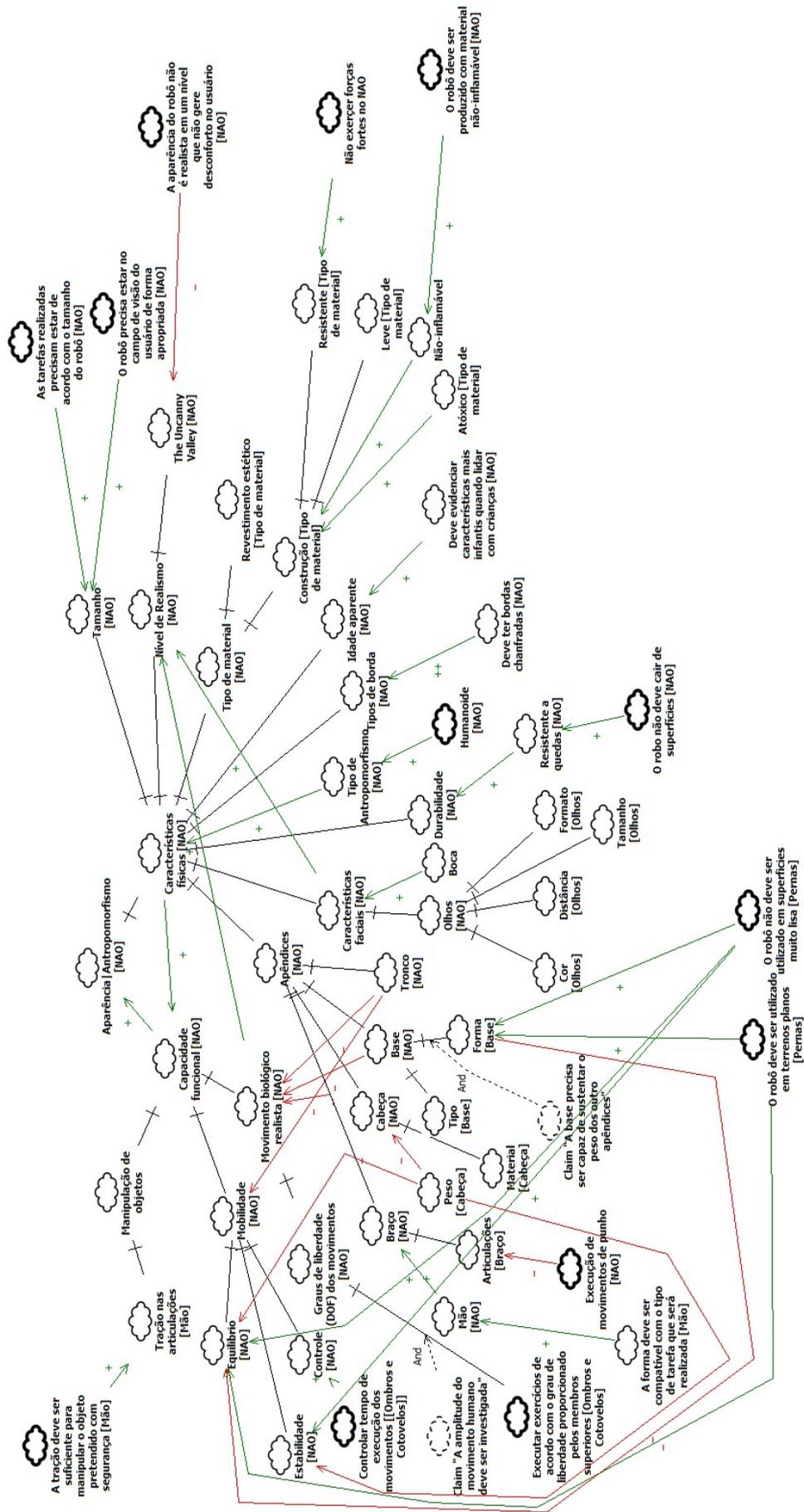
Comunicação: na Figura 34 é apresentado o SIG de Comunicação do NAO. Na construção desse SIG foi possível representar contribuições e correlações positivas bem como chegar a 15 operacionalizações e 2 afirmações (*Claims*). Além disso, surgiram 5 novos refinamentos que não constam no catálogo NFR4TRST:

- Verbal-> Auditiva-> Diálogo-> Iniciativa-> **O robô deve inicializar o diálogo[Diálogo];**
- Verbal-> Auditiva-> Diálogo-> Iniciativa-> **O robô deve fazer perguntas sobre o estado do usuário[Diálogo];**
- Não-verbal-> Gestos-> **O robô deve combinar gestos corporais simples enquanto fala[Gestos];**
- Feedback-> **Olhos[LEDs];**
- Feedback-> Alarme-> Tipo-> **Som[Feedback].**

Emoção: na Figura 35 é apresentado o SIG de Emoção do NAO. Na construção desse SIG foi possível representar contribuições positivas e negativas bem como chegar a 5 operacionalizações e 1 afirmação (*Claim*). Além disso, surgiram 7 novos refinamentos que não constam no catálogo NFR4TRST:

- Postura emocional-> Movimentos no plano-> **Para frente[Movimentos no plano];**
- Postura emocional-> Movimentos no plano-> **Para trás[Movimentos no plano];**
- Postura emocional-> Movimentos no plano-> **Neutro[Movimentos no plano];**
- Postura emocional-> Ângulos das juntas-> **Flexão da cabeça[Ângulos];**
- Postura emocional-> Ângulos das juntas-> **Adução do ombro[Ângulos];**
- Postura emocional-> Ângulos das juntas-> **Balanço do ombro[Ângulos];**
- Postura emocional-> Ângulos das juntas-> **Flexão do cotovelo[Ângulos].**

Figura 33 – Prova de Conceito - Aparência|Antropomorfismo



Fonte: Autora (2022)

Figura 34 – Prova de Conceito - Comunicação

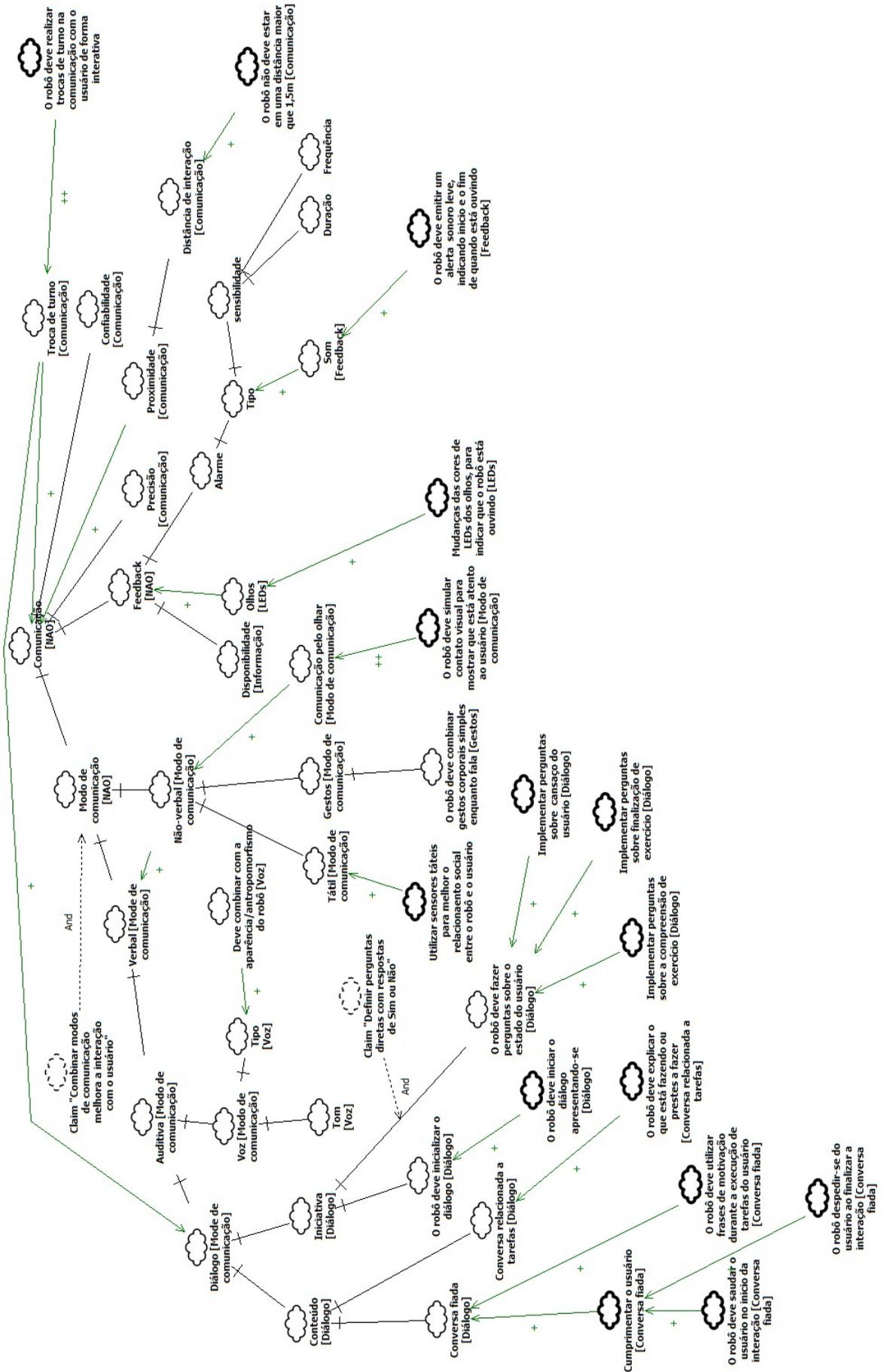
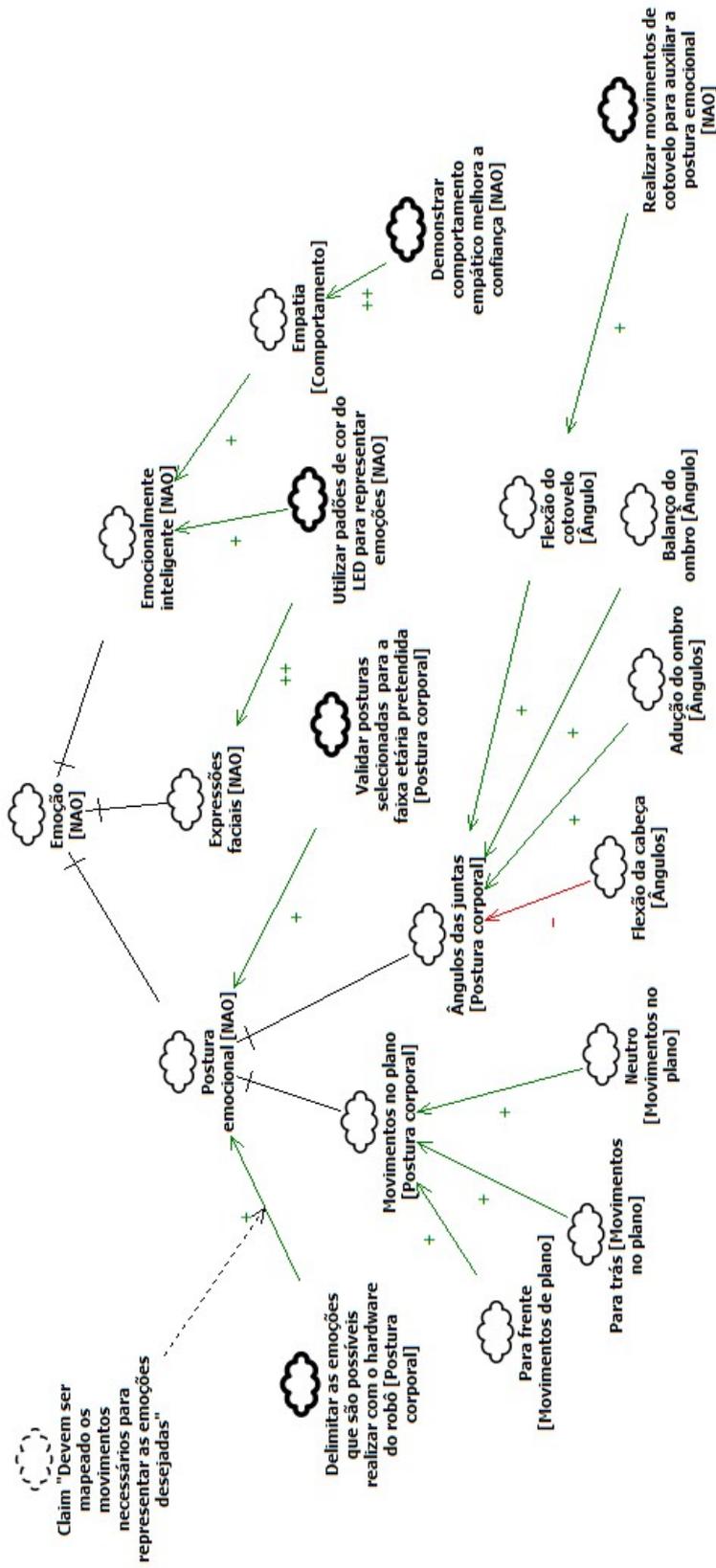


Figura 35 – Prova de Conceito - Emoção



Fonte: Autora (2022)

5.1.4 Resultados e Discussão - Prova de Conceito

A elicitação e especificação de requisitos do sistema robótico NAO foi realizado em estilo programação em par², onde o “piloto” (autora desta dissertação), construiu os artefatos na ferramenta (StarUML) em sua máquina (fazendo compartilhamento de tela), enquanto o “co-piloto”, no caso a especialista em questão, analisava e discutia os NFRs, seus refinamentos, contribuições, correlações, afirmações (*claims*) e operacionalizações pertinentes à aplicação do NAO no contexto de reabilitação motora de membros superiores. As perguntas que foram feitas à especialista em questão, após a finalização da instanciação do catálogo sobre o uso dele, serão transcritas a seguir.

- **“Você acha que é pertinente identificar requisitos não-funcionais associados a perspectiva de confiança do usuário em projetos com Robôs Socialmente Assistivos?”**
 - *“Acho sim”*
- **“Você acha que o catálogo pode ajudar na elicitação de requisitos não-funcionais de confiança que sejam relevantes para projetos de SARs?”**
 - *“Sim. É bom saber com o que vamos lidar. Tipo, especificações, características do dispositivo. Ajuda a planejar o que é possível fazer.”*
- **“Houve dificuldade na utilização do catálogo?”**
 - *“Não achei. O catálogo está claro para mim.”*
- **“Você utilizaria esse catálogo?”**
 - *“Usaria. Gosto de saber com o que estou lidando.”*

Com a aplicação desta Prova de Conceito, observamos que nossa abordagem se mostrou útil na elicitação dos requisitos. O catálogo NFR4TRUST conseguiu cobrir de forma eficiente os requisitos Não-Funcionais de Confiança do NAO. Ao desenvolver os SIG da PoC em conjunto com a especialista, já foram sendo feitas as validações dos artefatos finais gerados, ou seja, os

² É uma técnica de desenvolvimento de software ágil em que dois programadores trabalham juntos em uma estação de trabalho. Um deles, o “piloto”, escreve o código, enquanto o outro, chamado de “co-piloto”, analisa cada linha do código.

catálogos SIG. A especialista afirmou que os catálogos gerados conseguiram expressar e ilustrar de forma simples os Requisitos Não-Funcionais de Confiança do sistema robótico. Além disso, na visão dela, pensar nos requisitos presentes no catálogo ajuda a planejar melhor e restringir o que precisa ser desenvolvido/projetado no robô e em sua interação com o usuário e o ambiente.

5.1.5 Avaliação com especialistas específicos

A Prova de conceito passou por um processo de avaliação quanto ao uso da abordagem NFR Framework e quanto à área de Interação Humano-Robô. Foram entrevistados dois especialistas sênios, o primeiro especialista tem uma vasta experiência com a abordagem NFR Framework e o segundo especialista atua na área acadêmica com Interação Humano-Robô há mais de sete anos e a quatro anos com Robôs do tipo social. As reuniões ocorreram conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Realização de entrevista com especialistas

Especialista	Reunião realizada	Duração	Pauta	Objetivo
NFR Framework	Online Google Meet	1 hora e 49 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação dos fatores de confiança ao especialista ▪ Apresentação do catálogo e da Prova de Conceito ▪ Discussão sobre utilização da abordagem NFR Framework no catálogo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar a correteude de utilização da abordagem
Interação Humano-Robô	Online Google Meet	1 hora e 01 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação dos fatores de confiança ao especialista ▪ Breve apresentação da abordagem NFR Framework ▪ Apresentação do catálogo geral e da Prova e Conceito ▪ Discussão dos NFRs do catálogo no contexto de HRI ▪ Realização de perguntas objetivas ao especialista 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar a relevância quanto aos conceitos de HRI e a viabilidade de utilização

Fonte: Autora (2022)

A reunião com o especialista da abordagem NFR Framework teve uma duração de 1 hora e 49 minutos e foi realizada de maneira remota pela ferramenta Google Meet, sendo gravada para consultas posteriores. Na primeira parte da reunião, foi apresentado ao especialista uma breve contextualização dos fatores de confiança para justificar a escolha dos NFRs. Logo após, foi mostrada a estrutura completa do catálogo e apresentado com mais detalhes os catálogos instanciados na Prova de Conceito. O especialista discutiu sobre a forma em que a abordagem estava sendo utilizada, suas contribuições, correlações e operacionalizações.

A segunda entrevista, realizada com o especialista da área de HRI também aconteceu de forma remota e pela ferramenta Google Meet. A reunião teve uma duração de 1 hora e 1 minuto e foi gravada para consultas posteriores. Na primeira parte da reunião, foi apresentado os fatores de confiança ao especialista. Logo após, foi dada uma breve contextualização da abordagem NFR Framework, explicando o que era um *softgoal*, operacionalização e os símbolos usados para ligar esses artefatos (contribuições e correlações).

O catálogo completo foi apresentado ao especialista, porém, apenas os NFRs da Prova de Conceito foram detalhados. Após a apresentação dos catálogos gerados na Prova de Conceito, foram discutidos com o especialista acerca da relevância daqueles Requisitos como atributos de qualidade referente a confiança em Robôs Socialmente Assistivos. No final da reunião foram feitas algumas perguntas ao especialista que serão discutidas na seção a seguir.

5.1.6 Resultados e Discussão - Avaliação com especialistas específicos

O objetivo da entrevista com o especialista da abordagem NFR Framework foi verificar a corretude de utilização da abordagem. Os Catálogos gerados com a PoC conseguiram ser avaliados e o especialista deu *feedbacks* sobre os artefatos gerados. De modo geral, foi constatado que o NFR Framework está condizente com as diretrizes de aplicação da abordagem e que a aplicação do catálogo possibilita chegar em algumas operacionalizações. As modificações sugeridas foram utilizadas para melhorar o catálogo.

A avaliação com o especialista de Interação Humano-Robô teve o objetivo de verificar a aplicabilidade em cenários reais. As seguintes perguntas foram feitas ao especialista:

- ***“Conhece o conceito de confiança (Trust) na área de HRI? Alguma vez pesquisou esse conceito?”***
 - *“Sim, porque tem um projeto que trabalha com confiança na interação humano-robô, mas humano-robô industrial, e eu tenho uma aluna de doutorado que estava trabalhando nesse projeto.”*
- ***“Dentro das características (fatores) de confiança, qual você acha que é a mais importante?”***
 - *“Preservar o usuário[safety]...” [Entrevistador] “mas se tratando de aplicações onde o contato físico não é prioridade e pode não acontecer...”*

-
- *“aí seria preservar as informações do usuário né?... a questão da confidencialidade dos dados dos usuários.”*
 - ***“Você acha que esse catálogo poderia ser utilizado para fazer um design ou projetar uma aplicação de SARs com a perspectiva de confiança?”***
 - *“Acredito que sim... projetar uma aplicação eu acho mais fácil.”*
 - ***“Você usaria esse catálogo?”***
 - *“Eu achei ele bem interessante, acredito que sim.”*
 - ***“Você recomendaria esse catálogo?”***
 - *“Sim.”*
 - ***O que você acha que pode melhorar no catálogo?***
 - *“Descrever com mais detalhes todos os itens... [se referindo ao nível de refinamento] e fazer o catálogo de uma forma que possa esconder parte dele, e ao clicar se possa expandir um parte ou esconder ela...”*

Na avaliação com o especialista de HRI, foi possível verificar a relevância dos NFRs para o domínio de SARs e a viabilidade de aplicação do catálogo em cenários reais. O especialista afirmou que o catálogo poderia ser utilizado principalmente para projetar aplicações de SARs.

5.2 AVALIAÇÃO COM ENGENHEIROS DE REQUISITOS ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIO

A aplicação de questionário é uma técnica de investigação que tem o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, interesses, expectativas entre outros. Essa técnica é realizada através de um conjunto de questões que são submetidas às pessoas (GIL, 2008).

Segundo Gil (2008), a construção de um questionário consiste em idealizar questões específicas através da tradução dos objetivos da pesquisa. Os dados adquiridos pelas respostas a estas questões irão ajudar a representar as características da população ou testar suposições que são construídas durante o planejamento da pesquisa.

Os questionários podem ser do tipo auto-aplicados, quando são propostos por escrito aos participantes, ou podem ser aplicados com entrevista, quando as questões são formuladas

oralmente pelo pesquisador. Nesta avaliação utilizamos um questionário auto-aplicado que foi disponibilizado de forma online.

A aplicação do instrumento ocorreu de maneira remota via Google Meet com o preenchimento do questionário no Google Forms. Esta pesquisa contou com 20 participantes voluntários. Os perfis dos participantes desta pesquisa foi constituído de Engenheiros de Requisitos.

Os participantes da pesquisa foram convidados em duas etapas: a primeira através de contato via e-mail. Neste contato foi apresentado um resumo sobre o trabalho e a forma que seria aplicada a avaliação. Foram convidados 12 participantes, 10 desses participantes são membros do Laboratório de Engenharia de Requisitos (LER) e os outros 2 são pós-graduandos com experiência de 1 ano em pesquisa de robôs sociais. Dos 12 participantes convidados, todos realizaram a avaliação.

Na segunda etapa do recrutamento, foram convidados os alunos da disciplina de pós-graduação de Engenharia de Requisitos, ministrada no Centro de informática da . os participantes foram recrutados através de uma atividade no Google Sala de Aula. Dos 8 participantes recrutados, 8 participantes realizaram a avaliação.

No dia da avaliação os participantes entraram no Google Classroom para acessar a sala virtual disponibilizada para a disciplina no Google Meet. Para participação na avaliação foi necessário concordar com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Disponível no Apêndice A). O questionário utilizado nesta pesquisa foi organizado em três partes. Na primeira, são apresentadas 8 perguntas para definir o perfil dos participantes; em seguida, foram apresentadas 7 perguntas sobre o catálogo. Na parte final são apresentadas 5 perguntas subjetivas com o objetivo de possibilitar aos participantes uma complementação da avaliação do catálogo, seja para esclarecer seu ponto de vista, seja para incluir algo de sua experiência. A métrica utilizada para analisar as respostas do questionário foi a escala desenvolvida por (LIKERT, 1932). A seguir serão apresentadas as análises das respostas do questionário.

5.2.1 Perfil dos participantes

Foram analisados os dados dos 20 participantes através do preenchimento de um questionário demográfico que visava possibilitar a análise tanto do perfil dos participantes, quanto do nível de conhecimento acerca dos temas abordados na pesquisa.

▪ **Questão 1 - Qual a sua maior formação?**

Na Figura 36 é apresentada o perfil acadêmico dos participantes da pesquisa. Um percentual de 30% (6/20) dos participantes possuem Doutorado incompleto, 30% (6/20) possuem Mestrado incompleto. 25% (5/20) concluíram o Mestrado e dos outros 15% (3/20), 1 possuía Especialização, 1 Graduação e 1 Pós-Doutorado.

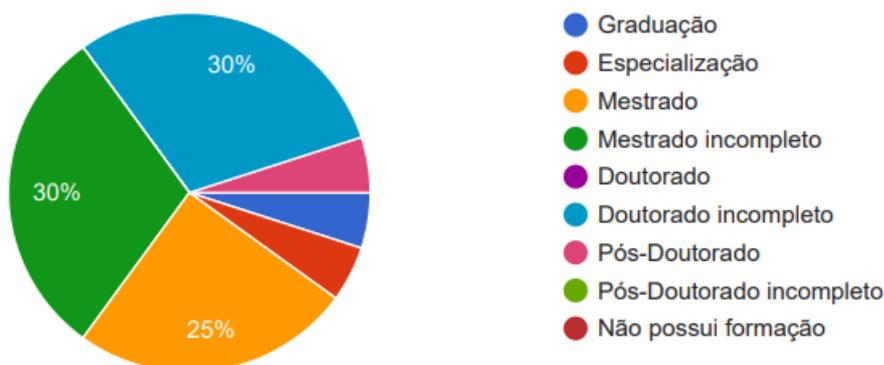


Figura 36 – Perfil Acadêmico dos Participantes

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 2 - Como você definiria seu nível de conhecimento em elicitação de requisitos?**

A Figura 37 apresenta um gráfico pizza com o nível de conhecimento dos participantes em Elicitação de Requisitos. 10% (2/20) dos participantes informaram possuir baixo conhecimento de elicitação de requisitos, 55% (11/20) possuíam conhecimento médio, 30% (6/20) possuíam conhecimento alto e 5% (1/20) informaram possuir conhecimento muito alto em elicitação de requisitos.

▪ **Questão 3 - Tem alguma experiência profissional com elicitação e especificação de requisitos?**

A Figura 38 apresenta um gráfico pizza com a experiência profissional em elicitação e especificação de requisitos dos participantes. 50% (10/20) dos participantes possuíam muito pouca experiência profissional em elicitação e especificação de requisitos, 15% (3/20) não possuíam nenhuma experiência profissional em elicitação e especificação de requisitos e 35% (7/20) possuíam experiência profissional em elicitação e especificação de requisitos.

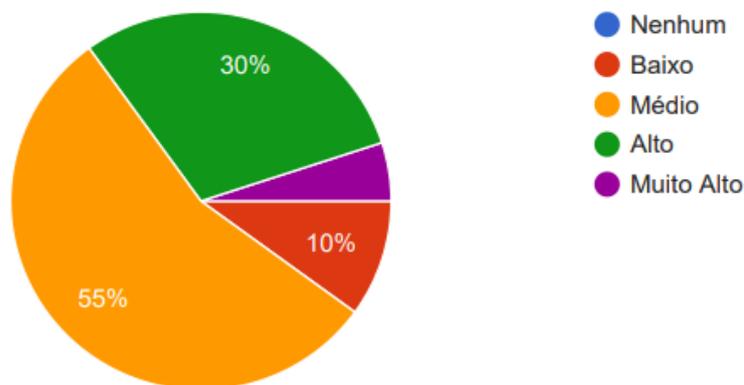


Figura 37 – Nível de conhecimento dos participantes em elicitación de requisitos

Fonte: Autora (2022)

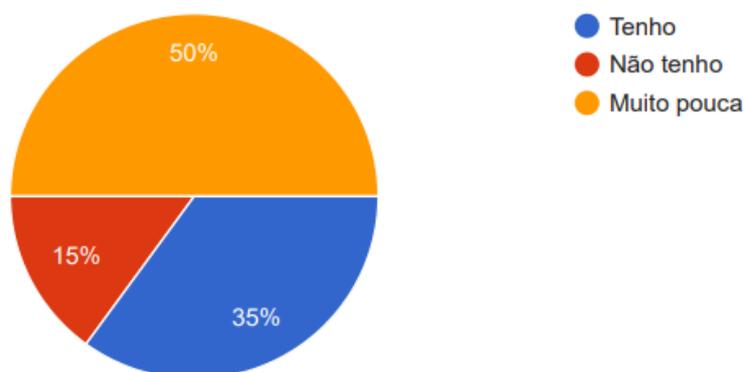


Figura 38 – Os participantes tem alguma experiência profissional com elicitación e especificación de requisitos

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 4 - Como você definiria seu nível de conhecimento na abordagem NFR Framework?**

A Figura 39 apresenta um gráfico pizza com o nível de conhecimento dos participantes na abordagem NFR Framework. 10% (2/20) dos participantes informaram que não possuíam nenhum conhecimento sobre a abordagem, 35% (7/20) tinham baixo conhecimento na abordagem, 45% (9/20) informaram que possuíam um conhecimento médio sobre a abordagem e 10% (2/20) possuíam um conhecimento alto sobre a abordagem.

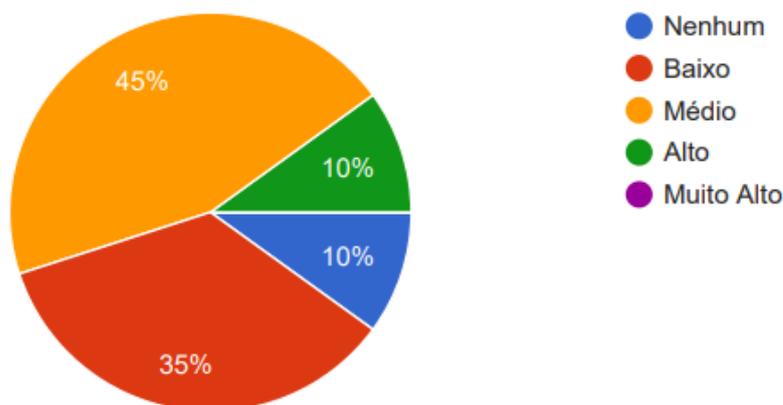


Figura 39 – Nível de conhecimento dos participantes na abordagem NFR Framework

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 5 - Como você definiria seu nível de conhecimento em Interação Humano-Robô?**

A Figura 40 apresenta um gráfico pizza com o nível de conhecimento dos participantes na área de Interação Humano-Robô. 10% (2/20) dos participantes informaram que não possuíam nenhum conhecimento na área, 50% (10/20) possuíam baixo conhecimento na área, 30% (6/20) informaram que possuíam um conhecimento médio na área, 5% (1/20) informaram que possuíam um conhecimento alto na área e 5% (1/20) informaram que possuíam um conhecimento muito alto na área.

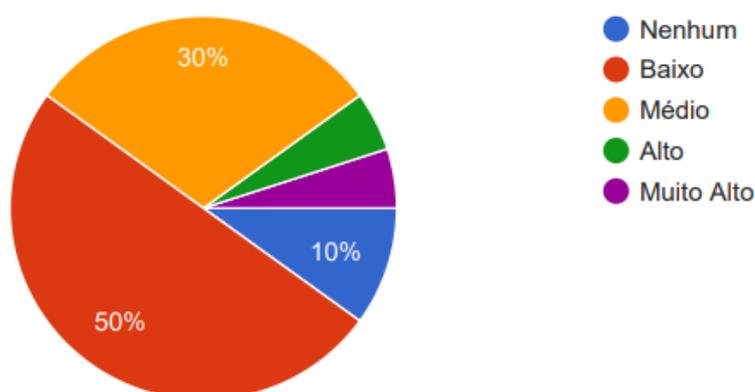


Figura 40 – Nível de conhecimento dos participantes em Interação Humano-Robô

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 6 - Alguma vez você já ouviu falar ou conhece os fatores de Confiança de Interação Humano-Robô?**

A Figura 41 apresenta um gráfico pizza com o nível de conhecimento dos participantes nos fatores de Confiança na Interação Humano-Robô. 25% (5/20) dos participantes informaram que nunca ouviram falar de nenhum fator da área, 45% (9/20) já ouviram falar de alguma forma dos fatores da área, 15% (3/20) conhecem os fatores da área, 10% (2/20) não conhecem a área e 5% (1/20) conhecem os fatores, mas não sabiam que era uma área de pesquisa.

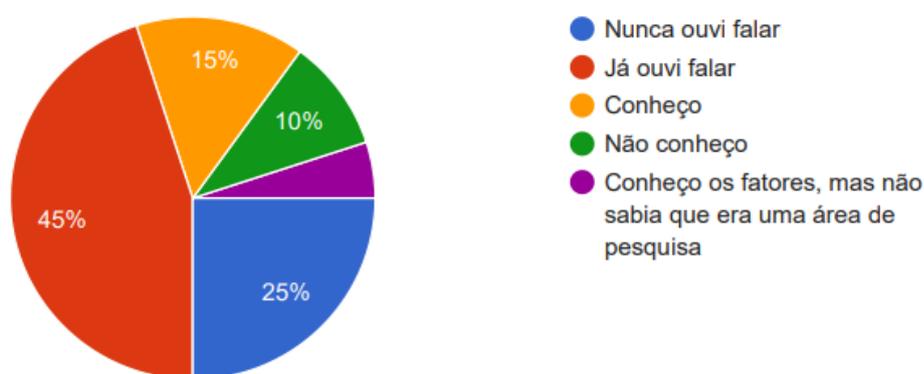


Figura 41 – Nível de conhecimento dos participantes em Confiança na Interação Humano-Robô

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 7 - Como você definiria seu nível de conhecimento em robótica social?**

A Figura 42 apresenta um gráfico pizza com o nível de conhecimento dos participantes sobre robótica social. 20% (4/20) dos participantes informaram que não possuíam nenhum conhecimento em robótica social, 55% (11/20) possuíam baixo conhecimento em robótica social, 15% (3/20) possuíam um conhecimento médio em robótica social, 5% (1/20) possuíam alto conhecimento em robótica social e 5% (1/20) informaram que possuíam conhecimento muito alto em robótica social.

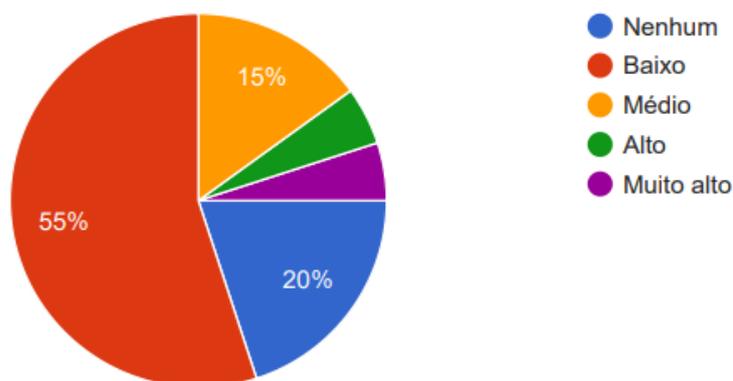


Figura 42 – Nível de conhecimento dos participantes em robótica social

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 8 - Como você definiria seu nível de conhecimento em robótica socialmente assistiva?**

A Figura 43 apresenta um gráfico pizza com o nível de conhecimento dos participantes sobre robótica socialmente assistiva. 30% (6/20) dos participantes informaram que não possuíam nenhum conhecimento em robótica socialmente assistiva, 45% (9/20) possuíam baixo conhecimento em robótica socialmente assistiva, 15% (3/20) possuíam um conhecimento médio em robótica social, 5% (1/20) possuíam alto conhecimento em robótica socialmente assistiva e 5% (1/20) informaram que possuíam conhecimento muito alto em robótica socialmente assistiva.

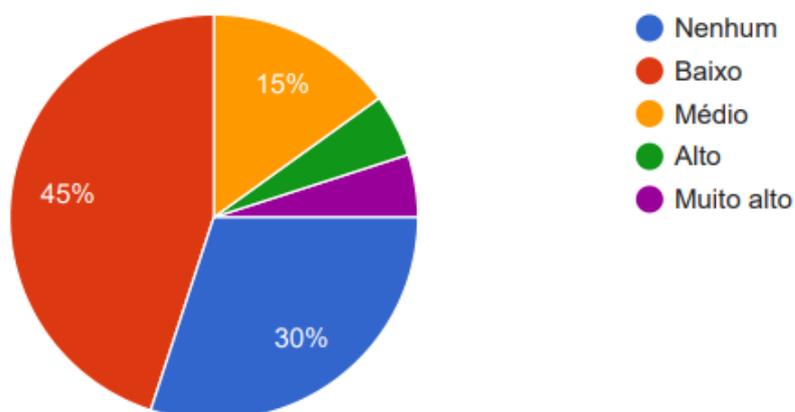


Figura 43 – Nível de conhecimento dos participantes em robótica socialmente assistiva

Fonte: Autora (2022)

5.2.2 Discussão Perfil dos participantes

De acordo com a Figura 37, a maior parte dos participantes se identificaram como tendo conhecimento Médio, Alto ou Muito Alto em elicitaco de requisitos (90% (18/20)). Dentro desse percentual de 90%, existe um percentual de 61,1% (11/18) que possuem conhecimento Alto ou Médio em NFR Framework, o que configura 55% (11/20) dos participantes.

Ao total, os participantes que possuem conhecimento Médio, Alto e Muito Alto em elicitaco, Alto e Médio em NFR Framework e Médio ou Muito Alto em Robótica Socialmente Assistiva representam 15% (3/20). Já quem tem Médio, Alto e Muito Alto em elicitaco de requisitos, Alto e Médio em NFR Framework e baixo conhecimento em Robótica Socialmente Assistiva representam 25% (5/20). Desses 40% (8/20), apenas 12,5% (1/8) nunca ouviram falar de Confiança. No fim, se tem uma amostra significativa de conhecimento distribuído em todas as 4 principais áreas do catálogo de 35% (7/20).

5.2.3 Avaliaco do catálogo NFR4TRUST

- **Questão 9 - Os Requisitos Não-Funcionais apresentados no catálogo NFR4TRUST são pertinentes a construo de projetos de Robôs Socialmente Assistivos (SARs) que transmitam mais Confiança.**

Conforme pode ser visto na Figura 44, 80% (16/20) dos participantes concordaram totalmente com essa afirmativa, 15% (3/20) concordaram parcialmente e 5% (1/20) foram neutros. Por isso, pode-se concluir em relao as respostas da maioria dos participantes que os Requisitos Não-Funcionais apresentados no catálogo NFR4TRUST são propícios a construo de projetos de Robôs Socialmente Assistivos que transmitam mais confiança.

- **Questão 10 - As CORRELAÇÕES apresentadas no catálogo NFR4TRUST são condizentes com as relações entre os fatores de Confiança dos Robôs Socialmente Assistivos.**

O objetivo desta questão é saber se as correlações apresentadas no catálogo estão bem definidas e refletem o contexto real destes sistema robóticos. Com relao a essa afirmação, podemos ver através da Figura 45 que 80% (16/20) dos participantes concordaram totalmente, 15% (3/20) concordaram parcialmente com esse afirmação e 5% se decla-

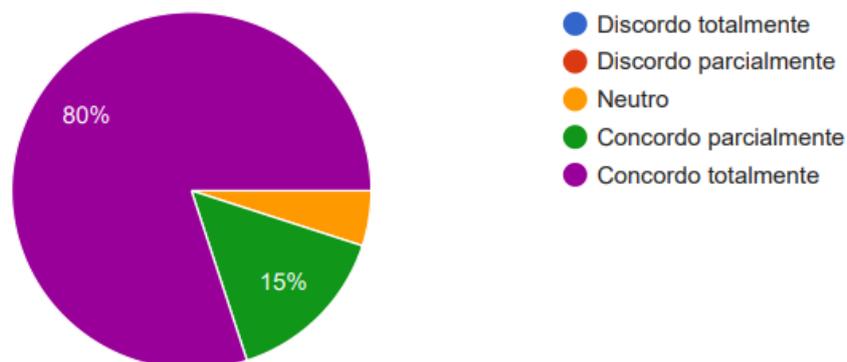


Figura 44 – Questão 9

Fonte: Autora (2022)

raram neutro. As outras opções não foram selecionadas pelos participantes.

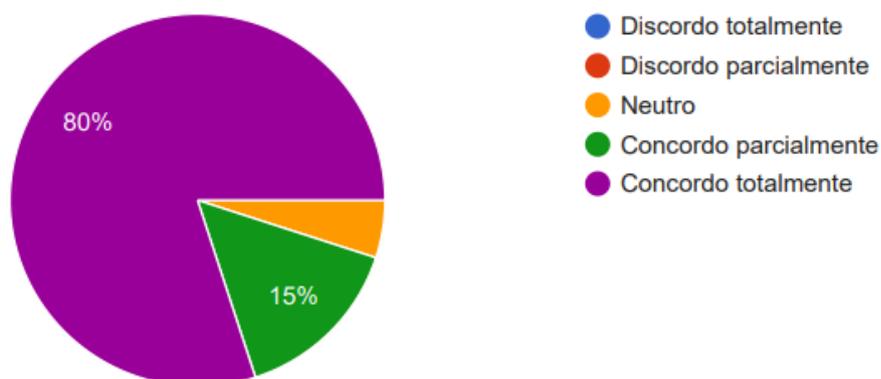


Figura 45 – Questão 10

Fonte: Autora (2022)

- **Questão 11 - Os requisitos de Confiança do catálogo NFRTRUST apresentam definições adequadas.**

De acordo com a Figura 46, um percentual de 95% (19/20) dos participantes concordam totalmente com as definições apresentadas no catálogo e 5% (1/20) se declarou neutra. As opções discordo totalmente, discordo parcialmente e concordo parcialmente não foram respondidas pelos participantes. Portanto, de acordo com o resultado obtido, as definições obtidas a partir da literatura são consistentes, segundo a opinião dos participantes.

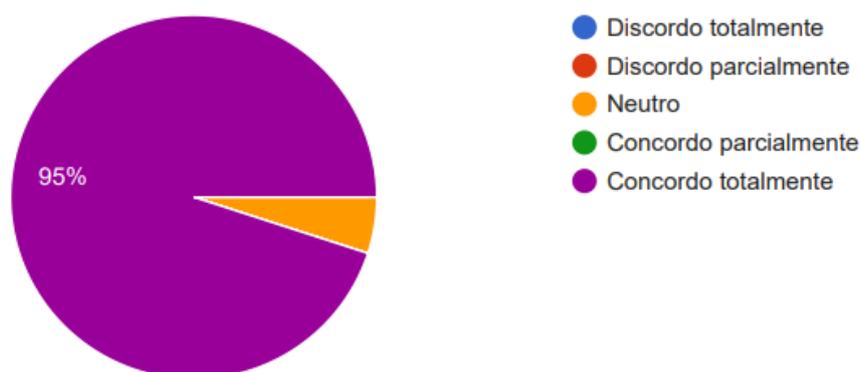


Figura 46 – Questão 11

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 12 - O catálogo NFR4TRUST é de fácil entendimento.**

Em relação a facilidade de entendimento do catálogo, a Figura 47 mostra que 50% (10/20) dos participantes concordam totalmente que o catálogo apresenta uma fácil compreensão, 45% (9/20) concordam parcialmente e 5% (1/10) se mostraram neutros. De acordo com estes resultados, pode-se chegar a conclusão que segundo a maioria dos participantes (95%), a apresentação do catálogo é de fácil compreensão.

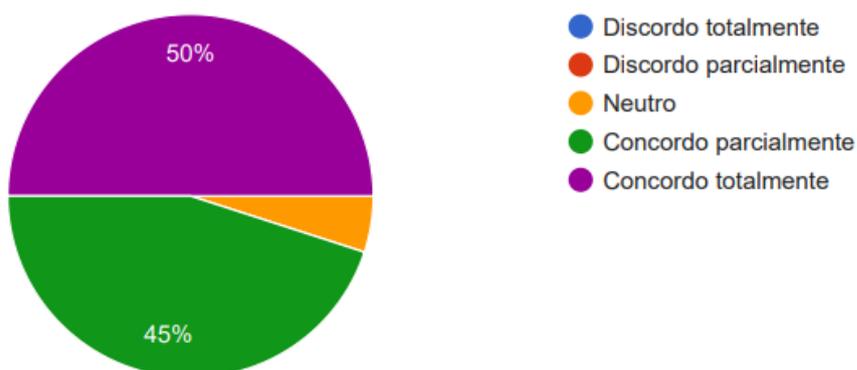


Figura 47 – Questão 12

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 13 - O catálogo NFR4TRUST é um artefato útil nas etapas de elicitação e especificação no processo de Engenharia de Requisitos para Sistemas Robóticos Socialmente Assistivos.**

Conforme pode ser visto na Figura 48, é mostrado que 90% (18/20) dos participan-

tes concordaram totalmente que o catálogo pode ser um artefato útil e pode agregar uma melhoria da qualidade na elicitación dos requisitos, 10% (1/20) concordaram parcialmente com esta afirmativa e as outras opções como discordo totalmente, discordo parcialmente e neutro não foram respondidas pelos participantes.

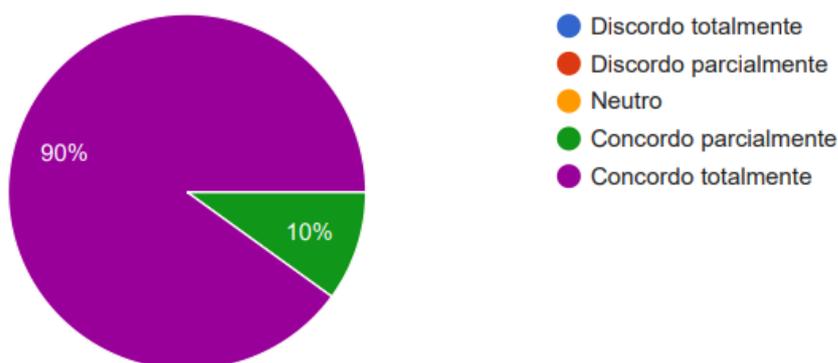


Figura 48 – Questão 13

Fonte: Autora (2022)

▪ **Questão 14 - Eu utilizaria o catálogo NFR4TRUST em projetos futuros de desenvolvimento de Robôs Socialmente Assistivos.**

A Figura 49 mostra que 80% (16/20) dos participantes concordam totalmente em utilizar o catálogo em projetos futuros, 15% (3/20) concordam parcialmente e 5% (1/20) são neutros. Pelos resultados obtidos nessa assertiva, o catálogo teve uma boa aceitação por parte dos participantes e eles utilizariam em seus projetos futuros como um artefato para melhorar a elicitación e especificación de seus projetos.

▪ **Questão 15 - Eu recomendaria a outras pessoas a utilização do catálogo NFR4TRUST em projetos de Robôs Socialmente Assistivos.**

Na Figura 50, 80% (8/10) dos participantes concordam totalmente com esta afirmação e recomendariam o uso do catálogo para outras pessoas e 20% (2/10) concordam parcialmente. As opções discordo totalmente, discordo parcialmente e neutro não apresentaram respostas.

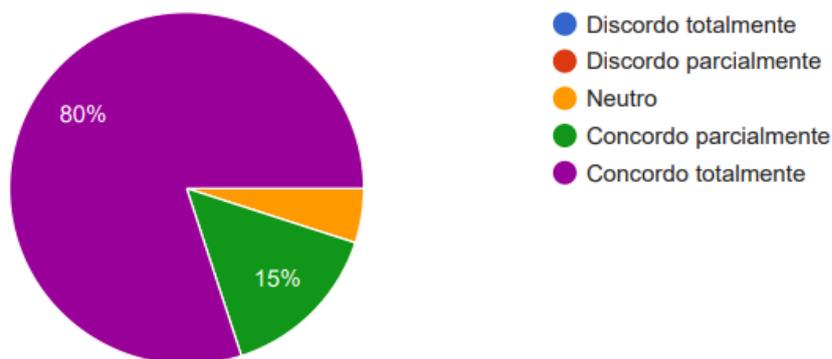


Figura 49 – Questão 14

Fonte: Autora (2022)

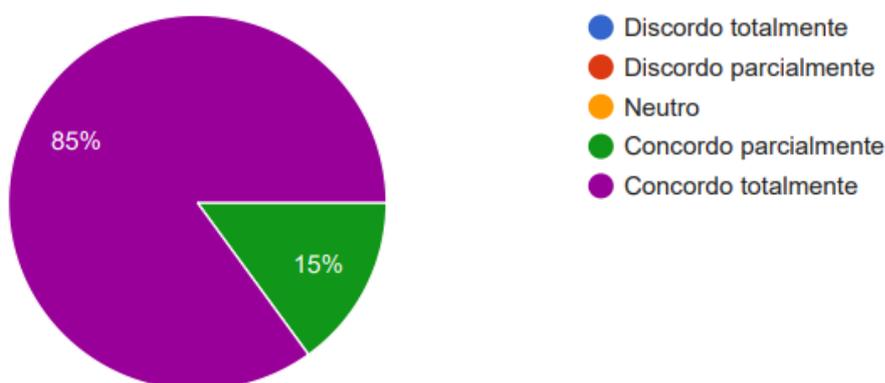


Figura 50 – Questão 15

Fonte: Autora (2022)

Com os resultados das questões de 9 a 16 concluímos que o catálogo NFR4TRUST apresenta requisitos que refletem bem algumas qualidades de Confiança e os participantes validaram de maneira positiva a pertinência destes requisitos. As correlações definidas refletiram de maneira satisfatória os impactos de um NFR sobre outro. Além disso as definições presentes no catálogo se mostraram adequadas. O catálogo se apresentou como um artefato de fácil entendimento, onde os participantes o utilizariam em projetos futuros. Por fim, os participantes recomendariam o catálogo para outros colegas para que o utilizassem em seus projetos como um instrumento de apoio a elicitação e especificação de projeto de Robôs Socialmente Assistivos.

5.2.4 Discussões e Sugestões de Melhoria

▪ **Questão 16 - Dentro dos fatores de confiança, qual você acha que é o mais importante?**

Dos 20 participantes, todos responderam essa pergunta. A seguir as respostas são organizadas dos fatores mais citados para os menos citados.

- 25% (5/20) dos participantes apontaram Modo de comunicação como um dos fatores mais importantes. Um deles enfatizou no catálogo que o NFR de comunicação é um dos mais importantes.
- 15% (3/20) dos participantes apontaram a Aparência/Antropomorfismo como o fator mais importante a ser levado em consideração na Confiança. Um deles ainda complementou que: "Aparência é muito importante para garantir que os usuários se sintam confortáveis em desenvolver uma relação."
- 10% (2/20) dos participantes apontaram que todos os fatores humanos são importantes.
- 10% (2/20) dos participantes apontaram a Confiabilidade/Erros que também estão relacionados com a Capacidade do robô como fator mais importante.
- 5% (1/20) dos participantes apontaram que consideram todo o subgrupo do Fator robô como importantes para a Confiança.
- 5% (1/20) dos participantes apontaram, os fatores presentes no subgrupo de Capacidade do robô.
- 5% (1/20) dos participantes apontaram, os fatores presentes no subgrupo de Recursos do robô.
- 5% (1/20) dos participantes apontaram a Segurança/Privacidade como um fator importante para Confiança de SARs.
- 5% (1/20) dos participantes apontaram que todos os fatores ambientais são importantes.

-
- 5% (1/20) dos participantes enfatizaram a subcategoria de Fatores Humanos, os Fatores emocionais como mais pertinentes para Confiança em SARs.
 - 5% (1/20) dos participantes apontaram a Habilidade de Uso como um fator importante para Confiança de SARs.
 - 5% (1/20) dos participantes apontaram a Inteligência do robô como um fator importante para Confiança de SARs.
- **Questão 17 - Você acha que esse catálogo pode ser utilizado para projetar uma aplicação de SARs, da perspectiva da confiança, que possa melhorar a aceitação dos usuários ?**
- 100% (20/20) dos participantes responderam 'Sim'.
 - Um participante complementou que: "o catálogo traz aspectos importantes para o desenvolvimento de aplicações SARs, acredito também ser possível em outros domínios."
 - Outro participante complementou que: "o catalogo trás mais visibilidade e confiança em aplicação SARs."
- **Questão 18 - Há algum fator de confiança no projeto de robôs socialmente assistivos que não foi citado e você gostaria de destacar e acrescentar no catálogo?**
- 90% (18/20) dos participantes responderam que não.
 - Um participante respondeu que acrescentaria fatores humanos de satisfação e Conforto.
 - Outro participante respondeu que acrescentaria a colaboração em grupo e colaboração com outros robôs.
- **Questão 19 - Há alguma correlação que você gostaria de modificar ou acrescentar no catálogo?**
- 95% (19/20) dos dos participantes responderam que não.

-
- Um dos participante que respondeu que não, complementou que para uma maior precisão de sua resposta precisaria um debate maior sobre o tema.
 - Apenas um participante indicou uma modificação nas correlações. O participante indicou que o NFR de Tarefa deveria ser separado a tarefa do contexto para correlacioná-los melhor com outros fatores.
- **Questão 20 - Existem outras modificações que podem ser feitas para melhorar o catálogo? Quais?**
- 70% (14/20) responderam que não.
 - Um participante indicou que no momento não, seria necessário um debate maior sobre os temas.
 - Outro participante indicou que organizar o catálogo por cores.
 - Outro participante sugeriu quebrar tarefa/contexto em mais partes.
 - Outro participante sugeriu criar histórias de uso para ilustrar como cada fator pode ser empregado.
 - Outro participante apontou focar mais na parte de segurança.
 - Outro participante sugeriu trocar os verbos nas definição dos conceitos, pois alguns deles usam nas definições os mesmos verbos utilizados no conceito.

De acordo com as questões 16 a 20 concluímos que o catálogo apresentou uma boa abrangência em relação aos Requisitos Não-Funcionais de confiança no domínio da Robótica Socialmente Assistiva. A maior parte dos fatores de Confiança que os participantes sugeriram ou destacaram como importantes foram contemplados no catálogo. Alguns participantes realizaram observações sobre os requisitos apresentados, como a inclusão de novos requisitos e pequenas modificações nos requisitos existentes.

Nas correlações não houveram discordâncias, a maior parte dos participantes concordaram com elas, apenas um dos participante sugeriu modificações. Os participantes também sugeriram algumas modificações para a melhoria do catálogo. Dessa forma, essas contemplações serão levadas em consideração para versões futuras do catálogo com o objetivo de melhorar a usabilidade, corrigir possíveis erros e aumentar a sua abrangência.

5.3 LIMITAÇÕES

Em relação às avaliações realizadas para avaliar a nossa proposta apontamos algumas limitações. Para a Prova de Conceito, acreditamos que se o catálogo fosse aplicado a outros sistemas robóticos do tipo SARs e em aplicações com outros contextos, poderíamos ter uma noção mais ampla do que o catálogo está abrangendo.

Na aplicação do questionário apresentamos como limitação o número pequeno de participantes, já que um número maior de participantes ofereceria resultados mais consistentes sobre o catálogo proposto. Além disso, também tem a questão do perfil dos especialistas. A maior parte deles ou têm nenhuma ou têm pouca experiência com SARs (75%); assim, um número maior de especialistas de SARs poderia analisar melhor a relevância dos conceitos apresentados.

5.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foi realizada uma Prova de Conceito no contexto de fisioterapia, utilizando o sistema robótico NAO para ilustrar a aplicação do nosso catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos. Logo após, a Prova de Conceito foi avaliada através de entrevistas com especialistas das áreas de NFR Framework e Interação Humano-Robô.

Além disso, foi realizada uma avaliação com Engenheiros de Requisitos através da aplicação de um questionário para avaliar a nossa proposta. Os resultados obtidos desta avaliação foram considerados positivos, pois indicam que os objetivos deste trabalho foram alcançados. A aplicação da prova de Conceito foi importante para verificar como o catálogo pode ajudar desenvolvedores e projetistas de Robôs Socialmente Assistivos em um contexto real. Observa-se que o catálogo NFR4TRUST se mostrou útil e colaborou com o processo de elicitação e especificação do sistema proposto.

O questionário aplicado aos especialistas considerou a opinião de acadêmicos da área de Engenharia de Requisitos com perfis diferentes. Observamos que o catálogo NFR4TRUST foi bem avaliado sobre perspectivas relevantes da pesquisa.

No próximo capítulo apresentaremos alguns trabalhos relacionados, nossas conclusões com relação ao trabalho exposto, contribuições, algumas limitações da pesquisa e propostas de trabalhos futuros.

6 CONCLUSÃO

Esta seção tem como objetivo apresentar os trabalhos relacionados com a pesquisa desenvolvida nesta dissertação, bem como as considerações finais sobre os principais tópicos abordados, incluindo as contribuições alcançadas e indicações para trabalhos futuros.

6.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Os principais trabalhos que contribuíram para a criação da taxonomia adaptada que serviu como base para o catálogo desenvolvido nesta pesquisa foram: (HANCOCK et al., 2011; SCHAEFER, 2013; SCHAEFER et al., 2016; LANGER et al., 2019). Esses trabalhos encontram-se em detalhes na seção 3. Na Tabela 10, é possível observar uma versão geral da comparação desses trabalhos relacionados com alguns aspectos desta dissertação.

Tabela 10 – Comparação dos trabalhos relacionados sobre aspectos observados

Trabalhos	Possuí Taxonomia	Trata de Confiança (Trust)	Trata de HRI	Trata de SARs	Preocupação com Segurança (Safety)/ Privacidade
Hancock, Peter A., et al. (2011)	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Schaefer, Kristin E. (2013)	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Schaefer, Kristin E., et al. (2016)	Sim	Sim	Não	Não	Não
Langer, Allison, et al. (2019)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
NFR4TRUST	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autora (2022)

Não foi encontrado na literatura nenhum catálogo que trate de Requisitos Não-Funcionais de Confiança (*Trust*) específico para SARs. Existe na literatura alguns trabalhos que investigam a Confiança como um NFR e utilizam a notação NFR Framework para representá-los (CYSNEIROS; LEITE, 2020; KWAN; CYSNEIROS; LEITE, 2021). Apesar desses trabalhos não se relacionarem diretamente com a área de Interação Humano-Robô, alguns de seus aspectos ajudam na construção do conceito de Confiança como uma qualidade.

A seguir será apresentado um pouco sobre esses trabalhos.

6.1.1 Non-functional requirements orienting the development of socially responsible software

No trabalho de Cysneiros e Leite (2020) o conceito de confiança é tratado de uma perspectiva social, considerando a confiança em software baseado em Inteligência Artificial (IA), do

ponto de vista dos usuários. Os autores afirmam que existe um deficit de confiança quando se trata em aceitar IA e outros recursos tecnológicos baseados nela e, dependendo do quão crítico é o domínio, os consumidores parecem confiar menos nesses softwares para tomar decisões.

Além disso, os autores alegam que o uso do conhecimento de Responsabilidade Social Corporativa (RSC) ajuda engenheiros de software a desenvolverem produtos mais confiáveis e oferecem benefícios que ajudam a: reter clientes e aumentar a participação no mercado e a desenvolver um sistema socialmente responsável que provavelmente terá alta demanda no futuro próximo. As principais contribuições do trabalho são a extração de qualidades básicas como a ética, segurança e privacidade, do âmbito das ciências sociais, para que softwares socialmente responsáveis sejam representados como catálogos SIG pela notação NFR Framework. Apesar do trabalho de Cysneiros e Leite (2020) abordar o conceito de confiança como um requisito não-funcional e em uma temática que pode-se relacionar a área da robótica, o trabalho não apresentou uma catalogação de requisitos mais amplo que seja muito pertinente ao desenvolvimento de Robôs Socialmente Assistivos.

6.1.2 Towards Achieving Trust Through Transparency and Ethics

No estudo realizado por Kwan, Cysneiros e Leite (2021), os autores utilizaram os princípios da teoria fundamentada para eliciar conhecimentos relacionados à Confiança, Ética e Transparência. Eles abordaram essas qualidades como Requisitos Não-Funcionais, com a finalidade de construir catálogos para auxiliar a construção de Software Socialmente Responsável (*Socially Responsible Software*). Em sua pesquisa, os autores constroem o corpus com uma coleção selecionada da literatura sobre Responsabilidade Social Corporativa, com ênfase em Ética Empresarial. Um dos desafios encontrados no trabalho é o de como codificar o conhecimento da perspectiva social, principalmente através da visão da Responsabilidade Social Corporativa, sobre como as organizações ou instituições alcançam a confiabilidade.

O estudo mostra uma primeira abordagem para trazer novos conceitos emergentes na sociedade (Transparência e Ética) para o processo de engenharia de requisitos, relacionando esses aspectos com o objetivo de alcançar a Confiança, que é um princípio fundamental para a RSC. Os autores inspiram-se no trabalho de Cysneiros e Leite (2020), de forma a sustentar o conceito de software com responsabilidade social, desenvolvendo um catálogo inicial de NFR sobre os efeitos da Transparência e Ética na Confiança. Dessa forma, assim como o trabalho de Cysneiros e Leite (2020), o catálogo de Kwan, Cysneiros e Leite (2021) traz uma perspectiva

interessante de Confiança como NFR, que auxilia a forma como o Catálogo desenvolvido nessa dissertação é construído, porém, esse trabalho não está diretamente relacionado a Interação Humano-Robô ou Robôs Socialmente Assistivos.

Nossa pesquisa usou como base alguns trabalhos relacionados a criação de catálogos NFRs em outras áreas (SILVA, 2019; PORTUGAL, 2020; SADI, 2020). Esses trabalhos serão apresentados a seguir.

6.1.3 NFR4ES: Um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Sistemas Embarcados

Silva (2019) apresenta um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais voltado para Sistemas Embarcados, visando apoiar a elicitação e especificação de requisitos neste domínio. O autor utiliza a notação NFR Framework e propõe uma abordagem para criação de um catálogo de NFRs composto por um processo de 3 fases, no qual se tem um fluxo de oito etapas que devem ser seguidas. Essas etapas são: Identificar os NFRs; Coletar as definições e atributos desses NFRs; Desenvolver a taxonomia; Criar o catálogo; Complementar o catálogo com outras fontes; Submeter o catálogo piloto a análise de especialistas; Aplicar o Catálogo em uma Prova de Conceito; e, Avaliar o Catálogo com especialistas.

O trabalho de Silva (2019) não trata de requisitos de Confiança e nem está voltado para o domínio de Robôs Socialmente Assistivos, porém, o processo de construção de catálogo que foi proposto na pesquisa auxiliou na construção do nosso Catálogo NFR4TRUST.

6.1.4 Speeding-Up Non-Functional Requirements Elicitation

O estudo realizado por Portugal (2020) considera a semi-automação de requisitos não-funcionais como uma estratégia fundamental para a definição de requisitos, levando em consideração a disponibilidade do Big Data, como por exemplo o GitHub. Segundo o autor, a elicitação de NFRs, dentro da automação da leitura de documentos, pode gerenciar o conjunto de informações valiosas existentes nos dados disponíveis. Esse trabalho contribuiu com um Catálogo SIG que organiza o conhecimento sobre qualidades que são fundamentais para a elicitação de NFRs semi-automatizados.

Apesar do trabalho de (PORTUGAL, 2020) não desenvolver um Catálogo voltado para Confiança ou Robôs Socialmente Assistivos, os passos utilizados para modelar os NFRs e sua

organização dos *softgoals* colaborou para construção do Catálogo NFR4TRUST.

6.1.5 Assisting with API design through reusing design knowledge

No trabalho de Sadi (2020) é apresentado o *Rational API Designer* (RAPID), um assistente que fornece consultoria sobre como projetar requisitos não-funcionais na arquitetura de Interfaces de Programação de Aplicativos (APIs). O RAPID é implementado com uma ampla gama de conhecimento especializado sobre design de API, coletado sistematicamente e extraído da literatura. O conhecimento de design da API foi codificado como um conjunto de 156 catálogos usando a linguagem NFR. Em sua pesquisa Sadi (2020) não utiliza a estrutura original do NFR Framework. Segundo o autor, o seu trabalho complementa o trabalho desenvolvido em Chung et al. (2000), que originalmente carece de diretrizes sobre como descrever conhecimento de design na lógica multivalorada do NFR. Por isso, o trabalho propõe um conjunto de diretrizes para descrever o conhecimento de *design* na linguagem NFR.

Embora o processo de construção dos Catálogos apresentados na pesquisa de Sadi (2020) não utilizem o NFR Framework da forma proposta por Chung et al. (2000), ou represente catálogos relacionados à Confiança ou Robôs Socialmente Assistivos, as diretrizes propostas para a construção dos gráficos SIG usando a linguagem NFR apoiou a construção do Catálogo NFR4TRUST.

Na Tabela 11 é possível observar um síntese da comparação dos trabalhos relacionados a essa pesquisa.

Tabela 11 – Comparação dos trabalhos relacionados sobre aspectos observados

Trabalhos	Representa catálogo com NFR Framework	Trata de Confiança (Trust)	Trata de NFRs de Confiança em HRI	Trata de NFRs para SARs
Cysneiros e Leite (2020)	Sim	Sim	Não	Não
Kwan, Cysneiros e Leite (2021)	Sim	Sim	Não	Não
Silva (2019)	Sim	Não	Não	Não
Portugal (2020)	Sim	Não	Não	Não
Sadi (2020)	Sim	Não	Não	Não
NFR4TRUST	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autora (2022)

6.2 RESULTADOS

A pesquisa realizada neste trabalho possibilitou responder as seguintes questões de pesquisa:

- **O que se caracteriza como um Requisito Não-Funcional de Confiança para o domínio de Robôs Socialmente Assistivos?**

São aqueles requisitos associados aos fatores de Confiança da taxonomia que descrevem propriedades, características ou restrições que os Robôs devem ter. Também podem ser atributos de qualidade relacionados aos fatores. Neste trabalho, inicialmente foram identificados 30 fatores que podem derivar requisitos não-funcionais: **Idade, Personalidade, Propensão de confiança, Controle da atenção, Fadiga, Estresse, Experiências Prévias, Habilidade de uso, Expectativa, Atitudes, Satisfação, Conforto, Modo de comunicação, Aparência/Antropomorfismo, Nível de Automação, Inteligência, Personalidade do robô, Segurança/Privacidade, Comportamento, Confiabilidade/Erros, Feedback, Adaptabilidade, Proximidade, Interdependência de papéis/tarefas, Composição de equipe, Modelos mentais compartilhados, Impacto Social/Cultural, Riscos/Incerteza, Contexto/Tipo de tarefa/Complexidade, e Ambiente físico.**

- **Quais Requisitos Não-Funcionais de Confiança devem ser levados em consideração no desenvolvimento de Robôs Socialmente Assistivos?**

O resultado deste levantamento apresentou 124 Requisitos Não-Funcionais que devem ser levados em consideração em projetos de Robôs Socialmente Assistivos do tipo **humanoide**. Esses requisitos são apresentados no Capítulo 4.

- **Quais as relações entre os Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos?**

São apresentados através da Tabela 7 de correlações e dos fragmentos da Figura 14 que são visões parciais do SIG , que são as Figuras (15, 17, 19, 20, 22, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 27, 29, 30) com correlações referentes a cada NFR individualmente.

- **Como desenvolver um catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança no domínio de Robôs Socialmente Assistivos para apoiar a elicitação e especificação de requisitos?**

Para desenvolver o catálogo foi criado um processo com 3 fases e 9 tarefas. Este processo é apresentado na Figura 13. Todo o detalhamento sobre as atividades e tarefas do processo é apresentado na seção 4.2.

6.3 CONSIDERAÇÕES E DIFICULDADES PARA CONDUZIR A PESQUISA

No desenrolar deste trabalho, surgiram alguns questionamentos e os artefatos gerados na dissertação podem ser posteriormente aprimorados e re-avaliados.

- A Pandemia afetou o andamento dessa dissertação e sua forma de avaliação.
- A área de Interação Humano-Robô apresenta algumas inconsistências quanto a seus termos, conceitos, definições, subcategorias, etc.
- No levantamento dos requisitos para adaptação da Taxonomia foram encontradas inconsistências em nomenclaturas e definições, o que dificultou o mapeamento dos fatores.
- Existe uma lacuna de trabalhos experimentais de confiança na área de HRI e de trabalhos relacionados a confiança em SARs.
- Existe uma lacuna de trabalhos de Engenharia de Requisitos e robôs de características sociais.
- O catálogo desenvolvido não incorpora todos os fatores de Confiança (Trust) e seus aspectos relacionados.
- A modelagem de Confiança como Requisito Não-Funcional foi feita sob uma ótica “de baixo para cima”, mais focada na Taxonomia de Robôs Socialmente Assistivos Humanoides, ao contrário de uma abordagem mais ampla/abstrata sobre Confiança.
- As ferramentas de modelagem do NFR Framework não possuem uma usabilidade amigável.
- Embora a aplicação do questionário tenha sido realizada com 20 participantes com objetivo de avaliar o catálogo sobre perspectivas relevantes da pesquisa, é necessário realizar mais avaliações sobre o uso do catálogo por mais profissionais da área de Interação Humano-Robô e de Robôs Socialmente Assistivos.

- Após análise dos perfis dos participantes da avaliação, considera-se que pode ter ocorrido o efeito Dunning-Kruger, no qual os participantes consideraram suas competências mais otimista que a realidade.
- O desenvolvimento das operacionalizações do catálogo foi limitado pelo conhecimento do especialista envolvido na prova de conceito.

6.4 CONTRIBUIÇÕES

Esta dissertação realizou uma revisão da literatura sobre confiança para identificar os aspectos relevantes em Robôs Socialmente assistivos. Como contribuições, foi apresentado um modelo adaptado de taxonomia de Confiança para SARs com um conjunto de Requisitos Não-Funcionais de Confiança que podem ser levados em consideração em projetos de Robôs Socialmente Assistivos. A organização desses requisitos em forma de Catálogo facilita a rastreabilidade dos mesmos contribuindo para a compreensão de suas origens.

Esta dissertação também apresentou o processo utilizado no desenvolvimento do catálogo NFR4TRUST que permite auxiliar na descoberta dos requisitos iniciais de confiança de um SARs, bem como, apresentou uma Prova de Conceito utilizando o Catálogo com o robô NAO.

6.5 TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa e as limitações encontradas, alguns trabalhos devem ser realizados para complementar ou dar prosseguimento à proposta desta dissertação, como exemplo:

- Desenvolver uma ontologia de Confiança (*Trust*).
- Organizar e incrementar a taxonomia de Confiança com novos fatores encontrados na literatura.
- Validar a taxonomia de Confiança para SARs através de experimentos.
- Expandir o catálogo de NFRs, com a inclusão de mais fatores de Confiança.
- Aplicar a técnica *STPA-Engineering for Humans* para analisar os fatores humanos, elaborando cenários que gerem perda de confiança e diretrizes para mitigá-las.

- Aplicar o catálogo desenvolvido em outras aplicações de SARs.
- Desenvolver uma ferramenta para apoiar a instanciação do catálogo e a construção dos cartões de especificação.
- Criar um repositório para armazenar, consultar e modificar os Requisitos Não-Funcionais de Confiança do Catálogo NFR4TRUST.
- Tornar o catálogo interativo, podendo expandir o detalhamento dos NFRs ou escondê-los.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresentou o Catálogo de Requisitos Não-Funcionais de Confiança para Robôs Socialmente Assistivos, visando apoiar a elicitação e especificação de requisitos neste domínio. Para esse fim, foi apresentado inicialmente no Capítulo 1 o contexto do trabalho, assim como a caracterização do problema e a motivação do trabalho.

No capítulo 2 foi apresentada uma descrição das principais áreas que fornecem o alicerce para esse trabalho. Em particular, discorremos sobre a fundamentação de Interação Humano-Robô, Confiança, Robótica Socialmente Assistiva, Requisitos Não-Funcionais, bem como sobre NFR Framework. Portanto, revisamos os principais conceitos e definições dessas áreas.

No capítulo 3 foi apresentado as três principais taxonomias de confiança relacionadas a literatura de Interação Humano-Robô e Interação Humano-Automação. Os fatores apresentados na literatura foram investigados e contextualizados e sua viabilidade para utilização na Confiança em Robôs Socialmente Assistivos proporcionou uma taxonomia adaptada para Confiança em SARs.

No capítulo 4 foi detalhado o processo de construção do catálogo NFR4TRUST. Ainda neste capítulo, apresentamos as definições dos requisitos do catálogo e um grafo SIG para apoiar Engenheiros de Requisitos e projetistas destes sistemas robóticos nas etapas de elicitação e especificação.

No capítulo 5 foi apresentada a avaliação do catálogo proposto. O método de avaliação, procedimentos realizados e a forma de coleta e análise dos dados foram descritos. No fim, os resultados da avaliação foram apresentados. No último capítulo, foram apresentadas as limitações, as principais contribuições do trabalho e os trabalhos futuros.

Assim sendo, podemos concluir que o objetivo do trabalho foi alcançado, onde o catálogo NFR4TRUST foi desenvolvido e avaliado. Ele pode ser utilizado no processo de Engenharia de Requisitos, mais especificamente nas etapas de elicitação e especificação em projetos de desenvolvimento ou planejamento de aplicações de Robôs Socialmente Assistivos com o intuito de mostrar as características que devem ser levadas em consideração para que o robô transmita confiança.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. *Pesquisa de marketing. tradutor: Reynaldo Cavalheiro Marcondes*. [S.l.]: São Paulo: Editora Atlas, 2004.
- ABBASS, H. A.; LEU, G.; MERRICK, K. A review of theoretical and practical challenges of trusted autonomy in big data. *IEEE Access*, IEEE, v. 4, p. 2808–2830, 2016.
- ABBASS, H. A.; SCHOLZ, J.; REID, D. J. *Foundations of trusted autonomy*. [S.l.]: Springer Nature, 2018.
- ADAMIK, M.; DUDZINSKA, K.; HERSKIND, A. J.; REHM, M. The difference between trust measurement and behavior: Investigating the effect of personalizing a robot's appearance on trust in hri. In: IEEE. *2021 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2021. p. 880–885.
- AGUIRRE, A.; CASAS, J.; CÉSPEDES, N.; MÚNERA, M.; RINCON-RONCANCIO, M.; CUESTA-VARGAS, A.; CIFUENTES, C. A. Feasibility study: Towards estimation of fatigue level in robot-assisted exercise for cardiac rehabilitation. In: *2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 911–916.
- ALAIAD, A.; ZHOU, L. The determinants of home healthcare robots adoption: An empirical investigation. *International journal of medical informatics*, Elsevier, v. 83, n. 11, p. 825–840, 2014.
- ALARCON, G. M.; LYONS, J. B.; CHRISTENSEN, J. C.; BOWERS, M. A.; KLOSTERMAN, S. L.; CAPIOLA, A. The role of propensity to trust and the five factor model across the trust process. *Journal of Research in Personality*, Elsevier, v. 75, p. 69–82, 2018.
- ALDEBARAN. *Aldebaran documentation*. 2017. Disponível em: <http://doc.aldebaran.com/2-1/family/body_type.html>.
- ALNAJJAR, F.; CAPPuccio, M.; RENAWI, A.; MUBIN, O.; LOO, C. K. Personalized robot interventions for autistic children: an automated methodology for attention assessment. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 13, n. 1, p. 67–82, 2021.
- AMUDHU, L. T. A review on the use of socially assistive robots in education and elderly care. *Materials Today: Proceedings*, Elsevier, 2020.
- ANDERSON, D.; KELLER, J. M.; SKUBIC, M.; CHEN, X.; HE, Z. Recognizing falls from silhouettes. In: IEEE. *2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. [S.l.], 2006. p. 6388–6391.
- ANDREASSON, R.; ALENLJUNG, B.; BILLING, E.; LOWE, R. Affective touch in human–robot interaction: conveying emotion to the nao robot. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 10, n. 4, p. 473–491, 2018.
- ARGYLE, M. *Non-verbal communication in human social interaction*. Cambridge U. Press, 1972.
- ARGYLE, M.; DEAN, J. Eye-contact, distance and affiliation. *Sociometry*, JSTOR, p. 289–304, 1965.

- ASHLEIGH, M. J.; STANTON, N. A. Trust: Key elements in human supervisory control domains. *Cognition, Technology & Work*, Springer, v. 3, n. 2, p. 92–100, 2001.
- AVEN, T.; RENN, O. On risk defined as an event where the outcome is uncertain. *Journal of Risk Research*, Routledge, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2009.
- AXELROD, R. H. *Deciding to trust a stranger: An exploratory study of how people make decisions based on general interpersonal trust (with implications for organizational settings)*. [S.l.]: The George Washington University, 2004.
- AXELSSON, M.; OLIVEIRA, R.; RACCA, M.; KYRKI, V. Social robot co-design canvases: A participatory design framework. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, ACM New York, NY, v. 11, n. 1, p. 1–39, 2021.
- AZIZ, A. A.; MOGANAN, F. F. M.; ISMAIL, A.; LOKMAN, A. M. Autistic children's kansei responses towards humanoid-robot as teaching mediator. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 76, p. 488–493, 2015.
- BABEL, F.; KRAUS, J.; MILLER, L.; KRAUS, M.; WAGNER, N.; MINKER, W.; BAUMANN, M. Small talk with a robot? the impact of dialog content, talk initiative, and gaze behavior of a social robot on trust, acceptance, and proximity. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 13, n. 6, p. 1485–1498, 2021.
- BANDURA, A. Self-efficacy mechanism in human agency. *American psychologist*, American Psychological Association, v. 37, n. 2, p. 122, 1982.
- BANDURA, A.; FREEMAN, W. H.; LIGHTSEY, R. *Self-efficacy: The exercise of control*. [S.l.]: Springer, 1999.
- BARBER, B. *The Logik and Limits of trust.*—New Brunswik. [S.l.]: NJ: Rutgers Univ. Press, 1983.
- BARG-WALKOW, L.; MITZNER, T.; ROGERS, W. Technology experience profile (hfa-tr-1402). Georgia Institute of Technology, School of. . . Atlanta, GA, 2014.
- BARTNECK, C.; KANDA, T.; MUBIN, O.; MAHMUD, A. A. Does the design of a robot influence its animacy and perceived intelligence? *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 1, n. 2, p. 195–204, 2009.
- BARTNECK, C.; KULIĆ, D.; CROFT, E.; ZOGHBI, S. Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International journal of social robotics*, Springer, v. 1, n. 1, p. 71–81, 2009.
- BARTNECK, C.; SUZUKI, T.; KANDA, T.; NOMURA, T. The influence of people's culture and prior experiences with aibo on their attitude towards robots. *Ai & Society*, Springer, v. 21, n. 1, p. 217–230, 2007.
- BEER, J. M.; FISK, A. D.; ROGERS, W. A. Toward a framework for levels of robot autonomy in human-robot interaction. *Journal of human-robot interaction*, NIH Public Access, v. 3, n. 2, p. 74, 2014.
- BEER, J. M.; LILES, K. R.; WU, X.; PAKALA, S. Affective human–robot interaction. In: *Emotions and affect in human factors and human-computer interaction*. [S.l.]: Elsevier, 2017. p. 359–381.

- BELPAEME, T.; KENNEDY, J.; RAMACHANDRAN, A.; SCASSELLATI, B.; TANAKA, F. Social robots for education: A review. *Science robotics*, American Association for the Advancement of Science, v. 3, n. 21, p. eaat5954, 2018.
- BEUSCHER, L. M.; FAN, J.; SARKAR, N.; DIETRICH, M. S.; NEWHOUSE, P. A.; MILLER, K. F.; MION, L. C. Socially assistive robots: measuring older adults' perceptions. *Journal of gerontological nursing*, SLACK Incorporated Thorofare, NJ, v. 43, n. 12, p. 35–43, 2017.
- BINOTTE, V. *Desenvolvimento de um robô socialmente assistivo com controle baseado em comportamento de seleção de ação para interação com crianças com tea*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Espírito Santo, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/9569>>.
- BIROS, D. P.; DALY, M.; GUNSCH, G. The influence of task load and automation trust on deception detection. *Group Decision and Negotiation*, Springer, v. 13, n. 2, p. 173–189, 2004.
- BITAN, Y.; MEYER, J. Self-initiated and respondent actions in a simulated control task. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 50, n. 5, p. 763–788, 2007.
- BJÖRKLUND, L. *Knock on Wood: Does Material Choice Change the Social Perception of Robots?* 2018.
- BLAINE, J. D.; CLELAND-HUANG, J. Software quality requirements: How to balance competing priorities. *IEEE Software*, IEEE, v. 25, n. 2, p. 22–24, 2008.
- BLOMQUIST, K. The many faces of trust. *Scandinavian Journal of Management*, v. 13, n. 3, p. 271–286, 1997. ISSN 0956-5221. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956522197846441>>.
- BOCCANFUSO, L.; SCARBOROUGH, S.; ABRAMSON, R. K.; HALL, A. V.; WRIGHT, H. H.; O'KANE, J. M. A low-cost socially assistive robot and robot-assisted intervention for children with autism spectrum disorder: field trials and lessons learned. *Autonomous Robots*, Springer, v. 41, n. 3, p. 637–655, 2017.
- BOEHM, B. W. A spiral model of software development and enhancement. *Computer*, v. 21, n. 5, p. 61–72, 1988.
- BOEHM, B. W.; BROWN, J. R.; LIPOW, M. Quantitative evaluation of software quality. In: *Proceedings of the 2nd international conference on Software engineering*. [S.l.: s.n.], 1976. p. 592–605.
- BRADWELL, H. L.; NOURY, G. E. A.; EDWARDS, K. J.; WINNINGTON, R.; THILL, S.; JONES, R. B. Design recommendations for socially assistive robots for health and social care based on a large scale analysis of stakeholder positions: Social robot design recommendations. *Health Policy and Technology*, Elsevier, v. 10, n. 3, p. 100544, 2021.
- BREAZEAL, C. *Designing sociable robots*. [S.l.]: MIT press, 2004.
- BREAZEAL, C.; DAUTENHAHN, K.; KANDA, T. Social robotics. *Springer handbook of robotics*, Springer, p. 1935–1972, 2016.
- BREAZEAL, C.; GRAY, J.; HOFFMAN, G.; BERLIN, M. Social robots: Beyond tools to partners. In: IEEE. *RO-MAN 2004. 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No. 04TH8759)*. [S.l.], 2004. p. 551–556.

- BREAZEAL, C.; KIDD, C. D.; THOMAZ, A. L.; HOFFMAN, G.; BERLIN, M. Effects of nonverbal communication on efficiency and robustness in human-robot teamwork. In: *IEEE. 2005 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems*. [S.l.], 2005. p. 708–713.
- BREAZEAL, C. L.; BREIVIK, L. E.; HASSELGREN, A.; CARNIE, A.; PULLUM, K.; LARSON, J. A.; MCCARTHY, J. J. *Designing sociable robots*. [S.l.]: MIT Press, 2002. v. 200.
- BROEK, E. L. van den; WESTERINK, J. H. Considerations for emotion-aware consumer products. *Applied ergonomics*, Elsevier, v. 40, n. 6, p. 1055–1064, 2009.
- BROOKS, D. J. *A human-centric approach to autonomous robot failures*. Tese (Doutorado) — University of Massachusetts Lowell, 2017.
- BRUGALI, D.; AGAH, A.; MACDONALD, B.; NESNAS, I. A.; SMART, W. D. Trends in robot software domain engineering. In: *Software Engineering for Experimental Robotics*. [S.l.]: Springer, 2007. p. 3–8.
- BURGOON, J. K.; HALE, J. L. Nonverbal expectancy violations: Model elaboration and application to immediacy behaviors. *Communications Monographs*, Taylor & Francis, v. 55, n. 1, p. 58–79, 1988.
- BURKE, J. L.; MURPHY, R. R.; ROGERS, E.; LUMELSKY, V. J.; SCHOLTZ, J. Final report for the darpa/nsf interdisciplinary study on human-robot interaction. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, IEEE, v. 34, n. 2, p. 103–112, 2004.
- CABIBIHAN, J.-J.; JAVED, H.; ANG, M.; ALJUNIED, S. M. Why robots? a survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism. *International journal of social robotics*, Springer, v. 5, n. 4, p. 593–618, 2013.
- CAINE, K. E.; ZIMMERMAN, C. Y.; SCHALL-ZIMMERMAN, Z.; HAZLEWOOD, W. R.; CAMP, L. J.; CONNELLY, K. H.; HUBER, L. L.; SHANKAR, K. Digiswitch: A device to allow older adults to monitor and direct the collection and transmission of health information collected at home. *Journal of medical systems*, Springer, v. 35, n. 5, p. 1181–1195, 2011.
- CALDWELL, J. A.; MALLIS, M. M.; CALDWELL, J. L.; PAUL, M. A.; MILLER, J. C.; NERI, D. F. Fatigue countermeasures in aviation. *Aviation, space, and environmental medicine*, Aerospace Medical Association, v. 80, n. 1, p. 29–59, 2009.
- CAMERON, D.; AITKEN, J.; COLLINS, E.; BOORMAN, L.; CHUA, A.; FERNANDO, S.; MCAREE, O.; HERNANDEZ, U. M.; LAW, J. Framing factors: The importance of context and the individual in understanding trust in human-robot interaction. Sheffield, 2015.
- CASTRO, C. d. M. *Estrutura e apresentação de publicações científicas*. [S.l.]: São Paulo: McGraw-Hill, 1976.
- CASTRO-GONZÁLEZ, Á.; ADMONI, H.; SCASSELLATI, B. Effects of form and motion on judgments of social robots animacy, likability, trustworthiness and unpleasantness. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 90, p. 27–38, 2016.

- CHAN, J.; NEJAT, G. Social intelligence for a robot engaging people in cognitive training activities. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 9, n. 4, p. 113, 2012.
- CHARALAMBOUS, G.; FLETCHER, S.; WEBB, P. The development of a scale to evaluate trust in industrial human-robot collaboration. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 8, n. 2, p. 193–209, 2016.
- CHEN, J.; TERRENCE, P. I. Effects of imperfect automation and individual differences on concurrent performance of military and robotics tasks in a simulated multitasking environment. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 52, n. 8, p. 907–920, 2009.
- CHEN, J. Y.; BARNES, M. J. Supervisory control of multiple robots: Effects of imperfect automation and individual differences. *Human Factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 54, n. 2, p. 157–174, 2012.
- CHEN, M.; NIKOLAIDIS, S.; SOH, H.; HSU, D.; SRINIVASA, S. Planning with trust for human-robot collaboration. In: *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 307–315.
- CHEW, S.; TAY, W.; SMIT, D.; BARTNECK, C. Do social robots walk or roll? In: SPRINGER. *International Conference on Social Robotics*. [S.l.], 2010. p. 355–361.
- CHI, O. H.; JIA, S.; LI, Y.; GURSOY, D. Developing a formative scale to measure consumers' trust toward interaction with artificially intelligent (ai) social robots in service delivery. *Computers in Human Behavior*, v. 118, p. 106700, 2021. ISSN 0747-5632. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563221000224>>.
- CHIANG, Y.-S.; CHU, T.-S.; LIM, C. D.; WU, T.-Y.; TSENG, S.-H.; FU, L.-C. Personalizing robot behavior for interruption in social human-robot interaction. In: IEEE. *2014 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts*. [S.l.], 2014. p. 44–49.
- CHICHINELLI, M.; CAZARINI, E. A contribuição da técnica de modelagem organizacional i* ao processo de desenvolvimento de sistemas de informações, especialmente na fase de definição de requisitos. *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXII - ENEGEP-2002, 2002, Curitiba - PR. Anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002.*
- CHOI, H.; SWANSON, N. Chapter 5 - understanding worker trust in industrial robots for improving workplace safety. In: NAM, C. S.; LYONS, J. B. (Ed.). *Trust in Human-Robot Interaction*. Academic Press, 2021. p. 123–141. ISBN 978-0-12-819472-0. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128194720000058>>.
- CHUNG, L.; NIXON, B. A. Dealing with non-functional requirements: three experimental studies of a process-oriented approach. In: IEEE. *1995 17th international conference on software engineering*. [S.l.], 1995. p. 25–25.
- CHUNG, L.; NIXON, B. A.; YU, E.; MYLOPOULOS, J. *Non-functional requirements in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2000. v. 5.
- CLABAUGH, C.; MATARIĆ, M. Escaping oz: Autonomy in socially assistive robotics. *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, Annual Reviews, v. 2, p. 33–61, 2019.

- CLAVELL, G. G.; FROWD, P. M. Using societal impact assessment (sia) to improve technological development in the field of crime prevention. In: SPRINGER. *International Conference on Social Informatics*. [S.l.], 2014. p. 118–124.
- CLELAND-HUANG, J. Toward improved traceability of non-functional requirements. In: *Proceedings of the 3rd international workshop on Traceability in emerging forms of software engineering*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 14–19.
- COECKELBERGH, M.; POP, C.; SIMUT, R.; PECA, A.; PINTEA, S.; DAVID, D.; VANDERBORGHT, B. A survey of expectations about the role of robots in robot-assisted therapy for children with asd: ethical acceptability, trust, sociability, appearance, and attachment. *Science and engineering ethics*, Springer, v. 22, n. 1, p. 47–65, 2016.
- CONALLEN, J. *Building Web Applications with UML Second Edition*. [ed.] Inc. [S.l.]: Pearson Education. Segunda edición. Boston: Addison Wesley, 2002.
- CONVERSE, S.; CANNON-BOWERS, J.; SALAS, E. Shared mental models in expert team decision making. *Individual and group decision making: Current issues*, Hillsdale, v. 221, p. 221–46, 1993.
- COOK, K. *Trust in society*. [S.l.]: Russell Sage Foundation, 2001.
- COOPER, C. L.; MARSHALL, J. Occupational sources of stress: A review of the literature relating to coronary heart disease and mental ill health. *From stress to wellbeing volume 1*, Springer, p. 3–23, 2013.
- CORREIA, F.; ALVES-OLIVEIRA, P.; MAIA, N.; RIBEIRO, T.; PETISCA, S.; MELO, F. S.; PAIVA, A. Just follow the suit! trust in human-robot interactions during card game playing. In: IEEE. *2016 25th IEEE international symposium on robot and human interactive communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2016. p. 507–512.
- CORREIA, F.; GUERRA, C.; MASCARENHAS, S.; MELO, F. S.; PAIVA, A. Exploring the impact of fault justification in human-robot trust. In: *Proceedings of the 17th international conference on autonomous agents and multiagent systems*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 507–513.
- COSENZO, K. A.; PARASURAMAN, R.; NOVAK, A.; BARNES, M. *Implementation of automation for control of robotic systems*. [S.l.], 2006.
- CRAIK, K. *The Nature of Explanation* Cambridge University Press: Cambridge. [S.l.]: England, 1943.
- CUCCINIELLO, I.; SANGIOVANNI, S.; MAGGI, G.; ROSSI, S. Validation of robot interactive behaviors through users emotional perception and their effects on trust. In: IEEE. *2021 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2021. p. 197–202.
- CUEVAS, H. M.; FIORE, S. M.; CALDWELL, B. S.; STRATER, L. Augmenting team cognition in human-automation teams performing in complex operational environments. *Aviation, space, and environmental medicine*, Aerospace Medical Association, v. 78, n. 5, p. B63–B70, 2007.
- CYSNEIROS, L.; YU, E.; LEITE, J. Cataloguing non-functional requirements as softgoal networks. In: *Proceedings of the REAA Workshop at the 11 th Requirements Engineering Conference*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 13–20.

- CYSNEIROS, L. M.; BREITMAN, K. K.; LOPEZ, C.; ASTUDILLO, H. Querying software interdependence graphs. In: IEEE. *2008 32nd Annual IEEE Software Engineering Workshop*. [S.l.], 2008. p. 108–112.
- CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. Requisitos não funcionais: da elicitação ao modelo conceitual. *PhDTese, PUC-RJ*, 2001.
- CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. C. S. do P. Utilizando requisitos não funcionais para análise de modelos orientados a dados. In: *WER*. [S.l.: s.n.], 1998. p. 149–158.
- CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. C. S. do P. Non-functional requirements orienting the development of socially responsible software. In: *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*. [S.l.]: Springer, 2020. p. 335–342.
- DASSONVILLE, I.; JOLLY, D.; DESODT, A. Trust between man and machine in a teleoperation system. *Reliability Engineering & System Safety*, Elsevier, v. 53, n. 3, p. 319–325, 1996.
- DAUTENHAHN, K. Design spaces and niche spaces of believable social robots. In: IEEE. *Proceedings. 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*. [S.l.], 2002. p. 192–197.
- DAUTENHAHN, K. Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction. *Philosophical transactions of the royal society B: Biological sciences*, The Royal Society London, v. 362, n. 1480, p. 679–704, 2007.
- DAUTENHAHN, K. Human-robot interaction. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*, The Interaction Design Foundation, 2013.
- DAVIDS, A. Urban search and rescue robots: from tragedy to technology. *IEEE Intelligent systems*, IEEE, v. 17, n. 2, p. 81–83, 2002.
- DAVIS, A. M. Software requirements - objects, functions, and states. In: *Prentice Hall international editions*. [S.l.: s.n.], 1993.
- DAVIS, F.; BAGOZZI, R.; WARSHAW, P. Bank indonesia.(2014). bank indonesia mencanangkan gerakan nasional non tunai. http://www.bi.go.id/id/ruang-media/siaran-pers/pages/sp_165814.aspx bank indonesia. statistik sistem pembayaran. *Science*, v. 35, n. 8, p. 982–1003, 2014.
- DEMERS, L.; WEISS-LAMBROU, R.; SKA, B. Quebec user evaluation of satisfaction with assistive technology version 2.0. *The Institute for Matching Persons and Technology: Webster, NY*, 2000.
- DERRYBERRY, D.; REED, M. A. Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control. *Journal of abnormal psychology*, American Psychological Association, v. 111, n. 2, p. 225, 2002.
- DESAI, M.; KANIARASU, P.; MEDVEDEV, M.; STEINFELD, A.; YANCO, H. Impact of robot failures and feedback on real-time trust. In: IEEE. *2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2013. p. 251–258.
- DEUTSCH, M. Cooperation and trust: Some theoretical notes. Univer. Nebraska Press, 1962.

- DICKSTEIN-FISCHER, L. A.; CRONE-TODD, D. E.; CHAPMAN, I. M.; FATHIMA, A. T.; FISCHER, G. S. Socially assistive robots: current status and future prospects for autism interventions. *Innovation and Entrepreneurship in Health*, Dove Press, v. 5, p. 15–25, 2018.
- DIXON, S. R.; WICKENS, C. D. Automation reliability in unmanned aerial vehicle control: A reliance-compliance model of automation dependence in high workload. *Human factors*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 48, n. 3, p. 474–486, 2006.
- DIXON, S. R.; WICKENS, C. D.; MCCARLEY, J. S. On the independence of compliance and reliance: Are automation false alarms worse than misses? *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 49, n. 4, p. 564–572, 2007.
- DONMEZ, B.; BOYLE, L. N.; LEE, J. D.; MCGEHEE, D. V. Drivers' attitudes toward imperfect distraction mitigation strategies. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, Elsevier, v. 9, n. 6, p. 387–398, 2006.
- DRISKELL, J. E.; SALAS, E.; DRISKELL, T. Foundations of teamwork and collaboration. *American Psychologist*, American Psychological Association, v. 73, n. 4, p. 334, 2018.
- DRURY, J. L.; RIEK, L.; RACKLIFFE, N. A decomposition of uav-related situation awareness. In: *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 88–94.
- DSB, D. S. B. The role of autonomy in department of defense systems. task force report. *Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics: Washington, DC*, 2012. Disponível em: <<https://irp.fas.org/agency/dod/dsb/autonomy.pdf>>.
- DUFFY, B. R. Anthropomorphism and the social robot. *Robotics and autonomous systems*, Elsevier, v. 42, n. 3-4, p. 177–190, 2003.
- EBERHART, R. C.; SHI, Y.; KENNEDY, J. *Swarm intelligence*. [S.l.]: Elsevier, 2001.
- ERDEN, M. S. Emotional postures for the humanoid-robot nao. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 5, n. 4, p. 441–456, 2013.
- EVERS, V.; MALDONADO, H.; BRODECKI, T.; HINDS, P. Relational vs. group self-construal: Untangling the role of national culture in hri. In: IEEE. *2008 3rd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2008. p. 255–262.
- EYSSEL, F.; RUITER, L. D.; KUCHENBRANDT, D.; BOBINGER, S.; HEGEL, F. 'if you sound like me, you must be more human': On the interplay of robot and user features on human-robot acceptance and anthropomorphism. In: IEEE. *2012 7th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2012. p. 125–126.
- FALCONE, R.; SINGH, M.; TAN, Y.-H. *Trust in cyber-societies: integrating the human and artificial perspectives*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2001. v. 2246.
- FAN, A.; WU, L.; MIAO, L.; MATTILA, A. S. When does technology anthropomorphism help alleviate customer dissatisfaction after a service failure?—the moderating role of consumer technology self-efficacy and interdependent self-construal. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, Taylor & Francis, v. 29, n. 3, p. 269–290, 2020.

- FASOLA, J.; MATARIĆ, M. J. Using socially assistive human–robot interaction to motivate physical exercise for older adults. *Proceedings of the IEEE*, IEEE, v. 100, n. 8, p. 2512–2526, 2012.
- FASOLA, J.; MATARIĆ, M. J. A socially assistive robot exercise coach for the elderly. *J. Hum.-Robot Interact.*, Journal of Human-Robot Interaction Steering Committee, v. 2, n. 2, p. 3–32, jun 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.5898/JHRI.2.2.Fasola>>.
- FEIL-SEIFER, D.; MATARIĆ, M. J. Defining socially assistive robotics. *Proceedings of the 2005 IEEE 9th International Conference on Rehabilitation Robotics*, v. 2005, n. Ci, p. 465–468, 2005.
- FEIL-SEIFER, D.; MATARIĆ, M. J. Socially Assistive Human-Robot Intervention for Children with Autism Spectrum Disorders. *11th Int. Symp. on Experimental Robotics (ISER)*, v. 54, p. 201–210, 2008.
- FEIL-SEIFER, D.; MATARIC, M. J. Human robotinteraction. *Encyclopedia of complexity and systems science*, v. 80, 2009.
- FEIL-SEIFER, D.; MATARIC, M. J. Socially assistive robotics-ethical issues related to technology. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, v. 18, n. 1, p. 24, 2011.
- FEIL-SEIFER, D.; SKINNER, K.; MATARIĆ, M. J. Benchmarks for evaluating socially assistive robotics. *Interaction Studies*, John Benjamins, v. 8, n. 3, p. 423–439, 2007.
- FERRATÉ, G.; BASAÑEZ, L. Attributes, morphology and applications: A taxonomic approach to interrelated factors in robotics. *IFAC Proceedings Volumes*, Elsevier, v. 18, n. 16, p. 411–418, 1985.
- FINK, J. Anthropomorphism and human likeness in the design of robots and human-robot interaction. In: SPRINGER. *International Conference on Social Robotics*. [S.l.], 2012. p. 199–208.
- FINOMORE, V.; MATTHEWS, G.; SHAW, T.; WARM, J. Predicting vigilance: A fresh look at an old problem. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 52, n. 7, p. 791–808, 2009.
- FISHBEIN, M.; AJZEN, I. Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. *Philosophy and Rhetoric*, v. 10, n. 2, 1977.
- FLANDORFER, P. Population ageing and socially assistive robots for elderly persons: the importance of sociodemographic factors for user acceptance. *International Journal of Population Research*, Hindawi, v. 2012, 2012.
- FONG, T.; NOURBAKHSH, I.; DAUTENHAHN, K. A survey of socially interactive robots. *Robotics and autonomous systems*, Elsevier, v. 42, n. 3-4, p. 143–166, 2003.
- FREEDY, A.; DEVISSER, E.; WELTMAN, G.; COEYMAN, N. Measurement of trust in human-robot collaboration. In: IEEE. *2007 international symposium on collaborative technologies and systems*. [S.l.], 2007. p. 106–114.
- FREEL, M. S. Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity. *Research policy*, Elsevier, v. 32, n. 5, p. 751–770, 2003.

- GALSTER, M.; BUCHERER, E. A taxonomy for identifying and specifying non-functional requirements in service-oriented development. In: IEEE. *2008 IEEE Congress on Services-Part I*. [S.l.], 2008. p. 345–352.
- GAMBETTA, D. et al. Can we trust trust. *Trust: Making and breaking cooperative relations*, Citeseer, v. 13, p. 213–237, 1990.
- GARZA, C. G. M. *Failure Is an Option: How the Severity of Robot Errors Affects Human-Robot Interaction*. Tese (Doutorado) — Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA, 2018.
- GAUDIELLO, I.; ZIBETTI, E.; LEFORT, S.; CHETOUANI, M.; IVALDI, S. Trust as indicator of robot functional and social acceptance. an experimental study on user conformation to icub answers. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 61, p. 633–655, 2016.
- GIL, A. Métodos e técnicas de pesquisa social 5. ed., editora atlas: São paulo. 1999.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1991.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. [S.l.]: 6. ed. Ediitora Atlas SA, 2008.
- GIL, A. C. et al. *Como elaborar projetos de pesquisa*. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.
- GLINZ, M. On non-functional requirements. In: IEEE. *15th IEEE international requirements engineering conference (RE 2007)*. [S.l.], 2007. p. 21–26.
- GOETZ, J.; KIESLER, S.; POWERS, A. Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. In: IEEE. *The 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2003. Proceedings. ROMAN 2003*. [S.l.], 2003. p. 55–60.
- GONZÁLEZ, J. C.; PULIDO, J. C.; FERNÁNDEZ, F. A three-layer planning architecture for the autonomous control of rehabilitation therapies based on social robots. *Cognitive Systems Research*, Elsevier, v. 43, p. 232–249, 2017.
- GOODRICH, M. A.; SCHULTZ, A. C. Human-robot interaction: A survey. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, v. 1, n. 3, p. 203–275, 2007. ISSN 15513955.
- GORIS, K.; SALDIEN, J.; VANDERBORGHT, B.; LEFEBER, D. How to achieve the huggable behavior of the social robot probot? a reflection on the actuators. *Mechatronics*, Elsevier, v. 21, n. 3, p. 490–500, 2011.
- GOSLING, S. D.; RENTFROW, P. J.; JR, W. B. S. A very brief measure of the big-five personality domains. *Journal of Research in personality*, Elsevier, v. 37, n. 6, p. 504–528, 2003.
- GOYAL, A.; SINGH, S.; VIR, D.; PERSHAD, D. Automation of stress recognition using subjective or objective measures. *Psychological Studies*, Springer, v. 61, n. 4, p. 348–364, 2016.
- GROOM, V. What's the best role for a robot. In: *Proceedings of the International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO)*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 323–328.
- GROOM, V.; NASS, C. Can robots be teammates?: Benchmarks in human–robot teams. *Interaction studies*, John Benjamins, v. 8, n. 3, p. 483–500, 2007.

- GUPTA, N.; BISANTZ, A. M.; SINGH, T. The effects of adverse condition warning system characteristics on driver performance: an investigation of alarm signal type and threshold level. *Behaviour & Information Technology*, Taylor & Francis, v. 21, n. 4, p. 235–248, 2002.
- HALL, E. Handbook for proxemic research, washington, dc, society for the anthropology of visual communication. *Search in*, 1974.
- HAM, J.; ESCH, M. v.; LIMPENS, Y.; PEE, J. d.; CABIBIHAN, J.-J.; GE, S. S. The automaticity of social behavior towards robots: the influence of cognitive load on interpersonal distance to approachable versus less approachable robots. In: SPRINGER. *International conference on social robotics*. [S.l.], 2012. p. 15–25.
- HANCOCK, P.; DESMOND, P. A.; MATTHEWS, G. Conceptualizing and defining fatigue. In: *The handbook of operator fatigue*. [S.l.]: CRC Press, 2012. p. 63–73.
- HANCOCK, P. A. A dynamic model of stress and sustained attention. *Human factors*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 31, n. 5, p. 519–537, 1989.
- HANCOCK, P. A. Effects of control order, augmented feedback, input device and practice on tracking performance and perceived workload. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 39, n. 9, p. 1146–1162, 1996.
- HANCOCK, P. A.; BILLINGS, D. R.; SCHAEFER, K. E. Can you trust your robot? *Ergonomics in Design*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 19, n. 3, p. 24–29, 2011.
- HANCOCK, P. A.; BILLINGS, D. R.; SCHAEFER, K. E.; CHEN, J. Y.; VISSER, E. J. D.; PARASURAMAN, R. A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 53, n. 5, p. 517–527, 2011.
- HANCOCK, P. A.; HANCOCK, G. M.; WARM, J. Individuation: the n= 1 revolution. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Taylor & Francis, v. 10, n. 5, p. 481–488, 2009.
- HANCOCK, P. A.; MERCADO, J. E.; MERLO, J.; ERP, J. B. V. Improving target detection in visual search through the augmenting multi-sensory cues. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 56, n. 5, p. 729–738, 2013.
- HANCOCK, P. A.; WARM, J. S. A dynamic model of stress and sustained attention. *Journal of Human Performance in Extreme Environments*, v. 7, n. 1, p. 4, 2003.
- HARING, K. S.; MATSUMOTO, Y.; WATANABE, K. How do people perceive and trust a lifelike robot. In: CITESEER. *Proceedings of the world congress on engineering and computer science*. [S.l.], 2013. v. 1.
- HARING, K. S.; SILVERA-TAWIL, D.; TAKAHASHI, T.; WATANABE, K.; VELONAKI, M. How people perceive different robot types: A direct comparison of an android, humanoid, and non-biomimetic robot. In: *2016 8th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 265–270.
- HARTNETT, J. J.; BAILEY, K. G.; HARTLEY, C. S. Body height, position, and sex as determinants of personal space. *The Journal of Psychology*, Taylor & Francis, v. 87, n. 1, p. 129–136, 1974.

HARVEY, C.; STANTON, N. A.; PICKERING, C. A.; MCDONALD, M.; ZHENG, P. Context of use as a factor in determining the usability of in-vehicle devices. *Theoretical issues in ergonomics science*, Taylor & Francis, v. 12, n. 4, p. 318–338, 2011.

HATTINGH, M. *An analysis of the current nature, status and relevance of data mining tools to enable organizational learning*. Tese (Doutorado) — Stellenbosch: Stellenbosch University, 2002.

HEAD, J.; TENAN, M. S.; TWEEDDELL, A. J.; LAFIANDRA, M. E.; MORELLI, F.; WILSON, K. M.; ORTEGA, S. V.; HELTON, W. S. Prior mental fatigue impairs marksmanship decision performance. *Frontiers in physiology*, Frontiers, v. 8, p. 680, 2017.

HEAD, J. R.; TENAN, M. S.; TWEEDDELL, A. J.; PRICE, T. F.; LAFIANDRA, M. E.; HELTON, W. S. Cognitive fatigue influences time-on-task during bodyweight resistance training exercise. *Frontiers in Physiology*, Frontiers, p. 373, 2016.

HEERINK, M.; KRÖSE, B.; EVERS, V.; WIELINGA, B. Assessing acceptance of assistive social agent technology by older adults: the almere model. *International journal of social robotics*, Springer, v. 2, n. 4, p. 361–375, 2010.

HEINECK, T. *Desenvolvimento orientado a modelos no domínio de robótica: uma revisão sistemática da literatura*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

HENKEL, Z.; BETHEL, C. L.; MURPHY, R. R.; SRINIVASAN, V. Evaluation of proxemic scaling functions for social robotics. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, IEEE, v. 44, n. 3, p. 374–385, 2014.

HO, G.; WHEATLEY, D.; SCIALFA, C. T. Age differences in trust and reliance of a medication management system. *Interacting with Computers*, Oxford University Press Oxford, UK, v. 17, n. 6, p. 690–710, 2005.

HOFF, K. A.; BASHIR, M. Trust in automation: Integrating empirical evidence on factors that influence trust. *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 57, n. 3, p. 407–434, 2015.

HORSTMANN, A. C.; KRÄMER, N. C. When a robot violates expectations: The influence of reward valence and expectancy violation on people's evaluation of a social robot. In: *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (HRI '20), p. 254–256. ISBN 9781450370578. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3371382.3378292>>.

HUANG, H.; RAU, P.-L. P.; MA, L. Will you listen to a robot? effects of robot ability, task complexity, and risk on human decision-making. *Advanced Robotics*, Taylor & Francis, v. 35, n. 19, p. 1156–1166, 2021.

IEEE. IEEE recommended practice for software requirements specifications. *Std 830-1998*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998.

IGBARIA, M.; IIVARI, J. The effects of self-efficacy on computer usage. *Omega*, Elsevier, v. 23, n. 6, p. 587–605, 1995.

IROJU, O.; OJERINDE, O. A.; IKONO, R. State of the art: a study of human-robot interaction in healthcare. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, 2017.

ISO 13482:2014. *Robots and robotic devices- Safety requirements for personal care robots*. 2014.

ISO/IEC 25010. *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. 2010.

ISO/TR 23482-1:2020. *Robotics—Application of ISO 13482—Part 1: Safety-related test methods*. 2020.

JOHN, O. P. The "big five" factor taxonomy: Dimensions of personality in the natural language and in questionnaires. *Handbook of personality: Theory and research*, 1990.

JOHNSON, D. O.; CUIJPERS, R. H.; JUOLA, J. F.; TORTA, E.; SIMONOV, M.; FRISIELLO, A.; BAZZANI, M.; YAN, W.; WEBER, C.; WERMTER, S. et al. Socially assistive robots: a comprehensive approach to extending independent living. *International journal of social robotics*, Springer, v. 6, n. 2, p. 195–211, 2014.

JOHNSON, M.; BRADSHAW, J. M.; FELTOVICH, P. J.; JONKER, C. M.; RIEMSDIJK, M. B. V.; SIERHUIS, M. Coactive design: Designing support for interdependence in joint activity. *Journal of Human-Robot Interaction*, Journal of Human-Robot Interaction Steering Committee, v. 3, n. 1, p. 43–69, 2014.

JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J.; TURNER, L. A. Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 1, n. 2, p. 112–133, 2007.

JR, A. G. R.; JR, N. B. Uma proposta para elicitação de requisitos não-funcionais. *Anais SULCOMP*, v. 4, 2008.

JR, J. M.; HANSEN, M. H.; PEARSON, A. W. The cognitive and affective antecedents of general trust within cooperative organizations. *Journal of managerial issues*, JSTOR, p. 48–64, 2004.

JR, P. H. K.; ISHIGURO, H.; FRIEDMAN, B.; KANDA, T.; FREIER, N. G.; SEVERSON, R. L.; MILLER, J. What is a human?: Toward psychological benchmarks in the field of human–robot interaction. *Interaction Studies*, John Benjamins, v. 8, n. 3, p. 363–390, 2007.

KANDA, T.; SATO, R.; SAIWAKI, N.; ISHIGURO, H. A two-month field trial in an elementary school for long-term human–robot interaction. *IEEE Transactions on robotics*, IEEE, v. 23, n. 5, p. 962–971, 2007.

KANIARASU, P.; STEINFELD, A.; DESAI, M.; YANCO, H. Robot confidence and trust alignment. In: IEEE. *2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2013. p. 155–156.

KAPLAN, F. Who is afraid of the humanoid? investigating cultural differences in the acceptance of robots. *International journal of humanoid robotics*, World Scientific, v. 1, n. 03, p. 465–480, 2004.

- KEIL, M.; BERANEK, P. M.; KONSZYNSKI, B. R. Usefulness and ease of use: field study evidence regarding task considerations. *Decision support systems*, Elsevier, v. 13, n. 1, p. 75–91, 1995.
- KELLMAYER, P.; MUELLER, O.; FEINGOLD-POLAK, R.; LEVY-TZEDEK, S. Social robots in rehabilitation: A question of trust. *Science Robotics*, American Association for the Advancement of Science, v. 3, n. 21, p. eaat1587, 2018.
- KHALIFA, D.; MADJID, N. A.; SVETINOVIC, D. Trust requirements in blockchain systems: a preliminary study. In: IEEE. *2019 Sixth International Conference on Software Defined Systems (SDS)*. [S.l.], 2019. p. 310–313.
- KHATTER, K.; KALIA, A. Impact of non-functional requirements on requirements evolution. In: IEEE. *2013 6th International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*. [S.l.], 2013. p. 61–68.
- KIDD, C. D. *Sociable robots: The role of presence and task in human-robot interaction*. Tese (Doutorado) — Massachusetts Institute of Technology, 2003.
- KIDD, C. D.; BREAZEAL, C. Effect of a robot on user perceptions. In: IEEE. *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)(IEEE Cat. No. 04CH37566)*. [S.l.], 2004. v. 4, p. 3559–3564.
- KIESLER, S.; GOETZ, J. Mental models of robotic assistants. In: *CHI'02 extended abstracts on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2002. p. 576–577.
- KIESLER, S.; POWERS, A.; FUSSELL, S. R.; TORREY, C. Anthropomorphic interactions with a robot and robot-like agent. *Social Cognition*, Guilford Press, v. 26, n. 2, p. 169–181, 2008.
- KIM, K. J.; PARK, E.; SUNDAR, S. S. Caregiving role in human–robot interaction: A study of the mediating effects of perceived benefit and social presence. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 29, n. 4, p. 1799–1806, 2013.
- KIRCHER, K.; THORSLUND, B. Effects of road surface appearance and low friction warning systems on driver behaviour and confidence in the warning system. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 52, n. 2, p. 165–176, 2009.
- KIRNER, T. G.; DAVIS, A. M. Nonfunctional requirements of real-time systems. In: *Advances in Computers*. [S.l.]: Elsevier, 1996. v. 42, p. 1–37.
- KOAY, K. L.; DAUTENHAHN, K.; WOODS, S.; WALTERS, M. L. Empirical results from using a comfort level device in human-robot interaction studies. In: *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 194–201.
- KOAY, K. L.; SYRDAL, D. S.; WALTERS, M. L.; DAUTENHAHN, K. Living with robots: Investigating the habituation effect in participants' preferences during a longitudinal human-robot interaction study. In: IEEE. *RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. [S.l.], 2007. p. 564–569.
- KOH, K. B.; PARK, J. K.; KIM, C. H.; CHO, S. Development of the stress response inventory and its application in clinical practice. *Psychosomatic medicine*, LWW, v. 63, n. 4, p. 668–678, 2001.

- KOLLOCK, P. The emergence of exchange structures: An experimental study of uncertainty, commitment, and trust. *American Journal of sociology*, University of Chicago Press, v. 100, n. 2, p. 313–345, 1994.
- KOMATSU, T.; YAMADA, S. Adaptation gap hypothesis: How differences between users' expected and perceived agent functions affect their subjective impression. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, v. 9, n. 1, p. 67–74, 2011.
- KORN, O.; AKALIN, N.; GOUVEIA, R. Understanding cultural preferences for social robots: a study in german and arab communities. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, ACM New York, NY, USA, v. 10, n. 2, p. 1–19, 2021.
- KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. Requirements engineering: processes and techniques. *Wiley Publishing*, 1998.
- KOUTENTAKIS, D.; PILOZZI, A.; HUANG, X. Designing socially assistive robots for alzheimer's disease and related dementia patients and their caregivers: where we are and where we are headed. In: MULTIDISCIPLINARY DIGITAL PUBLISHING INSTITUTE. *Healthcare*. [S.l.], 2020. v. 8, n. 2, p. 73.
- KWAN, D.; CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J. C. S. do P. Towards achieving trust through transparency and ethics. In: IEEE. *2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference (RE)*. [S.l.], 2021. p. 82–93.
- KWON, M.; JUNG, M. F.; KNEPPER, R. A. Human expectations of social robots. In: IEEE. *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2016. p. 463–464.
- LAMSWEERDE, A. V. Goal-oriented requirements engineering: A guided tour. In: IEEE. *Proceedings fifth ieee international symposium on requirements engineering*. [S.l.], 2001. p. 249–262.
- LANGER, A.; FEINGOLD-POLAK, R.; MUELLER, O.; KELLMEYER, P.; LEVY-TZEDEK, S. Trust in socially assistive robots: Considerations for use in rehabilitation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Elsevier, v. 104, n. July, p. 231–239, 2019. ISSN 18737528. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.07.014>>.
- LARZELERE, R. E.; HUSTON, T. L. The dyadic trust scale: Toward understanding interpersonal trust in close relationships. *Journal of Marriage and the Family*, JSTOR, p. 595–604, 1980.
- LASOTA, P.; FONG, T.; SHAH, J. *A survey of methods for safe human-robot interaction. Found Trends Robot 5 (3): 261–349*. 2017.
- LASOTA, P. A.; FONG, T.; SHAH, J. A. A Survey of Methods for Safe Human-Robot Interaction. *Foundations and Trends in Robotics*, v. 5, n. 3, p. 261–349, 2017. ISSN 1935-8253.
- LATIKKA, R.; TURJA, T.; OKSANEN, A. Self-efficacy and acceptance of robots. *Computers in Human Behavior*, v. 93, p. 157–163, 2019. ISSN 0747-5632. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563218306034>>.
- LAUGIER, C. J. rios-martinez, a. spalanzani &. *Int J of Soc Robotics*, v. 7, p. 137–153, 2015.

- LAW, T.; CHITA-TEGMARK, M.; SCHEUTZ, M. The interplay between emotional intelligence, trust, and gender in human–robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 13, n. 2, p. 297–309, 2021.
- LAZÁNYI, K.; HAJDU, B. Trust in human-robot interactions. In: IEEE. *2017 IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics*. [S.l.], 2017. p. 216–220.
- LAZARUS, R. S. Theory-based stress measurement. *Psychological inquiry*, Taylor & Francis, v. 1, n. 1, p. 3–13, 1990.
- LAZARUS, R. S. From psychological stress to the emotions: A history of changing outlooks. *Annual Review of Psychology*, v. 44, n. 1, p. 1–22, 1993. PMID: 8434890. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.ps.44.020193.000245>>.
- LEE, H.; KIM, J.; KIM, J. Determinants of success for application service provider: An empirical test in small businesses. *International journal of human-computer studies*, Elsevier, v. 65, n. 9, p. 796–815, 2007.
- LEE, J. D.; SEE, K. A. Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human factors*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 46, n. 1, p. 50–80, 2004.
- LEE, S.; NAGUIB, A. M. Toward a sociable and dependable elderly care robot: design, implementation and user study. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Springer, v. 98, n. 1, p. 5–17, 2020.
- LEE, S.-I.; LAU, I. Y.-m.; KIESLER, S.; CHIU, C.-Y. Human mental models of humanoid robots. In: IEEE. *Proceedings of the 2005 IEEE international conference on robotics and automation*. [S.l.], 2005. p. 2767–2772.
- LEES, M. N.; LEE, J. D. The influence of distraction and driving context on driver response to imperfect collision warning systems. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 50, n. 8, p. 1264–1286, 2007.
- LEFFINGWELL, D. *Agile software requirements: lean requirements practices for teams, programs, and the enterprise*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2010.
- LEICHTMANN, B.; NITSCH, V. How much distance do humans keep toward robots? literature review, meta-analysis, and theoretical considerations on personal space in human-robot interaction. *Journal of environmental Psychology*, Elsevier, v. 68, p. 101386, 2020.
- LEMAIGNAN, S.; WARNIER, M.; SISBOT, E. A.; CLODIC, A.; ALAMI, R. Artificial cognition for social human–robot interaction: An implementation. *Artificial Intelligence*, Elsevier, v. 247, p. 45–69, 2017.
- LEVESON, N. G. *Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety*. [S.l.]: The MIT Press, 2011.
- LEWIS, J. D.; WEIGERT, A. Trust as a social reality. *Social forces*, Oxford University Press, v. 63, n. 4, p. 967–985, 1985.
- LEWIS, M.; SYCARA, K.; WALKER, P. The role of trust in human-robot interaction. In: *Foundations of trusted autonomy*. [S.l.]: Springer, Cham, 2018. p. 135–159.

- LI, C.; JIA, Q.; FENG, Y. Human-robot interaction design for robot-assisted intervention for children with autism based on es theory. In: IEEE. *2016 8th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)*. [S.l.], 2016. v. 2, p. 320–324.
- LI, D.; RAU, P.-L.; LI, Y. A cross-cultural study: Effect of robot appearance and task. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 2, n. 2, p. 175–186, 2010.
- LI, J. The benefit of being physically present: A survey of experimental works comparing copresent robots, telepresent robots and virtual agents. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 77, p. 23–37, 2015.
- LI, Y.-M.; YEH, Y.-S. Increasing trust in mobile commerce through design aesthetics. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 26, n. 4, p. 673–684, 2010.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 1932.
- LIN, P.; BEKEY, G.; ABNEY, K. *Autonomous military robotics: Risk, ethics, and design*. [S.l.], 2008.
- LINS, C. M.
Reabilitação Motora de membros superiores com o uso do Robô NAO — Universidade Federal de Pernambuco, 2021.
- LIU, C.; TANG, T.; LIN, H.-C.; TOMIZUKA, M. *Designing Robot Behavior in Human-Robot Interactions*. [S.l.]: CRC Press, 2019.
- LIU, P.; LI, Z. Task complexity: A review and conceptualization framework. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier, v. 42, n. 6, p. 553–568, 2012.
- LIU, X. S.; YI, X. S.; WAN, L. C. Friendly or competent? the effects of perception of robot appearance and service context on usage intention. *Annals of Tourism Research*, Elsevier, v. 92, p. 103324, 2022.
- LOHSE, M. Bridging the gap between users' expectations and system evaluations. In: IEEE. *2011 RO-MAN*. [S.l.], 2011. p. 485–490.
- LOHSE, M.; HEGEL, F.; WREDE, B. Domestic applications for social robots: an online survey on the influence of appearance and capabilities. *Red de Agentes Físicos*, 2008.
- LOOIJE, R.; NEERINCX, M. A.; CNOSSEN, F. Persuasive robotic assistant for health self-management of older adults: Design and evaluation of social behaviors. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 68, n. 6, p. 386–397, 2010.
- LOUIE, W.-Y. G.; MCCOLL, D.; NEJAT, G. Acceptance and attitudes toward a human-like socially assistive robot by older adults. *Assistive Technology*, Taylor & Francis, v. 26, n. 3, p. 140–150, 2014.
- LUHMANN, N. *Trust and power* chichester. UK: Wiley, 1979.
- LUHMANN, N. Familiarity, confidence, trust: Problems and alternatives. *Trust: Making and breaking cooperative relations*, Oxford, v. 6, n. 1, p. 94–107, 2000.

- LUM, H.; SINATRA, A.; SIMS, V. K.; CHIN, M. G.; SMITH, H. S.; SHUMAKER, R.; FINKELSTEIN, N. Size does matter: Automobile “facial” features predict consumer attitudes. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2007. v. 51, n. 18, p. 1105–1108.
- LUSSIER, B.; GALLIEN, M.; GUIOCHET, J.; INGRAND, F.; KILLIJIAN, M.-O.; POWELL, D. Fault tolerant planning for critical robots. In: IEEE. *37th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN'07)*. [S.l.], 2007. p. 144–153.
- LÜTKEBOHLE, I.; HEGEL, F.; SCHULZ, S.; HACKEL, M.; WREDE, B.; WACHSMUTH, S.; SAGERER, G. The bielefeld anthropomorphic robot head “flobi”. In: IEEE. *2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation*. [S.l.], 2010. p. 3384–3391.
- LYONS, J.; STOKES, C.; GARCIA, D.; ADAMS, J.; AMES, D. Trust and decision-making: An empirical platform (ccp 204). *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, IEEE, v. 24, n. 10, p. 36–41, 2009.
- MADHAVAN, P.; WIEGMANN, D. A. A new look at the dynamics of human-automation trust: Is trust in humans comparable to trust in machines? In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2004. v. 48, n. 3, p. 581–585.
- MADSEN, M.; GREGOR, S. Measuring human-computer trust. In: CITESEER. *11th australasian conference on information systems*. [S.l.], 2000. v. 53, p. 6–8.
- MAIRIZA, D.; ZOWGHI, D.; NURMULIANI, N. An investigation into the notion of non-functional requirements. In: *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 311–317.
- MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 719 p.
- MAMANI, N. A. *Integrando requisitos não funcionais aos requisitos baseados em ações concertas*. Tese (Doutorado) — Dissertação (Dissertação de mestrado)—Departamento de informática, PUC-RIO, 1999.
- MARCHETTI, A.; DIO, C. D.; MANZI, F.; MASSARO, D. Robotics in clinical and developmental psychology. *Reference module in neuroscience and biobehavioral psychology*, Elsevier, 2022.
- MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of applied physiology*, American Physiological Society, 2009.
- MARSH, S. P. Formalising trust as a computational concept. University of Stirling, 1994.
- MATARIĆ, M.; TAPUS, A.; WINSTEIN, C.; ERIKSSON, J. Socially assistive robotics for stroke and mild tbi rehabilitation. In: *Advanced technologies in rehabilitation*. [S.l.]: IOS Press, 2009. p. 249–262.
- MATHUR, M. B.; REICHLING, D. B. An uncanny game of trust: social trustworthiness of robots inferred from subtle anthropomorphic facial cues. In: IEEE. *2009 4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2009. p. 313–314.
- MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing*. São Paulo:Atlas, v. 3.ed., 2001.

- MATTHEWS, G.; EMO, A. K.; FUNKE, G.; ZEIDNER, M.; ROBERTS, R. D.; JR, P. T. C.; SCHULZE, R. Emotional intelligence, personality, and task-induced stress. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, American Psychological Association, v. 12, n. 2, p. 96, 2006.
- MATTHEWS, G.; REINERMAN-JONES, L.; BARBER, D.; TEO, G.; WOHLEBER, R.; LIN, J.; PANGANIBAN, A. Resilient autonomous systems: Challenges and solutions. In: *2016 Resilience Week (RWS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 208–213.
- MAYER, A. K.; SANCHEZ, J.; FISK, A. D.; ROGERS, W. A. Don't let me down: The role of operator expectations in human-automation interaction. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2006. v. 50, n. 21, p. 2345–2349.
- MAYER, R. C.; DAVIS, J. H.; SCHOORMAN, F. D. An integrative model of organizational trust. *Academy of management review*, Academy of Management Briarcliff Manor, NY 10510, v. 20, n. 3, p. 709–734, 1995.
- MCALLISTER, D. J. Affect-and cognition-based trust as foundations for interpersonal cooperation in organizations. *Academy of management journal*, Academy of Management Briarcliff Manor, NY 10510, v. 38, n. 1, p. 24–59, 1995.
- MCBRIDE, M.; MORGAN, S. Trust calibration for automated decision aids. *Institute for Homeland Security Solutions*, p. 1–11, 2010.
- MCCOLL, D.; NEJAT, G. Recognizing emotional body language displayed by a human-like social robot. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 6, n. 2, p. 261–280, 2014.
- MCGINN, C. Why do robots need a head? the role of social interfaces on service robots. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 12, n. 1, p. 281–295, 2020.
- MCGINN, C.; BOURKE, E.; MURTAGH, A.; DONOVAN, C.; LYNCH, P.; CULLINAN, M. F.; KELLY, K. Meet stevie: a socially assistive robot developed through application of a 'design-thinking' approach. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Springer, v. 98, n. 1, p. 39–58, 2020.
- MCKNIGHT, D. H.; LARRY, L. Initial trust formation in new organizational relationships. *The Academy of management review*, v. 23, n. 3, p. 473–90, 1998.
- MCNEILL, D. *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*. Chicago: The University of Chicago Press, 1992.
- MEGHDARI, A.; SHARIATI, A.; ALEMI, M.; NOBAVEH, A. A.; KHAMOOSHI, M.; MOZAFFARI, B. Design performance characteristics of a social robot companion "arash" for pediatric hospitals. *International Journal of Humanoid Robotics*, World Scientific, v. 15, n. 05, p. 1850019, 2018.
- MERRITT, S. M.; HEIMBAUGH, H.; LACHAPPELL, J.; LEE, D. I trust it, but i don't know why: Effects of implicit attitudes toward automation on trust in an automated system. *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 55, n. 3, p. 520–534, 2013.
- MERRITT, S. M.; ILGEN, D. R. Not all trust is created equal: Dispositional and history-based trust in human-automation interactions. *Human factors*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 50, n. 2, p. 194–210, 2008.

- MILLER, L.; KRAUS, J.; BABEL, F.; MESSNER, M.; BAUMANN, M. Come closer: Experimental investigation of robots' appearance on proximity, affect and trust in a domestic environment. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2020. v. 64, n. 1, p. 395–399.
- MILLER, L.; KRAUS, J. M.; BABEL, F.; BAUMANN, M. More than a feeling-interrelation of trust layers in human-robot interaction and the role of user dispositions and state anxiety. *Frontiers in Psychology*, Frontiers, v. 12, p. 378, 2021.
- MOHAN, R. E.; CALDERON, C. A. A.; ZHOU, C.; YUE, P. K. Evaluating virtual emotional expression systems for human robot interaction in rehabilitation domain. In: IEEE. *2008 International Conference on Cyberworlds*. [S.l.], 2008. p. 554–560.
- MOKHTARI, M.; SHARIATI, A.; MEGHDARI, A. Taban": A retro-projected social robotic-head for human-robot interaction. In: IEEE. *2019 7th International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM)*. [S.l.], 2019. p. 46–51.
- MORAY, N.; INAGAKI, T.; ITOH, M. Adaptive automation, trust, and self-confidence in fault management of time-critical tasks. *Journal of experimental psychology: Applied*, American Psychological Association, v. 6, n. 1, p. 44, 2000.
- MORI, M.; MACDORMAN, K. F.; KAGEKI, N. The uncanny valley [from the field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, IEEE, v. 19, n. 2, p. 98–100, 2012.
- MORO, C.; NEJAT, G.; MIHAILIDIS, A. Learning and personalizing socially assistive robot behaviors to aid with activities of daily living. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, ACM New York, NY, USA, v. 7, n. 2, p. 1–25, 2018.
- MOULOUA, M.; HANCOCK, P. A. *Human Performance in Automated and Autonomous Systems: Emerging Issues and Practical Perspectives*. [S.l.]: CRC Press, 2019.
- MUIR, B. M.; MORAY, N. Trust in automation. part ii. experimental studies of trust and human intervention in a process control simulation. *Ergonomics*, v. 39, n. 3, p. 429–460, 1996.
- MUMM, J.; MUTLU, B. Human-robot proxemics: Physical and psychological distancing in human-robot interaction. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2011. (HRI 11), p. 331–338. ISBN 9781450305617. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1957656.1957786>>.
- MURATA, A. Ergonomics and cognitive engineering for robot-human cooperation. In: IEEE. *Proceedings 9th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication. IEEE RO-MAN 2000 (Cat. No. 00TH8499)*. [S.l.], 2000. p. 206–211.
- MURPHY, R. R.; NOMURA, T.; BILLARD, A.; BURKE, J. L. Human-robot interaction. *IEEE robotics & automation magazine*, IEEE, v. 17, n. 2, p. 85–89, 2010.
- MURPHY, R. R.; ROGERS, E. Cooperative assistance for remote robot supervision. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, v. 5, n. 2, p. 224–240, 1996.
- MYLOPOULOS, J.; CHUNG, L.; NIXON, B. Representing and using nonfunctional requirements: A process-oriented approach. *IEEE Transactions on software engineering*, v. 18, n. 6, p. 483–497, 1992.

- NAKADA, K. Kansei engineering research on the design of construction machinery. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 19, n. 2, p. 129–146, 1997. ISSN 0169-8141. Kansei Engineering and Comfort. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814196000091>>.
- NASCIMENTO, F. P. d. Classificação da pesquisa. natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. *Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC*. Brasília: Thesaurus, 2016.
- NASCIMENTO, V. W. C. Introdução à metodologia científica. São Cristóvão, 2017.
- NASS, C.; LEE, K. M. Does computer-synthesized speech manifest personality? experimental tests of recognition, similarity-attraction, and consistency-attraction. *Journal of experimental psychology: applied*, American Psychological Association, v. 7, n. 3, p. 171, 2001.
- NATARAJAN, M.; GOMBOLAY, M. Effects of anthropomorphism and accountability on trust in human robot interaction. In: _____. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. p. 33–42. ISBN 9781450367462. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3319502.3374839>>.
- NESTOROV, N.; STONE, E.; LEHANE, P.; EIBRAND, R. Aspects of socially assistive robots design for dementia care. In: IEEE. *2014 IEEE 27th International Symposium on Computer-Based Medical Systems*. [S.l.], 2014. p. 396–400.
- NEUBAUER, C.; MATTHEWS, G.; LANGHEIM, L.; SAXBY, D. Fatigue and voluntary utilization of automation in simulated driving. *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 54, n. 5, p. 734–746, 2012.
- NIKOLAIDIS, S.; KWON, M.; FORLIZZI, J.; SRINIVASA, S. Planning with verbal communication for human-robot collaboration. *J. Hum.-Robot Interact.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 7, n. 3, nov 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3203305>>.
- NOMURA, T.; KANDA, T.; SUZUKI, T. Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human–robot interaction. *Ai & Society*, Springer, v. 20, n. 2, p. 138–150, 2006.
- OBAID, M.; SANDOVAL, E. B.; ZŁOTOWSKI, J.; MOLTCHANOVA, E.; BASEDOW, C. A.; BARTNECK, C. Stop! that is close enough. how body postures influence human-robot proximity. In: IEEE. *2016 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2016. p. 354–361.
- OBAYASHI, K.; KODATE, N.; MASUYAMA, S. Socially assistive robots and their potential in enhancing older people’s activity and social participation. *Journal of the American Medical Directors Association*, v. 19, n. 5, p. 462–463, 2018.
- OLESON, K. E.; BILLINGS, D. R.; KOCSIS, V.; CHEN, J. Y.; HANCOCK, P. A. Antecedents of trust in human-robot collaborations. In: IEEE. *2011 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)*. [S.l.], 2011. p. 175–178.
- OLSON, K. E. *Understanding the construct of human trust in domestic service robots*. Tese (Doutorado) — Georgia Institute of Technology, 2013.

- ONNASCH, L.; HILDEBRANDT, C. L. Impact of anthropomorphic robot design on trust and attention in industrial human-robot interaction. *J. Hum.-Robot Interact.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 11, n. 1, oct 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3472224>>.
- OOSTERHOF, N. N.; TODOROV, A. The functional basis of face evaluation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 105, n. 32, p. 11087–11092, 2008.
- OOSTERHOUT, T. van; VISSER, A. A visual method for robot proxemics measurements. In: *Proceedings of Metrics for Human-Robot Interaction: A Workshop at the Third ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2008)*. Citeseer. [S.l.: s.n.], 2008. p. 61–68.
- OSOSKY, S.; SCHUSTER, D.; PHILLIPS, E.; JENTSCH, F. G. Building appropriate trust in human-robot teams. In: *2013 AAAI spring symposium series*. [S.l.: s.n.], 2013.
- PAK, R.; FINK, N.; PRICE, M.; BASS, B.; STURRE, L. Decision support aids with anthropomorphic characteristics influence trust and performance in younger and older adults. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 55, n. 9, p. 1059–1072, 2012.
- PAPADOPOULOS, I.; LAZZARINO, R.; MIAH, S.; WEAVER, T.; THOMAS, B.; KOULOGLIOTI, C. A systematic review of the literature regarding socially assistive robots in pre-tertiary education. *Computers & Education*, Elsevier, v. 155, p. 103924, 2020.
- PARASURAMAN, R.; COSENZO, K. A.; VISSER, E. D. Adaptive automation for human supervision of multiple uninhabited vehicles: Effects on change detection, situation awareness, and mental workload. *Military Psychology*, Taylor & Francis, v. 21, n. 2, p. 270–297, 2009.
- PARASURAMAN, R.; MILLER, C. A. Trust and etiquette in high-criticality automated systems. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 47, n. 4, p. 51–55, 2004.
- PARASURAMAN, R.; RILEY, V. Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human factors*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 39, n. 2, p. 230–253, 1997.
- PARASURAMAN, R.; SHERIDAN, T. B.; WICKENS, C. D. A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-Part A: Systems and Humans*, IEEE, v. 30, n. 3, p. 286–297, 2000.
- PERRE, G. Van de; BEIR, A. D.; CAO, H.-L.; ESTEBAN, P. G.; LEFEBER, D.; VANDERBORGHT, B. Studying design aspects for social robots using a generic gesture method. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 11, n. 4, p. 651–663, 2019.
- PERRY, A.; RUBINSTEN, O.; PELED, L.; SHAMAY-TSOORY, S. G. Don't stand so close to me: A behavioral and erp study of preferred interpersonal distance. *Neuroimage*, Elsevier, v. 83, p. 761–769, 2013.
- PETRAK, B.; WEITZ, K.; ASLAN, I.; ANDRÉ, E. Let me show you your new home: studying the effect of proxemic-awareness of robots on users' first impressions. In: IEEE. *2019 28th IEEE international conference on robot and human interactive communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2019. p. 1–7.

- PINO, M.; BOULAY, M.; JOUEN, F.; RIGAUD, A. S. "are we ready for robots that care for us?" attitudes and opinions of older adults toward socially assistive robots. *Frontiers in aging neuroscience*, Frontiers, v. 7, p. 141, 2015.
- PORTUGAL, R. L. Q. Speeding-up non-functional requirements elicitation. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2020.
- POSTAL, L. C. Robô no atendimento ao cliente: quanto mais "humano" melhor? 2019.
- PRAKASH, A.; ROGERS, W. A. Why some humanoid faces are perceived more positively than others: effects of human-likeness and task. *International journal of social robotics*, Springer, v. 7, n. 2, p. 309–331, 2015.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016.
- PULIDO, J. C.; SUÁREZ, C.; DORADO, J. C. G.; DUEÑAS-RUIZ, A.; FERRI, P.; ENCARNACIÓN, M.; SAHUQUILLO, M.; ECHEVARRÍA, C.; VARGAS, R.; INFANTE-COSSIO, P.; LUIS, C.; CALDERÓN, P.; FERNÁNDEZ, F. A socially assistive robotic platform for upper-limb rehabilitation: A longitudinal study with pediatric patients. *IEEE Robotics Automation Magazine*, v. 26, p. 24–39, 06 2019.
- PUNYATOYA, P. Effects of cognitive and affective trust on online customer behavior. *Marketing Intelligence & Planning*, Emerald Publishing Limited, 2018.
- PYTLIKZILLIG, L. M.; KIMBROUGH, C. D. Consensus on conceptualizations and definitions of trust: Are we there yet? *Interdisciplinary perspectives on trust*, Springer, p. 17–47, 2016.
- RABBITT, S. M.; KAZDIN, A. E.; SCASSELLATI, B. Integrating socially assistive robotics into mental healthcare interventions: Applications and recommendations for expanded use. *Clinical psychology review*, Elsevier, v. 35, p. 35–46, 2015.
- RAJAONAH, B.; ANCEAUX, F.; VIENNE, F. Study of driver trust during cooperation with adaptive cruise control. *Le travail humain*, Presses Universitaires de France, v. 69, n. 2, p. 99–127, 2006.
- RAJAVENKATANARAYANAN, A.; KANAL, V.; TSIKAS, K.; BRADY, J.; CALDERON, D.; WYLIE, G.; MAKEDON, F. Towards a robot-based multimodal framework to assess the impact of fatigue on user behavior and performance: A pilot study. In: *Proceedings of the 12th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (PETRA '19), p. 493–498. ISBN 9781450362320. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3316782.3322776>>.
- REIMER, B.; MEHLER, B.; COUGHLIN, J. F. Reductions in self-reported stress and anticipatory heart rate with the use of a semi-automated parallel parking system. *Applied ergonomics*, Elsevier, v. 52, p. 120–127, 2016.
- REMPEL, J. K.; HOLMES, J. G.; ZANNA, M. P. Trust in close relationships. *Journal of personality and social psychology*, American Psychological Association, v. 49, n. 1, p. 95, 1985.
- RIBEIRO, S. M. S. *Desenvolvimento de uma extensão da linguagem de modelagem iStar para Sistemas Críticos de Segurança-iStar4Safety*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

- RILEY, V. A general model of mixed-initiative human-machine systems. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*. [S.l.], 1989. v. 33, n. 2, p. 124–128.
- RINCÓN, A. M. R.; RODRÍGUEZ-DUEÑAS, W. R.; TORRES, D. A. Q.; BOHÓRQUEZ, A. F.; MIGUEL-CRUZ, A. Children's imaginaries of robots for playing with. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 14, n. 2, p. 463–477, 2022.
- ROBACZEWSKI, A.; BOUCHARD, J.; BOUCHARD, K.; GABOURY, S. Socially Assistive Robots: The Specific Case of the NAO. *International Journal of Social Robotics*, v. 13, n. 4, p. 795–831, 2021. ISSN 1875-4805. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12369-020-00664-7>>.
- ROBERT, L.; ALAHMAD, R.; ESTERWOOD, C.; KIM, S.; YOU, S.; ZHANG, Q. A review of personality in human–robot interactions. *Available at SSRN 3528496*, 2020.
- ROBINETTE, P.; HOWARD, A. M.; WAGNER, A. R. Timing is key for robot trust repair. In: SPRINGER. *International conference on social robotics*. [S.l.], 2015. p. 574–583.
- ROSSI, A.; DAUTENHAHN, K.; KOAY, K. L.; SAUNDERS, J. Investigating human perceptions of trust in robots for safe hri in home environments. In: *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 375–376.
- ROSSI, A.; DAUTENHAHN, K.; KOAY, K. L.; WALTERS, M. L. The impact of peoples' personal dispositions and personalities on their trust of robots in an emergency scenario. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, Sciendo, v. 9, n. 1, p. 137–154, 2018.
- ROSSI, S.; FERLAND, F.; TAPUS, A. User profiling and behavioral adaptation for hri: A survey. *Pattern Recognition Letters*, Elsevier, v. 99, p. 3–12, 2017.
- ROSSI, S.; SANTANGELO, G.; STAFFA, M.; VARRASI, S.; CONTI, D.; NUOVO, A. D. Psychometric evaluation supported by a social robot: Personality factors and technology acceptance. In: IEEE. *2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2018. p. 802–807.
- ROTTER, J. B. A new scale for the measurement of interpersonal trust. *Journal of personality*, Blackwell Publishing, 1967.
- SAAVEDRA, R.; EARLEY, P. C.; Van Dyne, L. Complex interdependence in task-performing groups. *Journal of Applied Psychology*, American Psychological Association, US, v. 78, n. 1, p. 61–72, 1993. ISSN 1939-1854(Electronic),0021-9010(Print).
- SADI, M. H. *Assisting with API design through reusing design knowledge*. Tese (Doutorado) — University of Toronto (Canada), 2020.
- SADRFARIDPOUR, B. *Trust-Based Control of Robotic Manipulators in Collaborative Assembly in Manufacturing*. Tese (Doutorado) — Clemson University, 2018.
- SALEM, M.; DAUTENHAHN, K. Evaluating trust and safety in hri: Practical issues and ethical challenges. *Emerging Policy and Ethics of Human-Robot Interaction*, ACM Press, 2015.

- SALEM, M.; LAKATOS, G.; AMIRABDOLLAHIAN, F.; DAUTENHAHN, K. Towards safe and trustworthy social robots: Ethical challenges and practical issues. In: TAPUS, A.; ANDRÉ, E.; MARTIN, J.-C.; FERLAND, F.; AMMI, M. (Ed.). *Social Robotics*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 584–593.
- SALEM, M.; LAKATOS, G.; AMIRABDOLLAHIAN, F.; DAUTENHAHN, K. Would you trust a (faulty) robot? effects of error, task type and personality on human-robot cooperation and trust. In: IEEE. *2015 10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. [S.l.], 2015. p. 1–8.
- SALICHS, M. A.; BARBER, R.; KHAMIS, A. M.; MALFAZ, M.; GOROSTIZA, J. F.; PACHECO, R.; RIVAS, R.; CORRALES, A.; DELGADO, E.; GARCIA, D. Maggie: A robotic platform for human-robot social interaction. In: IEEE. *2006 IEEE conference on robotics, automation and mechatronics*. [S.l.], 2006. p. 1–7.
- SANDERS, T. Individual differences in trust toward robotic assistants. 2016.
- SANDERS, T.; OLESON, K. E.; BILLINGS, D. R.; CHEN, J. Y.; HANCOCK, P. A. A model of human-robot trust: Theoretical model development. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. [S.l.], 2011. v. 55, n. 1, p. 1432–1436.
- SANDERS, T. L.; MACARTHUR, K.; VOLANTE, W.; HANCOCK, G.; MACGILLIVRAY, T.; SHUGARS, W.; HANCOCK, P. Trust and prior experience in human-robot interaction. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. [S.l.], 2017. v. 61, n. 1, p. 1809–1813.
- SARTER, N. B. Multimodal information presentation: Design guidance and research challenges. *International journal of industrial ergonomics*, Elsevier, v. 36, n. 5, p. 439–445, 2006.
- SARTORATO, F.; PRZYBYLOWSKI, L.; SARKO, D. K. Improving therapeutic outcomes in autism spectrum disorders: Enhancing social communication and sensory processing through the use of interactive robots. *Journal of psychiatric research*, Elsevier, v. 90, p. 1–11, 2017.
- SAUNDERSON, S.; NEJAT, G. How robots influence humans: A survey of nonverbal communication in social human–robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 11, n. 4, p. 575–608, 2019.
- SAXBY, D. J.; MATTHEWS, G.; WARM, J. S.; HITCHCOCK, E. M.; NEUBAUER, C. Active and passive fatigue in simulated driving: discriminating styles of workload regulation and their safety impacts. *Journal of experimental psychology: applied*, American Psychological Association, v. 19, n. 4, p. 287, 2013.
- SCASSELLATI, B.; ADMONI, H.; MATARIĆ, M. Robots for use in autism research. *Annual review of biomedical engineering*, Annual Reviews, v. 14, p. 275–294, 2012.
- SCHADENBERG, B. R.; REIDSMA, D.; EVERS, V.; DAVISON, D. P.; LI, J. J.; HEYLEN, D. K.; NEVES, C.; ALVITO, P.; SHEN, J.; PANTIĆ, M. et al. Predictable robots for autistic children—variance in robot behaviour, idiosyncrasies in autistic children’s characteristics, and child–robot engagement. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, ACM New York, NY, v. 28, n. 5, p. 1–42, 2021.

SCHAEFER, K. *The Perception And Measurement Of Human-robot Trust*. Tese (Doutorado) — University of Central Florida, 2013. Disponível em: <<http://purl.fcla.edu/fcla/etd/CFE0004931>>.

SCHAEFER, K. E.; BILLINGS, D. R.; HANCOCK, P. A. Robots vs. machines: Identifying user perceptions and classifications. In: IEEE. *2012 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support*. [S.l.], 2012. p. 138–141.

SCHAEFER, K. E.; BILLINGS, D. R.; SZALMA, J. L.; ADAMS, J. K.; SANDERS, T. L.; CHEN, J. Y.; HANCOCK, P. A. *A meta-analysis of factors influencing the development of trust in automation: Implications for human-robot interaction*. [S.l.], 2014.

SCHAEFER, K. E.; CHEN, J. Y.; SZALMA, J. L.; HANCOCK, P. A. A meta-analysis of factors influencing the development of trust in automation: Implications for understanding autonomy in future systems. *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 58, n. 3, p. 377–400, 2016.

SCHAEFER, K. E.; SANDERS, T. L.; YORDON, R. E.; BILLINGS, D. R.; HANCOCK, P. A. Classification of robot form: Factors predicting perceived trustworthiness. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. [S.l.], 2012. v. 56, n. 1, p. 1548–1552.

SCHAEFER, K. E.; SCRIBNER, D. R. Individual differences, trust, and vehicle autonomy: A pilot study. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2015. v. 59, n. 1, p. 786–790.

SCHEUTZ, M.; MALLE, B. F. Moral robots. In: *The Routledge handbook of neuroethics*. [S.l.]: Routledge, 2017. p. 363–377.

SCHNEIDER, S.; KUMMERT, F. Comparing robot and human guided personalization: adaptive exercise robots are perceived as more competent and trustworthy. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 13, n. 2, p. 169–185, 2021.

SCHOORMAN, F. D.; MAYER, R. C.; DAVIS, J. H. *An integrative model of organizational trust: Past, present, and future*. [S.l.]: Academy of Management Briarcliff Manor, NY 10510, 2007. 344–354 p.

SCOPELLITI, M.; GIULIANI, M. V.; FORNARA, F. Robots in a domestic setting: a psychological approach. *Universal access in the information society*, Springer, v. 4, n. 2, p. 146–155, 2005.

SCOPELLITI, M.; GIULIANI, M. V.; FORNARA, F. Robots in a domestic setting: a psychological approach. *Universal access in the information society*, Springer, v. 4, n. 2, p. 146–155, 2005.

SHARKEY, A. J. Should we welcome robot teachers? *Ethics and Information Technology*, Springer, v. 18, n. 4, p. 283–297, 2016.

SHARPLES, S.; STEDMON, A.; COX, G.; NICHOLLS, A.; SHUTTLEWORTH, T.; WILSON, J. Flightdeck and air traffic control collaboration evaluation (face): Evaluating aviation communication in the laboratory and field. *Applied ergonomics*, Elsevier, v. 38, n. 4, p. 399–407, 2007.

SHERIDAN, T. B. Considerations in modeling the human supervisory controller. *IFAC Proceedings Volumes*, v. 8, n. 1, Part 3, p. 223–228, 1975. ISSN 1474-6670. 6th IFAC World Congress (IFAC 1975) - Part 3: Systems, Economics, Management, and Social Effects, Boston/Cambridge, MA, USA, August 24-30, 1975. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017675554>>.

SHERIDAN, T. B. *Humans and automation: System design and research issues*. [S.l.]: Human Factors and Ergonomics Society, 2002.

SHIN, E.; KWAK, S. S.; KIM, M. S. A study on the elements of body feature based on the classification of social robots. In: IEEE. *RO-MAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. [S.l.], 2008. p. 514–519.

SIDNER, C. L.; LEE, C.; KIDD, C. D.; LESH, N.; RICH, C. Explorations in engagement for humans and robots. *Artificial Intelligence*, Elsevier, v. 166, n. 1-2, p. 140–164, 2005.

SILVA, A.; PINHEIRO, P.; ALBUQUERQUE, A.; BARROSO, J. A process for creating the elicitation guide of non-functional requirements. In: SPRINGER. *Computer Science On-line Conference*. [S.l.], 2016. p. 293–302.

SILVA, R. A. d. *Nfr4es: Um catálogo de requisitos nao-funcionais para sistemas embarcados*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

SILVERA-TAWIL, D.; ROBERTS-YATES, C. Socially-assistive robots to enhance learning for secondary students with intellectual disabilities and autism. In: IEEE. *2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*. [S.l.], 2018. p. 838–843.

SIMS, V. K.; CHIN, M. G.; SUSHIL, D. J.; BARBER, D. J.; BALLION, T.; CLARK, B. R.; GARFIELD, K. A.; DOLEZAL, M. J.; SHUMAKER, R.; FINKELSTEIN, N. Anthropomorphism of robotic forms: A response to affordances? In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2005. v. 49, n. 3, p. 602–605.

SIMS, V. K.; CHIN, M. G.; YORDON, R. E.; SUSHIL, D. J.; BARBER, D. J.; OWENS, C. W.; SMITH, H. S.; DOLEZAL, M. J.; SHUMAKER, R.; FINKELSTEIN, N. When function follows form: Anthropomorphism of artifact “faces”. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2005. v. 49, n. 3, p. 595–597.

SIRDESHMUKH, D.; SINGH, J.; SABOL, B. Consumer trust, value, and loyalty in relational exchanges. *Journal of marketing*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 66, n. 1, p. 15–37, 2002.

SKANTZE, G.; HJALMARSSON, A.; OERTEL, C. Exploring the effects of gaze and pauses in situated human-robot interaction. In: *Proceedings of the SIGDIAL 2013 Conference*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 163–172.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de software*. 8. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2007.

SOMMERVILLE, I.; SAWYER, P. *RE: a good practice guide*. [S.l.]: John Wiley and Sons, 1997.

- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software. Tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; revisão técnica Kechi Hiramã*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- SONG, L.; KUCHAR, J. K. Dissonance between multiple alerting systems. i. modeling and analysis. *IEEE Transactions on Systems, man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, IEEE, v. 33, n. 3, p. 366–375, 2003.
- SORRENTINO, A.; MANCIOPPI, G.; COVIELLO, L.; CAVALLO, F.; FIORINI, L. Feasibility study on the role of personality, emotion, and engagement in socially assistive robotics: A cognitive assessment scenario. In: MULTIDISCIPLINARY DIGITAL PUBLISHING INSTITUTE. *Informatics*. [S.l.], 2021. v. 8, n. 2, p. 23.
- SPAIN, R. D.; BLISS, J. P. The effect of sonification display pulse rate and reliability on operator trust and perceived workload during a simulated patient monitoring task. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 51, n. 9, p. 1320–1337, 2008.
- STANTON, C.; STEVENS, C. J. Robot pressure: the impact of robot eye gaze and lifelike bodily movements upon decision-making and trust. In: SPRINGER. *International conference on social robotics*. [S.l.], 2014. p. 330–339.
- STANTON, N. A.; YOUNG, M. S.; WALKER, G. H. The psychology of driving automation: a discussion with professor don norman. *International journal of vehicle design*, Inderscience Publishers, v. 45, n. 3, p. 289–306, 2007.
- STEDMON, A. W.; SHARPLES, S.; LITTLEWOOD, R.; COX, G.; PATEL, H.; WILSON, J. R. Datalink in air traffic management: Human factors issues in communications. *Applied ergonomics*, Elsevier, v. 38, n. 4, p. 473–480, 2007.
- STEWART, G. L. A meta-analytic review of relationships between team design features and team performance. *Journal of Management*, v. 32, n. 1, p. 29–55, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0149206305277792>>.
- STUCK, R. E.; HOLTHAUSEN, B. E.; WALKER, B. N. Chapter 8 - the role of risk in human-robot trust. In: NAM, C. S.; LYONS, J. B. (Ed.). *Trust in Human-Robot Interaction*. Academic Press, 2021. p. 179–194. ISBN 978-0-12-819472-0. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128194720000083>>.
- STUCK, R. E.; ROGERS, W. A. Older adults' perceptions of supporting factors of trust in a robot care provider. *Journal of Robotics*, Hindawi, v. 2018, 2018.
- SULLIVAN, J. M.; TSIMHONI, O.; BOGARD, S. Warning reliability and driver performance in naturalistic driving. *Human factors*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 50, n. 5, p. 845–852, 2008.
- SUN, H.; ZHANG, P. The role of moderating factors in user technology acceptance. *International journal of human-computer studies*, Elsevier, v. 64, n. 2, p. 53–78, 2006.
- SUNG, J.; CHRISTENSEN, H. I.; GRINTER, R. E. Robots in the wild: understanding long-term use. In: *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 45–52.
- SZALMA, J. L.; TAYLOR, G. S. Individual differences in response to automation: the five factor model of personality. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, American Psychological Association, v. 17, n. 2, p. 71, 2011.

- TAKAYAMA, L.; PANTOFARU, C. Influences on proxemic behaviors in human-robot interaction. In: IEEE. *2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. [S.l.], 2009. p. 5495–5502.
- TAPUS, A.; MATARIĆ, M. J. Towards socially assistive robotics. *Journal of the Robotics Society of Japan*, The Robotics Society of Japan, v. 24, n. 5, p. 576–578, 2006.
- TAPUS, A.; MATARIĆ, M. J. Socially assistive robots: The link between personality, empathy, physiological signals, and task performance. In: *AAAI spring symposium: emotion, personality, and social behavior*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 133–140.
- TAPUS, A.; MATARIĆ, M. J. User personality matching with a hands-off robot for post-stroke rehabilitation therapy. In: SPRINGER. *Experimental robotics*. [S.l.], 2008. p. 165–175.
- TAPUS, A.; MATARIĆ, M. J.; SCASSELLATI, B. Socially assistive robotics [grand challenges of robotics]. *IEEE Robotics Automation Magazine*, v. 14, n. 1, p. 35–42, 2007.
- TERRA, J. C. C. et al. Taxonomia: elemento fundamental para a gestão do conhecimento. 2005. Disponível em: <<http://www.terraforum.com.br>>.
- TEXTOR, C.; PAK, R. Paying attention to trust: Exploring the relationship between attention control and trust in automation. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2021. v. 65, n. 1, p. 817–821.
- THILL, S.; POP, C. A.; BELPAEME, T.; ZIEMKE, T.; VANDERBORGHT, B. Robot-assisted therapy for autism spectrum disorders with (partially) autonomous control: Challenges and outlook. *Paladyn*, Springer, v. 3, n. 4, p. 209–217, 2012.
- THROPP, J. E. *Individual preferences using automation*. [S.l.]: University of Central Florida, 2006.
- TISHA, T. A.; SHIBLY, M. M. A. Non-functional requirements for blockchain: Challenges and new directions. In: IOP PUBLISHING. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. [S.l.], 2021. v. 1110, n. 1, p. 012016.
- TORTA, E.; DIJK, E. v.; RUIJTEN, P. A.; CUIJPERS, R. H. The ultimatum game as measurement tool for anthropomorphism in human–robot interaction. In: SPRINGER. *International Conference on Social Robotics*. [S.l.], 2013. p. 209–217.
- TSIAKAS, K.; ABUJELALA, M.; MAKEDON, F. Task engagement as personalization feedback for socially-assistive robots and cognitive training. *Technologies*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 6, n. 2, p. 49, 2018.
- TUCKER, P. The impact of rest breaks upon accident risk, fatigue and performance: a review. *Work & Stress*, Taylor & Francis, v. 17, n. 2, p. 123–137, 2003.
- TURJA, T.; RANTANEN, T.; OKSANEN, A. Robot use self-efficacy in healthcare work (rush): development and validation of a new measure. *AI & SOCIETY*, Springer, v. 34, n. 1, p. 137–143, 2019.
- UGGIRALA, A.; GRAMOPADHYE, A. K.; MELLOY, B. J.; TOLER, J. E. Measurement of trust in complex and dynamic systems using a quantitative approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier, v. 34, n. 3, p. 175–186, 2004.

- ULIASZEK, A. A.; ZINBARG, R. E.; MINEKA, S.; CRASKE, M. G.; GRIFFITH, J. W.; SUTTON, J. M.; EPSTEIN, A.; HAMMEN, C. A longitudinal examination of stress generation in depressive and anxiety disorders. *Journal of abnormal psychology*, American Psychological Association, v. 121, n. 1, p. 4, 2012.
- UMBRICO, A.; CESTA, A.; CORTELLESA, G.; ORLANDINI, A. A holistic approach to behavior adaptation for socially assistive robots. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 12, n. 3, p. 617–637, 2020.
- VANDEMEULEBROUCKE, T.; CASTERLÉ, B. D. de; GASTMANS, C. How do older adults experience and perceive socially assistive robots in aged care: a systematic review of qualitative evidence. *Aging & mental health*, Taylor & Francis, v. 22, n. 2, p. 149–167, 2018.
- VANDEMEULEBROUCKE, T.; DZI, K.; GASTMANS, C. Older adults' experiences with and perceptions of the use of socially assistive robots in aged care: A systematic review of quantitative evidence. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Elsevier, v. 95, p. 104399, 2021.
- VERBERNE, F. M.; HAM, J.; MIDDEN, C. J. Trust in smart systems: Sharing driving goals and giving information to increase trustworthiness and acceptability of smart systems in cars. *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 54, n. 5, p. 799–810, 2012.
- VRIES, P. D.; MIDDEN, C. Effect of indirect information on system trust and control allocation. *Behaviour & information technology*, Taylor & Francis, v. 27, n. 1, p. 17–29, 2008.
- WAGNER, A. R. *The role of trust and relationships in human-robot social interaction*. [S.l.]: Georgia Institute of Technology, 2009.
- WALTERS, M. L.; DAUTENHAHN, K.; BOEKHORST, R. T.; KOAY, K. L.; KAOURI, C.; WOODS, S.; NEHANIV, C.; LEE, D.; WERRY, I. The influence of subjects' personality traits on personal spatial zones in a human-robot interaction experiment. In: IEEE. *ROMAN 2005. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2005*. [S.l.], 2005. p. 347–352.
- WALTERS, M. L.; KOAY, K. L.; SYRDAL, D. S.; DAUTENHAHN, K.; BOEKHORST, R. T. Preferences and perceptions of robot appearance and embodiment in human-robot interaction trials. *Procs of New Frontiers in Human-Robot Interaction*, 2009.
- WALTERS, M. L.; OSKOEI, M. A.; SYRDAL, D. S.; DAUTENHAHN, K. A long-term human-robot proxemic study. In: IEEE. *2011 RO-MAN*. [S.l.], 2011. p. 137–142.
- WALTERS, M. L.; SYRDAL, D. S.; DAUTENHAHN, K.; BOEKHORST, R. T.; KOAY, K. L. Avoiding the uncanny valley: robot appearance, personality and consistency of behavior in an attention-seeking home scenario for a robot companion. *Autonomous Robots*, Springer, v. 24, n. 2, p. 159–178, 2008.
- WANG, L.; JAMIESON, G. A.; HOLLANDS, J. G. The effects of design features on users' trust in and reliance on a combat identification system. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2011. v. 55, n. 1, p. 375–379.
- WARD, N. J. Automation of task processes: An example of intelligent transportation systems. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, Wiley Online Library, v. 10, n. 4, p. 395–408, 2000.

- WASHBURN, A.; ADELEYE, A.; AN, T.; RIEK, L. D. Robot errors in proximate hri: how functionality framing affects perceived reliability and trust. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, ACM New York, NY, USA, v. 9, n. 3, p. 1–21, 2020.
- WAYTZ, A.; HEAFNER, J.; EPLEY, N. The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle. *Journal of Experimental Social Psychology*, Elsevier, v. 52, p. 113–117, 2014.
- WEISS, A.; BERNHAUPT, R.; LANKES, M.; TSCHELIGI, M. The usus evaluation framework for human-robot interaction. *Proc. of AISB 09*, v. 4, p. 11–26, 01 2009.
- WICKENS, C. D.; RICE, S.; KELLER, D.; HUTCHINS, S.; HUGHES, J.; CLAYTON, K. False alerts in air traffic control conflict alerting system: Is there a “cry wolf” effect? *Human factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 51, n. 4, p. 446–462, 2009.
- WIEGERS, K.; BEATTY, J. *Software requirements*. [S.l.]: Pearson Education, 2013.
- WIEGMANN, D.; MCCARLEY, J. S.; KRAMER, A. F.; WICKENS, C. D. Age and automation interact to influence performance of a simulated luggage screening task. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Aerospace Medical Association, v. 77, n. 8, p. 825–831, 2006.
- WIEGMANN, D. A.; EGGMAN, A. A.; ELBARDISSI, A. W.; PARKER, S. H.; III, T. M. S. Improving cardiac surgical care: a work systems approach. *Applied ergonomics*, Elsevier, v. 41, n. 5, p. 701–712, 2010.
- WINKLE, K.; CALEB-SOLLY, P.; TURTON, A.; BREMNER, P. Mutual shaping in the design of socially assistive robots: A case study on social robots for therapy. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 12, n. 4, p. 847–866, 2020.
- WITHALL, S. *Software requirement patterns*. [S.l.]: Pearson Education, 2007.
- WOHLEBER, R. W.; CALHOUN, G. L.; FUNKE, G. J.; RUFF, H.; CHIU, C.-Y. P.; LIN, J.; MATTHEWS, G. The impact of automation reliability and operator fatigue on performance and reliance. In: SAGE PUBLICATIONS SAGE CA: LOS ANGELES, CA. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. [S.l.], 2016. v. 60, n. 1, p. 211–215.
- XU, Q.; NG, J.; CHEONG, Y.; TAN, O.; WONG, J.; TAY, T.; PARK, T. The role of social context in human-robot interaction. In: IEEE. *2012 Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES)*. [S.l.], 2012. p. 1–5.
- YAGODA, R. E.; GILLAN, D. J. You want me to trust a robot? the development of a human–robot interaction trust scale. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 4, n. 3, p. 235–248, 2012.
- YAMADA, K.; KUCHAR, J. K. Preliminary study of behavioral and safety effects of driver dependence on a warning system in a driving simulator. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics-Part A: Systems and humans*, IEEE, v. 36, n. 3, p. 602–610, 2006.
- YAMASHITA, Y.; ISHIHARA, H.; IKEDA, T.; ASADA, M. Investigation of causal relationship between touch sensations of robots and personality impressions by path analysis. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 11, n. 1, p. 141–150, 2019.

YAN, H.; ANG, M. H.; POO, A. N. A survey on perception methods for human–robot interaction in social robots. *International Journal of Social Robotics*, Springer, v. 6, n. 1, p. 85–119, 2014.

YANCO, H. A.; DRURY, J. Classifying human-robot interaction: an updated taxonomy. In: IEEE. *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No. 04CH37583)*. [S.l.], 2004. v. 3, p. 2841–2846.

YUEH, H.-P.; LIN, W. Services, appearances and psychological factors in intelligent home service robots. In: SPRINGER. *International Conference on Cross-Cultural Design*. [S.l.], 2016. p. 608–615.

ZHOU, T. Understanding users' initial trust in mobile banking: An elaboration likelihood perspective. *Computers in human behavior*, Elsevier, v. 28, n. 4, p. 1518–1525, 2012.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

2. O termo de Consentimento Livre e Esclarecido a seguir é um texto que explica os detalhes sobre sua participação voluntária na pesquisa. Leia, e caso aceite esse convite, responda que concorda. *

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada "NFR4TRUST: CATÁLOGO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS DE CONFIANÇA PARA ROBÔS SOCIALMENTE ASSISTIVOS", projeto de dissertação da aluna de mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, Larissa Rodrigues da Costa, e orientado por Jaelson Freire Brelaz de Castro, professor do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco. Você responderá a um questionário WEB, onde deverá fazer uso dos materiais disponibilizados e responder questões referentes ao catálogo NFR4TRUST aplicado. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e interromper o preenchimento do questionário. Sua recusa, desistência, ou retirada de consentimento, não acarretará prejuízo para você. A pesquisa não oferece riscos para os participantes. Sua participação não é remunerada e nem implicará em gastos para você. Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação. Neste caso, os pesquisadores se comprometem a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados sem qualquer identificação das pessoas que participaram. Caso você concorde em participar desta pesquisa, assinale ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, que será enviada como recibo de resposta, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os contatos do pesquisador responsável onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento. Contato dos pesquisadores responsáveis: Larissa Rodrigues da Costa, e-mail: lrc@cin.ufpe.br, Jaelson Freire Brelaz de Castro, e-mail: jbc@cin.ufpe.br Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Marcar apenas uma oval.

Concordo

Discordo

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO NFR4TRUST

Questionário Avaliação NFR4TRUST

Gostaríamos de agradecer a sua atenção e o seu interesse em colaborar com o estudo.

Esse questionário servirá de base para a avaliação de um catálogo proposto em um trabalho de mestrado. O objetivo deste trabalho é a definição de um Catálogo de Requisitos Não-Funcionais para Robôs Socialmente Assistivos (SARs) com foco em características de Confiança (Trust) que possa ser utilizado por Engenheiros de Requisitos, Projetistas e Desenvolvedores de SARs.

Antes de iniciar as perguntas, será preciso que você leia atentamente ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido abaixo e assinale se concorda ou não em participar.

O material necessário para responder esse questionário encontra-se disponíveis em uma pasta do Google Drive, acesse através do link:

https://drive.google.com/drive/folders/1BY7_Xy-hbe06uBw0nt9FSBA_gQoCqAfM?usp=sharing

Materiais:

- Imagem do catálogo
- Documento com síntese dos conceitos dos requisitos do catálogo NFR4TRUST
- Apresentação

O tempo para responder essa pesquisa é de aproximadamente 20-30 minutos

*Obrigatório

1. E-mail *

3. Qual a sua maior formação? *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Mestrado incompleto
- Doutorado
- Doutorado incompleto
- Pós-Doutorado
- Pós-Doutorado incompleto
- Não possui formação

4. Como você definiria seu nível de conhecimento em elicitação de requisitos? *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhum
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto

5. Tem alguma experiência profissional com elicitação e especificação de requisitos? *

Marcar apenas uma oval.

- Tenho
- Não tenho
- Muito pouca

6. Como você definiria seu nível de conhecimento na abordagem NFR Framework? *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhum
 Baixo
 Médio
 Alto
 Muito Alto

7. Como você definiria seu nível de conhecimento em Interação Humano-Robô? *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhum
 Baixo
 Médio
 Alto
 Muito Alto

8. Alguma vez você já ouviu falar ou conhece os fatores de Confiança de Interação Humano-Robô? *

Marcar apenas uma oval.

- Não conheço
 Já ouvi falar
 Conheço
 Conheço os fatores, mas não sabia que era uma área de pesquisa

9. Como você definiria seu nível de conhecimento em robótica social? *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhum
 Baixo
 Médio
 Alto
 Muito alto

10. Como você definiria seu nível de conhecimento em robótica socialmente assistiva? *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhum
 Baixo
 Médio
 Alto
 Muito alto

Análise do Catálogo NFR4TRUST

11. Os Requisitos Não-Funcionais apresentados no catálogo NFR4TRUST são pertinentes *a construção de projetos de Robôs Socialmente Assistivos (SARs) que transmitam mais Confiança.

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

12. As CORRELAÇÕES apresentadas no catálogo NFR4TRUST são condizentes com as relações entre os fatores de Confiança dos Robôs Socialmente Assistivos . *
- https://drive.google.com/file/d/17eYYmZC88XZJ4ogMu2_a-ejr_SbesbR3/view?usp=sharing

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

13. Os requisitos de Confiança do catálogo NFRTRUST apresentam definições adequadas. *

<https://drive.google.com/file/d/1jYyuAorHkTPwFcu-ta0LLCNwxs3ZiEUG/view?usp=sharing>

Marcar apenas uma ova.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

14. O catálogo NFR4TRUST é de fácil entendimento. *

Correlações+Conceitos+Figura

Marcar apenas uma ova.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

15. O catálogo NFR4TRUST é um artefato útil nas etapas de elicitação e especificação no processo de Engenharia de Requisitos para Sistemas Robóticos Socialmente Assistivos. *

Marcar apenas uma ova.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

16. Eu utilizaria o catálogo NFR4TRUST em projetos futuros de desenvolvimento de Robôs Socialmente Assistivos. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

17. Eu recomendaria a outras pessoas a utilização do catálogo NFR4TRUST em projetos de Robôs Socialmente Assistivos. *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo totalmente
 Discordo parcialmente
 Neutro
 Concordo parcialmente
 Concordo totalmente

Finalização (Sugestões)

18. Dentro dos fatores de confiança, qual você acha que é o mais importante? *

<https://drive.google.com/file/d/1BSTVmHd2vV85WtzK-bC8e1dhe5sGzs9C/view?usp=sharing>

-
19. Você acha que esse catálogo pode ser utilizado para projetar uma aplicação de SARs, *
da perspectiva da confiança, que possa melhorar a aceitação dos usuários ?

20. Há algum fator de confiança no projeto de robôs socialmente assistivos que não foi *
citado e você gostaria de destacar e acrescentar no catálogo?
<https://drive.google.com/file/d/1BSTVmHd2vV85WtzK-bC8e1dhe5sGzs9C/view?usp=sharing>

21. Há alguma correlação que você gostaria de modificar ou acrescentar no catálogo? *

22. Existem outras modificações que podem ser feitas para melhorar o catálogo? Quais? *

APÊNDICE C – UM RESUMO DA AULA DADA VIRTUALMENTE, A FIM DE CONTEXTUALIZAR OS TEMAS PERTINENTES.



Robôs Socialmente Assistivos (SARs)

- ❑ Os Robôs Socialmente Assistivos (SARs), englobam todos os sistemas robóticos que são capazes, através da interação social, de prestar algum tipo de assistência a usuários com necessidades especiais.
 - ❑ São eficazes em influenciar e motivar o comportamento humano
 - ❑ É a interseção entre os Robôs Assistivos e Robôs Socialmente Interativos
 - ❑ Tenta criar interações próximas e eficaz com o usuário humano com o propósito de dar assistência e alcançar resultados mensuráveis em suas aplicações (seja progresso na convalescença, reabilitação, aprendizagem, entre outros).



cin.ufpe.br

Confiança (Trust)

- ❑ A confiança é multidisciplinar.
 - ❑ o que leva a várias definições, teorias e métricas diferentes.
- ❑ Ainda existem poucos estudos específicos de Confiança dentro do campo de HRI.
 - ❑ a maior parte dos estudos de Confiança estão no campo Interpessoal e de Automação.
 - ❑ confiança humana em automação e em robôs podem ser semelhantes.
- ❑ A confiança e a percepção de segurança estão diretamente interligadas, melhorar uma significa melhorar a outra.
 - ❑ a segurança deve ser levada em consideração ao investigar os fatores de confiança.
- ❑ Definição de Confiança (Trust): a crença que o usuário (*trustor*) tem de que o robô (*trustee*) será capaz de cumprir suas funções prometidas de forma eficaz e segura.

cin.ufpe.br

Contextualização

- ❑ No desenvolvimento de SARs estudar a confiança humana na interação com o robô é importante, pois:
 - ❑ A confiança permite que um indivíduo avalie os riscos associados à interação com outro agente.
 - ❑ É imprescindível para várias funções sociais.
 - ❑ Pode impactar o sucesso da colaboração entre o homem-robô
 - ❑ Pode determinar o uso futuro do robô.
- ❑ Compreender a confiança dos usuários na utilização de um SARs para realizar uma tarefa específica ou exibir um comportamento específico pode ser fundamental para melhorar a aceitação da utilização desses robôs.

cin.ufpe.br

Contextualização

- ❑ As atividades e o processo da Engenharia de Requisitos (ER) são bastante importantes no desenvolvimento de diversos sistemas. A ER ajuda a:
 - ❑ evitar introdução de defeitos.
 - ❑ resolver falhas na comunicação.
 - ❑ minimizar riscos de fracasso dos sistemas.
- ❑ Muitas áreas ainda iniciam o desenvolvimento de um determinado sistema antes de capturar seus requisitos. Nos sistemas robóticos, os requisitos podem:
 - ❑ garantir especificações, descrições de como o sistema deveria se comportar e restrições sobre a operação dele.
 - ❑ afetar a qualidade.
 - ❑ acarretar maiores falhas de segurança.

cin.ufpe.br

Problemática

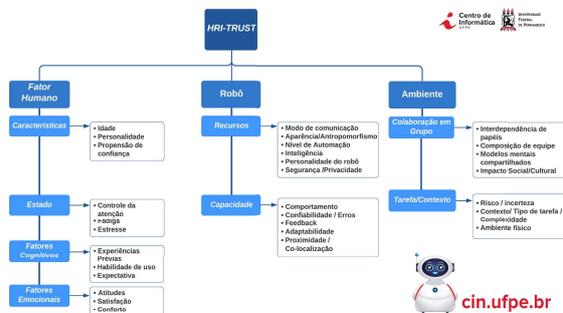
- ❑ Existe uma escassez de trabalhos relacionados a Engenharia de Requisitos no domínio de HRI no geral, em Confiança (Trust) e em SARs.
 - ❑ isso torna difícil avaliar os requisitos da robótica e os requisitos relacionados à confiança que são essenciais no desenvolvimento de SARs.

cin.ufpe.br

Fatores de Confiança

A seguir é mostrado em uma taxonomia adaptada, quais fatores de confiança são importantes em SARs. Todos esses fatores devem ser analisados quando projetar uma aplicação do tipo SARs para que possam influenciar a aceitação do usuário.

cin.ufpe.br



cin.ufpe.br

Requisitos Não-Funcionais

1) são requisitos que descrevem propriedades, características ou restrições que um sistema deve atender;

2) são requisitos que descrevem atributos de qualidade que o produto deve ter.



cin.ufpe.br

NFR Framework

- ❑ O NFR Framework criado por Chung et al. (2000) é uma abordagem para representar e analisar Requisitos Não-Funcionais (NFRs).
 - ❑ Orientada a processos
 - ❑ Os NFRs são representados como metas a serem atendidas (softgoals).
 - ❑ Consiste em uma série de passos, através dos quais os NFRs são identificados, refinados, correlacionados com outros requisitos e operacionalizados.
 - ❑ O Gráfico de Interdependência de Softgoals (SIG) é usado para representar e armazenar os passos e raciocínios do projeto.
 - ❑ Oferece catálogos de tipos de softgoals, de métodos de refinamento e de interdependências, com o objetivo de expressar previamente o conhecimento sobre os NFRs, dando apoio a futuras criações de novos SIG.



cin.ufpe.br

Tipos de softgoal

- ❑ **Softgoal NFR:** Descreve de forma hierárquica um NFR a ser satisfeito pelo sistema e que pode entrar em conflito com outro NFR.
- ❑ **Softgoal de Operacionalização:** Representa soluções de implementação que satisfaçam o softgoal NFR ou outros do mesmo tipo seu.
- ❑ **Softgoal de Afirmação (Claim):** Representa o fundamento lógico relacionado a um softgoal ou a um refinamento entre eles.



Softgoal NFR



Softgoal de Operacionalização



Softgoal de Afirmação (Claim)



cin.ufpe.br

Características do Gráfico de Interdependência de Softgoals (SIG)

- ❑ Um SIG começa a ser representado primeiramente com as características de qualidade de alto nível (os Requisitos Não-Funcionais propriamente ditos) desenhadas por nuvens claras (Softgoals NFR).
- ❑ Quando essas características são refinadas até chegar a soluções que consigam ser implementadas, elas são representadas por nuvens escuras (Softgoals de operacionalização).
- ❑ Quando se tem uma justificativa para apoiar ou negar a priorização de softgoals, refinamentos ou seleção de seus componentes essas características são representadas através de nuvens com linhas tracejadas (Softgoals de afirmação ou Claim).



Interdependência entre Softgoals

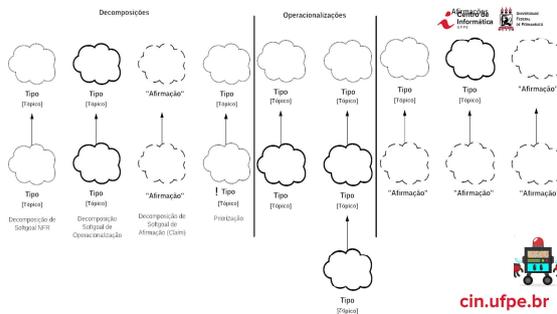
- ❑ Os softgoals estão ligados entre si por uma recíproca dependência.
- ❑ As interações entre eles são muito importantes porque têm um impacto no processo de decisão para alcançar outros NFRs.
- ❑ Os tipos de interdependências podem ser de refinamento ou de contribuição.
 - ❑ **Refinamento:** A interdependência de refinamento registra o relacionamento de softgoals descendentes (filhos) a partir de um softgoal ascendente (pai). Esse relacionamento é representado de forma TOP-DOWN (de cima para baixo) e são divididos em três tipos: decomposição, operacionalização e afirmação.



cin.ufpe.br



cin.ufpe.br



Interdependência entre Softgoals

- ❑ **Contribuições:** A contribuição é uma forma de qualificar as interdependências entre os softgoals. Nela, os softgoals descendentes podem contribuir de maneira positiva ou negativa e de forma total ou parcial para a satisfação de softgoals ascendentes. Existem nove tipos de contribuição utilizadas pelo NFR framework.



cin.ufpe.br

Contribuição	Descrição
AND	Estabelece que, se todos os softgoals descendentes (filhos) forem suficientemente satisfeitos o ascendente (pai) também será.
OR	Estabelece que, se alguns softgoal descendente (filho) for suficientemente satisfeito, o ascendente (pai) também será.
MAKE(++)	Estabelece o nível mais alto de satisfação e uma contribuição suficientemente positiva entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for satisfeito o softgoal pai também é.
BREAK(--)	Estabelece o nível mais alto de negação e uma contribuição suficientemente negativa entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for suficientemente satisfeito, o softgoal pai é negado.
HELP(+)	Estabelece uma contribuição parcialmente positiva entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for parcialmente satisfeito, o softgoal pai será parcialmente satisfeito.
HURT(-)	Estabelece uma contribuição parcialmente negativa entre o softgoal descendente e o ascendente, isso é, se o softgoal descendente for satisfeito, o softgoal pai será parcialmente negado.
UNKNOWN(?)	Estabelece uma contribuição desconhecida entre um softgoal descendente e um ascendente, essa contribuição pode ser positiva, negativa, suficientemente positiva ou suficientemente negativa.
EQUALS	Estabelece que, o softgoal descendente só será satisfeito ou negado, se e somente se, o softgoal ascendente também for.
SOME(++-)	Utilizada quando o sinal de contribuição é conhecido (positivo ou negativo), porém não se tem conhecimento quanto ao tipo de extensão (parcial ou total).



cin.ufpe.br

Obrigada!!

• Dúvidas?