



Programa de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado/Doutorado Acadêmico

Nícolas Bordignon dos Santos

Hathor: Um modelo Computacional para Cuidado Ubíquo de
Crianças

São Leopoldo, 2021

Nícolas Bordignon dos Santos

HATHOR:
Um modelo computacional para cuidado ubíquo de crianças

Dissertação submetida à avaliação como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em
Computação Aplicada da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador:
Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

Coorientador:
Prof. Dr. Gabriel de Oliveira Ramos

São Leopoldo
2021

B729h Bordignon dos Santos, Nicolas.
Hathor : um modelo computacional para cuidado
ubíquo de crianças / Nicolas Bordignon dos Santos. – 2021.
110 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio
dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação
Aplicada, 2021.

“Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa
Coorientador: Prof. Dr. Gabriel de Oliveira Ramos.”

1. Ambiente inteligente. 2. Cuidado humano. 3. Criança.
4. Monitoramento de riscos. I. Título.

CDU 004.732

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Amanda Schuster – CRB 10/2517)

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Pesquisas recentes indicam que o número de acidentes com crianças têm crescido a cada ano e seus familiares sentem-se responsáveis em manter a segurança de seus filhos em tempo integral, gerando frustração e culpa quando um acidente acontece. O ambiente doméstico é uma das principais fontes de preocupação destes cuidadores quando tratamos de acidentes com crianças pequenas. O diferencial deste trabalho é que o modelo *Hathor* realiza o acompanhamento das crianças em ambiente doméstico, de forma ubíqua, para seus familiares, além de detectar e evitar riscos de acidentes com base em históricos de contextos. Isto facilita o controle e monitoramento das crianças pelos pais. O modelo possui uma aplicação com o objetivo de captar dados da rotina de alimentação, sono, banheiro e atividades e notificar os pais sobre riscos ou uma rotina desequilibrada. O protótipo implementado consiste em uma rede neural para identificação de crianças em imagens em tempo real utilizando a rede YOLO versão 5 e um módulo identificador de risco para a detecção de proximidade da criança com uma área de risco pré-definida, bem como a previsão de encontro da criança com o risco baseado na sua velocidade de deslocamento através das imagens. Como contribuições este trabalho traz um *framework* de integração entre acionadores e sistemas de monitoramento, de modo a supervisionar uma criança em ambiente domiciliar, prevendo e reagindo à riscos identificados pelo sistema. Um mapeamento sistemático da área de robótica assistiva e sua integração com ambientes inteligentes, categorizando os estudos encontrados através de taxonomias propostas quanto à sua proposta de uso, suas tecnologias de integração com ambientes inteligentes, suas tecnologias de interação com seres humanos, bem como o seu público alvo. Este mapeamento mostra a tendência de tecnologias utilizadas na área, onde os estudos podem ser encontrados e o crescimento da área de estudo nos últimos anos.

Palavras-chave: Ambiente Inteligente. Cuidado humano. Criança. Monitoramento de riscos.

ABSTRACT

Recent research indicates that the number of accidents with children has grown every year and their families feel responsible for maintaining the safety of their children full time, generating frustration and guilt when an accident happens. The home environment is one of the main sources of concern for these caregivers when dealing with accidents with young children. The differential of this work is that the *Hathor* model performs ubiquitous monitoring of children in the home environment for their families, in addition to detecting and avoiding accident risks based on historical contexts. This facilitates the control and monitoring of children by parents. The model has an application with the objective of capturing data from the routine of eating, sleeping, bathroom and activities and notifying parents about risks or an unbalanced routine. The implemented prototype consists of a neural network for the identification of children in real-time images using the YOLO version 5 network and a risk identification module for the detection of the child's proximity to a predefined risk area, as well as the prediction of the child's encounter with risk based on their speed of movement through the images. As contributions this work brings a *framework* for integration between triggers and monitoring systems, in order to supervise a child in the home environment, predicting and reacting to risks identified by the system. A systematic mapping of the area of assistive robotics and its integration with intelligent environments, categorizing the studies found through proposed taxonomies regarding its proposed use, its integration technologies with intelligent environments, its technologies of interaction with human beings, as well as its target Audience. This mapping shows the trend of technologies used in the area, where studies can be found and the growth of the study area in recent years.

Keywords: Smart Environment. Human care. Children. Hazard monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura da rede YOLO para detecção de objetos.	29
Figura 2 – Métodos de filtragem.	35
Figura 3 – Taxonomia da aplicação da robótica no cuidado humano.	37
Figura 4 – Categorização de <i>Level 1</i> da aplicação da robótica para cuidados humanos. . .	38
Figura 5 – Categorização de <i>Level 2</i> da aplicação da robótica para cuidados humanos. . .	39
Figura 6 – Integração da robótica com ambientes inteligentes.	40
Figura 7 – Taxonomia de como os robôs se integram a ambientes inteligentes.	41
Figura 8 – Categorização de <i>Level 1</i> da integração da robótica com ambientes inteligentes.	41
Figura 9 – Categorização de <i>Level 2</i> da integração da robótica com ambientes inteligentes.	42
Figura 10 – Categorização de <i>Level 3</i> da integração da robótica com ambientes inteligentes.	43
Figura 11 – Taxonomia de que tipo de interação humano-robô é usada em robôs cuidadores.	44
Figura 12 – Categorização de <i>Level 1</i> das interações humano-robô utilizadas.	45
Figura 13 – Categorização de <i>Level 2</i> das interações humano-robô utilizadas.	46
Figura 14 – Taxonomia do público-alvo de robôs cuidadores.	47
Figura 15 – Categorização de <i>Level 1</i> do público-alvo dos robôs cuidadores.	48
Figura 16 – Categorização de <i>Level 2</i> do público-alvo dos robôs cuidadores.	48
Figura 17 – Publicações por periódico/conferência.	49
Figura 18 – Publicações por ano.	50
Figura 19 – Arquitetura do modelo <i>Hathor</i>	56
Figura 20 – Modelagem do sistema <i>Hathor</i> em MVC	57
Figura 21 – Legenda para modelagem com <i>Prometheus Design Tool</i> (PDT)	58
Figura 22 – Visão geral dos agentes do modelo <i>Hathor</i>	59
Figura 23 – Agente Personalizador	59
Figura 24 – Agente Monitorador	60
Figura 25 – Agente Acionador	61
Figura 26 – Arquitetura do módulo de agenda de atividades	62
Figura 27 – Arquitetura do módulo de perfil	63
Figura 28 – Arquitetura do módulo de ação contra risco	64
Figura 29 – Onthor: modelagem da ontologia do modelo <i>Hathor</i>	65
Figura 30 – Exemplo de imagem rotulada para o <i>dataset</i> de treinamento.	70
Figura 31 – Exemplo de anotação na padronização YOLO.	71
Figura 32 – <i>Dataset</i> criado para o treinamento da rede neural.	71
Figura 33 – Exemplo de arquivo de saída do detector de riscos.	73
Figura 34 – Precisão da rede neural no treinamento.	75
Figura 35 – Cenário padrão de fotografia para a avaliação da rede neural.	76

Figura 36 – Classificação correta da criança pela rede neural.	77
Figura 37 – Classificação incorreta de um objeto como uma criança pela rede neural. . .	78
Figura 38 – Classificação incorreta de um adulto como uma criança pela rede neural. . .	79
Figura 39 – Impossibilidade de classificação da rede neural.	80
Figura 40 – Cenário de avaliação 1.	82
Figura 41 – Arquivo de saída do cenário 1.	82
Figura 42 – Cenário de avaliação 2.	83
Figura 43 – Arquivo de saída do cenário 2.	83
Figura 44 – Cenário de avaliação 3.	84
Figura 45 – Arquivo de saída do cenário 3.	84
Figura 46 – Cenário de avaliação 4.	85
Figura 47 – Arquivo de saída do cenário 4.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Questões de pesquisa do mapeamento sistemático.	32
Tabela 2 – Termos principais e sinônimos utilizados para definir a <i>string</i> de busca.	33
Tabela 3 – <i>String</i> de busca utilizada nas bases acadêmicas.	33
Tabela 4 – Lista de base de dados acadêmicas e seus <i>websites</i>	34
Tabela 5 – Critérios de inclusão e exclusão.	34
Tabela 6 – Resultado de avaliação da rede neural.	76
Tabela 7 – Conferências e seus identificadores.	102
Tabela 8 – Periódicos e seus identificadores.	103
Tabela 9 – Extração de dados dos artigos selecionados.	104

LISTA DE ALGORITMOS

Algoritmo 1	Algoritmo de detecção de riscos.	72
-------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AR	Aprendizado por Reforço
AP	<i>Average Precision</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
IHR	Interação Humano-Robô
IoT	Internet das Coisas
Js	Javascript
mAP	<i>mean Average Precision</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
PDT	<i>Prometheus Design Tool</i>
PNL	Processamento Natural de Linguagem
SMA	Sistemas multiagentes
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TEA	Transtorno do Espectro Autista
YOLO	<i>You Only Look Once</i>

LISTA DE SIGLAS

ONU	Organização das Nações Unidas
OMS	Organização Mundial da Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Motivação	21
1.2	Questão de pesquisa	23
1.3	Objetivos	23
1.4	Metodologia	24
1.5	Organização do trabalho	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1	Computação ubíqua	27
2.2	Histórico de contextos	27
2.3	Sistemas multiagentes	28
2.4	Detecção de objetos	28
2.5	Aprendizagem por reforço	29
2.6	Ontologias	30
2.7	Considerações sobre o capítulo	30
3	TRABALHOS RELACIONADOS	31
3.1	Mapeamento sistemático	31
3.2	Metodologia	31
3.2.1	Questões de pesquisa	32
3.2.2	Processo de pesquisa	32
3.2.3	Filtragem de estudos	34
3.3	Resultados	36
3.3.1	GQ1 - Como a robótica está sendo aplicada nos cuidados a humanos?	36
3.3.2	GQ2 - A robótica está sendo integrada em ambientes inteligentes?	40
3.3.3	FQ1 - Quais tipos de interação humano-robô estão sendo utilizadas?	43
3.3.4	FQ2 - Qual é o público-alvo dos robôs cuidadores?	45
3.3.5	SQ1 - Onde as pesquisas foram publicadas?	49
3.3.6	SQ2 - Qual é o número de publicações por ano?	49
3.4	Limitações	50
3.5	Discussão	51
3.6	Conclusão	53
4	MODELO HATHOR	55
4.1	Visão Geral	55
4.2	Modelagem dos agentes	58
4.2.1	Agente Personalizador	58
4.2.2	Agente Monitorador	60
4.2.3	Agente Acionador	61
4.3	Módulos	62
4.3.1	Módulo de agenda de atividades	62
4.3.2	Módulo de perfil	63
4.3.3	Módulo de ação contra risco	64
4.4	Aplicação	64
4.5	Ontologia	65
4.6	Considerações sobre o capítulo	67

5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO	69
5.1 Implementação do protótipo	69
5.1.1 Implementação dos agentes monitorador e acionador	69
5.1.1.1 Rede neural para detecção de objetos	69
5.1.1.2 Detector de riscos	71
5.2 Metodologia de avaliação	73
5.2.1 Avaliação da rede neural	74
5.2.2 Avaliação da detecção de riscos	77
5.2.2.1 Cenário sem risco detectado.	81
5.2.2.2 Cenário com risco de proximidade e sem risco de velocidade de deslocamento .	81
5.2.2.3 Cenário com risco de proximidade e com risco pela velocidade de deslocamento	84
5.2.2.4 Cenário com risco de colisão entre a criança e o perigo detectado.	85
5.3 Considerações sobre o capítulo	86
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
6.1 Conclusões	87
6.2 Contribuições	88
6.3 Limitações e trabalhos futuros	88
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A – MATERIAL COMPLEMENTAR DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO	101

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo é uma introdução à dissertação. A Seção 1.1 evidencia a motivação por trás do trabalho. A Seção 1.2 apresenta as contribuições e o problema abordado. A Seção 1.3 descreve os objetivos gerais e específicos. A Seção 1.4 aborda a metodologia utilizada para a proposta. A Seção 1.5 descreve como o trabalho está organizado.

1.1 Motivação

Desde a primeira vez que Karel Capek escreveu o termo Robot, em 1921, durante a peça teatral R.U.R. (*Universal Rossum's Robots*) (THE MIT PRESS READER, 2019), uma evolução considerável aconteceu no desenvolvimento científico de robôs (FRONTIERS IN ROBOTICS AND AI, 2018). Atualmente, empresas especializadas estão vendendo robôs (THE ROBOT REPORT, 2019). Muitos desses robôs estão disponíveis para melhorar as atividades industriais (MITSUBISHI ELECTRIC, 2020; ABB ROBOTICS, 2020; ONROM ROBOTICS, 2020), e também para ajudar pessoas em diferentes contextos de suas vidas cotidianas (IROBOT, 2020; MAYTRONICS, 2020; UB ROBOT, 2020). A evolução do campo robótico industrial acelerou significativamente a partir da década de 1960. Muitas soluções apareceram em diferentes áreas, como automotiva, elétrica e eletrônica, metal e máquinas, entre outras (GARCIA et al., 2007).

Por outro lado, os robôs de serviço foram desenvolvidos principalmente nas últimas décadas (GARCIA et al., 2007; ZIELINSKA, 2019; PAULIUS; SUN, 2019). A aplicação dessa categoria de robôs é mais visível na comercialização de dispositivos domésticos autônomos, como aspiradores inteligentes e outros robôs de limpeza de pisos internos (IROBOT, 2020; MAYTRONICS, 2020). Enquanto isso, alguns grupos de pesquisa estão concentrando seus esforços de pesquisa para desenvolver robôs inovadores de assistência social (PAPADOPOULOS et al., 2020; NOCENTINI et al., 2019). Segundo as estatísticas da Federação Internacional de Robótica, em 2019, foram vendidos cerca de 23 milhões de robôs de serviço para uso pessoal e doméstico, aproximadamente 40% a mais que em 2018, aumentando o valor das vendas para US\$ 20 bilhões (IFR, 2019). Em particular, existe um subconjunto de robôs de serviço composto por robôs assistenciais, sociais e médicos relacionados ao cuidado humano (BONACCORSI et al., 2016).

A robótica de serviços médicos e profissionais auxilia trabalhadores na prevenção de doenças, evitando doenças devido a tarefas repetitivas, por exemplo. Estes robôs podem ser úteis para realizar cirurgias precisas, supervisionadas ou não por um médico especialista. Além disso, os robôs poderiam apoiar os centros de enfermagem no controle da administração de medicamentos para pacientes internados em um hospital ou em casa (VITANZA et al., 2019). Enquanto isso, os robôs podem apoiar as pessoas emocionalmente em tratamentos psicológicos (D'ONOFRIO et al., 2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial está envelhecendo.

Globalmente, a parcela da população com 65 anos ou mais aumentou de 6% em 1990 para 9 % em 2019. Prevê-se que essa proporção suba ainda mais para 16% em 2050, de modo que uma em cada seis pessoas no mundo terá 65 anos ou mais (UNITED NATIONS, 2019). As pessoas nessa faixa etária enfrentam problemas para viver de forma independente e são mais propensas a sofrer de doenças crônicas (BABIČ et al., 2019). Os idosos também sofrem de causas conhecidas de mortalidade, como quedas acidentais, esquecimento de tomar medicamentos ou tomar medicamentos incorretos (NGUYEN et al., 2019). Há também um aumento no número de pessoas que vivem sozinhas (BARRY et al., 2018; FINLAY; KOBAYASHI, 2018).

Além disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) informou que mais de 1 bilhão de pessoas vivem com deficiências em todo o mundo (WHO, 2019a). De acordo com a OMS, nos últimos anos, houve um aumento na taxa de ocorrência de algumas doenças, como diabetes, obesidade e depressão, que exigem monitoramento contínuo (WHO, 2019b). A assistência especializada a essas pessoas pode ser alcançada porque os avanços na inteligência artificial, principalmente nos algoritmos de aprendizado de máquina, vêm promovendo o desenvolvimento de serviços inteligentes e automatizados (ODDEN; MELZER, 2019). Também, a integração entre os ambientes físico e virtual está aumentando diariamente. A capacidade de detectar e agir em ambientes inteligentes, seja pela adoção da Internet das Coisas (IoT) e vestível, permite a coleta maciça de dados (OCHOA; FORTINO; DI FATTA, 2017).

Algumas pesquisas indicam a integração de robôs de serviço com um ambiente inteligente (SADRI, 2011). Essa integração parece transparente ao usuário, com a prestação de serviços de acordo com o perfil e as necessidades dos usuários. A interação humano-robô é um componente crucial para a melhor aproximação de usuários e robôs de maneira natural, seja por comando de voz, gesto ou outra forma natural de comunicação (ZAFRANI; NIMROD, 2019).

A era da robótica ubíqua possibilita essa abordagem. Nesse sentido, o ambiente é permeado pela inteligência, podendo não apenas coletar dados, detectar eventos e notificar o usuário, como também é capaz de interagir de maneira proativa com a inteligência do ambiente. O recurso de antecipação pode ser útil para evitar riscos ou apoiar os usuários ativamente em diferentes situações (KIM; FOLLMER, 2019; SIMOENS; DRAGONE; SAFFIOTTI, 2018).

Personalização significa adaptação individual dos produtos, serviços e informações. O principal objetivo de sistemas de personalização é oferecer aos seus usuários o que eles querem, sem que eles tenham requisitado (MULVENNA; ANAND; BÜCHNER, 2000). Um modo de atingir essa adaptação é utilizar Históricos de Contextos como predição para o contexto atual do sistema, conforme realizado por ROSA; BARBOSA; RIBEIRO (2016).

As crianças estão constantemente expostas ao risco de acidentes. Segundo a OMS 1 milhão de crianças até 14 anos morrem em decorrência de acidentes todos os anos e 50 milhões ficam com sequelas permanentes, sendo 90% destas mortes em países em desenvolvimento, como o Brasil (WHO, 2020). Acidentes são a principal causa de morte, 16 por dia, e a terceira causa de hospitalizações de crianças, 380 por dia, no Brasil (CRIANÇASEGURA, 2020).

Segundo a CRIANÇASEGURA (2020), mães de crianças no Brasil intitulam-se como as

maiores responsáveis por tudo o que acontece aos seus filhos, como a alimentação, higiene, educação e segurança. Além disso, muitas consideram que ninguém pode proteger seus filhos como elas, só ficando tranquilas com a segurança das crianças enquanto elas estiverem por perto. Com isso, o ambiente doméstico é visto como a maior fonte de preocupação de mães de filhos menores (0 a 5 anos).

Estes dados motivam o trabalho, propondo que um ambiente inteligente, além de prevenir riscos de forma automatizada, possibilite que os familiares monitorem, de forma remota, as rotinas das crianças, além de transmitir a sensação de proximidade e acompanhamento, mesmo quando não estão no mesmo ambiente.

1.2 Questão de pesquisa

O trabalho possui o foco em prover cuidados para crianças de forma ubíqua, possibilitando o acompanhamento remoto para os pais e acionando dispositivos externos de um ambiente inteligente, de forma a evitar os riscos identificados com maior agilidade e eficiência, através da personalização da ação através do perfil da criança.

Assim busca-se responder a questão de pesquisa principal do trabalho: Como seria um modelo para ambiente inteligente ubíquo, que conheça o perfil da criança e auxilie os pais nos cuidados de suas crianças em um ambiente doméstico, levando monitoramento e contenção de riscos de forma remota?

Não foi encontrado nenhum projeto com foco em cuidado de crianças em ambientes domésticos inteligentes que possuam integração com dispositivos robóticos para atuação física no risco, ou que utilizem Históricos de contextos para este objetivo.

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada uma pesquisa com ênfase na expansão e lacunas identificadas em pesquisas da área. Para tal foram identificados os tópicos mais utilizados em sistemas cuidadores de humanos, através de um mapeamento sistemático, e transferidos para o modelo. O principal foco do trabalho é detalhar e explicar o modelo *Hathor* e sua arquitetura.

Para avaliação do modelo um protótipo foi construído e avaliado através de estudos de caso com cenários definidos para o funcionamento do protótipo e a precisão da rede neural de detecção de crianças em imagens em tempo real.

1.3 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um modelo computacional de ambiente inteligente que permita o cuidado ubíquo de crianças, provendo informações para os pais e acionando, de forma personalizada, dispositivos externos, como robôs, para atuação sobre os riscos identificados. Para atingir este objetivo geral são destacados os seguintes objetivos específicos:

- Explorar os conceitos relacionados ao assunto proposto, como conceitos sobre ambientes inteligentes para identificação de riscos em ambientes domésticos, computação ubíqua e robótica assistiva;
- Realizar um mapeamento sistemático sobre robótica assistiva e ambientes inteligentes, para identificar as funcionalidades já existentes, bem como as demandas não supridas;
- Elaborar um modelo para a aplicação de um ambiente inteligente para o cuidado personalizado de crianças;
- Implementar um agente monitorador para monitoramento de vídeo para detecção de objetos e áreas de risco;
- Implementar um agente acionador para selecionar melhor ação para o risco detectado e criar uma saída para o sistema;
- Validar o modelo através de metodologia adequada.

1.4 Metodologia

Este modelo foi desenvolvido a partir da investigação de outros modelos que utilizam robótica assistiva e ambientes inteligentes para o cuidado de humanos. Com isso foi possível identificar problemas e limitações da área, bem como identificar as tecnologias relacionadas com o problema.

Para avaliar o modelo *Hathor* foi desenvolvido um protótipo para validação do projeto. Foi realizada a aplicação do modelo em cenários propostos emulando situações reais possíveis em um ambiente domiciliar. A detecção da criança nas cenas, sua proximidade com uma área de risco definida na imagem, bem como o tempo necessário para que ocorra a colisão com esta área, conforme a velocidade de deslocamento da criança através das imagens, e a escolha de ações de contenção para o risco foram fatores analisados para validar o projeto.

1.5 Organização do trabalho

O texto está organizado em seis capítulos descritos a seguir. Estes capítulos visam a exploração do uso de ambientes inteligentes para o cuidado de crianças.

No Capítulo 1 é realizada uma breve apresentação das intenções da pesquisa, sua motivação, o problema da pesquisa, seus objetivo e a metodologia empregada.

No Capítulo 2 é apresentado uma fundamentação teórica sobre a computação ubíqua e os ambientes inteligentes. Este capítulo aborda metodologias de arquitetura de software como sistemas multiagentes, arquitetura *Model-View-Controller*, Ontologias e representação de dados de contexto. Por fim é abordada tecnologia de inteligência artificial através da aprendizagem por reforço.

No Capítulo 3 são descritos os trabalhos relacionados ao modelo. Para isso é apresentado um mapeamento sistemático da área de robótica para cuidados humanos e sua integração com ambientes inteligentes, bem como a identificação do público-alvo dos trabalhos na área.

No Capítulo 4 é apresentado o modelo de componentes da aplicação, a modelagem dos agentes, a descrição dos módulos do modelo e um modelo de ontologia que permita que o modelo identifique o histórico de contextos e a rotina da criança cuidada, possibilitando respostas mais assertivas ao detectar riscos.

No Capítulo 5 são apresentadas as características de implementação e avaliação do modelo criado. São apresentados detalhes técnicos do modelo, como as tecnologias utilizadas para ser gerado, a implementação do protótipo do agente monitorador e acionador e a avaliação realizada através da validação do treino da rede neural para identificação de crianças em vídeo e cenários que simulam situações reais do sistema para a detecção e acionamento da contenção de risco.

No Capítulo 6 são apresentadas as contribuições científicas do modelo, as limitações e trabalhos futuros propostos para o projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica utilizada para a elaboração deste trabalho. A Seção 2.1 trata de computação ubíqua. A Seção 2.2 define sensibilidade ao contexto e históricos de contextos. A Seção 2.3 trata de sistemas multiagentes e suas características. A Seção 2.4 trata dos conceitos de detecção de objetos em tempo real. A Seção 2.5 trata dos conceitos de aprendizagem por reforço. A Seção 2.6 define os conceitos de ontologia. Por fim a Seção 2.7 discute as considerações finais sobre o capítulo.

2.1 Computação ubíqua

O conceito de computação ubíqua foi criado por WEISER (1999) após um vislumbre do que seria a computação no século 21. Para Weiser os dispositivos computacionais estariam distribuídos em um ambiente e comunicando-se entre si, tornando-se o computador onipresente.

Partindo desta visão de Weiser, em 2001, Satyanarayanan analisou a computação ubíqua, também chamada de computação pervasiva, como uma evolução da linha de pesquisa de sistemas distribuídos e computação móvel (SATYANARAYANAN, 2001). Portanto a computação ubíqua pode ser descrita como um ambiente cheio de dispositivos móveis e de escala menor, adaptando-se aos diferentes ambientes de forma transparente conforme se movem.

O custo mais acessível dos dispositivos tornou a computação ubíqua mais presente no cotidiano das pessoas. Esta popularização gerou uma diversidade de desenvolvedores e pesquisadores na área, gerando avanços na facilidade de uso e aumentando os benefícios oferecidos pela computação ubíqua.

A capacidade de uma aplicação coletar dados sobre uma situação atual do ambiente na qual opera e, a partir de análise de dados, ser capaz de adaptar seu funcionamento é chamada de sensibilidade ao contexto. Este conceito é muito importante para a computação ubíqua e está cada vez mais presente em pesquisas da área.

2.2 Histórico de contextos

O entendimento do contexto ao qual se está inserido e a sensibilidade para entender mudanças no mesmo são aspectos importantes na computação ubíqua (DEY; ABOWD; SALBER, 2001). Contexto constitui qualquer tipo de informação relevante para o sistema, como objetos, lugares, condições, tempo, entre outras. Assim, sistemas computacionais sensíveis ao contexto são aptos a utilizarem o contexto onde estão inseridos para perceber e reagir a mudanças no ambiente, adaptando-se para melhorar a experiência do usuário (SCHILIT; ADAMS; WANT, 1994).

Aplicações sensíveis ao contexto podem guardar contextos para realizar inferências em contextos anteriores. Esta técnica é conhecida como Histórico de Contextos ou Trilhas (MAYRHO-

FER, 2005). Segundo DRIVER; CLARKE (2004) uma trilha é um conjunto de locais, em conjunto com as informações associadas e atividades, e uma ordem dinamicamente reconfigurável.

Personalização envolve que o sistema identifique padrões, hábitos e preferências (MULVENNA; ANAND; BÜCHNER, 2000). Este processo de aprendizado permite informações personalizadas para o usuário baseado em suas necessidades específicas e também adaptar a aplicação para o usuário quando necessário.

Uma pesquisa que cria esta adaptação foi realizada por ROSA; BARBOSA; RIBEIRO (2016). ORACON é um modelo adaptativo para predição de contexto que se adapta de modo a aplicar o melhor algoritmo disponível para o caso. Este comportamento adaptativo é a principal contribuição do modelo, o que diferencia-o dos seus trabalhos relacionados. Para realizar a predição de contexto, o modelo ORACON, utiliza de seus Históricos de Contextos para determinar a possível melhor ação para o contexto atual.

2.3 Sistemas multiagentes

Os sistemas multiagentes (SMA) são modelos constituídos por agentes inteligentes, facilitando a observação de comportamentos sociais. Além disso, permitem uma melhor organização, visando uma aproximação maior da realidade que se deseja observar.

Segundo WOOLDRIDGE (2009), agentes são um sistema de computador situado em um ambiente e que são capazes de serem autônomos em suas atitudes, visando alcançar um objetivo. Outros autores, como PADGHAM; WINIKOFF (2003), definem agentes como componentes autônomos de um sistema, que possuem um objetivo, executam atividades simultâneas, têm capacidade de raciocínio e são adaptáveis ao ambiente. Já JOHNSON (2001) afirma que é visível o surgimento de uma organização, onde o modelo de agentes baseia-se na observação das interações sociais entre os seus elementos.

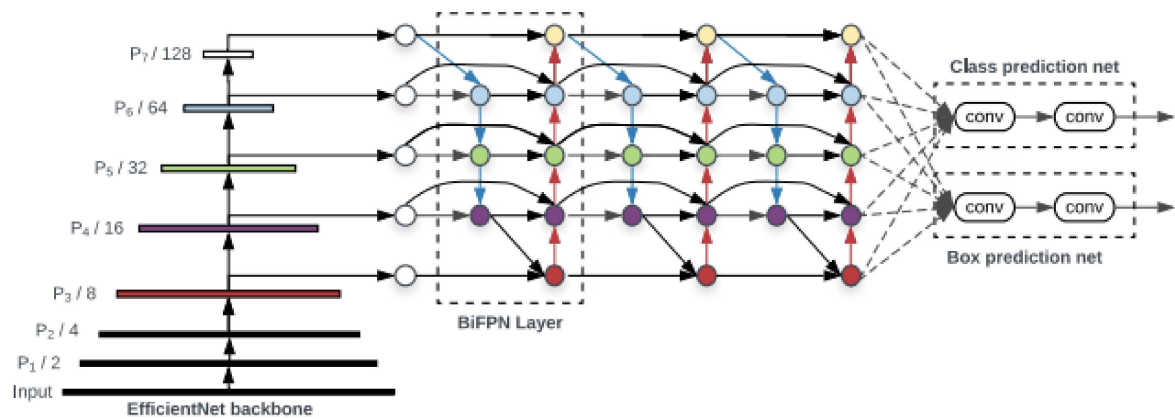
2.4 Detecção de objetos

A detecção de objetos é uma área da computação que busca reproduzir a capacidade humana de identificar objetos em uma imagem, bem como sua localização e como está interagindo com o ambiente. Diversas abordagens podem ser utilizadas para realizar esta detecção. Entre elas, o uso de redes neurais convolucionais profundas tem se mostrado bastante eficiente. A YOLO é uma rede neural convolucional que visa prever múltiplas caixas delimitadoras e a probabilidade das mesmas para classificação de objetos em imagens, se destacando pela capacidade de realizar o reconhecimento de objetos em tempo real com boa precisão e baixa complexidade (REDMON et al., 2016).

A arquitetura da rede YOLO é formada por três partes principais, conforme ilustrado na Figura 1.

A função para cada parte é:

Figura 1 – Arquitetura da rede YOLO para detecção de objetos.



Fonte: (SOLAWETZ, 2020)

- **Backbone:** uma rede convolucional para agregar e formar recursos de imagem em diferentes granularidades;
- **Neck:** camadas para combinar as características de imagem para passá-las para a previsão;
- **Head:** consome os recursos do Neck e executa as etapas de previsão de caixa delimitadora e classe.

A quinta versão da YOLO foi desenvolvida pelo pesquisador Glenn Jocher da empresa Ultralytics LLC utilizando o *framework* de desenvolvimento Pytorch e disponibilizada através do github do pesquisador para o uso da comunidade científica (JOCHER, 2020). Esta versão traz melhorias como a inclusão da técnica de aumento de dados de mosaico e âncoras de caixa delimitadora de aprendizagem automática, além de ser extremamente rápida e leve, se comparada com as versões prévias da YOLO (RAJPUT, 2020a).

2.5 Aprendizagem por reforço

A Aprendizagem por Reforço (AR) é uma área de aprendizado de máquina onde os agentes devem aprender o que fazer, ou como fazer, de modo a maximizar o sinal numérico de recompensa (SUTTON; BARTO, 2018). O agente não sofre interferência externa sobre o quais ações devem ser tomadas e deve descobrir, através de iterações e tentativa e erro, qual a melhor decisão para um ambiente dinâmico (SILVA, 2009).

Neste tipo de aprendizado o agente não é informado de quais ações devem ser tomadas em determinadas situações, apenas um conjunto de alternativas. O agente deve selecionar umas dessas escolhas e associa o seu desempenho com esta escolha. O acúmulo de experiências torna o conjunto de alternativas mais adequado às expectativas. Assim, o sistema inteligente

pode adquirir conhecimento exclusivamente através da sua interação com o ambiente, sendo uma técnica essencial para problemas onde não há fonte de conhecimento disponível, como em exploração espacial ou submarina (SILVA, 2009).

2.6 Ontologias

Ontologias têm sido utilizadas em pesquisas recentes para a representação de conhecimento. De acordo com GRUBER (1993), ontologias são especificações explícitas de uma conceitualização, ou seja, são conjuntos estruturados de termos e conceitos que representam conhecimentos sobre o mundo. Na computação ubíqua, as ontologias possuem um papel relevante, visto que há a necessidade de representação semântica para que tanto os computadores, quanto os usuários possam compreender as representações. Em uma base de conhecimento, todas as entidades têm definições e restrições, se relacionando de acordo com as relevâncias de interesses, auxiliando a obtenção de resultados.

O mapeamento semântico de entidades reais para entidades que computadores entendam facilita o compartilhamento e reuso da informação, visto que a maioria das ontologias convertidas encontram-se disponíveis eletronicamente para complementação. De acordo com GENESE-RETH; NILSSON (1987) toda a base de conhecimento é estabelecida em uma conceitualização de objetos e entidades que se relacionam e possuem área de interesse. A conceitualização é uma visão simplificada e, até mesmo, abstrata de uma representação que vise um propósito. GRUBER (1993) define ontologia como uma especificação explícita de um conceito. Computadores podem determinar a compatibilidade e comparar fatos e inferir informações de contextos novos e mais completos (KRUMMENACHER; STRANG, 2007).

2.7 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou a fundamentação teórica para a realização deste trabalho. A computação ubíqua é o estado onde a computação é altamente integrada e distribuída. A capacidade de uma aplicação coletar dados e de adaptar o seu funcionamento conforme a situação em que está operando é chamado de sensibilidade ao contexto. Foi também apresentado o conceito de modelagem multiagentes, detecção de objetos em imagens em tempo real através do uso da rede neural com a arquitetura YOLO e a técnica de aprendizagem por reforço, onde o agente inteligente aprende por tentativa e erro, de modo a maximizar sua recompensa. Por fim foi apresentado o conceito de ontologias para a representação semântica de domínios de conhecimento, facilitando o seu entendimento tanto por computadores quanto pelos seus usuários.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta o processo completo de uma técnica de pesquisa que visa mapear o uso da robótica e ambientes inteligentes para o cuidado de humanos. Um total de 69 estudos foram selecionados através dessa técnica de mapeamento. Cada estudo foi classificado através de 4 taxonomias propostas, de modo a responder as questões de pesquisa do mapeamento. Este capítulo resultou no artigo "*A Systematic Mapping Study of Robotics in Human Care*", submetido ao periódico *Robotics and Autonomous Systems*, o qual encontra-se em avaliação. A seção 3.1 descreve uma breve introdução do mapeamento sistemático desenvolvido. A seção 3.2 descreve a metodologia do estudo de mapeamento sistemático, enfatizando o processo de seleção de texto. A seção 3.3 detalha os resultados que organizam os artigos principais em relação às questões de pesquisa. A seção 3.4 expõe as limitações do trabalho. A seção 3.5 apresenta uma discussão dos resultados. Finalmente, a última seção apresenta conclusões e trabalhos futuros.

3.1 Mapeamento sistemático

O objetivo deste capítulo é identificar os estudos mais relevantes para a área de pesquisa em robótica de serviço e computação ubíqua aplicada ao cuidado humano (WEISER, 1999). Além disso, identificar trabalhos relacionados com ambientes inteligentes conectados com robótica que tenham foco em cuidado de crianças. O estudo utilizou oito repositórios científicos para procurar artigos na área de robôs de serviço. Além disso, este trabalho se concentra na descoberta de autores que estão liderando publicações nesta área de pesquisa. Este estudo apresenta os últimos avanços no cenário teórico atual, servindo de apoio a futuras pesquisas. Portanto, apresenta um estudo de mapeamento sistemático que é uma compilação de artigos filtrados publicados sobre robótica social aplicada à saúde ubíqua (VIANNA; BARBOSA, 2019). As contribuições científicas deste mapeamento sistemático são quatro taxonomias que classificam e agrupam robôs cuidadores de acordo com sua aplicação, integração com um ambiente inteligente, interação homem-robô e público-alvo.

3.2 Metodologia

Esta seção apresenta a metodologia empregada em um estudo de mapeamento sistemático para apresentar o estado da arte da robótica no cuidado humano. O estudo de mapeamento sistemático revisou trabalhos publicados na área, buscando possíveis lacunas de pesquisa na literatura. Para isso, as diretrizes propostas por PETERSEN et al. (2008) e atualizadas por PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ (2015) permitiram definir três atividades principais de pesquisa:

- Definição de questões de pesquisa;

Tabela 1 – Questões de pesquisa do mapeamento sistemático.

Referência	Questões
Questões gerais	
GQ1	Como a robótica está sendo aplicada nos cuidados a humanos?
GQ2	A robótica está sendo integrada em ambientes inteligentes?
Questões de foco	
FQ1	Quais tipos de interação humano-robô estão sendo utilizadas?
FQ2	Qual é o público-alvo dos robôs cuidadores?
Questões estatísticas	
SQ1	Onde as pesquisas foram publicadas?
SQ2	Qual é o número de publicações por ano?

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Definição do processo de pesquisa;
- Definição do processo de filtragem.

Primeiramente, a definição das questões de pesquisa caracterizou os principais aspectos que este estudo teve como objetivo responder. Segundo, as atividades do processo de pesquisa concentraram-se na elaboração da sequência de pesquisa e na seleção de bancos de dados acadêmicos utilizados como fonte de artigos. Por fim, o processo de filtragem descreveu os critérios de inclusão e exclusão aplicados nos artigos. As seções a seguir detalham cada uma dessas atividades.

3.2.1 Questões de pesquisa

As questões de pesquisa fornecem os principais aspectos referentes a este estudo para descrever a literatura. A Tabela 1 apresenta seis questões de pesquisa divididas em três categorias: questões gerais, focadas e estatísticas. O objetivo das questões gerais é entender como a robótica geralmente pode auxiliar no cuidado humano, sendo integrada em ambientes inteligentes para fornecer atendimento em tempo integral e de forma ubíqua. As questões focadas identificam as abordagens mais comuns para a robótica interagir com seres humanos e qual tipo de público é direcionado ao cuidado humano. Finalmente, questões estatísticas fornecem dados quantitativos sobre os artigos publicados, como o local da publicação e o número de artigos disponíveis por ano.

3.2.2 Processo de pesquisa

O processo de pesquisa compreendeu três etapas baseadas em diretrizes de estudos de mapeamento sistemático semelhantes (DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018; PETERSEN et al., 2008). Essas etapas consideram as atividades realizadas para pesquisar os artigos, a fim de des-

Tabela 2 – Termos principais e sinônimos utilizados para definir a *string* de busca.

Termos principais	Sinônimos terms
Caregiver robot	Assistive robot OR ubiquitous robot OR service robot OR social robot
Children	Child OR childhood OR kid OR pediatric
Elder	Old people OR senior OR aged OR old-age
Mental disorder	Dementia OR cognitive impairment OR alzheimer
PWD	People with disabilities OR rehabilitation

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – *String* de busca utilizada nas bases acadêmicas.

<i>String</i> de busca
("assistive robot"OR "caregiver robot"OR "ubiquitous robot"OR "service robot"OR "social robot") AND ("mental disorder"OR "dementia"OR "cognitive impairment"OR "alzheimer"OR "elder"OR "old people"OR "senior"OR "aged"OR "old-age"OR "children"OR "child"OR "childhood"OR "kid"OR "pediatric"OR "pwd"OR "people with disabilities"OR "rehabilitation")

Fonte: Elaborado pelo autor.

cobrir o que foi publicado na literatura. As etapas são organizadas seqüencialmente da seguinte maneira: (i) especificar a sequência de pesquisa; (ii) selecionar os bancos de dados acadêmicos; (iii) extrair os resultados.

A primeira etapa identificou os principais termos e seus sinônimos mais relevantes. Os principais termos agregaram o assunto principal referente às questões de pesquisa, robótica e público-alvo ao cuidado humano. Além disso, termos alternativos derivam dos termos principais, fornecendo a elaboração de uma *string* de pesquisa mais ampla. A Tabela 2 apresenta os termos principais e alternativos. Esses termos suportaram a elaboração da *string* de pesquisa, conforme mostrado na Tabela 3.

O segundo passo foi focado em selecionar bancos de dados acadêmicos relevantes para realizar as pesquisas. A Tabela 4 apresenta a lista de oito bancos de dados junto com o respectivo site. Esses bancos de dados acadêmicos são relevantes para a área de saúde e computação. Por exemplo, a ACM Digital Library indexa mais de quinhentos mil artigos de texto completo em computação e tecnologia da informação, o IEEE Xplore possui uma coleção de quase cinco milhões de itens em tecnologias de mudança mundial, como robótica, saúde, computação, comunicação e muito mais. Considerando que este trabalho engloba a robótica em auxílio ao cuidado humano, as áreas médica e psicológica também são relevantes. Portanto, os bancos de dados CINAHL, MEDLINE, PubMed e PsychINFO foram escolhidos para fortalecer uma visão geral dessas áreas. Além disso, duas bases de dados gerais visavam garantir que esta pesquisa demonstrasse consistentemente o estado da arte. Nesse caso, o banco de dados Science Direct indexa dezesseis milhões de artigos em dois mil e quinhentos de periódicos científicos, e a Springer Link indexa mais de dez milhões de documentos científicos.

Tabela 4 – Lista de base de dados acadêmicas e seus *websites*.

Base de dado acadêmica	Website
ACM Digital Library	https://dl.acm.org/
CINAHL	https://www.ebscohost.com/nursing/products/cinahl-databases/cinahl-complete
IEEE Xplore	https://ieeexplore.ieee.org/
Medline	https://www.ebsco.com/e/pt-br/produtos-e-servicos/bases-de-dados-de-pesquisa/medline-complete
PsychINFO	https://psycnet-apa-org
PubMed Central	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/
Science Direct	https://www.sciencedirect.com/
Springer Link	https://link.springer.com/

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios	Descrição
Critérios de inclusão	
IC1	O estudo deve estar publicado em uma conferência, <i>workshop</i> ou periódico
IC2	O estudo deve estar escrito em inglês
IC3	O estudo deve estar disponível como texto completo
Critérios de exclusão	
EC1	Retorno duplicado de estudos em diferentes bases acadêmicas
EC2	Os estudos que são revisões ou mapeamentos sistemáticos
EC3	Os estudos que não estão relacionados com o contexto da robótica para cuidados humanos
EC4	Os estudos que não são artigos completos
EC5	Os estudos que não são relacionados com as questões de pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor.

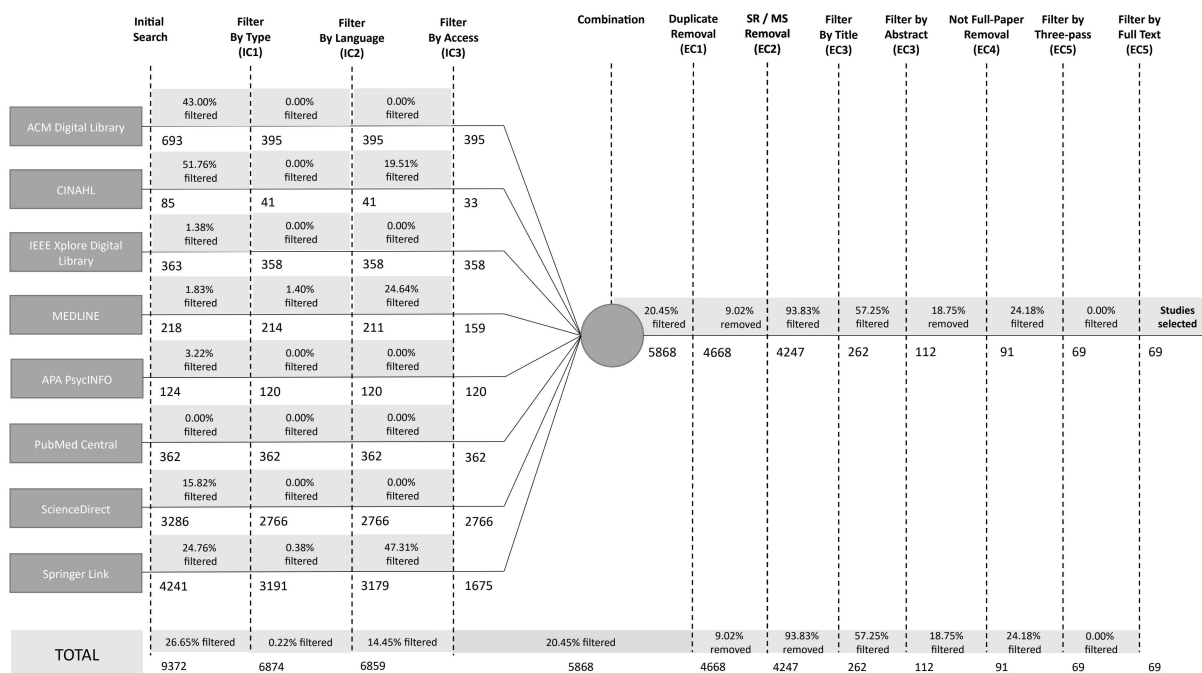
A terceira etapa caracterizou a execução das pesquisas para extrair os resultados em cada um dos oito bancos de dados acadêmicos. Assim, a *string* de pesquisa retornou artigos durante a pesquisa inicial, considerando um filtro pelo título, resumo e palavras-chave.

3.2.3 Filtragem de estudos

Os critérios de inclusão e exclusão permitiram selecionar trabalhos relevantes e eliminar o ruído gerado na pesquisa inicial. A Tabela 5 apresenta três critérios de inclusão e cinco critérios de exclusão. Estudos de mapeamento anteriores e revisões sistemáticas de uma revista científica de alto impacto orientaram a criação desses critérios da seguinte maneira.

O IC1 garantiu que o estudo fosse publicado e revisado por editores e especialistas, evitando livros e literatura cinzenta (DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018). O IC2 definiu o inglês como

Figura 2 – Métodos de filtragem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

idioma principal, garantindo que a pesquisa abranja obras de todo o mundo, pois é o idioma padrão usado em trabalhos científicos internacionais (AHMED et al., 2019; CRUZ-BENITO; GARCÍA-PEÑALVO; THERÓN, 2019; DALMINA; BARBOSA; VIANNA, 2019; DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018; MACRINICI; CARTOFEANU; GAO, 2018). O IC3 limitou apenas a seleção de estudos com o texto completo *dispoLevel*, garantindo que não houvesse revisão incorreta devido à falta de informações nos artigos selecionados (AHMED et al., 2019; DALMINA; BARBOSA; VIANNA, 2019; MACRINICI; CARTOFEANU; GAO, 2018).

O EC1 removeu retornos duplicados por diferentes bancos de dados (AHMED et al., 2019; DALMINA; BARBOSA; VIANNA, 2019; DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018). O EC2 garantiu que revisões sistemáticas, estudos de mapeamento e surveys não fossem selecionados (DALMINA; BARBOSA; VIANNA, 2019). O EC3 permitiu selecionar apenas trabalhos relacionados à área de contexto deste estudo (AHMED et al., 2019; CRUZ-BENITO; GARCÍA-PEÑALVO; THERÓN, 2019; DALMINA; BARBOSA; VIANNA, 2019; DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018; MACRINICI; CARTOFEANU; GAO, 2018). EC4 filtrou trabalhos que não eram artigos completos (por exemplo, resumos estendidos, teleconferências) (DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018). Por fim, o EC5 filtrou estudos que não estavam relacionados às questões de pesquisa acima mencionadas (AHMED et al., 2019; DIAS; BARBOSA; VIANNA, 2018).

O processo de filtragem aplicou os critérios acima mencionados na pesquisa inicial para selecionar trabalhos relevantes para esse mapeamento. Figura 2 descreve o processo geral de filtragem, enfatizando os bancos de dados acadêmicos e as etapas executadas com relação aos

critérios. Nesse sentido, o modo de busca avançada dos bancos de dados acadêmicos permitiu aplicar os critérios de inclusão por meio dos filtros online. Por exemplo, o tipo de documento (IC1), filtro de idioma (IC2) e artigos disponíveis em texto completo (IC3) caracterizaram os filtros dessa etapa, além da remoção de trabalhos em visualização prévia. Posteriormente, a inclusão de 4514 trabalhos restantes foi realizada no software Zotero, um assistente de pesquisa de código aberto (CORPORATION FOR DIGITAL SCHOLARSHIP, 2006). O Zotero forneceu recursos para remover os trabalhos duplicados (EC1) e as revisões sistemáticas e estudos de mapeamento (EC2). Além disso, o escopo dos demais artigos foi determinado pela leitura do título e do resumo (EC3). Em seguida, os trabalhos foram baixados, removendo aqueles que não são artigos completos (EC4). O método de três passos proposto por KESHAV (2007) forneceu os últimos critérios de exclusão (EC5). O primeiro passo é caracterizado pela leitura do título, resumo, introdução, conclusão, seção e subseção, além do conteúdo matemático para determinar o escopo do trabalho. O segundo passo consistiu em olhar para as figuras, diagramas e outras ilustrações do artigo, prestando atenção especial aos gráficos. Finalmente, a leitura do texto completo selecionou 69 estudos relevantes para extração de dados. A extração de dados forneceu a base para responder às perguntas da pesquisa. Assim, as respostas subsidiaram a elaboração da taxonomia, ilustrando os achados. A próxima seção apresenta os resultados deste estudo sistemático de mapeamento, organizado de acordo com as questões de pesquisa.

3.3 Resultados

Esta seção descreve os resultados do processo de extração de dados, respondendo às questões de pesquisa propostas. O Apêndice A mostra a legenda para os IDs das Conferências (Cx) na Tabela 7 e a legenda para os IDs dos Periódicos (Jx) na Tabela 8. Além disso, a Tabela 9 mostra os dados extraídos dos estudos selecionados que foram usados para elaborar os resultados nesta seção, juntamente com os IDs dos trabalhos selecionados (Wx).

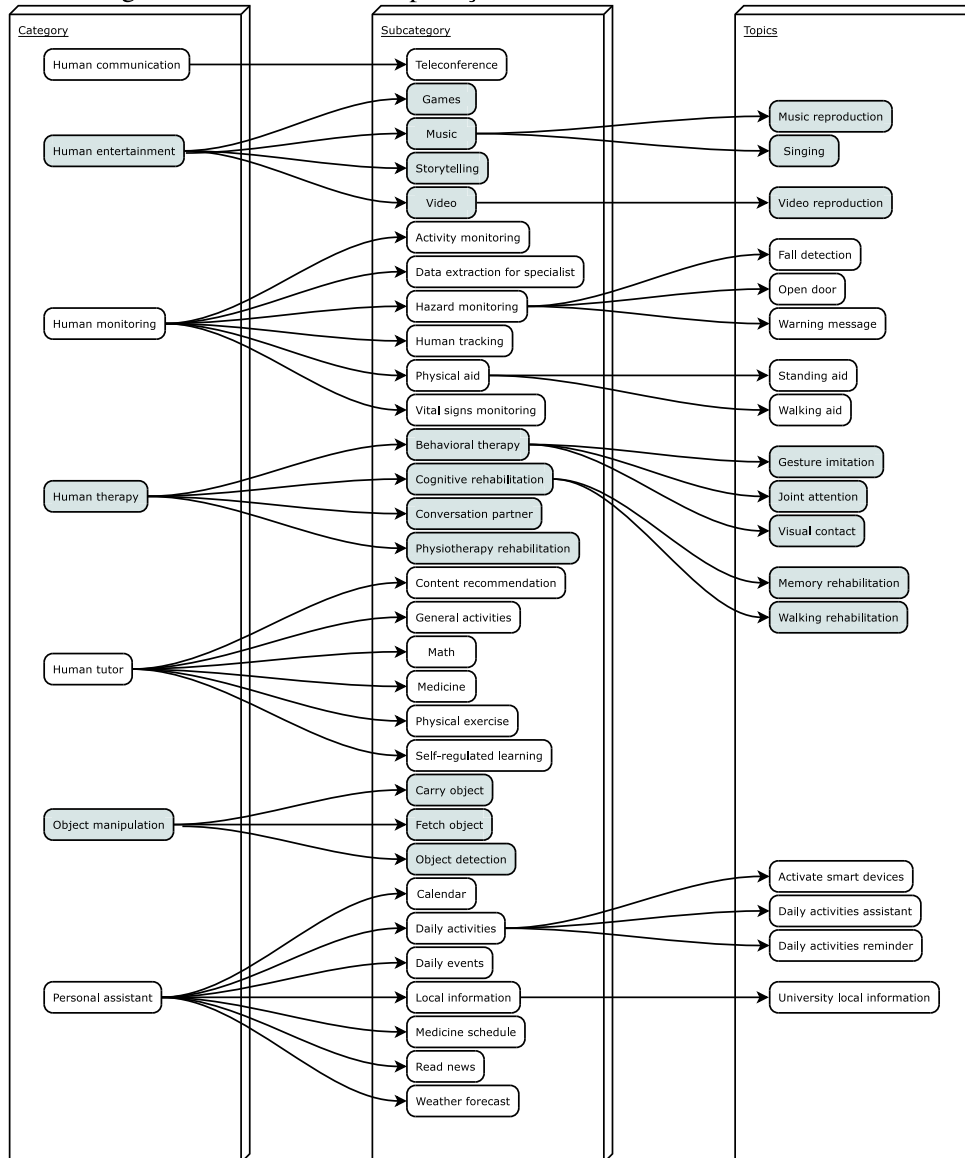
3.3.1 GQ1 - Como a robótica está sendo aplicada nos cuidados a humanos?

Esta pesquisa propõe uma taxonomia que visa classificar e organizar os trabalhos selecionados para identificar a aplicação da robótica no cuidado humano. Figura 3 mostra a taxonomia da aplicação de robótica no cuidado humano.

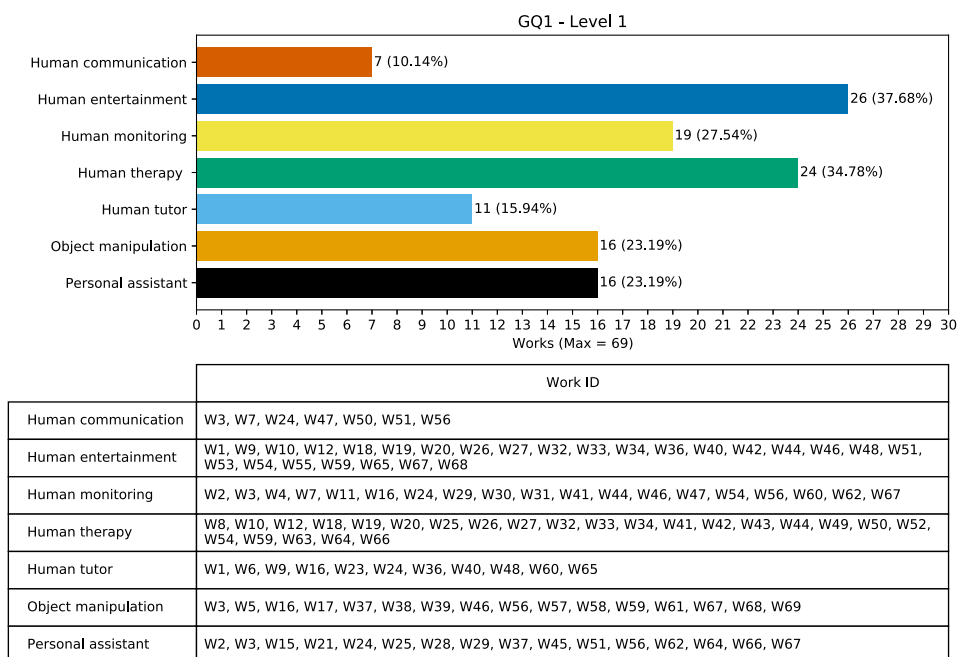
A taxonomia consiste em 7 categorias principais (*Level 1*) divididas em 31 subcategorias (*Level 2*) que categorizam os tópicos. Todos os artigos selecionados foram classificados em uma ou mais categorias de taxonomia, demonstrando como a robótica é usada para o cuidado humano. Figura 4 mostra os principais usos da robótica como cuidador de humanos.

O gráfico ilustra o número de artigos encontrados, juntamente com a porcentagem, de robôs como sistema de comunicação, entretenimento, monitor, terapeuta, tutor, sistema de manipulação de objetos e assistente pessoal para prestar assistência humana, apresentando a categori-

Figura 3 – Taxonomia da aplicação da robótica no cuidado humano.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 – Categorização de *Level 1* da aplicação da robótica para cuidados humanos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

zação do *Level 1*. As cores usadas nas categorias de *Level 1* são aplicadas nos gráficos desta seção para identificar o agrupamento original de cada subcategoria. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 no Apêndice A.

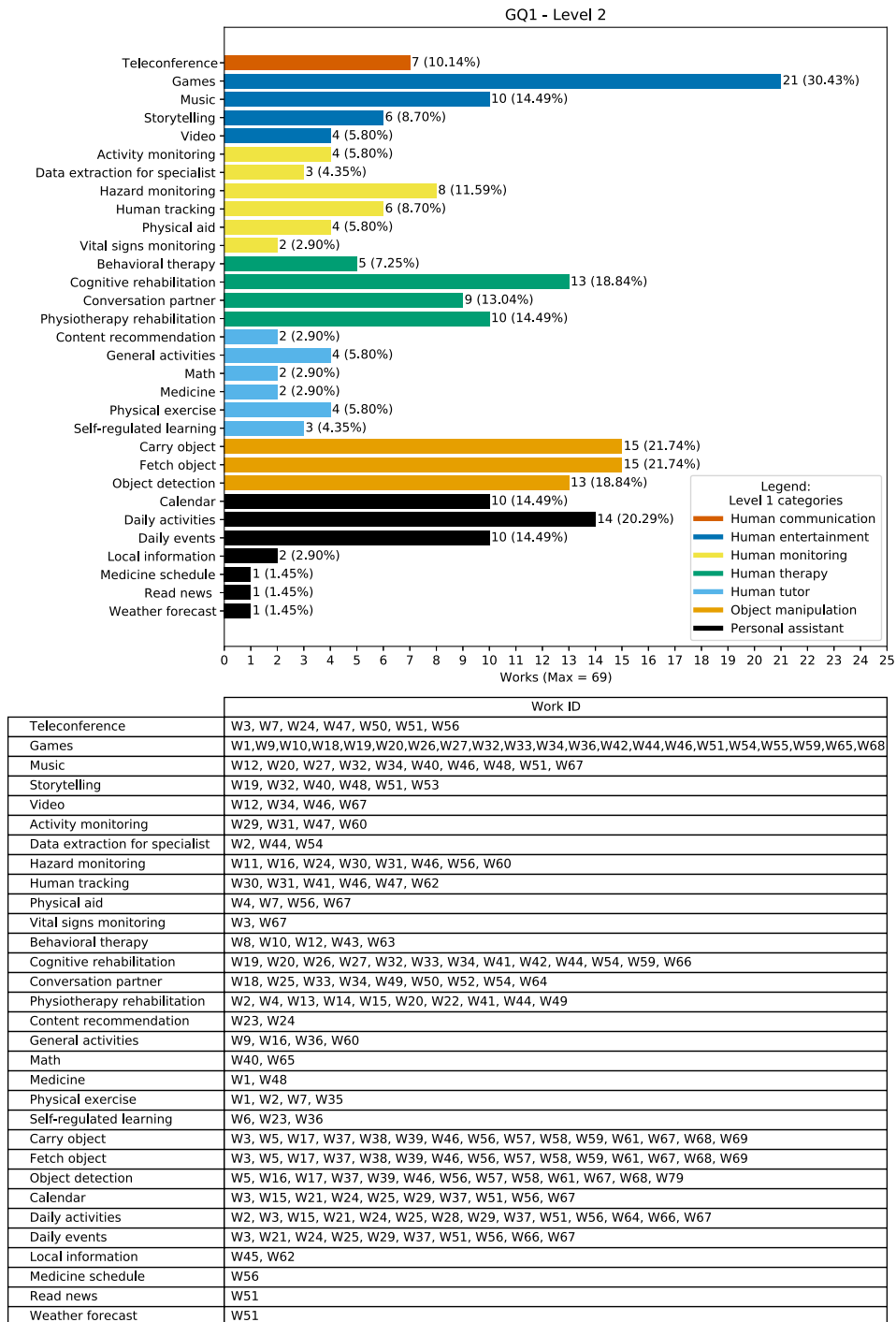
A categoria com mais artigos é Entretenimento humano (37,68 % dos estudos selecionados). Além disso, a terapia humana (34,78 % dos estudos) fica em segundo lugar, seguida pelo monitoramento humano (27,54 % dos trabalhos selecionados) e manipulação de objetos e assistente pessoal (23,19 % dos trabalhos).

As subcategorias de *Level 2* fornecem uma categorização mais específica para os trabalhos selecionados. Figura 5 aborda a aplicação específica dos robôs cuidadores.

O gráfico ilustra o número de trabalhos, juntamente com a classificação percentual do *Level 2*, descrevendo os resultados de usos específicos de robôs como sistema de comunicação humano, artista, monitor, terapeuta, tutor, sistema de manipulação de objetos e assistente pessoal para prestar cuidados humanos. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 do Apêndice A.

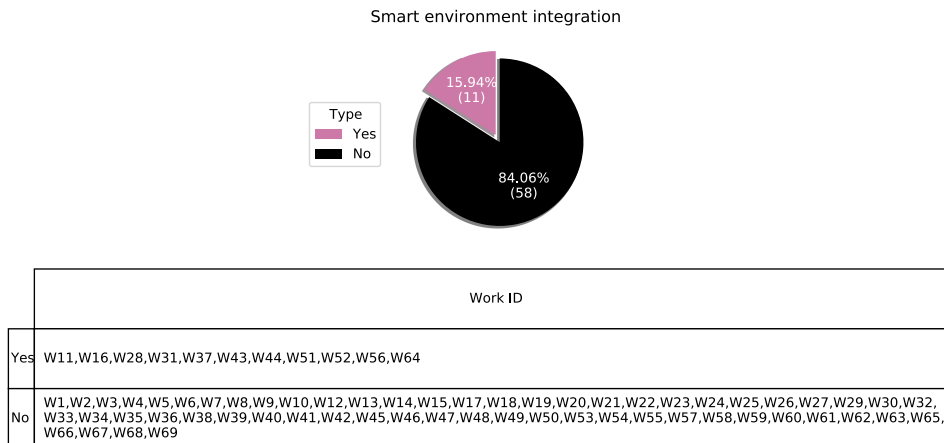
A maioria dos estudos sobre entretenimento humano tem Jogos (30,43 % de todos os estudos selecionados). Em relação aos estudos com terapia humana, a maioria dos trabalhos está relacionada à reabilitação cognitiva (18,84 % dos estudos). O monitoramento de riscos (11,59 % dos trabalhos selecionados) é o principal assunto dos trabalhos categorizados em Monitoramento humano. Transporte e busca de objetos (21,74 % dos trabalhos) são subcategorias igualmente importantes em trabalhos que possuem manipulação de objetos. Ajuda com atividades diárias

Figura 5 – Categorização de *Level 2* da aplicação da robótica para cuidados humanos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Integração da robótica com ambientes inteligentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

(20,29 % dos artigos selecionados) é uma subcategoria mais significativa para robôs que são um assistente pessoal.

3.3.2 GQ2 - A robótica está sendo integrada em ambientes inteligentes?

Uma leitura de texto completo e classificação dos trabalhos selecionados permitem identificar se os robôs estão integrados em ambientes inteligentes. Figura 6 mostra os dados coletados sobre essa integração com ambientes inteligentes.

O gráfico mostra o número de artigos encontrados que têm em seu escopo integração com ambientes inteligentes. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 de Apêndice A.

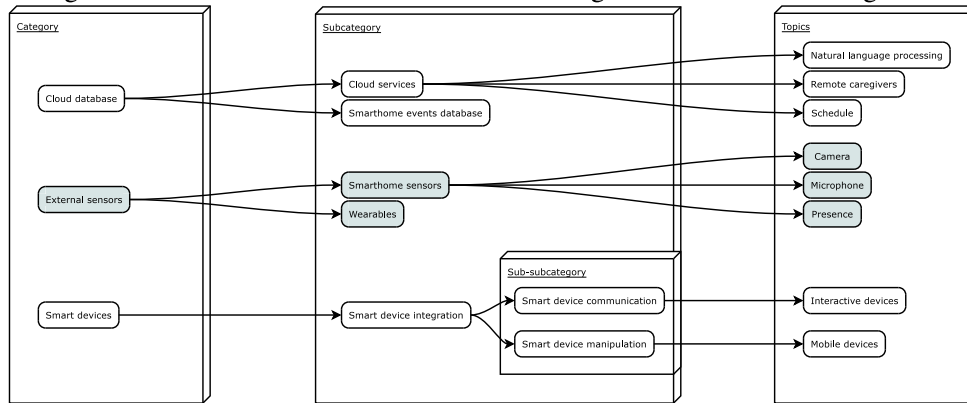
Os pesquisadores de robótica não estão preocupados em integrar seus projetos com sistemas de ambiente inteligentes. Apenas 11 artigos (15,94 %) têm integração com ambientes inteligentes.

Este mapeamento propõe uma taxonomia para categorizar como a robótica está sendo integrada em ambientes inteligentes. Figura 7 mostra a taxonomia da integração da robótica em ambientes inteligentes.

A taxonomia é composta por três categorias principais (*Level 1*) divididas em cinco subcategorias (*Level 2*) e duas subcategorias (*Level 3*) que categorizam os tópicos. Todos os estudos selecionados foram classificados em uma ou mais categorias de taxonomia, demonstrando como a robótica foi integrada em ambientes inteligentes. Figura 8 mostra a classificação primária da integração dos robôs cuidadores com ambientes inteligentes.

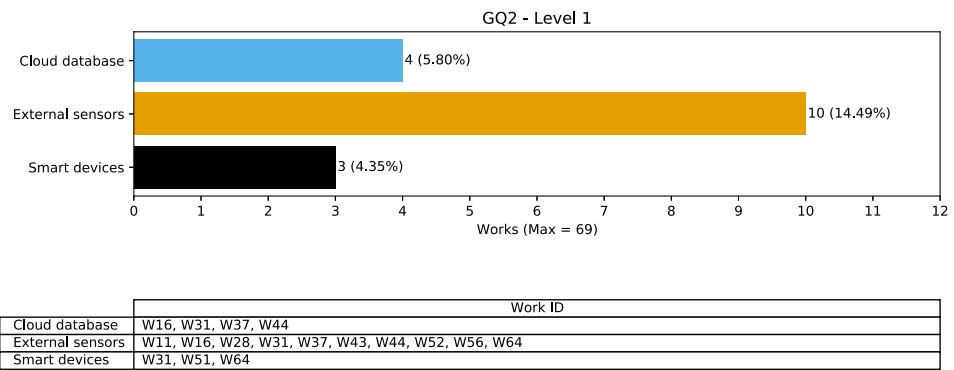
O gráfico ilustra o número de artigos encontrados em cada categoria, juntamente com a porcentagem, que são integrados a bancos de dados em nuvem, sensores externos ou dispositivos inteligentes em um ambiente inteligente, apresentando a categorização do *Level 1*. As

Figura 7 – Taxonomia de como os robôs se integram a ambientes inteligentes.

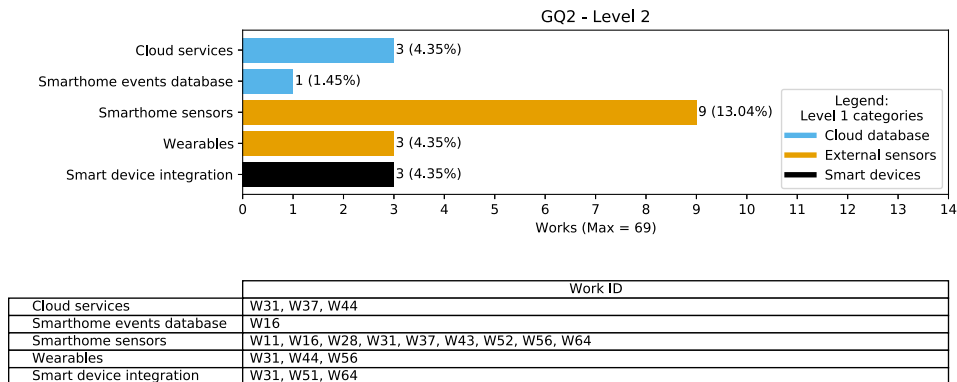


Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Categorização de *Level 1* da integração da robótica com ambientes inteligentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 – Categorização de *Level 2* da integração da robótica com ambientes inteligentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

cores usadas nas categorias de *Level 1* são aplicadas nos gráficos desta seção para identificar o agrupamento original de cada subcategoria. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 no Apêndice A.

A maioria dos estudos (14,49 % dos estudos selecionados) é integrada em ambientes inteligentes por meio de sensores externos. A integração da robótica com um banco de dados em nuvem é a segunda classe de integração (5,80 % dos estudos), e a integração com um dispositivo inteligente foi encontrada em menos estudos (4,35 % dos trabalhos selecionados).

As subcategorias de *Level 2* fornecem uma categorização mais específica para os trabalhos selecionados. Figura 9 demonstra a categorização específica da interação humano-robô.

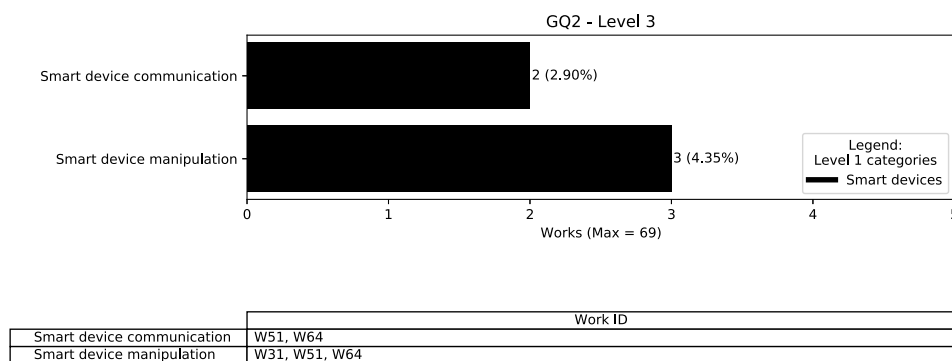
O gráfico ilustra o número de artigos encontrados em cada subcategoria, juntamente com a porcentagem, descrevendo os resultados da integração com ambientes inteligentes, como acesso ao banco de dados de serviços e eventos em nuvem, aquisição de dados de sensores e vestíveis, além da integração com dispositivos inteligentes, como smartphones. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 no Apêndice A.

Os sensores de Smarthome são a categoria de integração mais usada nos estudos (13,04 % dos estudos selecionados), seguida pela integração com serviços de nuvem, Wearables e integração de dispositivos inteligentes (4,35 % dos estudos).

As subcategorias de *Level 3* fornecem uma classificação mais específica dos estudos selecionados para a integração com dispositivos inteligentes. Figura 10 mostra a classificação da integração de dispositivos inteligentes.

O gráfico ilustra o número de artigos encontrados, juntamente com a porcentagem, descrevendo os resultados de robôs integrados a dispositivos inteligentes para comunicação, como comunicação verbal e visual com humanos, e manipulação, como interface do usuário para o robô e o joystick. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 no Apêndice A.

Figura 10 – Categorização de *Level 3* da integração da robótica com ambientes inteligentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A manipulação de dispositivos inteligentes é preenchida pelos três estudos selecionados que possuem integração de dispositivos inteligentes (4,35 % dos estudos selecionados), enquanto a comunicação de dispositivos inteligentes possui dois dos trabalhos selecionados (2,90 % dos estudos).

3.3.3 FQ1 - Quais tipos de interação humano-robô estão sendo utilizadas?

Um robô cuidador deve interagir com a pessoa cuidada para que sua tarefa principal seja executada com sucesso. Essas interações são chamadas Interações Humano-Robô (IHR), e é um campo de estudo relevante na pesquisa em robótica.

Esta pesquisa propõe uma taxonomia para classificar a interação humano-robô mais utilizada em robôs cuidadores. Figura 11 mostra a taxonomia da interação humano-robô em robôs cuidadores.

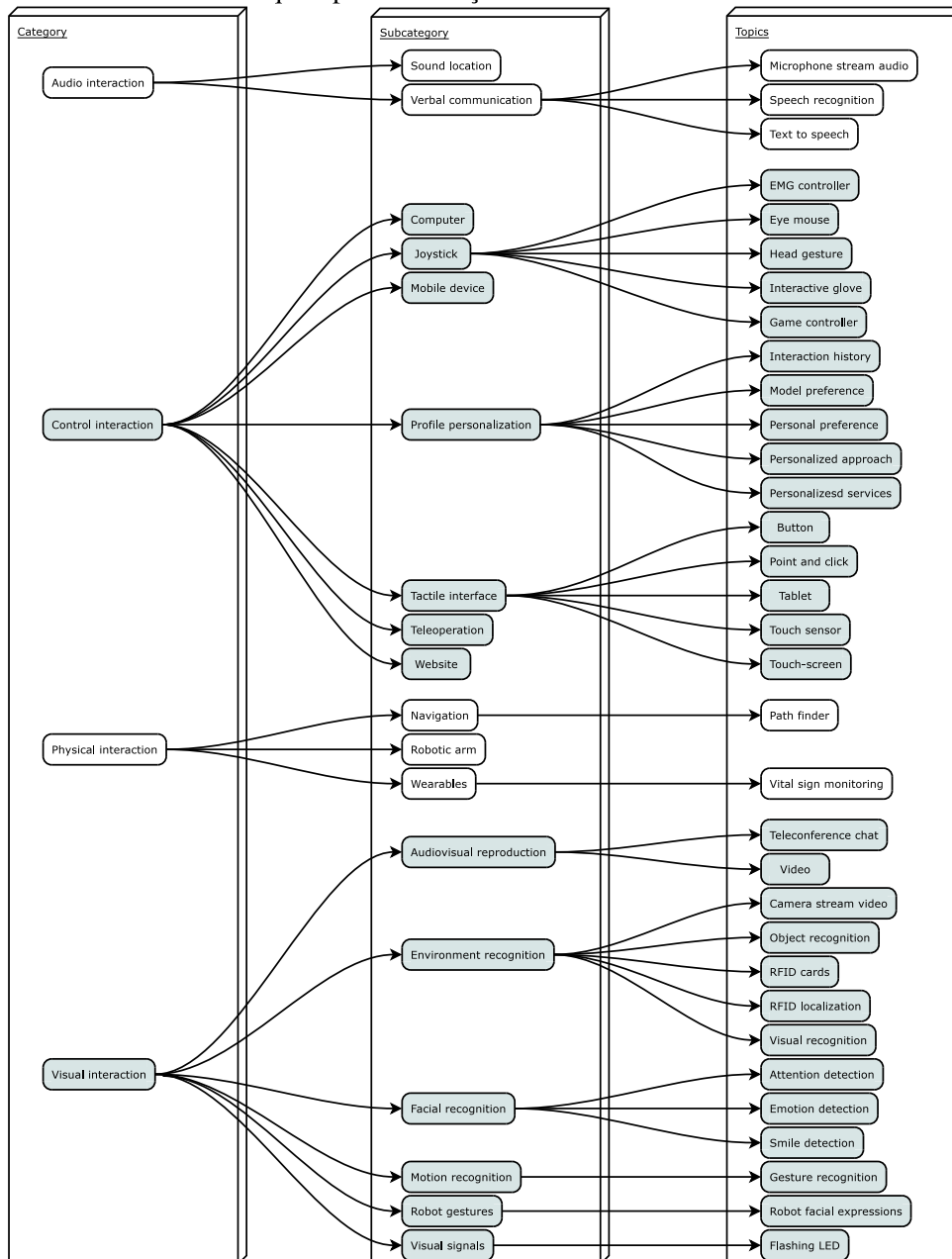
A taxonomia é composta por quatro categorias principais (*Level 1*) divididas em dezoito subcategorias (*Level 2*) que organizam os tópicos. Todos os estudos selecionados foram classificados em uma ou mais categorias de taxonomia, demonstrando como a interação homem-robô é usada.

Figura 12 mostra os trabalhos selecionados categorizados no *Level 1* de taxonomia.

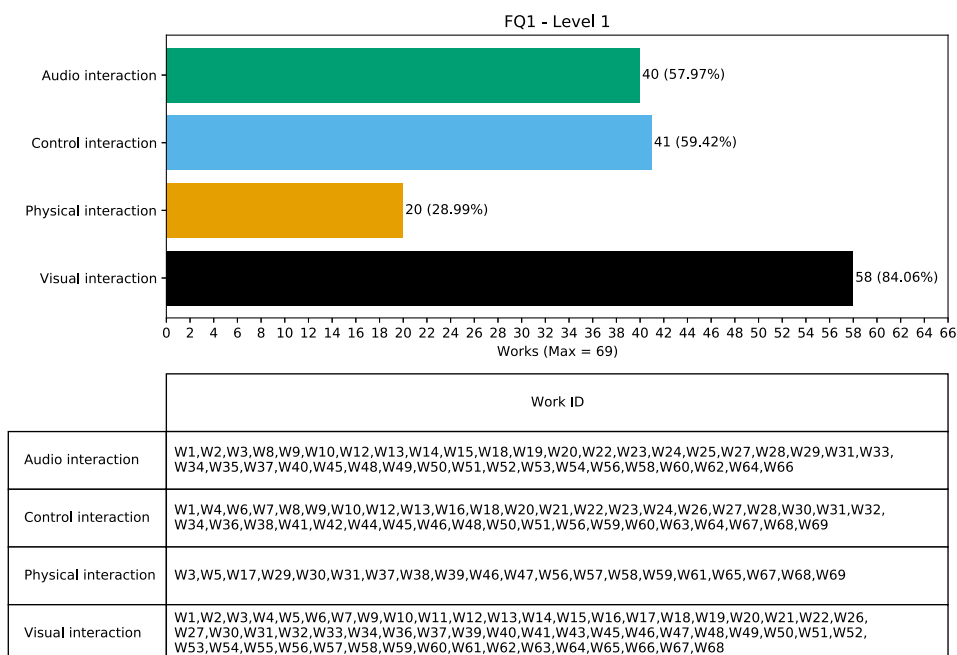
O gráfico ilustra o número de artigos encontrados, juntamente com a porcentagem, que interage com os seres humanos de maneira sonora, física e visual, além das interações de controle, apresentando a categorização do *Level 1*. As cores utilizadas nas categorias do *Level 1* são aplicadas nos gráficos desta sessão para identificar o agrupamento original de cada subcategoria. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 no Apêndice A.

A categoria mais utilizada nos trabalhos selecionados é a interação visual (84,06 % dos estudos selecionados). Além disso, a interação de Controle (59,42 % dos estudos selecionados)

Figura 11 – Taxonomia de que tipo de interação humano-robô é usada em robôs cuidadores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 – Categorização de *Level 1* das interações humano-robô utilizadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

fica em segundo lugar, seguida pela interação sonora (57,97 % dos estudos selecionados) e Interação física (28,99 % dos estudos selecionados).

As subcategorias de *Level 2* fornecem uma categorização específica das interações humano-robô para os trabalhos selecionados. Figura 13 demonstra a classificação de interação humano-robô específica.

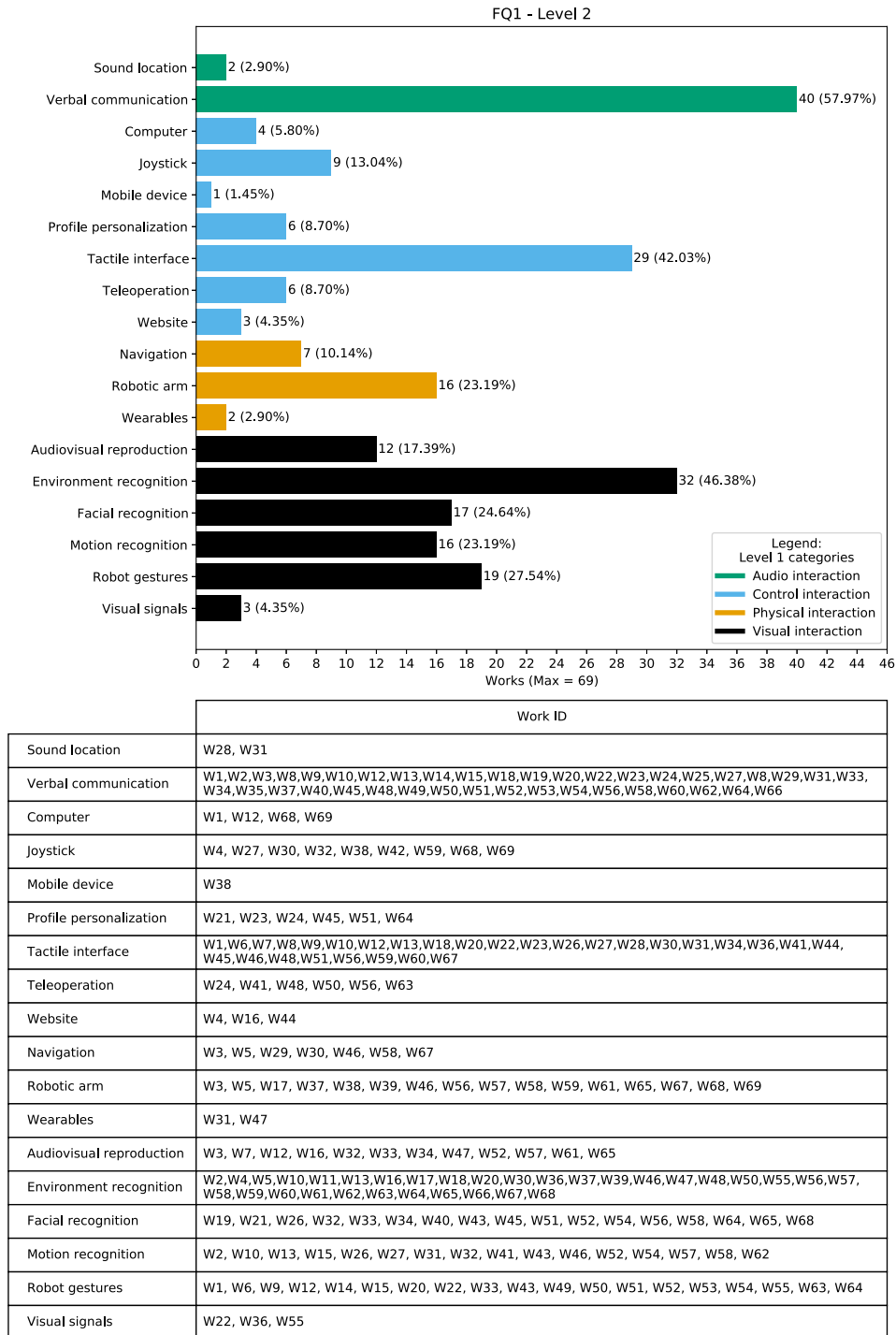
O gráfico ilustra o número de artigos encontrados, juntamente com a porcentagem de interações sonoras como módulos de fala, controle de interação como interface tátil, interação física como braços robóticos, manipulação de objetos e interação visual como sinais visuais e reconhecimento do ambiente. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 de Apêndice A.

As interações humano-robô mais usadas são a comunicação verbal (57,97 % dos estudos selecionados) como uma das interações sociais mais comuns. O reconhecimento de ambiente (46,38 % dos estudos) e o reconhecimento facial (24,64 % dos trabalhos selecionados) estão sendo muito utilizados para dar ao robô uma percepção do mundo real, tornando-o mais adaptável e confiável. As interfaces táteis são as mais utilizadas como controle para robôs (42,03 % dos trabalhos).

3.3.4 FQ2 - Qual é o público-alvo dos robôs cuidadores?

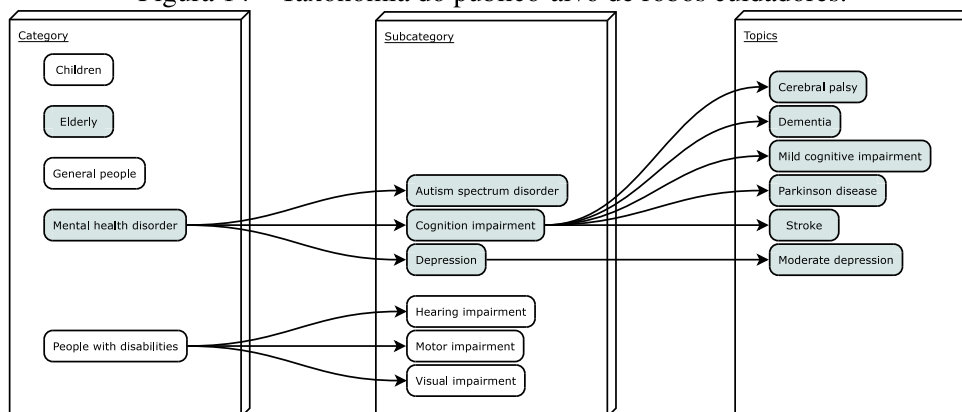
Este mapeamento propõe uma taxonomia para classificar e identificar o grupo de pessoas auxiliado por robôs cuidadores. Figura 14 mostra a taxonomia do público-alvo dos robôs cui-

Figura 13 – Categorização de *Level 2* das interações humano-robô utilizadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 – Taxonomia do público-alvo de robôs cuidadores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

dados.

A taxonomia consiste em cinco categorias principais (*Level 1*) divididas em seis subcategorias (*Level 2*) que categorizam os tópicos. Todos os estudos selecionados foram classificados em uma ou mais categorias de taxonomia, demonstrando assim o público-alvo dos robôs cuidadores. Figura 15 mostra os trabalhos selecionados categorizados nas principais categorias de público-alvo.

O gráfico ilustra o número de artigos encontrados, juntamente com a porcentagem, que visam pessoas que geralmente precisam de algum cuidado, como idosos e crianças, pessoas em geral que não precisam de cuidados específicos e pessoas com necessidades especiais, como pessoas com distúrbios mentais ou com deficiência, apresentando a categorização do *Level 1*. As cores usadas nas categorias do *Level 1* são aplicadas nos gráficos nesta sessão para identificar o agrupamento original de cada subcategoria. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 no Apêndice A.

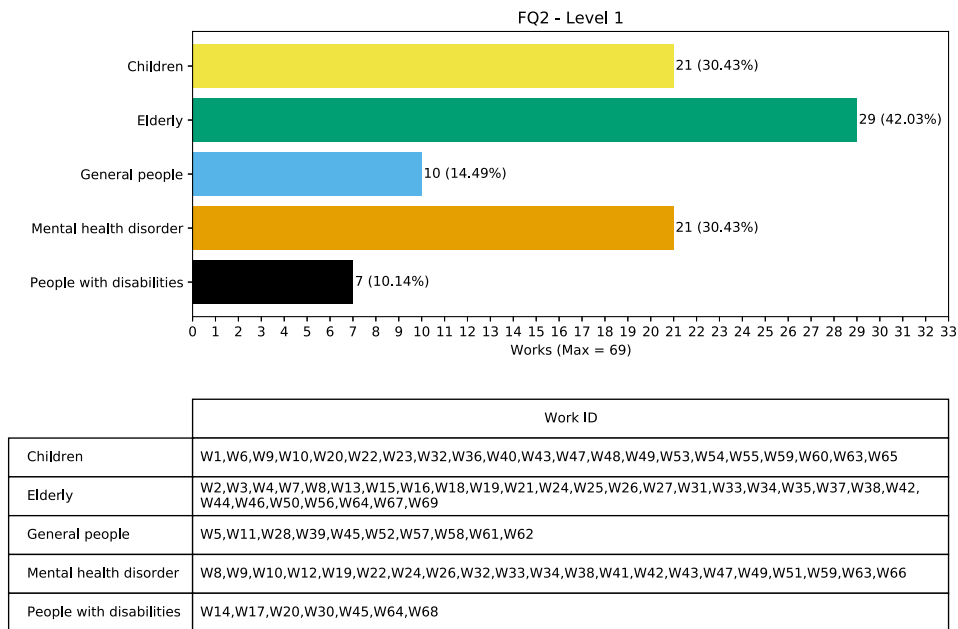
Os idosos são as pessoas mais visadas pelos trabalhos selecionados (42,03 % dos estudos selecionados), seguidos pelos grupos com transtornos de saúde mental e crianças (30,43 % dos estudos).

Os distúrbios de saúde mental e as pessoas com deficiência são uma classificação geral para diferentes tipos de distúrbios e deficiências. A classificação de *Level 2* categoriza esses distúrbios mais especificamente. Figura 16 mostra a classificação de desordem específica.

O gráfico ilustra o número de artigos encontrados, juntamente com a porcentagem, que visam pessoas com distúrbios específicos, como transtorno do espectro do autismo e comprometimento cognitivo, e deficiências específicas, como comprometimento motor e comprometimento visual. Abaixo do gráfico, a identificação dos trabalhos é apresentada de acordo com o ID do trabalho mostrado na Tabela 9 de Apêndice A.

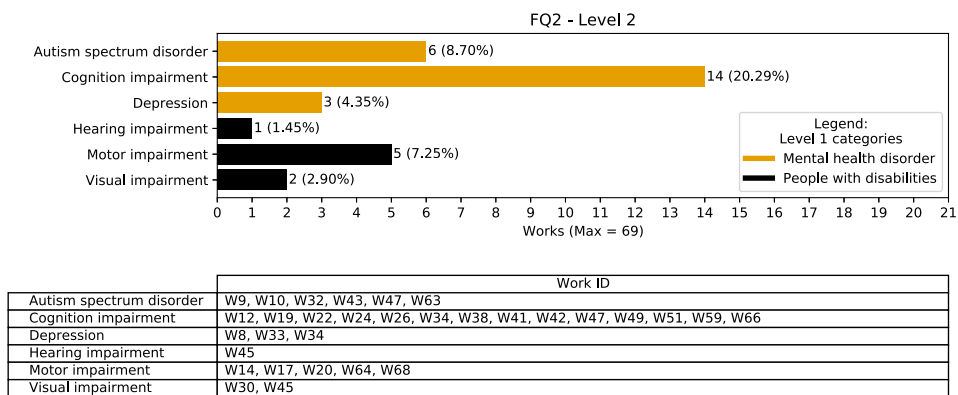
Pessoas com deficiência cognitiva é o público visado pela maioria dos estudos (20,29 % dos estudos selecionados), seguidas por pessoas com autismo (8,70 % dos estudos). Para as pessoas com deficiência, o principal grupo alvo é são pessoas com deficiência motora (7,25 %

Figura 15 – Categorização de *Level 1* do público-alvo dos robôs cuidadores.



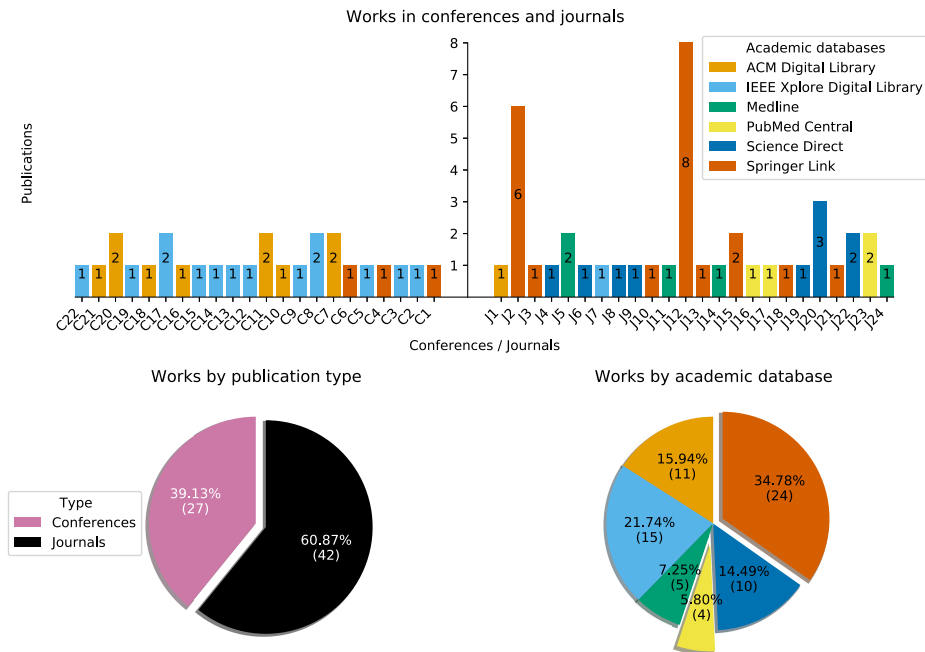
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – Categorização de *Level 2* do público-alvo dos robôs cuidadores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 – Publicações por periódico/conferência.



Fonte: Elaborado pelo autor.

dos trabalhos selecionados).

3.3.5 SQ1 - Onde as pesquisas foram publicadas?

Figura 17 mostra os dados coletados sobre onde os estudos selecionados são publicados.

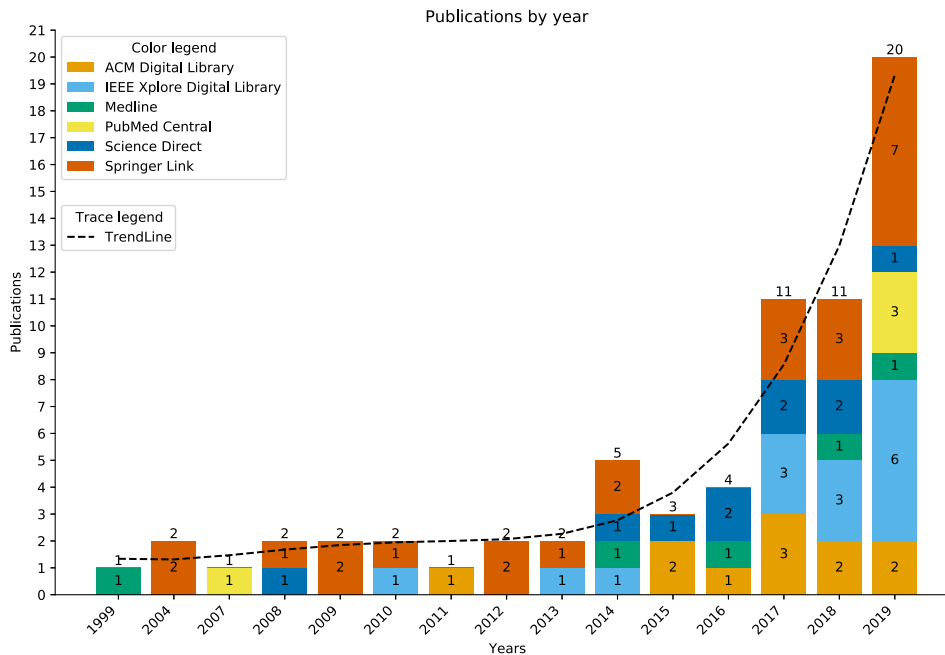
O gráfico ilustra o número de artigos encontrados em cada periódico e conferência. Além disso, o total de trabalhos publicados em periódicos e conferências, juntamente com o percentual. Por fim, o número de estudos por banco de dados acadêmico, juntamente com o percentual.

Periódicos J12 (8 estudos), J2 (6 estudos) e J20 (3 estudos) e Conferências C7, C8, C11, C17 e C20 (2 estudos cada) são os locais onde a maioria dos artigos selecionados foi encontrada. O banco de dados geral Springer Link (34,78 % dos estudos selecionados) e Science Direct (14,49 % dos estudos) indexam a maioria dos artigos relevantes. Em segundo lugar, os bancos de dados de ciência da computação IEEE Xplore Digital Library (21,14 % dos trabalhos selecionados) e ACM Digital Library (15,94 % dos trabalhos) indexam a maioria dos trabalhos selecionados. Nas últimas bases de dados específicas de medicina, Medline (7,25 % dos artigos selecionados) e PubMed Central (5,80 % dos artigos) indexam os demais trabalhos.

3.3.6 SQ2 - Qual é o número de publicações por ano?

O mapeamento analisa o número de trabalhos selecionados por ano, identificando o crescimento na área de estudo da robótica em cuidados humanos. Figura 18 mostra as publicações

Figura 18 – Publicações por ano.



Fonte: Elaborado pelo autor.

por ano dos estudos selecionados.

O gráfico ilustra o número de artigos encontrados em cada banco de dados acadêmico por ano, juntamente com o total por ano. Além disso, a linha de tendência do número de publicações por ano.

A linha de tendência de estudos relevantes na área está crescendo. Os primeiros 15 anos (1999 - 2013) mostram pouca variação no número de artigos publicados (0-2 artigos por ano). Em 2014, o número de estudos começou a crescer (5 estudos). 2019 é o ano com o maior número de artigos (20 obras), quase dobrando os anos anteriores de 2018 e 2017 (11 obras), que mais do que dobrou o ano de 2016 (4 obras).

3.4 Limitações

Sendo esta pesquisa um estudo de mapeamento sistemático, alguns riscos podem afetar os resultados encontrados. Os riscos podem ocorrer como resultado de decisões tomadas durante a condução do mapeamento sistemático.

Este mapeamento selecionou oito bancos de dados para garantir melhores resultados de pesquisa, cada um com mais de quinhentas mil publicações indexadas. Tentando mitigar o risco do banco de dados afetar os resultados obtidos, procuramos os principais bancos de dados científicos de pesquisa aberta contendo publicações revisadas por especialistas dos assuntos de Ciência da Computação, Tecnologia da Informação e Cuidado Humano.

Cinco termos principais e seus sinônimos foram escolhidos para criar a *string* de pesquisa.

Para o termo "robô cuidador", foram selecionados sinônimos utilizados nos artigos da área para melhor assertividade na busca. Para os quatro termos principais restantes, que relacionam grupos bem conhecidos de pessoas que precisam de cuidados, os sinônimos foram selecionados no dicionário online Collins, a fim de aumentar a assertividade da pesquisa. Assim, a *string* de busca foi construída considerando os principais termos e suas alternativas, com a maior cobertura possível de palavras-chave na pesquisa. Portanto, o processo de criação da *string* de pesquisa evita que os termos usados gerem uma pesquisa ineficaz.

O processo de filtragem pode ter restringido os resultados de forma que os trabalhos relevantes pudessem ser removidos. Para mitigar esse risco, o processo de filtragem foi baseado em técnicas de PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ (2015).

Os autores analisaram e selecionaram os artigos ao longo do processo de filtragem. Uma recomendação de PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ (2015) é ter dois autores envolvidos nesta etapa, em que um extrai os dados e o outro verifica a correção dos dados extraídos. Portanto, para reduzir o viés do pesquisador, as informações foram rastreadas no formulário de extração para as declarações de cada artigo e verificadas se estavam corretas, seguindo PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ (2015) técnica de revisão.

3.5 Discussão

Esta seção discute os resultados obtidos com a classificação e análise dos estudos, juntamente com a identificação de lacunas para pesquisas futuras.

O mapeamento de 69 artigos selecionados identifica uma variedade de maneiras diferentes de uso de robôs no cuidado humano. O uso da robótica como um console de jogos interativos e um centro de mídia, seja em um ambiente doméstico ou em ambientes médicos foi altamente proposto pelos trabalhos selecionados, conforme abordado pela Seção 3.3.1. Os robôs são usados principalmente para distrair os seres humanos das rotinas diárias e da sala de espera, amenizando a sensação de tédio.

Outro uso da robótica no cuidado humano é como terapeuta humano, 24 trabalhos implementam a robótica para ajudar seres humanos com deficiência ou necessidades especiais, como ferramenta terapêutica. A psicoterapia é a principal área de uso, com foco em ajudar pessoas com algum distúrbio de saúde mental, como comprometimento cognitivo, Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) e depressão, conforme mostrado na Seção 3.3.4. Para os cuidados de comprometimento cognitivo, a maioria dos trabalhos emula um psicoterapeuta através de testes e análises de reabilitação cognitivas realizadas através do robô. As crianças com TEA foram ajudadas com terapia comportamental e terapia cognitiva com atividades interativas com o robô cuidador, como jogos e música. Além disso, os robôs são utilizados como companheiros de conversa para ajudar os seres humanos com a solidão e a depressão de baixo grau, visto que o maior grau de depressão demanda a atenção de um terapeuta humano. Em segundo lugar, a reabilitação fisioterapêutica é auxiliada por exercícios interativos fornecidos pelos robôs

cuidadores.

Como cuidadores, os robôs trazem funcionalidades de monitoramento, como monitoramento de sinais vitais, trajetória, atividades e perigos, além de fornecer assistência física a pessoas com dificuldades de mobilidade. Além disso, Seção 3.3.3 mostra que pode haver uma coleta contínua de dados que será importante para o monitoramento de um especialista humano.

Os robôs sociais estão sendo usados como tutores para melhorar e personalizar o processo de aprendizagem, fornecendo recomendação de conteúdo, exercitando habilidades de aprendizagem auto-regulada e adaptando dinamicamente o *Level* de dificuldade dos exercícios para envolver e desafiar o aluno em novos conteúdos.

Os assistentes pessoais estão cada vez mais sendo implementados em robôs sociais e seguem os recursos apresentados por assistentes pessoais comerciais, como Alexa (Amazon), Cortana (Microsoft), Assistente do Google (Google) e Siri (Apple), conforme mostrado na Seção 3.3.1. Como principais recursos, há um calendário, atividades diárias, eventos, informações locais, notícias e agendadores para ajudar os humanos a melhorar o controle de suas rotinas diárias. Conforme descrito na Seção 3.3.3, outro recurso importante encontrado nos robôs cuidadores é a manipulação de objetos como detecção, busca e transporte de um objeto. Esses recursos ajudam a melhorar a usabilidade dos robôs e o envolvimento dos usuários com eles.

Uma lacuna encontrada nos estudos selecionados foi a baixa integração de robôs cuidadores com sistemas de ambiente inteligentes, conforme abordado na Seção 3.3.2. Poucos casos usam dados de sensores do ambiente ou fornecem dados a um centro de controle. Essa integração seria útil para facilitar as tarefas executadas pelo robô, além de torná-lo mais onipresente para o usuário, seja sincronizando dados da rotina diária na nuvem ou mesmo comunicando o estado de saúde de um paciente ao sistema de controle de um hospital e os procedimentos que foram realizados com ele.

A interação humano-robô é uma área de foco na maioria dos desenvolvimentos em robótica social. O objetivo é alcançar um senso de interação natural com o usuário para fornecer engajamento e interações de longo prazo com o robô. Assim, as interações humano-robô mais usadas são a comunicação verbal como uma das interações humanas sociais mais comuns. O ambiente e o reconhecimento facial estão sendo altamente utilizados para fornecer ao robô a percepção do mundo real, tornando-o mais adaptável e confiável, conforme apresentado na Seção 3.3.3. Para alcançar esse tipo de interação, novas técnicas diferentes de inteligência artificial, como Deep Learning, reconhecimento facial e de imagem, Reinforcement Learning para mapeamento do ambiente e trajetória, e processamento de linguagem natural (PNL) para comunicação verbal e áudio. Além da interação natural, uma interação de controle foi usada para fornecer comandos ao robô, usando principalmente interfaces táteis como dispositivos móveis, tablets, telas sensíveis ao toque e botões, mas também usando computadores pessoais e até joysticks de videogame.

Conforme mostrado na Seção 3.3.4, o público-alvo para o desenvolvimento de robôs cuidadores são pessoas que já precisam de cuidadores humanos presentes em suas vidas, como

idosos, crianças e pessoas com transtornos mentais. Esses robôs são projetados com funções específicas para substituir as tarefas de um cuidador e são pouco utilizados para as pessoas em geral, a fim de ajudar nas tarefas diárias ou melhorar o bem-estar geral do usuário.

Conforme descrito na Seção 3.3.6, o número de trabalhos relevantes na área de robôs cuidadores tem aumentado ao longo dos anos e tende a crescer ainda mais com o crescimento e a popularização de soluções como inteligência artificial não supervisionada e supervisionada, ambientes inteligentes, a Internet das coisas e um novo hardware eletrônico mais poderoso. Com isso, há a consolidação de periódicos e conferências na área de robótica, conforme apresentado na Seção 3.3.5. Neste trabalho, os bancos de dados específicos no campo da medicina apresentaram baixo número de trabalhos selecionados, pois costumam indexar trabalhos que estão presentes no grupo de bancos de dados gerais e de ciência da computação e, portanto, removidos na filtragem de artigos duplicados.

3.6 Conclusão

Este estudo de mapeamento sistemático apresentou o que há de mais recente na aplicação de robôs de serviço ao cuidado humano. O capítulo também apresentou as diferentes abordagens e tecnologias usadas para apoiar grupos populacionais específicos. A revisão dos trabalhos publicados pode fornecer informações iniciais sobre intervenções baseadas em robótica aplicada a cuidados de saúde onipresentes e ajudar a identificar as deficiências nessa área de estudo.

O objetivo principal dos pesquisadores na aplicação da robótica de serviço era encontrar aplicações relacionadas ao cuidado humano, especialmente robôs cuidadores e assistentes. No entanto, 37 % dos artigos revisados documentaram que os robôs sociais são usados para entretenimento humano. O escopo mais frequente dos projetos inclui terapia humana e manipulação de objetos. Observamos que o desenvolvimento de robôs não está integrado ao ambiente inteligente, apenas 18 % dos robôs possuem alguma forma de integração.

Este estudo contribuiu para a análise de periódicos e conferências para a potencial publicação futura de trabalhos resultantes de estudos adicionais em robótica. No contexto comercial, existem várias oportunidades para as empresas produzirem robôs aplicados à prevenção e manutenção de doenças ou à melhoria da saúde das pessoas usando sensores e manipuladores robóticos.

A principal lacuna encontrada foi a baixa integração de robôs cuidadores com sistemas de ambientes inteligentes. A fusão de dados de sensores robóticos com sensores de ambiente poderia melhorar o suporte da assistência médica. Alguns trabalhos foram apresentados como uma solução para o uso de robôs de serviço que se comunicam com o ambiente inteligente. Outra lacuna encontrada foi que não foi identificado trabalhos que utilizem de Históricos de Contextos para prover cuidados humanos.

Por fim, este mapeamento sistemático serve como fonte de referência para robôs de serviço de assistência humana, para apoiar a tomada de decisões e para informar futuras pesquisas.

Nesse sentido, estudos futuros poderão observar a oportunidade para o aprofundamento de pesquisas sobre a relação das tecnologias aplicadas com o perfil das pessoas, principalmente de crianças. Outra possibilidade de pesquisa está relacionada à interface humano-robô (IHR) e suas implicações.

Com base nos resultados encontrados e o estudo de robótica assistiva em conjunto com ambientes inteligentes o modelo Hathor busca resolver a lacuna encontrada no monitoramento de riscos para crianças em um ambiente domiciliar, identificando e atuando sobre o risco de modo a eliminar ou mitigar seus efeitos.

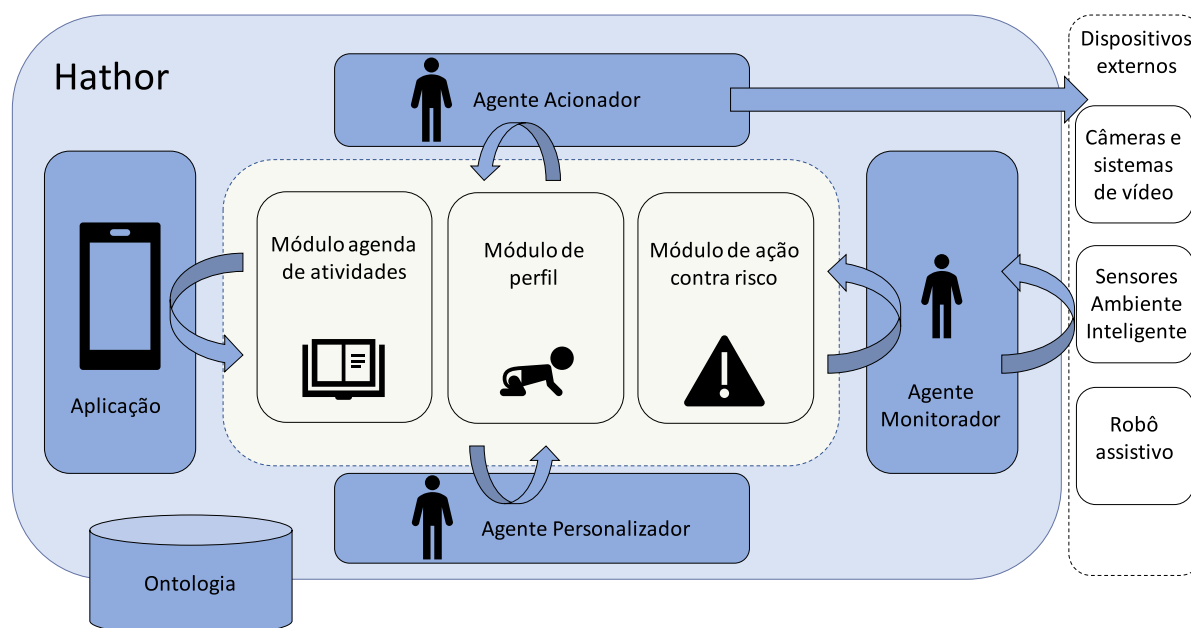
4 MODELO *HATHOR*

A Deusa *Hathor* foi uma das principais divindades na região do Antigo Egito. Sua forma de Vaca e lado benevolente representava a dança, o amor e o cuidado maternal (BLEEKER, 1973). Por seu simbolismo de cuidado maternal seu nome foi utilizado como forma de homenagem e para identificar o intuito deste projeto. O modelo *Hathor* tem como objetivo auxiliar seus usuários no cuidado ubíquo de crianças. Sua principal funcionalidade é identificar riscos em um ambiente doméstico para a criança, notificando os pais sobre eles e agindo para evitá-los. Este capítulo descreve as principais funcionalidades e a arquitetura do modelo *Hathor*. A Seção 4.1 apresenta a visão geral do modelo. A Seção 4.2 descreve a modelagem dos agentes. Na Seção 4.3 os módulos são descritos. A Seção 4.4 aborda a aplicação do modelo. Na Seção 4.5 é abordada a ontologia do modelo. Por fim a Seção 4.6 descreve as considerações finais sobre o capítulo.

4.1 Visão Geral

O modelo *Hathor* tem a finalidade de monitorar os riscos de uma criança em ambiente doméstico, agindo para evitá-lo de forma personalizada através de informações do seu perfil e histórico de contextos da mesma. O modelo recebe dados do usuário responsável sobre a criança de modo a montar o perfil e rotina da mesma, gerando boletins informativos e de controle sobre rotinas saudáveis para crianças. São características gerais do modelo:

- **Acompanhamento da criança:** permite o acompanhamento da criança pelo usuário responsável e identificação de riscos através de análise de imagens, sensores de ambientes inteligentes, robôs assistivos, entre outros;
- **Perfil da criança:** possibilita a personalização do funcionamento do modelo para a criança monitorada. É composto pelo histórico de eventos de alimentação, sono, banheiro e *hobbies*, bem como sua idade, doenças, os responsáveis e suas formas de contato, além do histórico da recompensa atribuída pelo sistema para a ação de contenção de risco;
- **Reprodução multimídia para evitar riscos:** permite que ações sejam tomadas com o objetivo de desviar a atenção da criança da situação de risco para uma situação com risco controlado;
- **Suporte à ubiquidade:** uma aplicação em dispositivo móvel permitindo relatórios de atividades para o usuário responsável e acompanhamento à distância da criança. Além disso, permite que o modelo se conecte com outros dispositivos externos do ambiente inteligente, de modo a identificar e evitar o risco com rapidez e assertividade;
- **Notificações através do aplicativo:** realiza o envio de notificações de riscos identificados para o usuário responsável, bem como informativos sobre tarefas de rotina agendadas;

Figura 19 – Arquitetura do modelo *Hathor*

Fonte: Elaborado pelo autor.

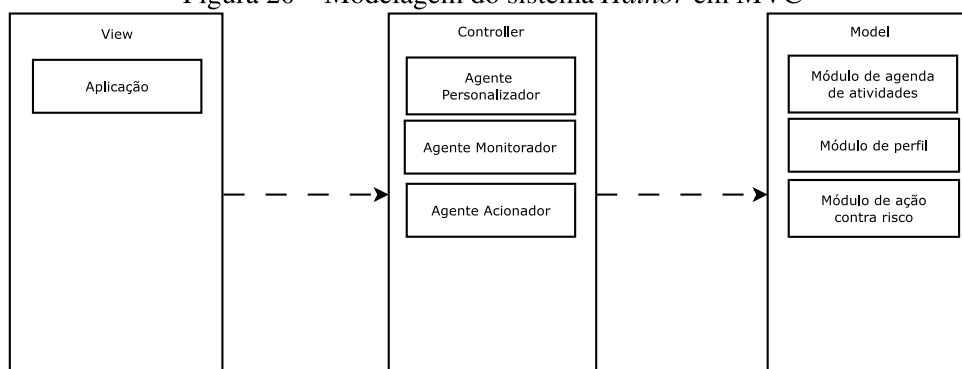
- **Agenda de atividades:** possibilita a inserção de informações específicas da criança, como seus *hobbies* e suas rotinas de alimentação, sono e banheiro;
- **Utilização de agentes:** possui agentes autônomos que realizam atividades específicas no modelo. Os agentes são responsáveis pelo monitoramento da criança, atualização de perfil e coleta de dados.

Para popular as informações disponíveis ao perfil da criança o usuário responsável deverá utilizar as funcionalidades de agenda de atividades, inserindo os horários de alimentação, banheiro e sono da criança, formando assim sua rotina. Esta rotina é comparada com rotinas idealizadas por profissionais de saúde para gerar relatórios informativos aos usuários responsáveis sobre as rotinas da criança, conforme seu perfil.

A arquitetura do modelo *Hathor* pode ser visualizada na Figura 19. O modelo consiste de três módulos, três agentes, uma aplicação e uma ontologia. O modelo também prevê acesso a dispositivos externos como fonte de dados para o monitoramento das crianças e atuadores físicos.

A aplicação permite a inserção dos dados de rotina de sono, banheiro, alimentação e *hobbies* da criança pelo usuário responsável. Além disso a aplicação é utilizada como interface para apresentar os relatórios destas rotinas, bem como os avisos de riscos identificados pelo modelo e informativos educativos.

O Agente Personalizador é responsável por monitorar os dados de entrada da aplicação, atualizando o módulo de agenda de atividades e personalizando a criança no modelo, através do módulo de perfil. Além disso, monitora o perfil da criança e compara com um perfil de

Figura 20 – Modelagem do sistema *Hathor* em MVC

Fonte: Elaborado pelo autor.

atividades idealizado por profissionais de saúde, gerando solicitações de ações para o módulo de ação contra risco.

O Agente Monitorador é responsável por monitorar as entradas de dispositivos externos em busca de possíveis riscos. O agente é responsável pelo processamento de imagem do modelo *Hathor* e, ao identificar algum risco realiza uma solicitação para o módulo de ação contra risco.

O Agente Acionador é responsável por monitorar as solicitações de ação geradas pelo módulo de ação contra risco e determinar qual a melhor atuação necessária pelo modelo. Este agente permite o acionamento de dispositivos externos, como um robô assistivo, para ocasiões onde seja necessário mudar o foco de atenção da criança de um risco com urgência. Para isto o agente utilizará a informação de gostos do perfil da criança.

O Módulo de Agenda de Atividades é responsável pela interface do usuário com o modelo *Hathor*, gerando solicitações de notificação conforme as atividades agendadas pelo usuário responsável.

O Módulo de Perfil é responsável por armazenar o conhecimento personalizado adquirido pelo modelo em sua execução.

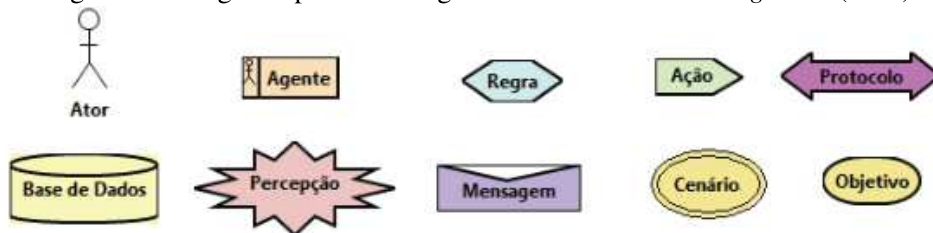
O Módulo de Ação contra risco é responsável por notificar, através da aplicação, os riscos identificados através de relatórios, bem como gerar informativos educativos sobre os mesmos. Além disso o módulo permite acesso a relatórios sobre a rotina da criança.

A ontologia é utilizada como forma de padronizar os dados e informações utilizados no modelo *Hathor*, além de facilitar o entendimento das relações entre os componentes do modelo.

O padrão arquitetônico *Model-View-Controller* (MVC) é um padrão de desenvolvimento de software que propõe dividir a aplicação em três camadas: Modelo (*Model*), visualização (*View*) e controlador (*Controller*) (GONÇALVES, 2007). A Figura 20 apresenta a arquitetura do modelo *Hathor* em camadas, conforme o padrão MVC.

A camada de visualização consiste da aplicação, a camada de controlador é constituída pelos agentes e, por fim, a camada de modelo é onde encontram-se os módulos do modelo *Hathor*.

Figura 21 – Legenda para modelagem com *Prometheus Design Tool*(PDT)



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Modelagem dos agentes

Neste trabalho o modelo proposto tem ações autônomas em coleta de dados de contexto para identificação de riscos e ao aplicar intervenções para controle dos mesmos. Estas ações são contínuas e adaptáveis conforme a experiência do usuário. Portanto optou-se pela utilização de agentes no modelo *Hathor*. A modelagem dos agentes foi realizada utilizando a ferramenta *Prometheus Design Tool* (PDT). Esta ferramenta define um processo detalhado para a etapa de desenvolvimento de sistemas orientados a agentes (PADGHAM; WINIKOFF, 2003). O PDT pode ser utilizado nas etapas de especificação, projeto, implementação, teste e depuração. A Figura 21 apresenta a legenda utilizada na modelagem de agentes pela PDT, conforme utilizada por PADGHAM; WINIKOFF (2004).

A Figura 22 apresenta a visão geral dos agentes do modelo *Hathor*, onde é possível ver a interação que ocorre entre os agentes Personalizador, Monitorador e Acionador. A Seção 4.2.1 descreve detalhadamente o agente Personalizador. Na Seção 4.2.2 o agente Monitorador é descrito em detalhes. Por fim a Seção 4.2.3 detalha o agente Acionador.

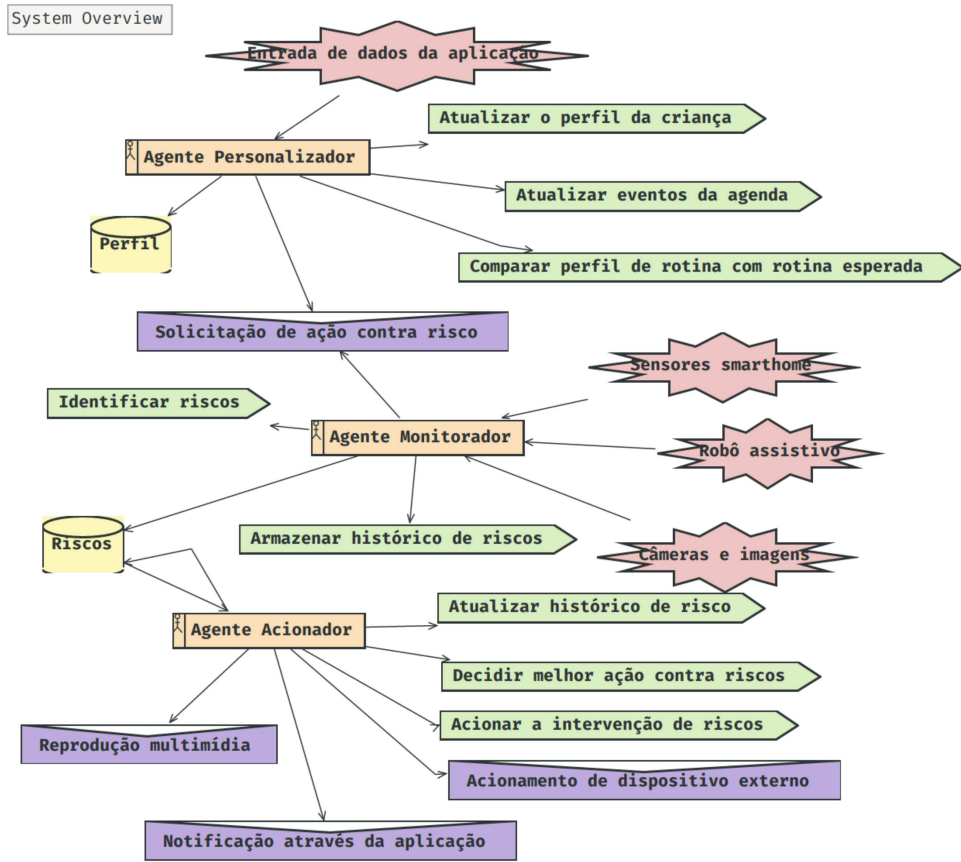
4.2.1 Agente Personalizador

Para que o modelo *Hathor* consiga personalizar suas ações é necessário que o sistema esteja consciente do perfil da criança, suas alterações conforme o contexto e consiga compará-lo com uma rotina esperada, desenvolvida por profissionais de saúde. A Figura 23 mostra o agente que possui esta atribuição.

O Agente personalizador possui as seguintes ações:

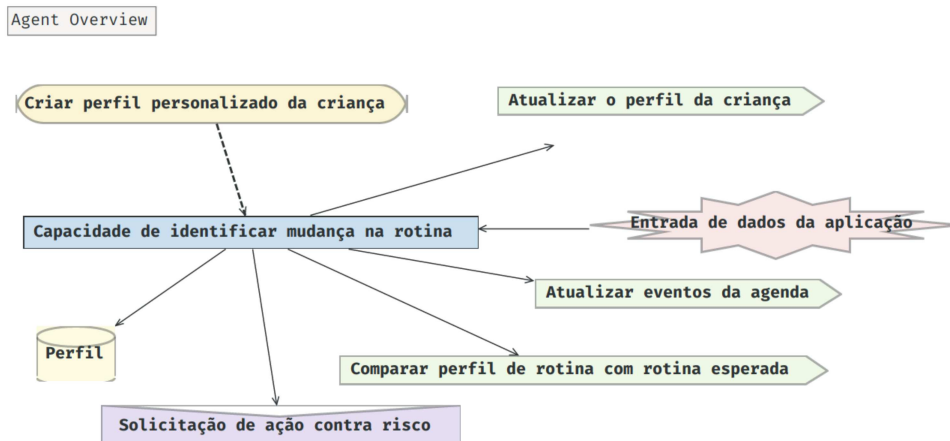
- **Atualizar o perfil da criança:** é capaz de identificar mudanças na rotina, como atividades de entretenimento, banheiro, alimentação e sono, e atualizar o perfil da criança e seu histórico;
- **Atualizar eventos da agenda:** é capaz de receber entradas do aplicativo e atualizar a agenda de atividades do usuário;
- **Comparar perfil de rotina com rotina esperada:** compara a rotina atual da criança, e

Figura 22 – Visão geral dos agentes do modelo *Hathor*



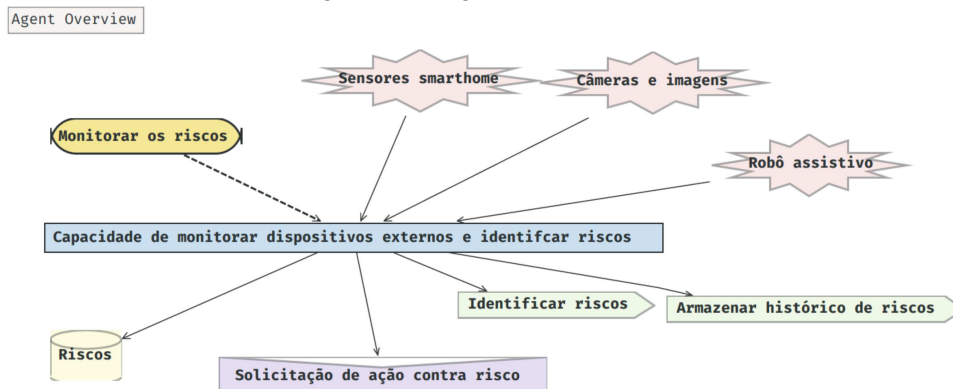
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 – Agente Personalizador



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24 – Agente Monitorador



Fonte: Elaborado pelo autor.

seu histórico, com a rotina idealizada por profissionais da saúde, gerando alertas de risco, caso necessário.

Através das atribuições, o Agente Personalizador está apto a analisar os eventos que receber da aplicação. Este agente foi desenvolvido de forma genérica o suficiente para poder analisar o contexto da criança utilizando técnicas variadas, como algoritmos de *machine learning*, árvores de decisão, entre outros.

O agente Personalizador não depende de outros agentes, sendo autônomo em suas ações. Seu objetivo principal é a análise e inferência do contexto do perfil da criança, inferindo a solicitação de ação contra riscos do modelo.

4.2.2 Agente Monitorador

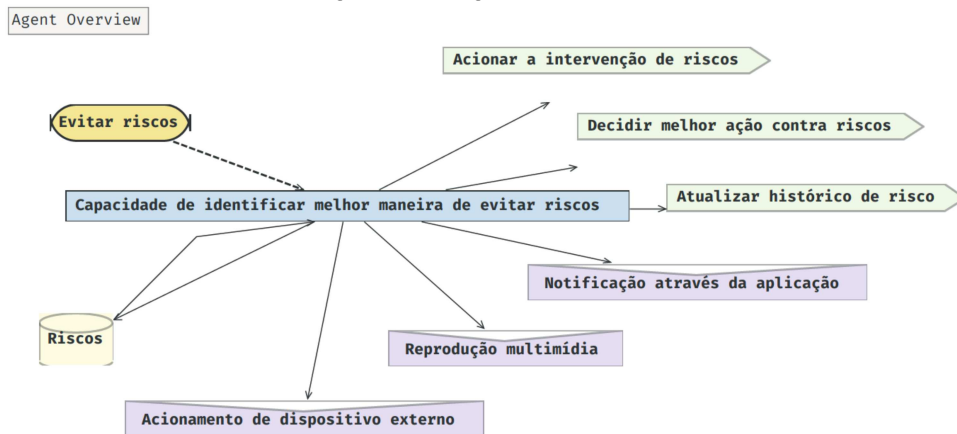
O Agente Monitorador tem como objetivo principal o monitoramento de riscos recebidos dos dispositivos externos. Ele é capaz de receber dados de imagens, sensores externos e comunicações de robôs assistivos que identifiquem riscos no ambiente inteligente. A Figura 24 mostra a modelagem do Agente Monitorador.

O Agente Monitorador é capaz de entender os dispositivos externos, aos quais o modelo *Hathor* estiver conectado e identificar riscos através da leitura destes sensores, recebimento de alertas de risco vindos de dispositivos externos, bem como realizar o processamento de imagem necessário para inferir possíveis riscos no ambiente. Para isso o agente realiza duas ações:

- **Identificar riscos:** é capaz de inferir risco através de múltiplas entradas externas;
- **Armazenar histórico de riscos:** é capaz de classificar o risco identificado e armazená-lo no histórico de riscos para que o modelo possa aprender com suas inferências.

O Agente Monitorador trabalha de forma autônoma, inferindo sobre sinais de dispositivos externos ao modelo. Para o desenvolvimento do mesmo serão utilizadas técnicas de processamento de imagem, bem como o desenvolvimento de um protocolo para comunicação com

Figura 25 – Agente Acionador



Fonte: Elaborado pelo autor.

os dispositivos. No protótipo implementado neste trabalho o Agente Monitorador desenvolvido monitora imagens de um vídeo através de uma rede neural Yolo para identificação de crianças na imagem e sua proximidade com uma área de risco definida. Para trabalhos futuros está previsto a implementação do armazenamento dos dados coletados em um histórico de riscos.

4.2.3 Agente Acionador

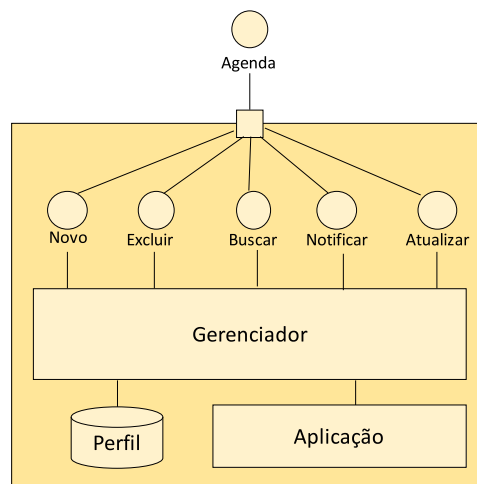
O Agente acionador tem como objetivo principal identificar a melhor forma de intervenção ao risco e acionar a aplicação, ou dispositivos externos ao modelo. Ele é capaz de atribuir uma recompensa à intervenção realizada, armazená-las no banco de riscos e atuar no risco identificado. A Figura 25 mostra a modelagem do Agente Acionador.

O Agente Acionador é capaz de inferir a melhor forma de contenção de um risco identificado, acionando a aplicação do modelo *Hathor* ou dispositivos externos ao modelo, que façam parte do ambiente inteligente, como robôs assistivos, acionadores eletrônicos de *smart home*, entre outros. Para isso o Agente realiza três ações:

- **Decidir melhor ação contra riscos:** deve inferir qual a melhor ação a ser tomada para evitar o risco;
- **Acionar a intervenção de riscos** deve acionar a melhor intervenção ao risco identificado, como notificar a aplicação, reproduzir arquivo multimídia específico ao gosto da criança identificado no perfil, acionar robô assistivo externo para evitar o risco em ambiente físico, acionar chaves eletrônicas do ambiente inteligente, entre outros;
- **Atualizar histórico de risco** deve poder identificar a eficácia da ação tomada e armazenar seu histórico no banco de riscos do modelo.

O Agente Acionador trabalha de forma autônoma, inferindo sobre o histórico de riscos para a seleção da melhor forma de intervenção. No protótipo implementado neste trabalho o Agente

Figura 26 – Arquitetura do módulo de agenda de atividades



Fonte: Elaborado pelo autor.

Acionador desenvolvido identifica o tipo de risco detectado e seleciona a melhor forma de atuação para o mesmo, conforme seu nível de risco pré-estipulado. Para trabalhos futuros está previsto a implementação do armazenamento dos dados coletados em um histórico de riscos.

4.3 Módulos

Esta seção descreve os módulos do modelo *Hathor*. Na Seção 4.3.1 é descrito o módulo de agenda de atividades. Na Seção 4.3.2 é mostrado o módulo de atualização do perfil. A Seção 4.3.3 descreve o módulo de ações contra risco.

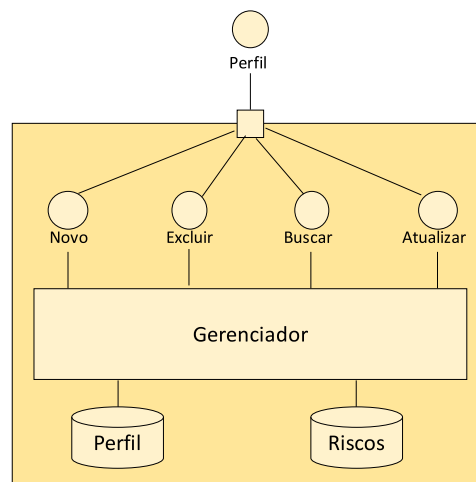
4.3.1 Módulo de agenda de atividades

Um evento de agenda é um evento que visa gerenciar a agenda de atividades da aplicação do modelo *Hathor*. A Figura 26 descreve a arquitetura do módulo de agenda de atividades.

O módulo possui cinco ações, sendo elas:

1. **Novo:** inserir novo evento na agenda de atividades;
2. **Excluir:** remover entrada de evento na agenda de atividades;
3. **Buscar:** localizar entrada de evento na agenda de atividades;
4. **Notificar:** gerar notificação de evento da agenda de atividades na aplicação;

Figura 27 – Arquitetura do módulo de perfil



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. **Atualizar:** atualizar entrada de evento da agenda de atividades.

O módulo de agenda de atividades tem por objetivo permitir que outros componentes do modelo *Hathor* possam gerir e acessar os eventos da agenda de atividades.

4.3.2 Módulo de perfil

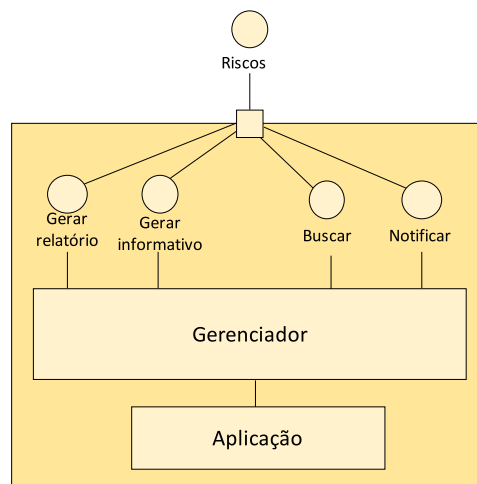
Um evento de perfil é um evento que visa gerenciar o perfil da criança ou o seu Modelo de Contextos e de riscos. A Figura 27 mostra a arquitetura do módulo de perfil.

O módulo possui quatro ações, sendo elas:

1. **Novo:** inserir novas entradas de perfil e riscos;
2. **Excluir:** remover entradas de perfil e riscos;
3. **Buscar:** procurar entrada de perfil e risco no histórico de contexto;
4. **Atualizar:** atualizar entrada de perfil e risco no histórico de contexto.

O módulo de perfil tem por objetivo permitir que outros componentes do modelo *Hathor* possam gerir e acessar o perfil do usuário.

Figura 28 – Arquitetura do módulo de ação contra risco



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.3 Módulo de ação contra risco

Um evento de risco é um evento que mostra para o modelo *Hathor* que ocorreu a necessidade de intervenção do sistema. A Figura 28 mostra a arquitetura do módulo de ação contra risco.

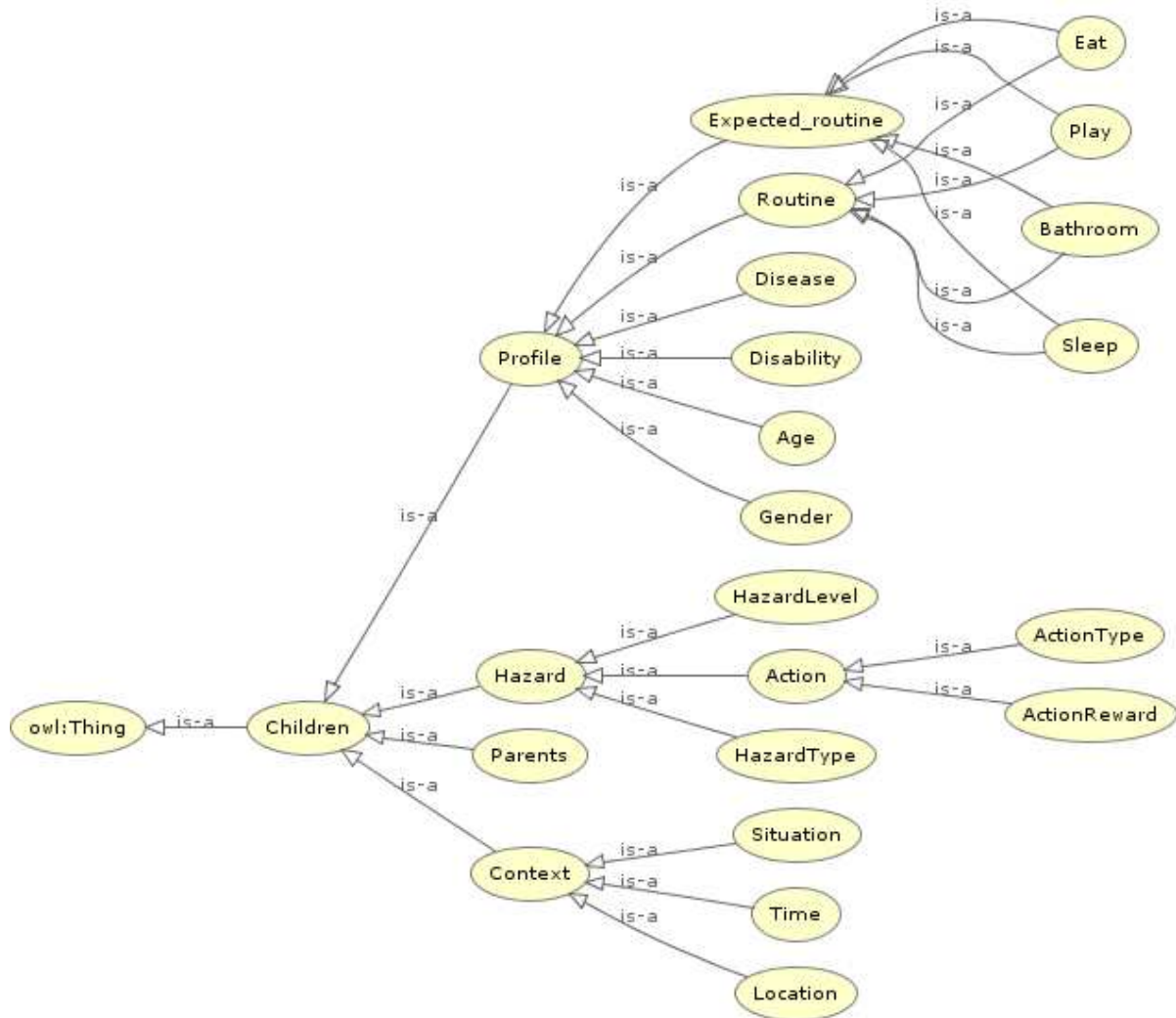
O módulo de ação contra risco possui quatro ações, sendo elas:

1. **Gerar relatório:** permite gerar relatório dos riscos identificados pelo modelo *Hathor* em um período de tempo determinado na aplicação;
2. **Gerar informativo:** permite gerar informativo educativo específico sobre o risco determinado na aplicação;
3. **Buscar:** permite buscar o histórico de relatórios e informativos gerados pelo modelo *Hathor*;
4. **Notificar:** permite notificar um risco na aplicação do modelo.

O módulo de ação contra risco tem por objetivo permitir que outros componentes do modelo *Hathor* possam gerir e acessar relatórios dos riscos identificados pelo modelo.

4.4 Aplicação

A aplicação móvel permite que o usuário tenha acesso, de forma ubíqua, a uma agenda de atividades, onde poderá inserir os dados de rotina da criança, além de sistema de notificação

Figura 29 – Onthor: modelagem da ontologia do modelo *Hathor*

Fonte: Elaborado pelo autor.

ao usuário de riscos identificados, tarefas agendas e apresentar material educativo informativo sobre alimentação e sono da criança, condizente com sua faixa etária.

4.5 Ontologia

Para representar as entidades do modelo e suas relações é utilizada uma ontologia. A ontologia facilita a visualização e o entendimento das entidades que compõem o modelo, guiando o desenvolvimento e relacionamento entre as classes existentes no mesmo.

Na Figura 29 é possível visualizar a Ontologia de Cuidado de Crianças utilizando o software Protegé (MUSEN, 2015).

Na ontologia constam as classes do modelo. A principal delas é a entidade *Thing*, que pode ser estendida em:

- **Children:** esta classe é utilizada para descrever a criança para o modelo *Hathor*;

- **Profile:** esta classe indica o perfil personalizado da criança;
- **Gender:** esta classe de personalização indica o gênero da criança;
- **Age:** esta classe de personalização indica a faixa etária da criança;
- **Disability e Disease:** estas classes de personalização indicam para o modelo *Hathor* se a criança possui alguma doença ou deficiência, necessitando de algum cuidado especial;
- **Routine:** esta classe indica a rotina da criança. Nela está o conhecimento adquirido através da agenda de atividades, aplicação e dispositivos externos ao modelo;
- **Expected _ routine:** esta classe é um espelho da classe de rotina. Nela está o conhecimento de rotina ideal produzido pelo profissional de saúde para comparação com a rotina atual e histórica da criança;
- **Hazard:** esta classe demonstra o conhecimento do modelo sobre os riscos identificados;
- **HazardType:** esta classe indica qual o tipo de risco identificado pelo modelo;
- **HazardLevel:** esta classe indica o nível de risco identificado pelo modelo. Este nível, em conjunto com o tipo de risco são utilizados para inferência da ação contra risco.
- **Action:** nesta classe está descrito o conhecimento sobre as ações contra risco;
- **ActionType:** esta classe indica o conhecimento sobre os tipos de ações utilizadas para conter o risco;
- **ActionReward:** esta classe demonstra o conhecimento da eficácia da ação para a contenção de um risco, dado determinado conceito;
- **Parents:** esta classe é utilizada para manter conhecimento sobre os responsáveis da criança, como os seus contatos;
- **Context:** esta classe agrega o conhecimento do contexto de cada evento de risco;
- **Location:** esta classe indica a localização onde ocorreu o risco;
- **Time:** esta classe demonstra a data e hora do risco ocorrido;
- **Situation:** esta classe descreve o risco ocorrido.

4.6 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo descreveu a arquitetura geral do modelo *Hathor*, bem como seus agentes, módulos e detalhes gerais. O Agente Personalizador é responsável pela personalização das ações do modelo de forma a melhor se adaptar com o perfil da criança supervisionada. O Agente Monitorador é responsável por receber os sinais de sensores e a entrada de dados externos ao modelo, detectar a criança e possíveis riscos no ambiente domiciliar. O Agente Acionador é responsável pela escolha da melhor ação de contenção de risco para o cenário identificado, acionando dispositivos externos, como robôs assistivos e sistemas de automação residencial. Os módulos são responsáveis pela manipulação dos bancos de dados do modelo. E, por fim, descreveu a ontologia geral do modelo, suas entidades, nomenclaturas e características para a descrição semântica do modelo.

5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

Este capítulo apresenta o planejamento de implementação do modelo *Hathor* e sua avaliação. A Seção 5.1 descreve a implementação do modelo. A Seção 5.1.1 descreve a implementação dos agentes monitorador e acionador do sistema. Na Seção 5.2 é descrito o método de avaliação do modelo. Por fim, a Seção 5.3 apresenta as considerações finais sobre o capítulo.

5.1 Implementação do protótipo

O desenvolvimento do protótipo foi dividido em duas etapas: especificação de projeto e implementação. Na etapa de especificação foram detalhados todos os componentes necessários para o protótipo, gerando a documentação técnica necessária para a implementação do modelo.

Os agentes de software do modelo foram modelados utilizando a metodologia Prometheus, através do framework de desenvolvimento *Prometheus Design Tool* (PDT), conforme a Seção 4.2.

Na etapa de implementação foi realizado o desenvolvimento do código fonte para o protótipo. O protótipo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, na sua terceira versão, devido a ampla adoção da linguagem para o desenvolvimento de sistemas inteligentes, possibilitando uma maior versatilidade de bibliotecas para o desenvolvimento.

Os agentes seguiram o formato de sistemas reativos simples, onde selecionam suas ações conforme sua percepção atual de acordo com o contexto, interesses e informações de recursos e serviços, como visto na Seção 4.2.

5.1.1 Implementação dos agentes monitorador e acionador

Para a implementação do protótipo, o Agente Monitorador e o Agente Acionador, foram desenvolvidos em dois módulos independentes. O primeiro módulo consiste em uma rede neural para identificação de objetos em tempo real, descrito na Seção 5.1.1.1. O segundo módulo consiste em um identificador de riscos que utiliza da saída da rede neural anterior para identificar os riscos que a criança está exposta e gerar uma ação do sistema, descrito na Seção 5.1.1.2.

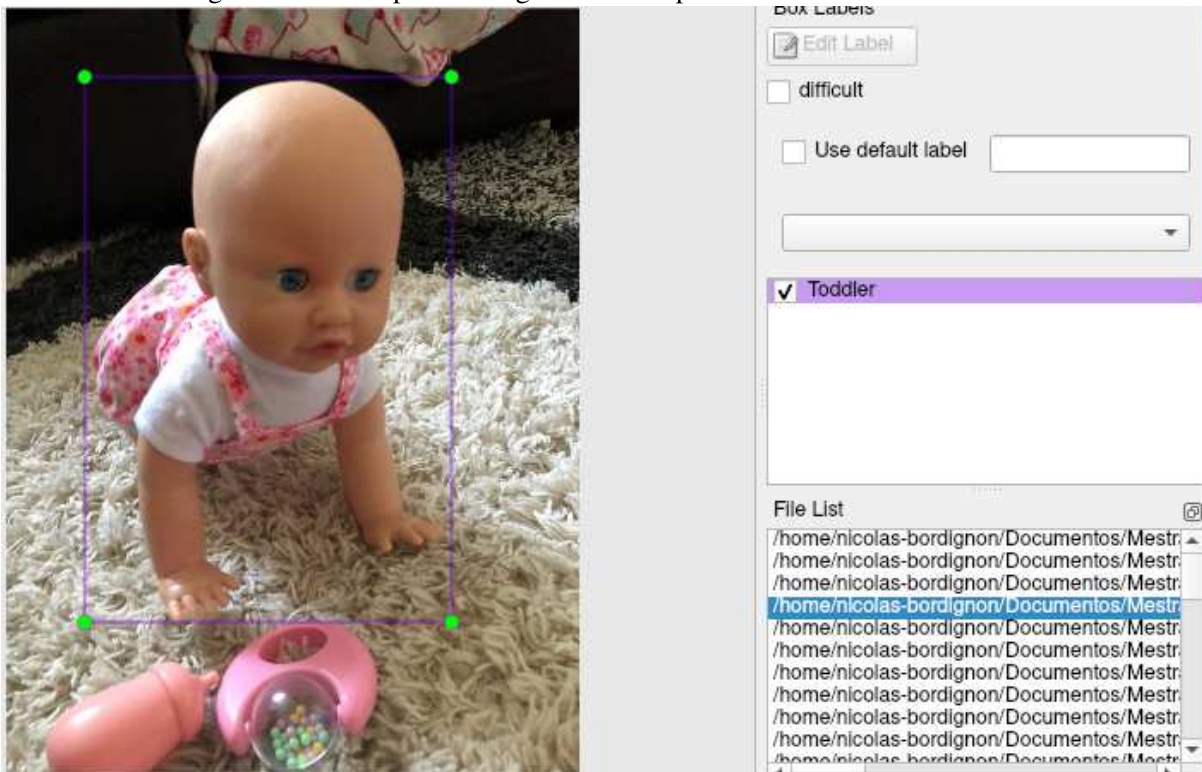
5.1.1.1 Rede neural para detecção de objetos

A rede neural YOLO, *You Only Look Once*, é um dos algoritmos mais populares para a detecção de objetos em tempo real encontrados no estado-da-arte (RAJPUT, 2020b).

A primeira versão foi proposta por REDMON et al. (2016) e foi um marco na área de pesquisa de detecção de objetos devido a sua capacidade de detectar um objeto em tempo real com uma acurácia elevada (RAJPUT, 2020a).

A quinta versão da YOLO foi desenvolvida pelo pesquisador Glenn Jocher da empresa

Figura 30 – Exemplo de imagem rotulada para o *dataset* de treinamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ultralytics LLC utilizando o framework de desenvolvimento Pytorch e disponibilizada através do github do pesquisador para o uso da comunidade científica (JOCHER, 2020). Esta versão traz melhorias como a inclusão da técnica de aumento de dados de mosaico e âncoras de caixa delimitadora de aprendizagem automática, além de ser rápida e leve, se comparada com a YOLO v4 (RAJPUT, 2020a).

Para o treinamento da rede neural foi montado um *dataset* com imagens de bonecas que emulem a aparência de crianças humanas. Isto ocorreu para evitar a utilização de crianças nos testes do projeto devido às dificuldades sanitárias na região causadas pela pandemia de Coronavírus que teve início no ano de 2020. Este *dataset* foi constituído de 350 imagens, sendo elas divididas em: 200 imagens para treinamento, 86 imagens para a avaliação da rede neural e 64 imagens para o teste da rede. As imagens de treino e avaliação foram manualmente classificadas com a classe de objeto "Toddler", conforme exemplificado na Figura 30, utilizando a biblioteca de rotulação de imagens em Python LabelImg (TZUTALIN, 2015).

Os rótulos das imagens do *dataset* foram salvos em formato txt utilizando a padronização YOLO de anotação. Este padrão é formado por um número de identificação da classe do objeto na imagem (a classe "Toddler" foi padronizada como a identificação 0), a posição X de início da caixa delimitadora (sendo a origem no canto esquerdo da imagem), a posição Y da caixa delimitadora (sendo a origem no canto superior da imagem), largura da caixa delimitadora e altura da caixa delimitadora. A Figura 31 ilustra um arquivo de anotação de imagem no formato

Figura 31 – Exemplo de anotação na padronização YOLO.

1	<object-class>	<x>	<y>	<width>	<height>
2	0	0.604828	0.393849	0.221561	0.344577

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 32 – *Dataset* criado para o treinamento da rede neural.

The screenshot shows the Roboflow interface for a dataset named 'Mestrado1'. At the top, it indicates 'Last Upload 20 days ago' with '348 images added'. The 'Dataset Size' is '348 Images' and 'Augmentation Disabled'. The 'Annotations' are 'Toddlers' and 'Object Detection'. Below this is a grid of image thumbnails. A 'Train/Test Split' section shows a progress bar with 'Train 199', 'Valid 85', and 'Test 64'. An 'Augmentation Options' section is also visible, with a button to 'Add Augmentation Step'.

Fonte: Elaborado pelo autor.

padronizado YOLO.

Por fim o *dataset* composto pelas imagens e suas anotações foi disponibilizado na ferramenta de visão computacional da empresa Roboflow, possibilitando o uso do *dataset* de forma remota no treinamento da rede neural (ROBOFLOW, 2021). A Figura 32 ilustra o *dataset* criado para o treinamento da rede neural.

O treinamento da rede e a inferência nas imagens de teste foram realizados utilizando como base a implementação da YOLO disponibilizada no github da Ultralytics LLC (JOCHER, 2020). Esta implementação utiliza o framework Pytorch e a biblioteca de visão computacional de código aberto Open CV para a manipulação dos dispositivos físicos de imagem.

5.1.1.2 Detector de riscos

O segundo módulo de implementação do Agente Monitorador possui como objetivo a detecção dos riscos utilizando as imagens de teste inferidas no módulo anterior como entrada.

Para a identificação do risco é rotulado manualmente nas imagens inferidas pela rede neural uma área de risco. Esta área é imutável, visto que a câmera de captação das imagens busca emular uma câmera de segurança fixa.

O algoritmo de detecção de riscos busca identificar 3 cenários de riscos definidos pela pesquisa. O primeiro cenário consiste na colisão entre as caixas delimitadoras da criança ("Toddler") com a de perigo ("Danger"). O segundo cenário consiste na colisão da caixa delimitadora da criança com uma linha imaginária de gatilho vertical traçada no centro da imagem. Por úl-

timo o terceiro cenário utiliza o tempo de captura de duas imagens e calcula a velocidade de deslocamento da caixa delimitadora da criança, onde, caso a previsão de colisão com o perigo seja menor que um minuto é configurado como risco. O Algoritmo 1 suporta a detecção de risco.

Data: Imagem inferida pela rede neural YOLO

Result: Arquivo JSON com o resultado da detecção de riscos

Cálculo de x_1 , x_2 , y_1 , y_2 das caixas delimitadoras utilizando as anotações de altura e largura da YOLO;

Obtenção do tempo atual do sistema;

Verificação se a caixa delimitadora da criança está à esquerda ou à direita da caixa delimitadora da área de risco e se há colisão entre elas; Cálculo da distância entre as caixas delimitadoras da criança e o perigo;

if tempo do sistema anterior existe then

 Cálculo da velocidade de deslocamento da criança;

 Cálculo de previsão de tempo para contato com o risco;

if Tempo < 1 minuto then

 Criação de flag de risco 1;

else

 Salvamento dos dados de posição da criança e tempo atual para cálculo futuro da velocidade de deslocamento;

end

if Caixa delimitadora da criança com colisão com caixa delimitadora do perigo then

 Criação de flag de risco 1;

if Caixa delimitadora da criança com colisão com linha virtual de gatilho vertical then

 Criação de flag de risco 2;

Criação do JSON de saída de detecção de risco;

Algoritmo 1: Algoritmo de detecção de riscos.

Para o cálculo da caixa delimitadora os valores de x_2 e y_2 são calculados somando os valores de origem (x_1 , y_1) com a largura e altura da caixa delimitadora, conforme as Equações 5.1 e 5.2.

$$x_2 = x_1 + width \quad (5.1)$$

$$y_2 = y_1 + height \quad (5.2)$$

Para verificar se a criança está à esquerda ou à direita na imagem da área de risco os valores de x_1 das duas caixas são comparados, sendo o maior valor mais à direita na imagem, conforme a Equação (5.3). Para a verificação vertical entre a criança e o perigo o mesmo cálculo é realizado entre os valores y_1 das duas caixas, sendo o maior valor mais abaixo na imagem, mostrado na Equação (5.4). Além disso o valor de x_2 da caixa à esquerda é comparado com o valor de x_1 da caixa à direita e o valor de y_2 da caixa acima é comparado com o valor de y_1 da caixa abaixo e, caso os valores sejam maior ou igual, uma colisão é detectada, conforme mostrado na Equação (5.5).

Figura 33 – Exemplo de arquivo de saída do detector de riscos.

```
1 {"Hazard": [{"ID": "00", "Date": "05/02/2021", "Time": "13:14:42", "Type": "None", "Level": "Low", "Action1": "None", "Action2": "None"}]}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

$$x_{1crianca} > x_{1risco} = \text{Criança à direita do risco} \quad (5.3)$$

$$y_{1crianca} > y_{1risco} = \text{Criança abaixo do risco} \quad (5.4)$$

$$(x_{2esquerda} \geq x_{1direita}) \wedge (y_{2acima} \geq y_{1abaixo}) = \text{Colisão} \quad (5.5)$$

Para o cálculo do deslocamento da criança é utilizada a informação de posicionamento da criança em relação ao risco verificada anteriormente, sendo a distância entre a criança e o risco calculada pela distância entre as arestas mais próximas das caixas delimitadoras. Após isso é verificado se a distância atual entre a criança e o risco diminuiu se comparado com a amostragem anterior. A diferença entre a distância amostrada anteriormente e a nova é o deslocamento realizado pela criança, conforme mostrado na Equação (5.6)

$$\Delta_{deslocamento} = d_{anterior} - d_{atual} \quad (5.6)$$

A velocidade de deslocamento é calculada pela divisão do deslocamento realizado e a diferença de tempo entre as amostragens. Conforme mostrado pela Equação (5.7).

$$V_{deslocamento} = \Delta_{deslocamento} / \Delta T_{amostragens} \quad (5.7)$$

O tempo estimado de colisão entre a criança e a área de risco é a divisão entre a distância atual entre o risco e a criança e a velocidade de deslocamento calculada, conforme descrito na Equação (5.8).

$$T_{contato} = d_{atual} / V_{deslocamento} \quad (5.8)$$

O arquivo de saída da detecção de risco é utilizado para comunicação entre as partes do sistema, gerando as ações para contenção de risco. O arquivo é criado no formato JSON e composto por informações como: identificador de arquivo, data do ocorrido, tempo do ocorrido, tipo de risco identificado, nível de perigo identificado e ações a serem tomadas. A Figura 33 ilustra um arquivo de saída gerado pelo sistema.

5.2 Metodologia de avaliação

A avaliação do modelo foi baseada em duas etapas de avaliação. Na Seção 5.2.1 está descrita a avaliação da rede neural YOLO desenvolvida para a detecção de crianças. A Seção 5.2.2

descreve a avaliação da detecção de riscos do sistema em cenários que abrangem as diferentes saídas possíveis do sistema.

5.2.1 Avaliação da rede neural

A avaliação da rede neural YOLO v5 desenvolvida no projeto visa avaliar a acurácia da rede para a detecção de crianças em tempo real. O treinamento da rede neural e as inferências nas imagens de avaliação foram realizados utilizando o algoritmo desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python e disponibilizado por Jocher no repositório oficial do projeto YOLOv5 através do arquivo denominado detect.py (JOCHER, 2020).

Na etapa de treinamento da rede neural foi utilizada a métrica mAP, *mean Average Precision*, para a verificação da acurácia da rede a cada época de treinamento. A métrica mAP utiliza dois parâmetros como base para o seu cálculo:

- **Precision:** mede a porcentagem de predições corretas, conforme descrito pela Equação (5.9);
- **Recall:** capacidade de um modelo encontrar, dentro de um conjunto de dados, todos os casos relevantes, conforme descrito pela Equação (5.10)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{\text{objetos detectados corretamente}}{\text{todos objetos detectados}} \quad (5.9)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{\text{objetos detectados corretamente}}{\text{todos objetos do ground truth}} \quad (5.10)$$

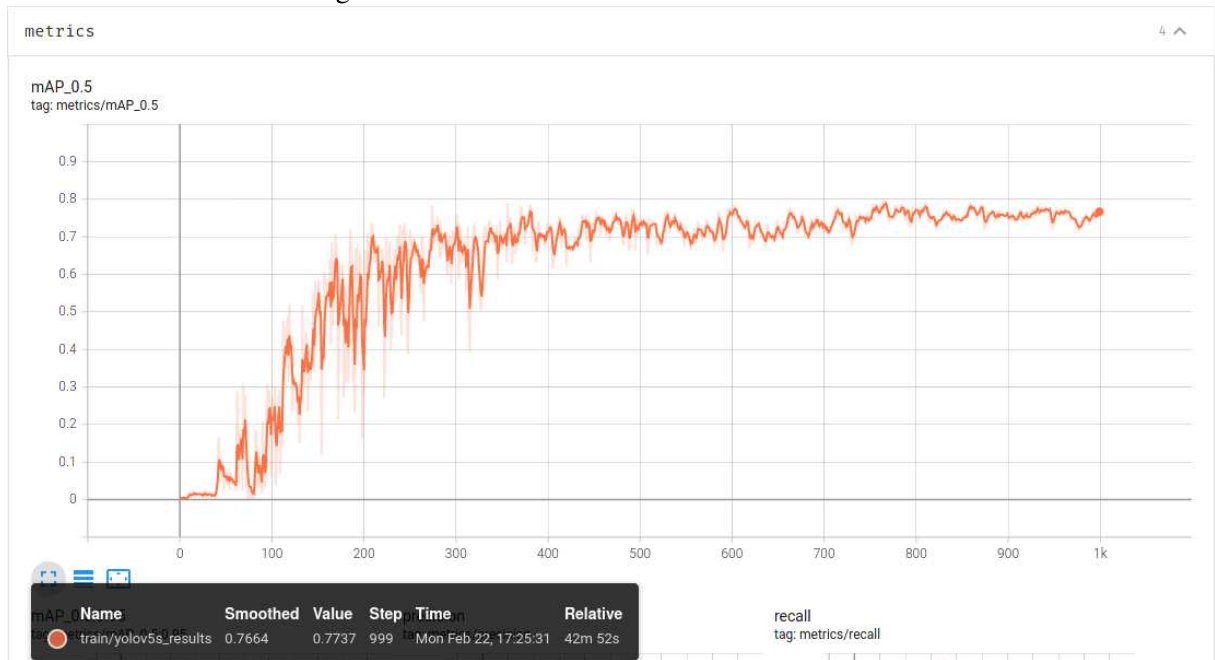
Onde:

- **TP:** é contabilizada quando o objeto está presente no *ground truth* e o modelo foi capaz de encontrá-lo;
- **FP:** quando não há objetos na imagem e o modelo encontra algum, ou quando não é identificado um objeto que encontra-se no *ground truth*;
- **FN:** quando o modelo não detecta um objeto que encontra-se no *ground truth*.

A precisão média, *average precision* (AP), é a área da curva de *precision x recall*, também chamada de curva AP. Devido ao comportamento da curva de *precision x recall* torna-se difícil a a comparação entre diferentes modelos e, portanto, AP é uma métrica numérica de modo a facilitar esta comparação (HUI, 2018).

Para computar o valor de AP há diferentes abordagens possíveis. A interpolação em todos os pontos é uma abordagem que visa reduzir o impacto dos zigue-zagues presentes na curva. A Equação (5.11) descreve o método de interpolação em todos pontos da curva.

Figura 34 – Precisão da rede neural no treinamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$AP = \sum_{r=0}^1 ((r_{n+1} - r_n)) \times \max(\text{precision}(r_{n+1})) \quad (5.11)$$

Onde n é o índice do vetor de *recall* r , o somatório indica a diferença entre o valor de *recall* atual e o próximo de maior *precision* e a função *max* calcula o valor máximo de *precision* a partir do próximo valor de *recall*. A métrica mAP, portanto, é a média da AP calculada para cada classe do modelo (HUI, 2018).

O treinamento foi realizado com mil épocas de treino, de forma que a métrica mAP estar estável e com ganhos irrelevantes de acurácia ao realizar épocas adicionais de treinamento. A Figura 34 ilustra a acurácia da rede neural conforme o treinamento foi realizado.

A precisão média obtida no treinamento da rede neural foi de 77,37% utilizando a métrica mAP disponibilizada no framework da rede neural desenvolvida.

Para a criação dos cenários de avaliação do protótipo foram realizadas fotografias de um ambiente domiciliar com câmera fixa, uma extensão elétrica disposta no chão foi rotulada manualmente para simular um possível risco e quatro diferentes bonecas com roupas e acessórios distintos de forma a simular diferentes crianças para o sistema.

A Figura 35 ilustra o cenário padrão das fotografias para a avaliação da rede neural.

Realizando a inferência nas sessenta e quatro imagens fotografadas para a avaliação da rede neural foi obtido o resultado descrito na Tabela 6.

Após a inferência nas sessenta e quatro imagens de avaliação a rede neural identificou corretamente as crianças em 70,31% das imagens, número inferior ao obtido no mAP de treinamento, conforme exemplo da Figura 36.

Figura 35 – Cenário padrão de fotografia para a avaliação da rede neural.



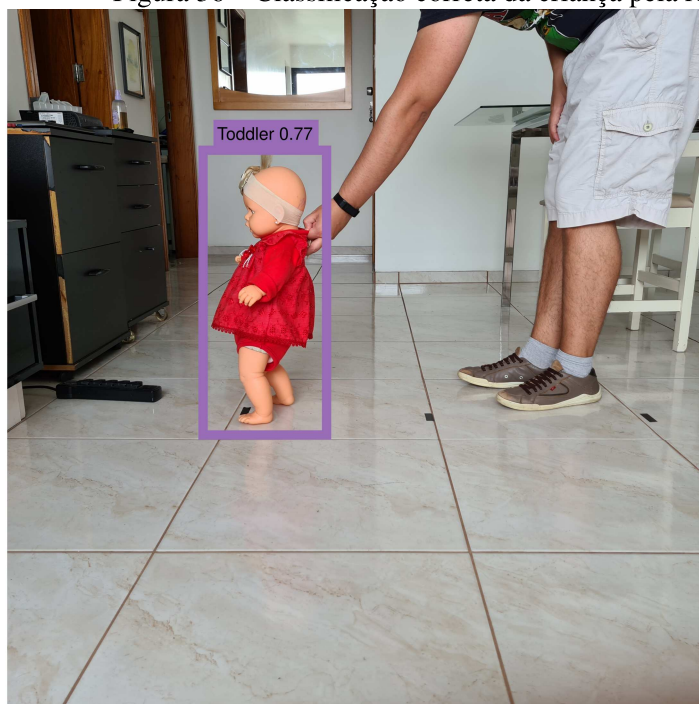
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Resultado de avaliação da rede neural.

Identificado	Número de imagens	% de imagens
Total	64	100%
Corretamente	45	70,31%
Adulto	4	6,25%
Outro Objeto	6	9,37%
Não identificado	9	14,06%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 – Classificação correta da criança pela rede neural.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seis imagens foram identificados de forma equivocada objetos como sendo a criança, conforme ilustrado na Figura 37.

Em quatro imagens um adulto foi classificado como criança, conforme mostrado na Figura 38

Em 14,06% das imagens a rede neural falhou em classificar a criança ou qualquer objeto na imagem, conforme exemplificado pela Figura 39.

Foi identificado que em todas as imagens em que a rede neural não conseguiu identificar a criança, a boneca estava utilizando um acessório na cabeça (touca de lã) e roupas compridas, o que pode ter dificultado para a rede identificar as características necessárias para a classificação. Estes fatores devem ser levados em consideração para trabalhos futuros de aprimoramento do treinamento da rede neural.

5.2.2 Avaliação da detecção de riscos

Para a avaliação do detector de riscos foram utilizadas como entrada imagens corretamente identificadas pela rede neural no processo de avaliação descrito na Seção 5.2.1. Como a detecção de riscos e a rede neural foram divididos em etapas distintas de implementação foi considerado suficiente a avaliação modular de cada etapa.

O detector de risco foi validado através de quatro cenários distintos onde o arquivo de saída do sistema foi comparado com a saída prevista para o cenário de teste. As ações para os riscos identificados foram definidas conforme o nível de risco identificado, onde um risco baixo não

Figura 37 – Classificação incorreta de um objeto como uma criança pela rede neural.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38 – Classificação incorreta de um adulto como uma criança pela rede neural.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39 – Impossibilidade de classificação da rede neural.



Fonte: Elaborado pelo autor.

demanda ação do sistema, um risco médio demanda uma notificação do sistema para o responsável e um risco alto demanda uma notificação do sistema para o responsável e a queda da energia elétrica na tomada que represente o risco à criança.

A Seção 5.2.2.1 descreve o cenário de testes onde não há risco detectado. Na Seção 5.2.2.2 é descrito o cenário onde o gatilho vertical é atingido pela criança, mas não há detecção do risco pela velocidade de deslocamento. A Seção 5.2.2.3 mostra um cenário onde o gatilho vertical é atingido pela criança e há a detecção do risco pela velocidade de deslocamento. Por fim a Seção 5.2.2.4 descreve o cenário onde a criança colide com o risco no ambiente.

5.2.2.1 Cenário sem risco detectado.

O cenário de avaliação do detector de risco é composto por uma extensão elétrica simulando o risco para a criança disposta no chão no canto esquerdo da imagem e a criança representada por uma boneca. A boneca teve sua posição definida para cada cenário de teste, onde a posição mais afastada do risco é a posição sem risco detectado pelo sistema, a posição no centro da imagem onde a criança colide com o gatilho vertical de proximidade com o risco e a posição mais próxima da extensão elétrica que mostra a colisão da criança com o risco.

O cenário 1 busca testar o sistema para o caso da criança estar afastada do risco e, portanto, sem detecção pelo sistema. A Figura 40 mostra o cenário montado para a avaliação do sistema.

Ao executar o algoritmo de detecção de riscos no cenário 1 foi criado um arquivo de saída JSON sem a detecção de risco, conforme ilustrado na Figura 41

O sistema produziu como saída um ID de risco incremental correto (00), o dia e horário da execução da detecção conforme o sistema operacional no momento (03/02/2021 13:14:42), um tipo de risco nulo (*None*), um nível de risco baixo (*low*) e sem ações necessárias pelo modelo (*None*), conforme o previsto para o cenário proposto.

5.2.2.2 Cenário com risco de proximidade e sem risco de velocidade de deslocamento

Neste segundo cenário a criança foi disposta no centro da imagem, colidindo com o gatilho vertical de proximidade de risco. Além disso foi adicionado um tempo de deslocamento entre a imagem anterior, afastada do risco, para a nova de modo que o tempo de deslocamento para colisão com a extensão elétrica seja maior que um minuto, não ocorrendo o risco pelo deslocamento. A Figura 42 mostra o cenário de detecção.

Ao executar o algoritmo de detecção de riscos no cenário 2 foi criado um arquivo de saída JSON com a detecção de risco por energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 43

O sistema produziu como saída um ID de risco incremental correto (01), o dia e horário da execução da detecção conforme o sistema operacional no momento (05/02/2021 13:20:12), um risco do tipo elétrico (*ElectricHazard*), um nível de risco médio (*Medium*) e com uma ação de notificação do sistema (*Notification*), conforme o previsto para o cenário proposto.

Figura 40 – Cenário de avaliação 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41 – Arquivo de saída do cenário 1.

```
1 [{"Hazard": [{"ID": "00", "Date": "05/02/2021", "Time": "13:14:42", "Type": "None", "Level": "Low", "Action1": "None", "Action2": "None"}]}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 42 – Cenário de avaliação 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43 – Arquivo de saída do cenário 2.

```
1 [{"Hazard": [{"ID": "01", "Date": "05/02/2021", "Time": "13:20:12", "Type": "ElettricHazard", "Level": "Medium", "Action1": "Notification", "Action2": "None"}]}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44 – Cenário de avaliação 3.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 45 – Arquivo de saída do cenário 3.

```
1 [{"Hazard": [{"ID": "02", "Date": "05/02/2021", "Time": "15:05:41", "Type": "ElectricHazard", "Level": "High", "Action1": "Notification", "Action2": "ShutdownPower"}]}]
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

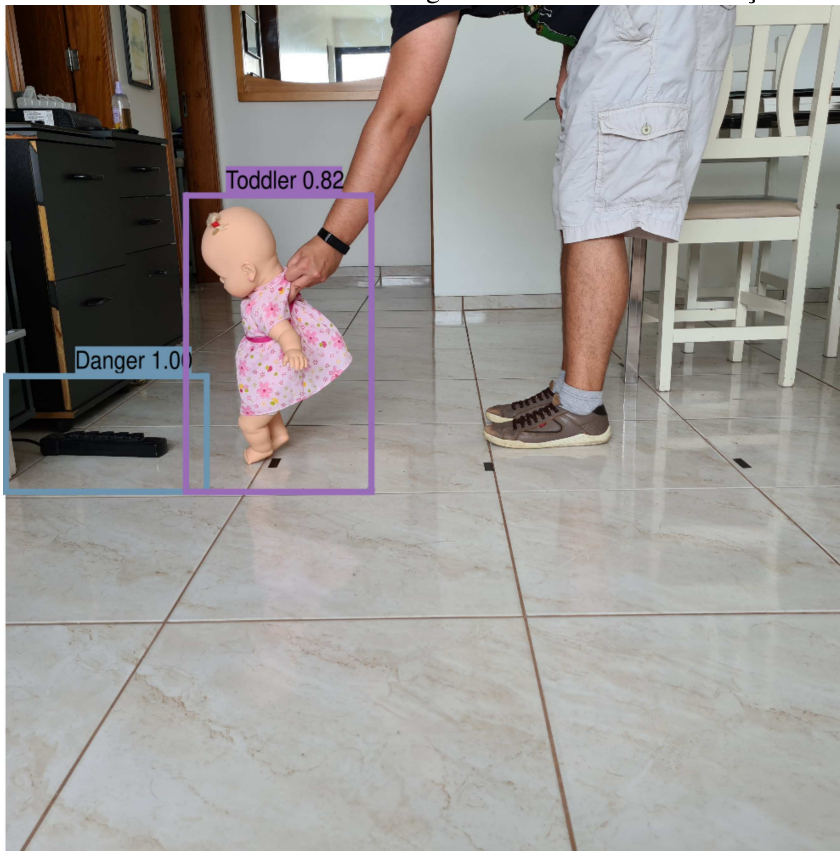
5.2.2.3 Cenário com risco de proximidade e com risco pela velocidade de deslocamento

Neste terceiro cenário a criança foi disposta no centro da imagem, colidindo com o gatilho vertical de proximidade de risco. Além disso foi adicionado um tempo de deslocamento entre a imagem anterior, afastada do risco, para a nova de modo que o tempo de deslocamento para colisão com a extensão elétrica seja menor que um minuto, configurando assim o risco pelo deslocamento. A Figura 44 apresenta o cenário de detecção.

Ao executar o algoritmo de detecção de riscos no cenário 3 foi criado um arquivo de saída JSON com a detecção de risco por energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 45

O sistema produziu como saída um ID de risco incremental correto (02), o dia e horário da execução da detecção conforme o sistema operacional no momento (05/02/2021 15:05:41), um risco do tipo elétrico (*ElectricHazard*), um nível de risco alto (*High*) e com uma ação de notificação do sistema (*Notification*) e queda de energia na tomada elétrica (*ShutdownPower*), conforme o previsto para o cenário proposto.

Figura 46 – Cenário de avaliação 4.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47 – Arquivo de saída do cenário 4.

```
1 [{"Hazard": [{"ID": "03", "Date": "05/02/2021", "Time": "15:10:27", "Type": "ElectricHazard", "Level": "High", "Action1": "Notification", "Action2": "ShutdownPower"}]}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.2.4 Cenário com risco de colisão entre a criança e o perigo detectado.

Para o último cenário proposto a criança foi disposta no lado esquerdo da imagem, colidindo com a extensão elétrica que representa o risco. A Figura 46 apresenta o cenário de detecção.

Ao executar o algoritmo de detecção de riscos no cenário 4 foi criado um arquivo de saída JSON com a detecção de risco por energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 47

O sistema produziu como saída um ID de risco incremental correto (03), o dia e horário da execução da detecção conforme o sistema operacional no momento (05/02/2021 15:10:27), um risco do tipo elétrico (*ElectricHazard*), um nível de risco alto (*High*) e com uma ação de notificação do sistema (*Notification*) e queda de energia na tomada elétrica (*ShutdownPower*), conforme o previsto para o cenário proposto.

5.3 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo tratou de duas seções. A Seção 5.1 descreveu a implementação do modelo e como foi realizado o desenvolvimento do protótipo e os agentes monitorador e acionador. A Seção 5.2 detalha a avaliação do modelo, bem como a avaliação do protótipo desenvolvido para o projeto.

O protótipo desenvolvido neste trabalho foi avaliado quanto a sua capacidade de detecção de crianças em vídeo. Sua precisão foi de 77,37% através da métrica mAP e a rede neural reconheceu corretamente 70,31% das imagens de avaliação, sendo considerado eficiente para o seu uso. Foi avaliado que todas imagens de avaliação que a rede neural não conseguiu identificar a criança na imagem a boneca utilizada estava vestindo roupas compridas e touca de lã na cabeça, o que pode significar uma falha na detecção de imagens onde a criança tenha pouca pele à mostra e deve ter sua pesquisa continuada em trabalhos futuros.

A detecção de nível de riscos pelo sistema e a criação de uma saída adaptada para cada nível foi avaliada através do protótipo da detecção de riscos. O protótipo conseguiu identificar os diferentes níveis de risco nas imagens dos cenários propostos e gerou a saída esperada em todos cenários testados, sendo considerado seu funcionamento válido.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo trata sobre as contribuições que o modelo *Hathor* trouxe ao ambiente científico, bem como as limitações do projeto e os trabalhos futuros propostos. Na Seção 6.1 são elaboradas as principais conclusões do trabalho. Na Seção 6.2 são descritas as principais contribuições científicas do modelo. Na Seção 6.3 são abordadas as limitações atingidas no desenvolvimento do protótipo e os trabalhos futuros propostos.

6.1 Conclusões

O modelo busca apoiar os cuidadores de crianças em ambiente domiciliar detectando e agindo de modo a evitar possíveis riscos.

O modelo foi definido de forma modular de modo a ser expansível em pesquisas futuras e integrado com diferentes trabalhos de contenção de riscos em ambiente domiciliar que possam ser realizados no futuro.

Agentes inteligentes são utilizados para monitorar possíveis riscos no ambiente, acionar sistemas de contenção de riscos e armazenar os dados obtidos para personalizar sua ação conforme a criança que está sendo monitorada.

A implementação do protótipo foi dividida em dois módulos distintos. Um módulo responsável pela detecção de crianças em tempo real em vídeo através de uma rede neural convolucional profunda utilizando a arquitetura YOLO na sua quinta versão. Outro módulo possibilita detectar a colisão da criança com uma área de risco, sua proximidade com a área, além do deslocamento e o tempo previsto de contato entre elas. Estes tipos diferentes de detecção permitiram o monitoramento de diferentes níveis de risco e a criação de uma saída pelo protótipo diferente para cada nível detectado.

A avaliação utilizou uma metodologia que dividiu o protótipo em dois módulos distintos. O primeiro módulo avaliou a rede neural, sendo obtida uma precisão de 77,37% através da métrica mAP e reconhecendo corretamente 70,31% das imagens de avaliação, sendo considerado eficiente para o seu uso. O segundo módulo avaliou a detecção de riscos através de diferentes cenários. Os cenários foram compostos em: um cenário onde não há risco detectado, um cenário com proximidade da criança a uma área de risco com tempo previsto de colisão com esta área alto, um cenário igual ao anterior com tempo previsto de colisão baixo e um cenário onde há a colisão entre a área de risco e a criança. Para cada cenário foi avaliada a saída gerada pelo protótipo e comparada com a saída esperada, validando seu funcionamento em cenários de riscos com nível diferente.

Pode-se concluir ao final deste trabalho, que os objetivos foram alcançados de acordo com o que foi proposto. Os itens estudados são relevantes para a continuação da pesquisa, bem como para serem utilizados como ponto de início de novas pesquisas.

6.2 Contribuições

Esta seção descreve as principais contribuições do modelo *Hathor*, visando completar lacunas e explorar oportunidades identificadas no Capítulo 3.

A principal contribuição do trabalho é o modelo *Hathor* como um *framework* padronizado que possibilitará a integração de ambientes inteligentes com atuadores externos, como robôs assistivos, de modo a auxiliar na detecção, prevenção e ação contra riscos para uma criança presente em um ambiente doméstico. Para tanto o modelo desenvolvido utiliza-se de uma rede neural para detecção de crianças em imagens em tempo real, um módulo de detecção de riscos para garantir a segurança da criança monitorada no ambiente domiciliar, além de adaptar sua ação de contenção de risco conforme o cenário identificado pelo sistema.

A segunda contribuição do trabalho é um mapeamento da área de robótica assistiva e sua integração com ambientes inteligentes onde são propostas taxonomias para a categorização de novos trabalhos científicos quanto à sua proposta de uso, suas tecnologias de integração com ambientes inteligentes, suas tecnologias de interação com seres humanos, bem como o público alvo dos trabalhos. Além disso o mapeamento responde a tendência de tecnologias utilizadas na área, onde os estudos são encontrados e demonstra o crescimento da área de estudo nos últimos anos.

Por fim o trabalho possibilita a colaboração, expansão e evolução de seu domínio de conhecimento, pois utiliza ontologia para sua descrição semântica, o que pouco foi encontrado nos trabalhos relacionados.

6.3 Limitações e trabalhos futuros

A pesquisa realizada nesta dissertação possui limitações quanto ao seu desenvolvimento e pode-se utilizar de trabalhos futuros para melhorar o funcionamento do protótipo, bem como para adicionar novas funcionalidades e aprimorar sua área de abrangência.

Uma das principais limitações do projeto foi o treinamento e avaliação do protótipo utilizando bonecas para emular as crianças. Isto se deu, principalmente, devido a questões sanitárias impostas pela pandemia de Coronavírus que teve seu início no ano de 2020.

O treinamento da rede neural utilizando bonecas pode ser transformado para conhecimentos de crianças humanas utilizando técnicas de transferência de aprendizado e pode ser um tema para trabalhos futuros nesta pesquisa.

A implementação do agente acionador utilizando técnicas de aprendizado por reforço para a seleção de ações personalizadas contra os riscos também é uma área de interesse para o prosseguimento desta pesquisa.

Um aplicativo móvel para ser utilizado como interface de usuário para os cuidadores de crianças acessarem dados do ambiente, inserirem dados personalizados das crianças que serão monitoradas, demarcar áreas de risco, acessar o histórico de riscos detectados pelo sistema,

receber notificações de ações de contenção de risco e previsões baseadas no perfil da criança.

Realizar aproximação com a área da saúde para estudar os impactos que poderiam ser causados pelo sistema ao apresentar estímulos sonoros e visuais para uma criança como forma de ação de contenção de risco, bem como para identificar novas possibilidades de ação do sistema de forma segura e saudável para a criança.

REFERÊNCIAS

- A. SCHEIDIG et al. May I Keep an Eye on Your Training? Gait Assessment Assisted by a Mobile Robot*. In: IEEE 16TH International Conference ON Rehabilitation Robotics (ICORR), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 701–708. Journal Abbreviation: 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR).
- A. TRIANTAFYLLIDIS et al. A Social Robot-Based Platform for Prevention of Childhood Obesity. In: IEEE 19TH International Conference ON Bioinformatics AND Bioengineering (BIBE), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 914–917. Journal Abbreviation: 2019 IEEE 19th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE).
- ABB ROBOTICS. **Abb robotics**. Accessed: 2020-04-05, <https://new.abb.com/products/robotics>.
- AHMED, Y. A. et al. Social media for knowledge-sharing: A systematic literature review. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 37, p. 72–112, Apr. 2019.
- ASSAD-UZ-ZAMAN, M. et al. NAO robot for cooperative rehabilitation training. **Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering**, [S.l.], v. 6, p. 205566831986215, Jan. 2019.
- BABIČ, F. et al. Machine learning for family doctors: a case of cluster analysis for studying aging associated comorbidities and frailty. In: MACHINE LEARNING AND KNOWLEDGE EXTRACTION, 2019. **Anais...** Springer International Publishing, 2019. p. 178–194. (Lecture Notes in Computer Science).
- BARRY, A. et al. The meaning of home for ageing women living alone: an evolutionary concept analysis. **Health & Social Care in the Community**, [S.l.], v. 26, n. 3, p. e337–e344, 2018.
- BIEN, Z. et al. Integration of a Rehabilitation Robotic System (KARES II) with Human-Friendly Man-Machine Interaction Units. **Autonomous Robots**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 165–191, Mar. 2004.
- BLEEKER, C. J. **Hathor and Thoth**: two key figures of the ancient Egyptian religion. Leiden: Brill, 1973. n. 26. (Studies in the history of religions; supplements to Numen).
- BOCCANFUSO, L. et al. A low-cost socially assistive robot and robot-assisted intervention for children with autism spectrum disorder: field trials and lessons learned. **Autonomous Robots**, [S.l.], v. 41, n. 3, p. 637–655, Mar. 2017.
- BONACCORSI, M. et al. A cloud robotics solution to improve social assistive robots for active and healthy aging. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 393–408, 2016.
- BREUER, T. et al. Johnny: An autonomous service robot for domestic environments. **Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications**, [S.l.], v. 66, n. 1-2, p. 245–272, Apr. 2012.

BUDIARTO, W. et al. EduRobot: Intelligent Humanoid Robot with Natural Interaction for Education and Entertainment. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v. 116, p. 564–570, Jan. 2017.

CALDERITA, L. V. et al. THERAPIST: Towards an Autonomous Socially Interactive Robot for Motor and Neurorehabilitation Therapies for Children. **JMIR Rehabilitation And Assistive Technologies**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. e1–e1, Oct. 2014.

CAVALLO, F. et al. On the design, development and experimentation of the ASTRO assistive robot integrated in smart environments. In: IEEE International Conference ON Robotics AND Automation, 2013., 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013. p. 4310–4315.

CHANDRA, S.; DILLENBOURG, P.; PAIVA, A. Children Teach Handwriting to a Social Robot with Different Learning Competencies. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], Sept. 2019.

CORPORATION FOR DIGITAL SCHOLARSHIP. **Zotero**. Accessed: 2020-04-07, <https://www.zotero.org/>.

CRIANÇASEGURA. **Acidentes com crianças no brasil e o comportamento das mães**. Accessed: 2020-15-06, <https://criancasegura.org.br/dados-de-acidentes/>.

CRUZ-BENITO, J.; GARCÍA-PEÑALVO, F. J.; THERÓN, R. Analyzing the software architectures supporting HCI/HMI processes through a systematic review of the literature. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 38, p. 118–132, May 2019.

CRUZ, E. et al. Geoffrey: An Automated Schedule System on a Social Robot for the Intellectually Challenged. **Computational Intelligence And Neuroscience**, [S.l.], v. 2018, p. 4350272–4350272, Dec. 2018.

DALMINA, L.; BARBOSA, J. L. V.; VIANNA, H. D. A systematic mapping study of gamification models oriented to motivational characteristics. **Behaviour & Information Technology**, [S.l.], v. 0, n. 0, p. 1–18, Feb. 2019.

Dario P et al. MOVAID: a personal robot in everyday life of disabled and elderly people. **Technology & Disability**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 77–93, Apr. 1999. Publisher: IOS Press.

DEY, A.; ABOWD, G.; SALBER, D. **A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications | Human-Computer Interaction**. 2001.

DIAS, L. P. S.; BARBOSA, J. L. V.; VIANNA, H. D. Gamification and serious games in depression care: A systematic mapping study. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 35, n. 1, p. 213–224, Apr. 2018.

DO, H. M. et al. RiSH: A robot-integrated smart home for elderly care. **Robotics and Autonomous Systems**, [S.l.], v. 101, p. 74–92, Mar. 2018.

D'ONOFRIO, G. et al. Assistive robots for socialization in elderly people: results pertaining to the needs of the users. **Aging Clinical and Experimental Research**, [S.l.], v. 31, n. 9, p. 1313–1329, 2019.

DRIVER, C.; CLARKE, S. Hermes: a software framework for mobile, context-aware trails applications. In: FIRST INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPUTER SUPPORT FOR HUMAN TASKS AND ACTIVITIES, 2004. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2004. p. 7.

E. MARTINEZ-MARTIN; M. Cazorla. A Socially Assistive Robot for Elderly Exercise Promotion. **IEEE Access**, [S.l.], v. 7, p. 75515–75529, 2019.

F. DINO et al. Delivering Cognitive Behavioral Therapy Using A Conversational Social Robot. In: IEEE/RSJ International Conference ON Intelligent Robots AND Systems (IROS), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 2089–2095. Journal Abbreviation: 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS).

FATTAL, C. et al. SAM, an Assistive Robotic Device Dedicated to Helping Persons with Quadriplegia: Usability Study. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 89–103, Jan. 2019.

FENG, Y. et al. LiveNature: Ambient Display and Social Robot-Facilitated Multi-Sensory Engagement for People with Dementia. In: Designing Interactive Systems Conference, 2019., 2019, San Diego, CA, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2019. p. 1321–1333. (DIS '19).

FINLAY, J. M.; KOBAYASHI, L. C. Social isolation and loneliness in later life: a parallel convergent mixed-methods case study of older adults and their residential contexts in the minneapolis metropolitan area, USA. **Social Science & Medicine (1982)**, [S.l.], v. 208, p. 25–33, 2018.

FIORINI, L. et al. Co-creation of an assistive robot for independent living: lessons learned on robot design. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, [S.l.], Dec. 2019.

FISCHINGER, D. et al. Hobbit, a care robot supporting independent living at home: First prototype and lessons learned. **Robotics and Autonomous Systems**, [S.l.], v. 75, p. 60–78, Jan. 2016.

FRIDIN, M. Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education. **Computers & Education**, [S.l.], v. 70, p. 53–64, Jan. 2014.

FRONTIERS IN ROBOTICS AND AI. **Toward growing robots: a historical evolution from cellular to plant-inspired robotics**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2018.00016/full>.

G. TROVATO et al. The creation of DarumaTO: a social companion robot for Buddhist/Shinto elderlies. In: IEEE/ASME International Conference ON Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 606–611. Journal Abbreviation: 2019 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM).

GARCIA, E. et al. The evolution of robotics research. **IEEE Robotics Automation Magazine**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 90–103, 2007. Conference Name: IEEE Robotics Automation Magazine.

GARCIA-SANJUAN, F.; JAEN, J.; NACHER, V. Tangibot: A tangible-mediated robot to support cognitive games for ageing people—A usability study. **Pervasive Computing for Gerontechnology**, [S.l.], v. 34, p. 91–105, Jan. 2017.

GENESERETH, M. R.; NILSSON, N. J. **Logical Foundations of Artificial Intelligence**. [S.l.]: Elsevier, 1987.

GOMEZ-DONOSO, F. et al. Enhancing the Ambient Assisted Living Capabilities with a Mobile Robot. **Computational Intelligence And Neuroscience**, [S.l.], v. 2019, p. 9412384–9412384, Apr. 2019. Place: United States Publisher: Hindawi Pub. Corp.

GONÇALVES, E. **Desenvolvendo Aplicações Web Com Netbeans Ide 6**. [S.l.]: CIENCIA MODERNA, 2007. Google-Books-ID: mEEJywAACAAJ.

GRAF, B.; HANS, M.; SCHRAFT, R. D. Care-O-bot II - Development of a Next Generation Robotic Home Assistant. **Autonomous Robots**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 193–205, Mar. 2004.

GROSS, H. M. et al. ROREAS: robot coach for walking and orientation training in clinical post-stroke rehabilitation—prototype implementation and evaluation in field trials. **Autonomous Robots**, [S.l.], v. 41, n. 3, p. 679–698, Mar. 2017.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 199–220, June 1993.

H. ABDOLLAHI et al. A pilot study on using an intelligent life-like robot as a companion for elderly individuals with dementia and depression. In: IEEE-RAS 17TH International Conference ON Humanoid Robotics (Humanoids), 2017., 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 541–546.

HEUVEL, R. J. F. van den; LEXIS, M. A. S.; WITTE, L. P. de. ZORA Robot Based Interventions to Achieve Therapeutic and Educational Goals in Children with Severe Physical Disabilities. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], July 2019.

HUI, J. **map (mean average precision) for object detection**. Accessed: 2021-01-12, <https://jonathan-hui.medium.com/map-mean-average-precision-for-object-detection-45c121a31173>.

IFR. **Ifr press conference**. Accessed: 2020-04-05, <https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%202018%20Sept%202019.pdf>.

IROBOT. **Roomba® robot vacuums**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.irobot.com/roomba>.

ITADERA, S. et al. A clinical pilot study on posture stabilization via light contact with cane-type companion robot. **ROBOMECH Journal**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 17, Nov. 2019.

JAVEED, A.; PRAKASH, V. G.; KULKARNI, S. P. Autonomous Service Robot. In: Advances IN Robotics 2019, 2019, Chennai, India. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2019. p. 1–6. (AIR 2019).

JEON, H. et al. An Ontology-based Home Care Service Robot for Persons with Dementia. In: IEEE International Symposium ON Robot AND Human Interactive Communication (RO-MAN), 2018., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 540–545.

JEONG, K. et al. Fribo: A Social Networking Robot for Increasing Social Connectedness through Sharing Daily Home Activities from Living Noise Data. In: ACM/IEEE International Conference ON Human-Robot Interaction, 2018., 2018, Chicago, IL, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2018. p. 114–122. (HRI '18).

JEONG, S. et al. Designing a Socially Assistive Robot for Pediatric Care. In: International Conference ON Interaction Design AND Children, 14., 2015. **Proceedings...** ACM, 2015. p. 387–390. (IDC '15). event-place: New York, NY, USA.

JOCHER, G. **Ultralytics llc - yolo v5**. Accessed: 2021-01-12, <https://github.com/ultralytics/yolov5>.

JOHN, E. S.; RIGO, S. J.; BARBOSA, J. Assistive Robotics: Adaptive Multimodal Interaction Improving People with Communication Disorders. **IFAC-PapersOnLine**, [S.l.], v. 49, n. 30, p. 175–180, Jan. 2016.

JOHNSON, S. **Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software**. [S.l.]: Scribner, 2001. Google-Books-ID: kakfAQAAIAAJ.

JONES, A.; CASTELLANO, G. Adaptive Robotic Tutors that Support Self-Regulated Learning: A Longer-Term Investigation with Primary School Children. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 357–370, June 2018.

KANAJAR, P. et al. Neptune: Assistive Robotic System for Children with Motor Impairments. In: International Conference ON PErvasive Technologies Related TO Assistive Environments, 4., 2011. **Proceedings...** ACM, 2011. p. 59:1–59:6. (PETRA '11). event-place: New York, NY, USA.

KARGAR, B. A. H.; MAHOOR, M. H. A pilot study on the eBear socially assistive robot: Implication for interacting with elderly people with moderate depression. In: IEEE-RAS 17TH International Conference ON Humanoid Robotics (Humanoids), 2017., 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 756–762.

KESHAV, S. How to Read a Paper. **SIGCOMM Comput. Commun. Rev.**, [S.l.], v. 37, n. 3, p. 83–84, July 2007.

KHOSLA, R.; NGUYEN, K.; CHU, M. Assistive Robot Enabled Service Architecture to Support Home-Based Dementia Care. In: IEEE 7TH International Conference ON Service-Oriented Computing AND Applications, 2014., 2014. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. p. 73–80.

KIM, L. H.; FOLLMER, S. **Interaction with ubiquitous robots and autonomous iot**. 2019.

KOCESKA, N. et al. A Telemedicine Robot System for Assisted and Independent Living. **Sensors (Basel, Switzerland)**, [S.l.], v. 19, n. 4, Feb. 2019.

KOZIMA, H.; MICHALOWSKI, M. P.; NAKAGAWA, C. Keepon: A playful robot for research, therapy, and entertainment. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 3–18, Jan. 2009.

KRUMMENACHER, R.; STRANG, T. Ontology-Based Context Modeling. In: 2007, Guildford, United Kingdom. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2007.

KUMAR, A.; PATEL, A.; DWIVEDY, S. K. Development of a NAO Humanoid based Medical Assistant. In: *Advances IN Robotics*, 2017, New Delhi, India. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2017. p. 1–6. (AIR '17).

LEE, H.; PARK, J. C. A ubiquitous Smart Parenting and Customized Education service robot. In: *IEEE Workshop ON Advanced Robotics AND ITS Social Impacts*, 2010., 2010. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2010. p. 19–23.

LIN, C. Y.; TSENG, C. K.; JO, P. C. A multi-functional entertaining and educational robot. **Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications**, [S.l.], v. 53, n. 4, p. 299–330, Dec. 2008.

LOPEZ-SAMANIEGO, L.; GARCIA-ZAPIRAIN, B. A Robot-Based Tool for Physical and Cognitive Rehabilitation of Elderly People Using Biofeedback. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.l.], v. 13, n. 12, Nov. 2016. Place: Switzerland Publisher: MDPI.

LOTFI, A.; LANGENSIEPEN, C.; WADA, Y. S. Active and Healthy Ageing: Development of a Robotic Platform As an Exercise Trainer. In: *International Conference ON PErvasive Technologies Related TO Assistive Environments*, 10., 2017. **Proceedings...** ACM, 2017. p. 275–279. (PETRA '17). event-place: New York, NY, USA.

MACRINICI, D.; CARTOFEANU, C.; GAO, S. Smart contract applications within blockchain technology: A systematic mapping study. **Telematics and Informatics**, [S.l.], v. 35, n. 8, p. 2337–2354, Dec. 2018.

MANUHARA, G. W. M.; MUTHUGALA, M. A. V. J.; JAYASEKARA, A. G. B. P. Design and Development of an Interactive Service Robot as a Conversational Companion for Elderly People. In: *Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)*, 2018., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 378–383.

MANZI, A. et al. Design of a cloud robotic system to support senior citizens: the KuBo experience. **Autonomous Robots**, [S.l.], v. 41, n. 3, p. 699–709, Mar. 2017.

MARTINEZ-MARTIN, E.; COSTA, A.; CAZORLA, M. PHAROS 2.0-A PPhysical Assistant ROBot System Improved. **Sensors (Basel, Switzerland)**, [S.l.], v. 19, n. 20, Oct. 2019. Place: Switzerland Publisher: MDPI.

MARTÍ CARRILLO, F. et al. Adapting a General-Purpose Social Robot for Paediatric Rehabilitation Through In Situ Design. **ACM Trans. Hum.-Robot Interact.**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 12:1–12:30, May 2018.

MATARIĆ, M. J. et al. Socially assistive robotics for post-stroke rehabilitation. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, [S.l.], v. 4, p. 5, Feb. 2007.

MAYRHOFER, R. **Context Prediction based on Context Histories: Expected Benefits, Issues and Current State-of-the-Art**. 2005.

MAYTRONICS. **Residential robotic pool cleaners**. Accessed: 2020-04-05, <https://maytronicsus.com/products/residential-pool-cleaning-robots/>.

MITSUBISHI ELECTRIC. **Industrial robots-melfa**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.mitsubishielectric.com/fa/products/rbt/robot/index.html>.

- MUBIN, O. et al. Floffy: Designing an outdoor robot for children. In: LECTURE Notes IN Computer Science (INCLUDING SUBSERIES Lecture Notes IN Artificial Intelligence AND Lecture Notes IN Bioinformatics), 2013. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2013. v. 8120 LNCS, p. 563–570. Issue: PART 4.
- MULVENNA, M.; ANAND, S.; BÜCHNER, A. **Personalization on the Net using Web mining**: introduction | Communications of the ACM. 2000.
- MUSEN, M. A. The protégé project: a look back and a look forward. **AI Matters**, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 4–12, June 2015.
- NGUYEN, H. et al. Prevalence of multimorbidity in community settings: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **Journal of Comorbidity**, [S.l.], v. 9, 2019.
- NOCENTINI, O. et al. A survey of behavioral models for social robots. **Robotics**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 54, 2019. Number: 3 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- OCHOA, S. F.; FORTINO, G.; DI FATTA, G. Cyber-physical systems, internet of things and big data. **Future Generation Computer Systems**, [S.l.], v. 75, p. 82–84, 2017.
- ODDEN, M. C.; MELZER, D. Machine learning in aging research. **The Journals of Gerontology: Series A**, [S.l.], v. 74, n. 12, p. 1901–1902, 2019. Publisher: Oxford Academic.
- ONROM ROBOTICS. **Robotics**. Accessed: 2020-04-05, <https://automation.omron.com/en/us/products/category/robotics>.
- PADGHAM, L.; WINIKOFF, M. Prometheus: A Methodology for Developing Intelligent Agents. In: AGENT-Oriented Software Engineering III, 2003, Berlin, Heidelberg. **Anais...** Springer, 2003. p. 174–185. (Lecture Notes in Computer Science).
- PADGHAM, L.; WINIKOFF, M. **Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide**. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- PALESTRA, G. et al. A Multimodal and Multilevel System for Robotics Treatment of Autism in Children. In: International Workshop ON Social Learning AND Multimodal Interaction FOR Designing Artificial Agents, 2016. **Proceedings...** ACM, 2016. p. 3:1–3:6. (DAA '16). event-place: New York, NY, USA.
- PAPADOPOULOS, I. et al. Enablers and barriers to the implementation of socially assistive humanoid robots in health and social care: a systematic review. **BMJ Open**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. e033096, 2020. Publisher: British Medical Journal Publishing Group Section: Geriatric medicine.
- PARK, K.-H.; LEE, H.-E.; BIEN, Z. A Steward Robot to Help Daily Activities in a Smart House Environment. **IFAC Proceedings Volumes**, [S.l.], v. 41, n. 2, p. 11738–11743, Jan. 2008.
- PAULIUS, D.; SUN, Y. A survey of knowledge representation in service robotics. **Robotics and Autonomous Systems**, [S.l.], v. 118, p. 13–30, 2019.
- PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: International Conference ON Evaluation AND Assessment IN Software Engineering, 12., 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. v. 8, p. 68–77.

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, [S.l.], v. 64, p. 1–18, Aug. 2015.

PINO, O. et al. The humanoid robot nao as trainer in a memory program for elderly people with mild cognitive impairment. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], p. No Pagination Specified–No Pagination Specified, 2019.

R. PAKKAR et al. Designing a Socially Assistive Robot for Long-Term In-Home Use for Children with Autism Spectrum Disorders. In: IEEE International Conference ON Robot AND Human Interactive Communication (RO-MAN), 2019., 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–7. Journal Abbreviation: 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN).

RAHMAN, R. A. A. et al. Use of Humanoid Robot in Children with Cerebral Palsy: The Ups and Downs in Clinical Experience. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v. 76, p. 394–399, Jan. 2015.

RAJPUT, M. **Yolo v4 or yolo v5 or pp-yolo?** Accessed: 2021-01-12, <https://towardsdatascience.com/yolo-v4-or-yolo-v5-or-pp-yolo-dad8e40f7109>.

RAJPUT, M. **Yolo v5 is here! custom object detection tutorial with yolo v5.** Accessed: 2021-01-12, <https://pub.towardsai.net/yolo-v5-is-here-custom-object-detection-tutorial-with-yolo-v5-12666ee1774e>.

REDMON, J. et al. **You only look once:** unified, real-time object detection. 2016.

RINCON, J. A. et al. A new emotional robot assistant that facilitates human interaction and persuasion. **Knowledge and Information Systems**, [S.l.], p. 1–21, June 2018.

ROBOFLOW. **Aplicativo de dataset roboflow.** Accessed: 2021-01-12, <https://app.roboflow.com/dataset/mestrado1/1>.

ROSA, J. H. da; BARBOSA, J. L. V.; RIBEIRO, G. D. ORACON: An adaptive model for context prediction. **Expert Systems with Applications**, [S.l.], v. 45, p. 56–70, Mar. 2016.

RÖNING, J. et al. Minotaurus: A System for Affective Human–Robot Interaction in Smart Environments. **Cognitive Computation**, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 940–953, Dec. 2014.

SADRI, F. Ambient intelligence: a survey. **ACM Computing Surveys**, [S.l.], v. 43, n. 4, p. 36:1–36:66, 2011.

SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: vision and challenges. **IEEE Personal Communications**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 10–17, Aug. 2001. Conference Name: IEEE Personal Communications.

SCHIFFER, S.; FERREIN, A.; LAKEMEYER, G. Caesar: An intelligent domestic service robot. **Intelligent Service Robotics**, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 259–273, Oct. 2012.

SCHILIT, B.; ADAMS, N.; WANT, R. Context-Aware Computing Applications. In: First Workshop ON Mobile Computing Systems AND Applications, 1994., 1994. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1994. p. 85–90.

SHEBA, J. K. et al. Development of Rehabilitative Multimodal Interactive Pet Robot for Elderly Residents. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v. 133, p. 401–408, Jan. 2018.

SILVA, R. R. d. **Aprendizado por reforço relacional para o controle de robôs sociáveis**. 2009. text — Universidade de São Paulo, 2009.

SIMOENS, P.; DRAGONE, M.; SAFFIOTTI, A. The internet of robotic things: a review of concept, added value and applications. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 1729881418759424, 2018. Publisher: SAGE Publications.

SOLAWETZ, J. **Yolov5 new version - improvements and evaluation**. Accessed: 2021-01-12, <https://blog.roboflow.com/yolov5-improvements-and-evaluation/>.

SRINIVASA, S. S. et al. HERB: A home exploring robotic butler. **Autonomous Robots**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 5–20, Jan. 2010.

SUTTON, R. S.; BARTO, A. G. **Reinforcement Learning: An Introduction**. Cambridge, MA, USA: A Bradford Book, 2018.

TAN, Y. K. et al. An Interactive Robot Butler. In: HUMAN-Computer Interaction. Novel Interaction Methods AND Techniques, 2009, Berlin, Heidelberg. **Anais...** Springer, 2009. p. 385–394. (Lecture Notes in Computer Science).

THE MIT PRESS READER. **The czech play that gave us the word ‘robot’**. Accessed: 2020-04-05, <http://thereader.mitpress.mit.edu/origin-word-robot-rur/>.

THE ROBOT REPORT. **10 robotics companies to watch in 2019**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.therobotreport.com/robotics-companies-to-watch-in-2019/>.

THINH, N. T.; THO, T. P.; TAN, N. T. Designing self-feeding system for increasing independence of elders and Parkinson people. In: International Conference ON Control, Automation AND Systems (ICCAS), 2017., 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p. 691–695.

TSUN, M. T. K. et al. A Robotic Telepresence System for Full-Time Monitoring of Children with Cognitive Disabilities. In: International Convention ON Rehabilitation Engineering & Assistive Technology, 2015. **Proceedings...** Singapore Therapeutic: Assistive & Rehabilitative Technologies (START) Centre, 2015. p. 4:1–4:4. (i-CREATE 2015). event-place: Kaki Bukit TechPark II., Singapore.

TZUTALIN, D. **Label image - graphical image annotation tool**. Accessed: 2021-01-12, <https://github.com/tzutalin/labelImg>.

UB ROBOT. **Ubttech**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.ubtrobot.com/?ls=pt>.

UNITED NATIONS. **World population ageing 2019**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Highlights.pdf>.

VIANNA, H. D.; BARBOSA, J. L. V. A scalable model for building context-aware applications for noncommunicable diseases prevention. **Information Processing Letters**, [S.l.], v. 148, p. 1–6, 2019.

VITANZA, A. et al. Assistive robots for the elderly: innovative tools to gather health relevant data. In: CONSOLI, S.; REFORGIATO RECUPERO, D.; PETKOVIĆ, M. (Ed.). **Data science for healthcare: methodologies and applications**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2019. p. 195–215.

WEISER, M. The computer for the 21st century. **ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review**, [S.l.], v. 3, n. 3, p. 3–11, 1999.

WHO. **World health organization: disability**. Accessed: 2020-04-05, <https://www.who.int/disabilities/en/>.

WHO. **World health organization: chronic diseases and health promotion**. Accessed: 2020-04-05, https://www.who.int/nutrition/topics/2_background/en/.

WHO. **World health organization: child mortality and causes of death**. Accessed: 2020-15-06, https://www.who.int/gho/child_health/mortality/en/.

WILSON, G. et al. Robot-enabled support of daily activities in smart home environments. **Cognitive Systems Research**, [S.l.], v. 54, p. 258–272, May 2019.

WOOD, L. J. et al. Developing Kaspar: A Humanoid Robot for Children with Autism. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], July 2019.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems, 2nd Edition | Wiley**. Library Catalog: www.wiley.com.

YAMAZAKI, R. et al. Acceptability of a Teleoperated Android by Senior Citizens in Danish Society: A Case Study on the Application of an Embodied Communication Medium to Home Care. **International Journal of Social Robotics**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 429–442, Aug. 2014.

ZAFRANI, O.; NIMROD, G. Towards a holistic approach to studying human-robot interaction in later life. **The Gerontologist**, [S.l.], v. 59, n. 1, p. e26–e36, 2019.

ZENG, L. et al. Hapticrein: Design and development of an interactive haptic rein for a guidance robot. In: LECTURE Notes IN Computer Science (INCLUDING SUBSERIES Lecture Notes IN Artificial Intelligence AND Lecture Notes IN Bioinformatics), 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. v. 10897 LNCS, p. 94–101.

ZHENG, Z. K. et al. Design and System Validation of Rasse: A Novel Active Socially Assistive Robot for Elderly with Dementia. In: IEEE International Symposium ON Robot AND Human Interactive Communication (RO-MAN), 2018., 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–4.

ZIELINSKA, T. T. History of service robots and new trends. In: **Novel design and applications of robotics technologies**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 30.

ÖZGÜR, A. et al. Cellulo: Versatile Handheld Robots for Education. In: ACM/IEEE International Conference ON Human-Robot Interaction, 2017., 2017, Vienna, Austria. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2017. p. 119–127. (HRI '17).

APÊNDICE A – MATERIAL COMPLEMENTAR DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Tabela 7 – Conferências e seus identificadores.

Ref. ID	Full name
C1	IFIP Conference on Human-Computer Interaction
C2	International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics
C3	International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)
C4	International Conference on Computers Helping People with Special Needs
C5	International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)
C6	International Conference on Human-Computer Interaction
C7	International Conference on Human-Robot Interaction
C8	International Conference on Humanoid Robotics (Humanoids)
C9	International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)
C10	International Conference on Interaction Design and Children
C11	International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments
C12	International Conference on Rehabilitation Robotics
C13	International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)
C14	International Conference on Robotics and Automation
C15	International Conference on Service-Oriented Computing and Applications
C16	International Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology
C17	International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)
C18	International Workshop on Social Learning and Multimodal Interaction for Designing Artificial Agents
C19	Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)
C20	Proceedings of the Advances in Robotics
C21	Proceedings on Designing Interactive Systems Conference
C22	Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 – Periódicos e seus identificadores.

Ref. ID	Full name
J1	ACM Trans. Hum.-Robot Interact.
J2	Autonomous Robots
J3	Cognitive Computation
J4	Cognitive Systems Research
J5	Computational Intelligence And Neuroscience
J6	Computers & Education
J7	IEEE Access
J8	IFAC Proceedings Volumes
J9	IFAC-PapersOnLine
J10	Intelligent Service Robotics
J11	International Journal of Environmental Research and Public Health
J12	International Journal of Social Robotics
J13	International Journal on Interactive Design and Manufacturing
J14	JMIR Rehabilitation And Assistive Technologies
J15	Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications
J16	Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation
J17	Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering
J18	Knowledge and Information Systems
J19	Pervasive Computing for Gerontechnology
J20	Procedia Computer Science
J21	ROBOMECH Journal
J22	Robotics and Autonomous Systems
J23	Sensors
J24	Technology & Disability

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9: Extração de dados dos artigos selecionados.

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(A. TRIANTAFYLIDIS et al., 2019)	W1	A. TRIANTAFYLIDIS et al.	2019	IEEE Xplore Digital Library	C3	Conference paper	•Games •Physical exercise tutor •Medicine tutor	•None	•Tactile interface •Verbal communication •Robot facial expressions •Computer •Robot gestures	•Children
(E. MARTINEZ-MARTIN; M. Cazorla, 2019)	W2	E. Martinez-Martin and M. Cazorla	2019	IEEE Xplore Digital Library	J7	Journal article	•Physical exercise tutor •Daily activities reminder •Data extraction for a specialist •Physiotherapy rehabilitation •Calendar reminder •Carry object	•None	•Verbal communication •Environment recognition •Motion recognition	•Elderly
(KOCESKA et al., 2019)	W3	KOCESKA et al.	2019	Pubmed Central	J23	Journal article	•Daily activities reminder •Daily events reminder •Fetch object •Teleconference •Vital signs monitoring	•None	•Audiovisual reproduction •Navigation •Robotic arm •Verbal communication •Vital signs monitoring	•Elderly
(ITADERA et al., 2019)	W4	ITADERA et al.	2019	Springer Link	J21	Journal article	•Physical aid •Physiotherapy rehabilitation	•None	•Website •Joystick •Environment recognition	•Elderly
(JAVEED; PRAKASH; KULKARNI, 2019)	W5	JAVEED; PRAKASH; KULKARNI	2019	ACM Digital Library	C20	Conference paper	•Object detection •Fetch object •Carry object	•None	•Navigation •Environment recognition •Robotic arm	•General people
(CHANDRA; DILLENBOURG; PAIVA, 2019)	W6	CHANDRA; DILLENBOURG; PAIVA	2019	Springer Link	J12	Journal article	•Self-regulated learning tutor	•None	•Robot gestures •Tactile interface	•Children
(FIORINI et al., 2019)	W7	FIORINI et al.	2019	Springer Link	J13	Journal article	•Physical aid •Physical exercise tutor •Teleconference	•None	•Audiovisual reproduction •Tactile interface	•Elderly
(F. DINO et al., 2019)	W8	F. DINO et al.	2019	IEEE Xplore Digital Library	C9	Conference paper	•Behavioral therapy	•None	•Verbal communication •Tactile interface •Speech Recognition	•Depression •Elderly
(R. PAKKAR et al., 2019)	W9	R. PAKKAR et al.	2019	IEEE Xplore Digital Library	C13	Conference paper	•Games •General activities tutor	•None	•Tactile interface •Robot facial expressions •Robot gestures •Verbal communication •Verbal communication •Environment recognition	•Children •Autism spectrum disorder
(WOOD et al., 2019)	W10	WOOD et al.	2019	Springer Link	J12	Journal article	•Games •Behavioral therapy	•None	•Tactile interface •Speech Recognition •Motion recognition	•Children •Autism spectrum disorder
(GOMEZ-DONOSO et al., 2019)	W11	GOMEZ-DONOSO et al.	2019	MEDLINE	J5	Journal article	•Hazard monitoring	•Smarthome sensors	•Environment recognition	•General people

(continuação na próxima página)

Extração de dados dos artigos selecionados. (continuação)

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(FENG et al., 2019)	W12	FENG et al.	2019	ACM Digital Library	C21	Conference paper	•Video •Music •Behavioral therapy	•None	•Audiovisual reproduction •Tactile interface •Robot gestures •Computer •Verbal communication •Verbal communication •Environment recognition •Motion recognition •Tactile interface •Verbal communication	•Dementia
(A. SCHEIDIG et al., 2019)	W13	A. SCHEIDIG et al.	2019	IEEE Xplore Digital Library	C12	Conference paper	•Physiotherapy rehabilitation	•None	•Robot gestures •Speech Recognition •Motion recognition •Tactile interface •Verbal communication	•Elderly
(ASSAD-UZ-ZAMAN et al., 2019)	W14	ASSAD-UZ-ZAMAN et al.	2019	Pubmed Central	J17	Journal article	•Physiotherapy rehabilitation	•None	•Robot gestures •Speech Recognition •Motion recognition •Robot gestures •Verbal communication	•Motor impaired person
(MARTINEZ-MARTIN; COSTA; CAZORLA, 2019)	W15	MARTINEZ-MARTIN; COSTA; CAZORLA	2019	Pubmed Central	J23	Journal article	•Daily activities reminder •Calendar reminder •Physiotherapy rehabilitation	•None	•Audiovisual reproduction •Environment recognition •Point and Click •Website	•Elderly
(WILSON et al., 2019)	W16	WILSON et al.	2019	Science Direct	J4	Journal article	•General activities tutor •Hazard monitoring •Object detection	•Smarthome events database •Smarthome sensors	•Environment recognition •Point and Click	•Elderly
(FATTAL et al., 2019)	W17	FATTAL et al.	2019	Springer Link	J12	Journal article	•Carry object •Fetch object •Object detection	•None	•Environment recognition •Point and Click •Robotic arm •Robot facial expressions •Environment recognition •Verbal communication •Tactile interface •Attention detection •Facial recognition •Smile detection •Verbal communication	•Motor impaired person
(G. TROVATO et al., 2019)	W18	G. TROVATO et al.	2019	IEEE Xplore Digital Library	C2	Conference paper	•Conversation partner •Games	•None	•Tactile interface •Attention detection •Facial recognition •Smile detection •Verbal communication	•Elderly
(PINO et al., 2019)	W19	PINO et al.	2019	Springer Link	J12	Journal article	•Games •Cognitive rehabilitation •Storytelling	•None	•Robot gestures •Environment recognition •Verbal communication •Tactile interface •Emotion detection •Facial recognition •Point and Click •Profile personalization •Robot facial expressions •Speech Recognition •Robot gestures •Speech Recognition	•Elderly •Mild cognitive impairment
(HEUVEL; LEXIS; WITTE, 2019)	W20	HEUVEL; LEXIS; WITTE	2019	Springer Link	J12	Journal article	•Games •Physiotherapy rehabilitation •Cognitive rehabilitation •Music	•None	•Environment recognition •Verbal communication •Tactile interface •Emotion detection •Facial recognition •Point and Click •Profile personalization •Robot facial expressions •Speech Recognition •Robot gestures •Speech Recognition	•Children •Motor impaired person
(RINCON et al., 2018)	W21	RINCON et al.	2018	Springer Link	J18	Journal article	•Calendar reminder •Daily activities reminder •Daily events reminder	•None	•Facial recognition •Point and Click •Profile personalization •Robot facial expressions •Speech Recognition •Robot gestures •Speech Recognition	•Elderly
(MARTÍ CARRILLO et al., 2018)	W22	MARTÍ CARRILLO et al.	2018	ACM Digital Library	J1	Journal article	•Physiotherapy rehabilitation	•None	•Speech Recognition •Tactile interface •Verbal communication •Visual signals	•Cerebral palsy •Children

(continuação na próxima página)

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(JONES; CASTELLANO, 2018)	W23	JONES; CASTELLANO	2018	Springer Link	J12	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Content recommendation •Self-regulated learning tutor 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Interaction history •Tactile interface •Verbal communication 	•Children
(JEON et al., 2018)	W24	JEON et al.	2018	IEEE Xplore Digital Library	C17	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Calendar reminder •Content recommendation •Daily activities reminder •Daily events reminder •Hazard monitoring •Teleconferencing 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Profile personalization •Robot facial expressions •Speech Recognition •Teleoperation •Verbal communication 	<ul style="list-style-type: none"> •Dementia •Elderly
(MANUHARA; MUTHUGALA; JAYASEKARA, 2018)	W25	MANUHARA; MUTHUGALA; JAYASEKARA	2018	IEEE Xplore Digital Library	C19	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Calendar reminder •Conversation partner •Daily activities reminder •Daily events reminder 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Verbal communication •Speech Recognition 	•Elderly
(ZHENG et al., 2018)	W26	ZHENG et al.	2018	IEEE Xplore Digital Library	C17	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Games •Cognitive rehabilitation 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Facial recognition •Gesture recognition •Tactile interface 	<ul style="list-style-type: none"> •Dementia •Elderly
(SHEBA et al., 2018)	W27	SHEBA et al.	2018	Science Direct	J20	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Games •Cognitive rehabilitation •Music 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Gesture recognition •Joystick •Tactile interface •Verbal communication •Verbal communication 	•Elderly
(JEONG et al., 2018)	W28	JEONG et al.	2018	ACM Digital Library	C7	Conference paper	•Daily activities assistant	•Smarthome sensors	<ul style="list-style-type: none"> •Sound location •Robot facial expressions •Tactile interface 	•General people
(CRUZ et al., 2018)	W29	CRUZ et al.	2018	MEDLINE	J5	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Activity monitoring •Calendar reminder •Daily activities reminder •Daily events reminder 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Navigation •Verbal communication 	•Mental disorder
(ZENG et al., 2018)	W30	ZENG et al.	2018	Springer Link	C4	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Hazard monitoring •Human tracking 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Tactile interface •Navigation •Environment recognition •Joystick •Motion recognition •Sound location 	•Visual impaired person
(DO et al., 2018)	W31	DO et al.	2018	Science Direct	J22	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Activity monitoring •Hazard monitoring •Human tracking 	<ul style="list-style-type: none"> •Cloud services •Mobile devices •Remote caregivers •Smarthome sensors •Wearables 	<ul style="list-style-type: none"> •Speech Recognition •Tactile interface •Verbal communication •Wearables 	•Elderly
(BOCCANFUSO et al., 2017)	W32	BOCCANFUSO et al.	2017	Springer Link	J2	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Cognitive rehabilitation •Games •Music •Storytelling 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Audiovisual reproduction •Facial recognition •Gesture recognition •Joystick 	<ul style="list-style-type: none"> •Autism spectrum disorder •Children

(continuação na próxima página)

Extração de dados dos artigos selecionados. (continuação)

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(KARGAR; MAHOOR, 2017)	W33	KARGAR; MAHOOR	2017	IEEE Xplore Digital Library	C8	Conference paper	•Cognitive rehabilitation •Conversation partner •Games	•None	•Audiovisual reproduction •Facial recognition •Robot facial expressions •Robot gestures •Speech Recognition •Verbal communication	•Elderly •Moderate depression
(H. ABDOLLAHI et al., 2017)	W34	H. ABDOLLAHI et al.	2017	IEEE Xplore Digital Library	C8	Conference paper	•Cognitive rehabilitation •Conversation partner •Games •Music •Video	•None	•Audiovisual reproduction •Facial recognition •Speech Recognition •Tactile interface •Verbal communication •Robot facial expressions	•Dementia •Depression •Elderly
(LOTFI; LANGENSIEPEN; WADA, 2017)	W35	LOTFI; LANGENSIEPEN; WADA	2017	ACM Digital Library	C11	Conference paper	•Physical exercise tutor	•None	•Speech Recognition •Verbal communication	•Elderly
(ÖZGÜR et al., 2017)	W36	ÖZGÜR et al.	2017	ACM Digital Library	C7	Conference paper	•Self-regulated learning tutor •General activities tutor •Games •Calendar reminder •Carry object	•None	•Environment recognition •Tactile interface •Visual signals	•Children
(MANZI et al., 2017)	W37	MANZI et al.	2017	Springer Link	J2	Journal article	•Daily activities reminder •Daily events reminder •Fetch object •Object detection	•Cloud services •Smarthome sensors	•Environment recognition •Robotic arm •Speech Recognition •Verbal communication	•Elderly
(THINH; THO; TAN, 2017)	W38	THINH; THO; TAN	2017	IEEE Xplore Digital Library	C5	Conference paper	•Carry object •Fetch object	•None	•Joystick •Mobile device •Robotic arm	•Elderly •Parkinson disease
(KUMAR; PATEL; DWIVEDY, 2017)	W39	KUMAR; PATEL; DWIVEDY	2017	ACM Digital Library	C20	Conference paper	•Fetch object •Carry object •Object detection •Math tutor	•None	•Environment recognition •Robotic arm	•General people
(BUDIHARTO et al., 2017)	W40	BUDIHARTO et al.	2017	Science Direct	J20	Journal article	•Music •Storytelling •Human tracking	•None	•Facial recognition •Speech Recognition •Verbal communication •Motion recognition	•Children
(GROSS et al., 2017)	W41	GROSS et al.	2017	Springer Link	J2	Journal article	•Physiotherapy rehabilitation •Cognitive rehabilitation	•None	•Tactile interface •Teleoperation	•Stroke
(GARCIA-SANJUAN; JAEN; NACHER, 2017)	W42	GARCIA-SANJUAN; JAEN; NACHER	2017	Science Direct	J19	Journal article	•Cognitive rehabilitation •Games	•None	•Joystick	•Elderly •Mild cognitive impairment
(PALESTRA et al., 2016)	W43	PALESTRA et al.	2016	ACM Digital Library	C18	Conference paper	•Behavioral therapy	•Smarthome sensors	•Facial recognition •Gesture recognition •Robot gestures	•Autism spectrum disorder •Children
(LOPEZ-SAMANIEGO; GARCIA-ZAPIRAIN, 2016)	W44	Lopez-Samaniego and Garcia-Zapirain	2016	MEDLINE	J11	Journal article	•Physiotherapy rehabilitation •Cognitive rehabilitation •Games •Data extraction for a specialist	•Wearables •Cloud services	•Website •Tactile interface	•Elderly

(continuação na próxima página)

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(JOHN; RIGO; BARBOSA, 2016)	W45	JOHN; RIGO; BARBOSA	2016	Science Direct	J9	Journal article	•Local information	•None	•Facial recognition •Profile personalization •Speech Recognition •Tactile interface •Verbal communication	•General people •Hearing impaired person •Visual impaired person
(FISCHINGER et al., 2016)	W46	FISCHINGER et al.	2016	Science Direct	J22	Journal article	•Carry object •Fetch object •Games •Hazard monitoring •Human tracking •Music •Object detection •Video	•None	•Environment recognition •Gesture recognition •Navigation •Robotic arm •Tactile interface	•Elderly
(TSUN et al., 2015)	W47	TSUN et al.	2015	ACM Digital Library	C16	Conference paper	•Activity monitoring •Human tracking •Teleconference	•None	•Audiovisual reproduction •Environment recognition •Wearables •Environment recognition	•Autism spectrum disorder •Children •Mild cognitive impairment
(JEONG et al., 2015)	W48	JEONG et al.	2015	ACM Digital Library	C10	Conference paper	•Medicine tutor •Music •Storytelling	•None	•Tactile interface •Teleoperation •Verbal communication	•Children
(RAHMAN et al., 2015)	W49	RAHMAN et al.	2015	Science Direct	J20	Journal article	•Conversation partner •Physiotherapy rehabilitation	•None	•Robot gestures •Speech Recognition •Verbal communication •Environment recognition	•Cerebral palsy •Children
(YAMAZAKI et al., 2014)	W50	YAMAZAKI et al.	2014	Springer Link	J12	Journal article	•Conversation partner •Teleconference	•None	•Robot gestures •Teleoperation •Verbal communication	•Elderly
(KHOSLA; NGUYEN; CHU, 2014)	W51	KHOSLA; NGUYEN; CHU	2014	IEEE Xplore Digital Library	C15	Conference paper	•Calendar reminder •Daily activities reminder •Daily events reminder •Games •Read news •Music •Storytelling •Teleconference •Weather forecast	•Smart device communication •Smart device manipulation	•Facial recognition •Profile personalization •Robot gestures •Tactile interface •Verbal communication	•Dementia
(RöNING et al., 2014)	W52	RöNING et al.	2014	Springer Link	J3	Journal article	•Conversation partner	•Smarthome sensors	•Audiovisual reproduction •Facial recognition •Gesture recognition •Robot gestures •Speech Recognition •Verbal communication	•General people
(FRIDIN, 2014)	W53	FRIDIN	2014	Science Direct	J6	Journal article	•Storytelling	•None	•Robot gestures •Speech Recognition •Verbal communication	•Children

(continuação na próxima página)

Extração de dados dos artigos selecionados. (continuação)

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(CALDERITA et al., 2014)	W54	CALDERITA et al.	2014	MEDLINE	J14	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Cognitive rehabilitation •Conversation partner •Data extraction for a specialist •Games 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Facial recognition •Gesture recognition •Robot facial expressions •Robot gestures •Speech Recognition •Verbal communication 	•Children
(MUBIN et al., 2013)	W55	MUBIN et al.	2013	Springer Link	C1	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Games 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Visual signals •Environment recognition •Robot gestures 	•Children
(CAVALLO et al., 2013)	W56	CAVALLO et al.	2013	IEEE Xplore Digital Library	C14	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Calendar reminder •Carry object •Daily activities reminder •Daily events reminder •Fetch object •Hazard monitoring •Medicine schedule •Object detection •Physical aid •Teleconference 	<ul style="list-style-type: none"> •Smarthome sensors •Wearables 	<ul style="list-style-type: none"> •Environment recognition •Facial recognition •Robotic arm •Speech Recognition •Tactile interface •Teleoperation •Verbal communication 	•Elderly
(SCHIFFER; FERREIN; LAKEMEYER, 2012)	W57	SCHIFFER; FERREIN; LAKEMEYER	2012	Springer Link	J10	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Carry object •Fetch object •Object detection 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Audiovisual reproduction •Environment recognition •Gesture recognition •Robotic arm •Speech Recognition •Environment recognition •Facial recognition •Gesture recognition 	•General people
(BREUER et al., 2012)	W58	BREUER et al.	2012	Springer Link	J15	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Carry object •Fetch object •Object detection 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Navigation •Robotic arm •Speech Recognition •Verbal communication •Environment recognition 	•General people
(KANAJAR et al., 2011)	W59	KANAJAR et al.	2011	ACM Digital Library	C11	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Carry object •Cognitive rehabilitation •Fetch object •Games 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Joystick •Robotic arm •Tactile interface 	<ul style="list-style-type: none"> •Cerebral palsy •Children
(LEE; PARK, 2010)	W60	LEE; PARK	2010	IEEE Xplore Digital Library	C22	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Activity monitoring •General activities tutor •Hazard monitoring 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Environment recognition •Tactile interface •Verbal communication 	•Children
(SRINIVASA et al., 2010)	W61	SRINIVASA et al.	2010	Springer Link	J2	Journal article	<ul style="list-style-type: none"> •Carry object •Fetch object •Object detection 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Audiovisual reproduction •Environment recognition •Robotic arm •Gesture recognition •Speech Recognition 	•General people
(TAN et al., 2009)	W62	TAN et al.	2009	Springer Link	C6	Conference paper	<ul style="list-style-type: none"> •Human tracking •Local information 	•None	<ul style="list-style-type: none"> •Environment recognition •Verbal communication 	•General people

(continuação na próxima página)

Work	Ref. ID	Authors	Year	Database	In	Item type	GQ1 - data	GQ2 - data	FQ1 - data	FQ2 - data
(KOZIMA; MICHALOWSKI; NAKAGAWA, 2009)	W63	KOZIMA; MICHALOWSKI; NAKAGAWA	2009	Springer Link	J12	Journal article	•Behavioral therapy	•None	•Environment recognition •Robot gestures •Teleoperation •Environment recognition •Facial recognition	•Autism spectrum disorder •Children
(PARK; LEE; BIEN, 2008)	W64	PARK; LEE; BIEN	2008	Science Direct	J8	Journal article	•Conversation partner •Daily activities assistant	•Smart device communication •Smart device manipulation •Smarthome sensors	•Profile personalization •Robot gestures •Speech Recognition •Verbal communication •Audiovisual reproduction •Environment recognition	•Elderly •Motor impaired person
(LIN; TSENG; JO, 2008)	W65	LIN; TSENG; JO	2008	Springer Link	J15	Journal article	•Games •Math tutor	•None	•Facial recognition •Robotic arm	•Children
(MATARIĆ et al., 2007)	W66	MATARIĆ et al.	2007	Pubmed Central	J16	Journal article	•Cognitive rehabilitation •Daily activities reminder •Daily events reminder •Calendar reminder •Carry object •Daily activities reminder •Daily events reminder	•None	•Environment recognition •Verbal communication	•Stroke
(GRAF; HANS; SCHRAFT, 2004)	W67	GRAF; HANS; SCHRAFT	2004	Springer Link	J2	Journal article	•Fetch object •Music •Object detection •Physical aid •Video •Vital signs monitoring	•None	•Environment recognition •Navigation •Robotic arm •Speech Recognition •Tactile interface •Vital signs monitoring	•Elderly
(BIEN et al., 2004)	W68	BIEN et al.	2004	Springer Link	J2	Journal article	•Carry object •Fetch object •Games •Object detection	•None	•Computer •Environment recognition •Facial recognition •Joystick •Robotic arm	•Motor impaired person
(Dario P et al., 1999)	W69	Dario P et al.	1999	MEDLINE	J24	Journal article	•Fetch object •Carry object •Object detection	•None	•Robotic arm •Joystick •Computer	•Elderly

Fonte: Elaborado pelo autor.