

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Daniel André Nesvera

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS SÉRIOS PARA TRATAMENTO DE
DEMÊNCIA SENIL UTILIZANDO O ROBÔ PEPPER**

Santa Maria, RS
2019

Daniel André Nesvera

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS SÉRIOS PARA TRATAMENTO DE DEMÊNCIA SENIL
UTILIZANDO O ROBÔ PEPPER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Computação**. Defesa realizada por videoconferência.

ORIENTADOR: Prof. Rodrigo da Silva Guerra

Santa Maria, RS
2019

©2019

Todos os direitos autorais reservados a Daniel André Nesvera. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

End. Eletr.: daniel.nesvera@ecomp.ufsm.br

Daniel André Nesvera

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS SÉRIOS PARA TRATAMENTO DE DEMÊNCIA SENIL
UTILIZANDO O ROBÔ PEPPER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Computação**.

Aprovado em 17 de julho de 2019:

Rodrigo da Silva Guerra, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Amara Lúcia Holanda Tavares, Dra. (UFSM)

Fernando Tello Gamarra, Dr. (UFSM)

Giovani Rubert Librelotto, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a meus pais — Edson e Maria — pelo carinho, incentivo, dedicação e sacrifícios realizados com a intensão de proporcionar um bom futuro para mim. Obrigado por sempre me apoiarem.

À minha namorada — Debora — que sempre me deu apoio e carinho nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Rodrigo da Silva Guerra, pela orientação nesse trabalho e nos projetos realizados nos últimos anos do curso, além de todas as oportunidades que me apresentou.

Aos professores Carlos Henrique Barriquello, Leonardo Londero de Oliveira e André Luís da Silva que foram importantes em diversos aspectos da minha formação.

Ao Taura Bots e GEPSE, por proporcionar um ambiente para o desenvolvimento dos meus conhecimentos.

E a todos os amigos que participaram desse período da minha vida.

RESUMO

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS SÉRIOS PARA TRATAMENTO DE DEMÊNCIA SENIL UTILIZANDO O ROBÔ PEPPER

AUTOR: Daniel André Nesvera
ORIENTADOR: Rodrigo da Silva Guerra

Atualmente, o mundo está passando por um fenômeno conhecido como envelhecimento populacional. Esse fenômeno é caracterizado pelo aumento da expectativa de vida e a redução da taxa de natalidade. Desta forma, é previsto um aumento do número de pessoas com doenças relacionadas à idade avançada, como a demência; e uma redução de pessoas para exercer a tarefa de cuidar dos idosos. Esse trabalho busca avaliar a aceitação do uso da robótica na interação com idosos. Dessa maneira, é proposta a criação de um sistema para realizar exercícios cognitivos e físicos, de forma a tardar os sintomas relacionados à demência como o declínio cognitivo. Durante o trabalho, foi utilizado um robô modelo Pepper como plataforma de desenvolvimento para o sistema. Este foi apresentado para funcionários de um centro de repouso para idosos na cidade de Wolfenbüttel, na Alemanha, que testaram e avaliaram a interação por meio de um questionário. Os testes foram realizados por funcionários, ao invés de idosos, para verificar se o sistema era seguro e tinha potencial para ser usado com pessoas de idade avançada. Os resultados da pesquisa indicam uma visão positiva dos participantes em relação à interação e ao uso do sistema.

Palavras-chave: Idosos. Jogos Sérios. Interação Humano-Robô.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF SERIOUS GAMES AIMING ON DEMENTIA TREATMENT IN ELDERLY MAKING USE OF THE ROBOT PEPPER

AUTHOR: Daniel André Nesvera
ADVISOR: Rodrigo da Silva Guerra

The world is facing a phenomenon known as population ageing. This means that the life expectancy has increased and the birth rate decreased. As a consequence, the number of people suffering from diseases related to advanced age — such as dementia — is expected to increase. At the same time, the number of caregivers is expected to decrease. This paper presents a system designed to help elderly people with cognitive and physical exercises, slowing the symptoms related to dementia like cognitive decline. We used the robot Pepper as the main platform to develop a serious game. The system was presented to a nursing home association in Wolfenbüttel, Germany, where it was tested and evaluated by staff members. The evaluation was based on a questionnaire. The test was made with staff members, instead of elderly, to evaluate if the system is safe enough and has potential to be used. The results indicate a positive view from the participants about the interaction and the use of the system with elderly people.

Keywords: Elderly. Serious Games. Human-Robot Interaction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Distribuição da população por sexo e grupo de idade em diferentes anos.	13
Figura 2.1 – Robô Paro.	18
Figura 2.2 – Robô Beo.	19
Figura 2.3 – Robô Vector.	20
Figura 2.4 – Divisão do mercado de jogos sérios lançados entre 2002 e 2011.	21
Figura 3.1 – Josie Pepper: Estudo piloto desenvolvido no Aeroporto de Munique.	22
Figura 3.2 – Pepper.	23
Figura 3.3 – Base móvel com rodas omnidirecionais.	24
Figura 3.4 – Pepper tirando foto.	24
Figura 3.5 – Diagrama de comunicação entre computador e robô.	26
Figura 3.6 – Choregraphe.	27
Figura 3.7 – Fluxograma do sistema.	28
Figura 3.8 – Tela inicial do sistema.	29
Figura 3.9 – Jogo Pepper Sagt: Tela para seleção da dificuldade.	30
Figura 3.10 – Jogo Pepper Sagt: Poses durante o jogo.	30
Figura 3.11 – Jogo Pepper Sagt: Sequência temporal dos movimentos de recompensa imediata.	31
Figura 3.12 – Jogo Pepper Sagt: Tela de resultado.	32
Figura 3.13 – Jogo Pepper Sagt: Tela de acessibilidade durante o jogo.	32
Figura 3.14 – Fluxograma do jogo Pepper Sagt.	36
Figura 3.15 – Jogo Tanz' mit Pepper: Disposição do grupo.	37
Figura 4.1 – Itens utilizados para avaliar o robô e o jogo. Os gráficos apresentam a média das respostas dos participantes.	39
Figura 4.2 – Usuários interagindo com Pepper.	41
Figura A.1 – Blocos utilizados para desenvolver o sistema.	49
Figura A.2 – Painel de diagrama de fluxo contendo as inicialização do sistema.	50
Figura A.3 – Painel de diagrama de fluxo contendo o jogo Pepper Sagt.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Jogo Pepper Sagt: Cores e localizações dos círculos coloridos.....	29
Tabela 4.1 – Características dos participantes.....	38
Tabela 4.2 – Opiniões sobre o jogo.....	40
Tabela 4.3 – Imaginando o futuro.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Pepper: Sensores.	25
Quadro 3.2 – Pepper: Especificações do <i>hardware</i>	25
Quadro 3.3 – Tablet: Especificações do <i>hardware</i>	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>DOF</i>	<i>Degree of freedom</i>
<i>HRI</i>	<i>Human-Robot interaction</i>
<i>IHR</i>	Interação Humano-Robô
<i>OMS</i>	Organização Mundial da Saúde
<i>SAS</i>	<i>Socially Assistive Robots</i>
<i>SDK</i>	<i>Software Development Kit</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

T_{jogo}	Duração de uma partida do jogo
$T_{resposta}$	Tempo de resposta do jogador
S_n	Pontuação de uma sessão do jogo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3	DIVISÃO DO TRABALHO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	DEMÊNCIA	15
2.2	INTERAÇÃO HUMANO-ROBÔ	16
2.3	JOGOS SÉRIOS.....	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	PEPPER.....	22
3.1.1	Descrição mecânica, atuadores e sensores	22
3.1.2	Descrição do <i>hardware</i>	25
3.1.3	Descrição do ambiente de desenvolvimento	26
3.2	JOGOS	27
3.2.1	Pepper Sagt	28
3.2.2	Tanz' mit Pepper.....	33
3.3	AVALIAÇÃO	33
3.3.1	Questionário	34
3.3.2	Experimento	34
4	RESULTADOS	38
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DO SISTEMA	47
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA INTERAÇÃO COM O ROBÔ	57

1 INTRODUÇÃO

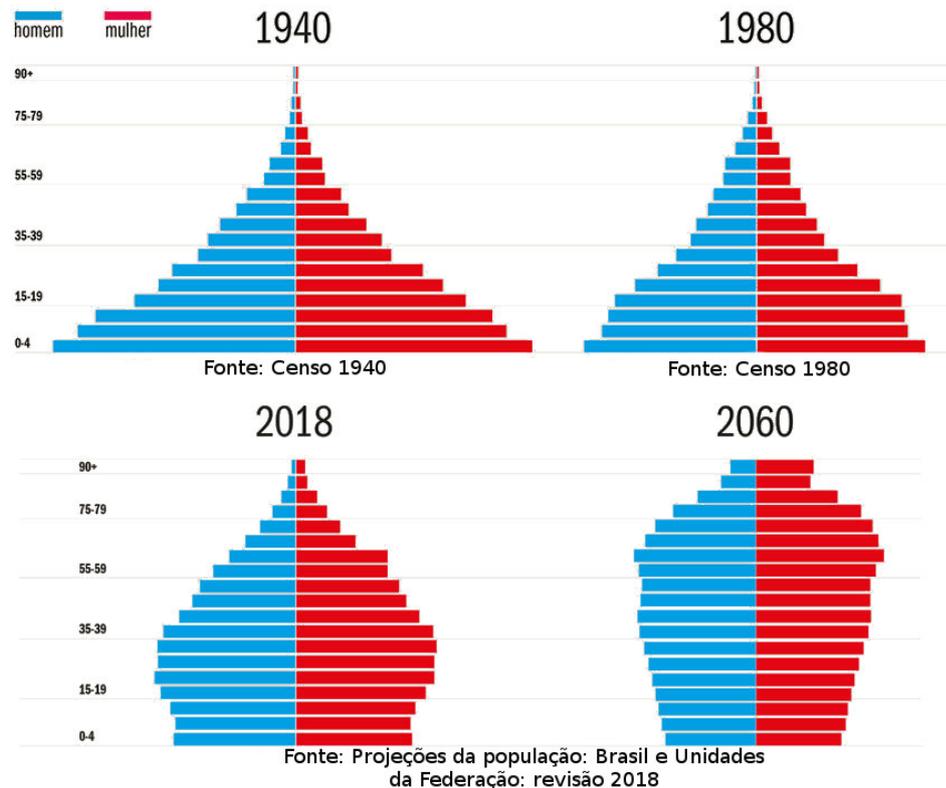
Nas últimas décadas, a população mundial está passando por um fenômeno conhecido por envelhecimento populacional. Esse fenômeno de transição demográfica é caracterizado pelo aumento da expectativa de vida e pela redução da taxa de fecundidade. A população mundial idosa — formada por indivíduos com 60 anos ou mais, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) — equivalia a 962 milhões de pessoas em 2017. Essa quantidade representa 13% da população mundial. Projeções apontam que a população idosa irá dobrar até ano de 2050, acalçando 2,1 bilhões de pessoas. Atualmente, os países que contêm a maior porcentagem de pessoas idosas são: Japão (33,4%), Itália (29,4%) e Alemanha (28,9%). Apesar do processo de envelhecimento populacional estar em um estágio mais avançado em países desenvolvidos da Europa e América do Norte, esse fenômeno está acontecendo de forma mais rápida em países em desenvolvimento (United Nations, 2017b).

No Brasil, a população está seguindo a tendência mundial em relação ao envelhecimento, superando a marca de 30,2 milhões de idosos em 2017. Esse número representa 13% da população brasileira. Previsões apontam que o Brasil terá a quinta maior população idosa do mundo em 2030, ultrapassando em número o total de crianças — entre 0 e 14 anos — do país (World Health Organization, 2015). A Figura 1.1 apresenta a pirâmide etária ao longo dos anos no país. Nela é possível notar o estreitamento da base, referente a crianças e jovens, e o alargamento do corpo e topo, referente a adultos e idosos respectivamente. Logo, é possível observar o aumento do número de pessoas idosas no Brasil entre os anos de 1940 e 2018 em relação aos outros grupos de idade. Além disso, a figura apresenta uma projeção da distribuição da população para o ano de 2060, atualizada em 2018. Em 2043 a porcentagem de pessoas idosas será bem expressiva, representando 25% da população do país (IBGE, 2018).

O envelhecimento populacional irá aumentar significativamente o número de pessoas idosas dependentes de cuidados devido a problemas mentais ou físicos, enquanto o número de pessoas para cuidá-los irá diminuir (ZLOTNIK, 2005). A família normalmente fica responsável pelos cuidados do idoso e esse cuidado pode apresentar custos psicológicos, sociais e econômicos (World Health Organization, 2005). Porém, nem sempre é assim, cerca de 13,3% da população mundial idosa vive sozinha segundo levantamento de 2010, 27% vive somente com o cônjuge e 50,1% vive com os filhos (United Nations, 2017a).

Atualmente, a demência é o problema de saúde mental que mais cresce nessa população. A demência é uma condição em que ocorre perda da função cerebral, podendo o paciente apresentar problemas cognitivos, de memória, raciocínio, entre outros. Os sintomas incluem esquecimento, habilidades sociais limitadas e habilidades cognitivas

Figura 1.1 – Distribuição da população por sexo e grupo de idade em diferentes anos.



Fonte: Adaptado de Perissé e Marli (2019).

prejudicadas a ponto de interferir no funcionamento diário. Entre as doenças que atingem esse grupo podemos citar a Doença de Alzheimer e Doença de Parkinson. A demência atualmente não tem cura, porém existe tratamento e alguns consistem no uso de exercícios cognitivos (BALL et al., 2002).

Nos últimos anos houve um aumento do número de pesquisas e produtos comerciais relacionados ao uso da robótica para fins não industriais. Podemos citar como exemplo: robôs para limpeza (iRobot Roomba), entretenimento (Sony AIBO, Anki Cozmo e Anki Vector) e robôs projetados para interação social (Paro, iCat, ifBot) (HANSEN; ANDERSEN; BAK, 2010). Robótica e dispositivos assistivos são alguns dos temas pesquisados como uma forma de melhorar os sistemas de saúde. (WADA et al., 2004; WADA et al., 2008; ROBINS et al., 2005).

Jogos sérios são outra área de pesquisa em ascensão nos últimos anos. Com a intenção primária de desenvolver um jogo para fins de educação, essa área apresentou resultados positivos em aplicações como defesa, educação e saúde. (WIEMEYER; KLIEM, 2012; REGO; MOREIRA; REIS, 2010).

O trabalho descrito nesse documento consiste no desenvolvimento de jogos sérios com a intenção de combater os sintomas da demência de maneira divertida. Os jogos foram desenvolvidos utilizando um robô Pepper como plataforma — sistema eletrônico para

jogar — e tem como público alvo pessoas idosas. Nas seções seguintes são apresentados os objetivos gerais e específicos desse trabalho. Ao fim do capítulo é apresentada a divisão do trabalho.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um sistema para ser utilizado por pessoas idosas como um exercício físico e cognitivo, de modo a ser uma possível maneira de tardar os sintomas da demência. Dessa forma, o trabalho busca realizar uma pré-avaliação do sistema desenvolvido por meio de um experimento com pessoas saudáveis que tenham experiência trabalhando com idosos, coletando opiniões por meio de um questionário sobre a segurança e potencial do mesmo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um jogo sério utilizando como plataforma um robô modelo Pepper;
- Estudar e aplicar técnicas já estabelecidas na área de jogos sérios;
- Estudar e aplicar técnicas já estabelecidas na área de interação humano-robô;
- Realizar um experimento com pessoas saudáveis para testar segurança e potencial do sistema;
- Desenvolver um formulário para ser preenchido pelo jogador de forma a descrever como foi a interação com o robô durante o experimento;
- Analisar os resultados da pesquisa.

1.3 DIVISÃO DO TRABALHO

No Capítulo 1 foram apresentados os motivos que levaram ao desenvolvimento desse trabalho e os objetivos que esse busca alcançar. O Capítulo 2 detalha os assuntos chave que foram utilizados no desenvolver do trabalho. O projeto é minuciosamente detalhado, assim como o robô e o método de avaliação, no Capítulo 3. O Capítulo 4 apresenta os resultados do projeto e do teste com funcionários de uma casa de repouso para idosos. Por fim, no Capítulo 5 é apresentada a conclusão e limitações do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão revisados os estudos sobre os elementos que permeiam este trabalho. A demência é apresentada na seção 2.1. Na Seção 2.2 é apresentado o tópico de interação humano-robô e algumas pesquisas relacionadas a este trabalho. Em seguida, a Seção 2.3 descreve jogos sérios e algumas aplicações.

2.1 DEMÊNCIA

Demência é um termo utilizado para descrever um grupo de doenças que afetam o cérebro de uma pessoa, causando declínio progressivo de suas habilidades funcionais (e.g. memória, visão, atenção e comunicação) (GUSTAFSON, 1996). A demência foi reclassificada pela Associação de Psiquiatria Americana e apresentada no Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM) como uma perturbação neurocognitiva e dividida em: transtorno neurocognitivo maior (definido como demência) e transtorno neurocognitivo leve (American Psychiatric Association and others, 2013).

O transtorno neurocognitivo leve tem como critérios diagnósticos: evidências de declínio cognitivo pequeno a partir do nível anterior de desempenho em um ou mais domínios cognitivos (atenção complexa, função executiva, aprendizagem e memória, linguagem, perceptomotor ou cognição social) com base na preocupação do indivíduo, ou de um informante, ou por meio de testes de desempenho cognitivo; os déficits cognitivos não interferem na capacidade de ser independente nas atividades cotidianas (i.e., pagar as contas, controlar medicamentos ou atividades instrumentais), porém podendo haver necessidade de mais esforço, estratégias compensatórias ou acomodação (American Psychiatric Association and others, 2013).

Já o transtorno neurocognitivo maior, também chamado de demência, tem como critérios diagnósticos: evidência de declínio cognitivo importante a partir de nível anterior de desempenho em um ou mais domínios cognitivos (atenção complexa, função executiva, aprendizagem e memória, linguagem, perceptomotor ou cognição social) com base na preocupação do indivíduo, ou de um informante, ou por meio de testes de desempenho cognitivo; os déficits cognitivos interferem na independência em atividades da vida diária (i.e., pagar as contas, controlar medicamentos ou atividades instrumentais) (American Psychiatric Association and others, 2013).

Ambos transtornos neurocognitivos são organizados em subtipos com base em domínios característicos afetados e sintomas associados (American Psychiatric Association and others, 2013). Os subtipos apresentados no DSM-5 são:

- Doença de Alzheimer;
- Degeneração lobar frontotemporal;
- Doença com corpos de Lewy;
- Doença vascular;
- Lesão cerebral traumática;
- Infecção por HIV;
- Doença de Parkinson;
- Doença de Huntington.

Transtornos neurocognitivos ocorrem normalmente na população idosa em decorrência a idade avançada. Sendo que a maioria dos transtornos causados em idosos são por Doença de Alzheimer, Doença vascular ou Doença com corpos de Lewy (GRAHAM et al., 1997).

Não existe cura atualmente para a demência. Porém, exercícios físicos e cognitivos estão sendo associados com o tardar do declínio cognitivo (GEDA et al., 2010; HUGO; GANGULI, 2014; VALENZUELA; SACHDEV, 2009). Atividades envolvendo dança (SÄRKÄMÖ et al., 2014), palavras cruzadas e exercícios envolvendo tempo de resposta (WOLINSKY et al., 2013) e exercícios envolvendo técnicas mnemônico para lembrar lista de palavras (REBOK; BALCERAK, 1989) são alguns dos tipos de atividades utilizadas buscando tardar os sintomas da demência.

2.2 INTERAÇÃO HUMANO-ROBÔ

Segundo Goodrich, Schultz et al. (2008), interação humano-robô (IHR) — *Human-Robot Interaction* (HRI) em inglês — é um campo de estudo dedicado ao entendimento, projeto e avaliação de sistemas robóticos para serem usados com pessoas ou por pessoas. A interação entre humano e robô pode se dar de duas formas:

- Interação remota: onde o humano e robô estão separados espacialmente ou temporalmente;
- Interação imediata: onde o humano está próximo ao robô.

Podemos subdividir as interações citadas acima em novas categorias como interação móvel, interação física e interação social. Na interação móvel podemos ter robôs telexoperados móveis (humanoides, veículos com rodas, etc), e.g., a sonda Curiosity enviada

para explorar o planeta Marte (MAIMONE; LEGER; BIESIADECKI, 2007); e manipuladores teleoperados, e.g., o sistema cirúrgico da Vinci (BALLANTYNE; MOLL, 2003). Na interação física podemos citar os robôs colaborativos que auxiliam as pessoas durante o trabalho, e.g., Baxter desenvolvido pela empresa Rethink Robotics (FITZGERALD, 2013). E por fim temos também a interação social, categoria abordada nesse trabalho. A interação social coloca o robô e humano como parceiros, diferente das interações onde o humano controla o robô. Nessa categoria a interação pode ser social, emocional ou cognitiva.

A multiplicidade de áreas científicas necessárias para o desenvolvimento da interação humano-robô é um dos fatores que a torna interessante. Exemplos de áreas agregadas incluem computação, robótica, inteligência artificial, saúde, psicologia, ética, etc. A seguir serão apresentadas algumas pesquisas relacionadas a essa área.

Bemelmans et al. (2012) apresentam uma revisão sistemática sobre a aplicação de robôs sociais assistivos — *socially assistive robots* (SAR) em inglês, ramo de pesquisa dentro de IHR — no cuidado de idosos. Esse trabalho menciona pesquisas realizadas até o ano de 2012. Os autores concluem que esses tipos de robôs têm potencial para ajudar no cuidado de idosos.

Paro (Figura 2.1) é um robô utilizado em diversas pesquisas relacionadas ao uso da robótica com pessoas idosas. Esse é um robô em formato de filhote de foca que contém revestimento de pelúcia, sensores de toque e motores que possibilitam responder ao contato das pessoas. Paro foi utilizado em pesquisas de longo prazo com o intuito de verificar se os idosos iriam aceitar a companhia de um robô. Durante os experimentos, o robô é colocado em uma sala com idosos, e esses tem liberdade para interagir com o robô. Diversos relatos das pessoas criando apego emocional ao robô podem ser encontrados nessas pesquisas. Resultados qualitativos apontam melhora no humor, diminuição de sintomas de depressão, redução do nível de estresse e encorajamento da comunicação. Testes fisiológicos de urina foram realizados em alguns dos experimentos e indicam alterações hormonais relacionadas a melhora dos órgãos vitais dos idosos (WADA; SHIBATA, 2006; WADA et al., 2005).

Christmann (2018) descreve o desenvolvimento de uma aplicação utilizando um robô Beo para o ensino da língua inglesa. A aplicação consiste em um jogo de adivinhação onde um dos participantes (robô ou humano) escolhe um objeto e questiona o outro participante. O robô utiliza técnicas de redes neurais para identificar os objetos. Beo, apresentado na Figura 2.2, é um robô humanoide desenvolvido pela empresa Qiron Robotics (empresa criada na UFSM) capaz de movimentar-se, mexer os braços e a cabeça, expressar sentimentos utilizando o olhos e conversar.

Tanaka et al. (2015) apresenta uma aplicação educacional para ensino da língua inglesa para crianças japonesas com idade entre 4 e 5 anos, utilizando um robô modelo Pepper. Nessa pesquisa é utilizado o conceito de o robô aprender junto com a criança. Foram realizados testes com 10 crianças e o sistema também foi apresentado em uma

Figura 2.1 – Robô Paro.



Fonte: Adaptado de Paro (2003)

feira, porém não são apresentados resultados. Esse artigo apresenta conhecimentos interessantes obtidos pelos autores durante os testes em relação ao desenvolvimento de aplicações para interação com crianças.

O robô Vector, desenvolvido e comercializado pela empresa ANKI, é um exemplo de robô que podia ser comprado facilmente, porém a empresa faliu no início de 2019. Vector, apresentado na Figura 2.3, foi desenvolvido como um robô companheiro de modo que o humano possa brincar, pedir algumas informações, entre outras tarefas.

2.3 JOGOS SÉRIOS

Jogos demonstram ser ferramentas úteis em diversas áreas como: educação, defesa, cuidados da saúde, propaganda, política, entre outros (KATO, 2010). O primeiro uso da expressão “Jogo Sérió” (“*Serious Game*” em inglês) relacionado ao significado atual, foi no livro “*Serious Game*”, escrito por Clark Abt em 1970 (ABT, 1987). Clark Abt foi um pesquisador que trabalhou em um laboratório de pesquisa dos Estados Unidos durante a Guerra Fria. Um dos seus objetivos era utilizar jogos para treinamento e educação. T.E.M.P.E.R foi um dos jogos projetados por Abt, com a intenção de ser utilizado por oficiais militares para estudar a Guerra Fria em uma escala global. Nesse livro, Abt define “Jogo Sérió” da seguinte maneira:

Jogos podem ser jogados de maneira séria ou casual. Estamos interessados em jogos sérios no sentido daqueles que são cuidadosamente projetados com o propósito explícito de serem utilizados de maneira educacional, e não terem a intenção de serem jogados com o objetivo primário de divertimento. Isso não significa que jogos sérios não são, ou não devam ser, divertidos. (ABT, 1987).

Figura 2.2 – Robô Beo.



Fonte: Adaptado de Qiron Robotics (2013)

Como já citado anteriormente, existem diversas áreas que podem fazer uso de jogos sérios. Podemos classificar jogos sérios em três aspectos: jogabilidade, propósito e escopo (DJAOUTI; ALVAREZ; JESSEL, 2011). A seguir são listados alguns tipos de jogos sérios:

- *Edutainment*: jogos com o propósito de educação e entretenimento;
- *Adver games*: jogos utilizados como ferramenta de propaganda;
- *Art games*: jogos que apresentam artes ou expressam ideias artísticas;
- *Exergames*: jogos projetados para ajudar os jogadores a realizarem exercícios físicos.

A Figura 2.4 foi extraída de Djaouti et al. (2011), nela podemos ter uma visão do cenário de jogos sérios entre os anos de 2002 e 2011 (1265 jogos). Jogos voltados para propaganda e educação representam mais que a metade dos jogos desenvolvidos. Jogos com o foco em cuidados da saúde representam 8,2% do mercado.

No trabalho de Dove e Astell (2017) é apresentada uma revisão de literatura sobre jogos com tecnologias baseadas em movimento para pessoas com demência. Grande parte das pesquisas citadas utilizam equipamentos comerciais como Nintendo Wii e Microsoft Kinect. Foram encontrados relatos sobre a dificuldade que idosos tem ao usar o

Figura 2.3 – Robô Vector.



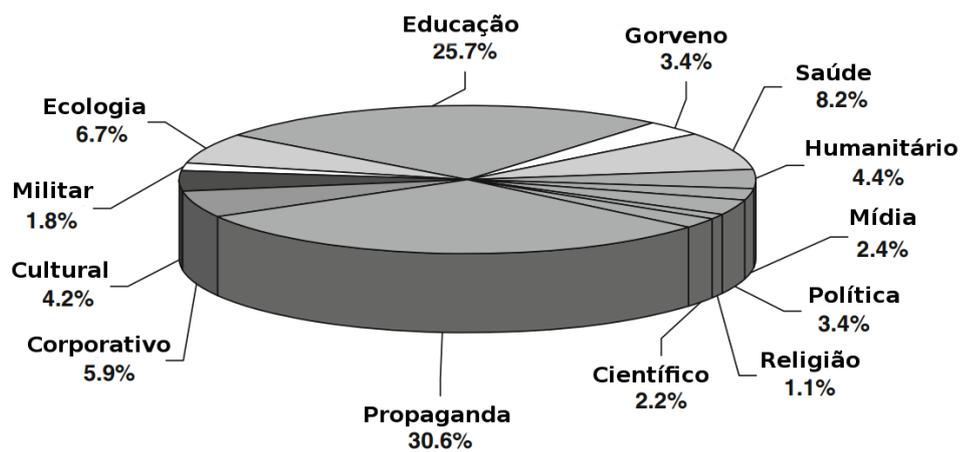
Fonte: Adaptado de Anki (2018)

controle em relação a ergonomia e esquecimento das funções de cada botão. As pesquisas com essa tecnologia revelaram benefícios positivos para a saúde dos idosos.

Em Boletsis e McCallum (2016) é apresentado um sistema de avaliação do estado de saúde cognitiva de pessoas idosas utilizando um jogo baseado em realidade aumentada. No artigo é apresentado um experimento onde o jogo é comparado a um método de avaliação cognitiva bastante utilizado para idosos. O estudo apresenta resultados interessantes sobre o uso de um jogo.

Tapus, Tapus e Mataric (2009) propõem um jogo musical utilizando um robô humanoide com o objetivo de melhorar o nível de atenção de idosos com Alzheimer. O experimento individual consiste em colocar um idoso próximo ao robô e em frente a um placar com botões, cada botão do placar contém uma etiqueta com o nome de uma música. O robô irá reproduzir uma música e pedir para o idoso o nome da mesma. Mini exames do estado mental foram realizados para medir as perdas cognitivas do participante no início da primeira interação e no final da última interação, após seis meses. O estudo comprovou que os participantes conseguiram manter a atenção durante o jogo a partir da terapia musical, e esses melhoram as pontuações durante os meses.

Figura 2.4 – Divisão do mercado de jogos sérios lançados entre 2002 e 2011.



Fonte: Adaptado de Djaouti et al. (2011)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse capítulo detalha o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, a Seção 3.1 apresenta o robô humanoide — Pepper — utilizado no projeto, suas características físicas, *hardware e software*. Na Seção 3.2 são apresentados o sistema desenvolvido e os dois jogos contidos nesse. A Seção 3.3 finaliza o capítulo, apresentando como foram realizados a avaliação e testes do sistema.

3.1 PEPPER

Nesse trabalho foi utilizado um robô humanoide modelo Pepper, desenvolvido pela empresa japonesa SoftBank Robotics. Pepper é um robô humanoide social, lançado em 2015, projetado para interagir com pessoas de maneira agradável e intuitiva. Esse robô atualmente é usado em projetos de pesquisa e estabelecimentos comerciais. Na Figura 3.1 Pepper dá boas-vindas a passageiros no aeroporto de Munique em um estudo piloto para avaliar o uso da robótica e inteligência artificial.

Figura 3.1 – Josie Pepper: Estudo piloto desenvolvido no Aeroporto de Munique.

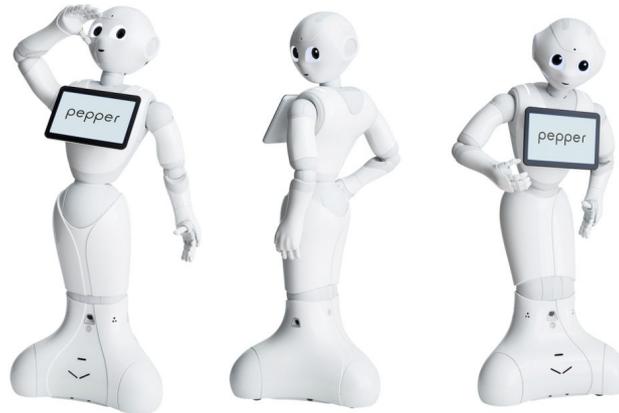


Fonte: Adaptado de Munich Airport (2018)

3.1.1 Descrição mecânica, atuadores e sensores

Pepper foi projetado para interagir com pessoas em ambientes não controlados. Logo, foi desenvolvido para ser robusto e ter um visual atraente (Figura 3.2). O robô tem 1,21 metros de altura e pesa aproximadamente 28 kg.

Figura 3.2 – Pepper.



Fonte: Adaptado de Engel (2018)

Pepper contém 20 graus de liberdades — parâmetro que refere-se ao número de juntas do robô, e que trataremos daqui para frente segundo as iniciais em inglês DOF (*degrees of freedom*) — dispersos da seguinte maneira:

- Cabeça: 2 DOF;
- Ombro: 2 DOF em cada braço;
- Cotovelo: 2 DOF em cada braço;
- Pulso: 1 DOF em cada braço;
- Mão: 1 DOF em cada braço;
- Quadril: 2 DOF;
- Joelho: 1 DOF.

Para locomoção, o robô conta com uma base móvel composta por 3 rodas omnidirecionais, apresentadas na Figura 3.3. Dessa forma, o robô consegue se movimentar em qualquer direção. Esse sistema de locomoção é interessante para lugares públicos, e.g., lojas e museus, pois proporciona um movimento estável de forma fácil. Podemos usar o exemplo de um automóvel tentando estacionar em uma vaga paralela — diversas manobras são necessárias para estacionar o veículo. Já Pepper conseguiria realizar a mesma tarefa com menos movimentos, pois consegue efetuar movimentos em qualquer direção. A estabilidade proporcionada por esse sistema também é interessante para a segurança das pessoas, do ambiente e do próprio robô. A velocidade máxima do robô é 3 km/h. Como desvantagem, sistemas que utilizam rodas omnidirecionais estão propensos a erros de localização, e possuem dificuldade em terrenos irregulares.

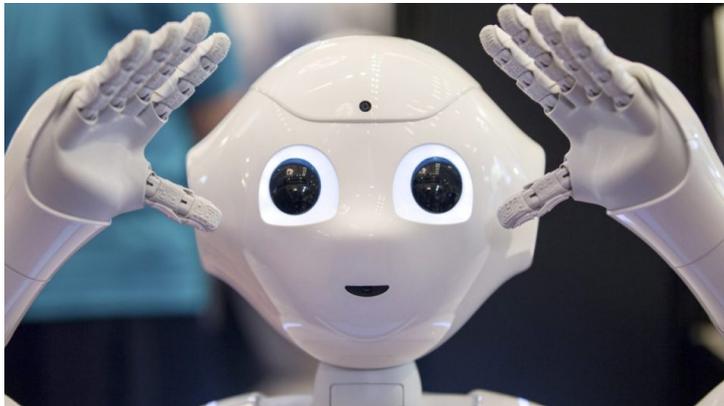
Figura 3.3 – Base móvel com rodas omnidirecionais.



Fonte: Autor.

Pepper contém duas mãos que atuam como efetadores (Figura 3.4). Como apresentado anteriormente, cada mão contém apenas um grau de liberdade, podendo realizar o movimento de abrir e fechar os dedos.

Figura 3.4 – Pepper tirando foto.



Fonte: Adaptado de Mitchelson (2018).

Além da carcaça que busca oferecer uma aparência agradável e dos diversos motores que possibilitam expressão corporal, Pepper contém: *leds* nos olhos e nos ouvidos, utilizados para apresentar sinais ou expressar sentimentos; um tablet localizado no peito do robô que pode ser utilizado para apresentar imagens, vídeos e aplicações; e dois alto-falantes para a reprodução de som. Todos os itens citados foram incorporados para aprimorar a interação do robô com pessoas.

Em casos de emergência, é possível acionar um botão de emergência localizado na parte de trás do pescoço do robô. Como o robô foi projetado para trabalhar com pessoas, esse dispositivo de segurança é necessário pois o mesmo pode ser acionado de forma

fácil caso o robô venha a apresentar um comportamento fora do programado que possa trazer risco para as pessoas ao seu redor ou a si próprio.

Para obter informações do ambiente, Pepper utiliza uma gama de sensores espalhados pelo o corpo e apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Pepper: Sensores.

Localização	Sensor
Cabeça	4 Microfones 2 Câmeras RGB 1 Sensor de profundidade 3D 3 Sensores de toque capacitivos
Tronco	1 Unidade inercial (giroscópio e acelerômetro)
Mãos	2 Sensores de toque capacitivos
Pernas	2 Sensores de distância ultrassônicos 6 Sensores de distância a laser 2 Sensores de distância infravermelhos 3 Sensores de impacto

Fonte: Adaptado de SoftBank Robotics (2017).

3.1.2 Descrição do *hardware*

Pepper contém um mini computador embarcado utilizado para leitura dos sensores, controle dos atuadores e processamento. O Quadro 3.2 apresenta as especificações do *hardware*. Esse computador utiliza um sistema operacional especificamente desenvolvido para o robô, chamado NAOqi. NAOqi é uma distribuição GNU/Linux baseado no Gentoo.

Quadro 3.2 – Pepper: Especificações do *hardware*.

Processador	Atom E3845 Quad-core 1.91GHz
Memória RAM	4GB DDR3
Memória FLASH	8GB eMMC
Memória Externa	16 GB SDHC
Processador gráfico	Intel HD graphics 792MHz

Fonte: Adaptado de SoftBank Robotics (2017).

O tablet acoplado ao robô tem sua própria unidade de processamento, apresentada no Quadro 3.3. O sistema operacional presente no tablet é uma distribuição Android. O tablet pode ser operado pelo mini computador via uma interface de comunicação. Dessa forma, existem duas maneiras para utilizá-lo: desenvolvendo aplicações em Android para serem instaladas diretamente no dispositivo, ou apresentando conteúdo (imagens, vídeos e websites) enviados pelo mini computador.

Quadro 3.3 – Tablet: Especificações do *hardware*.

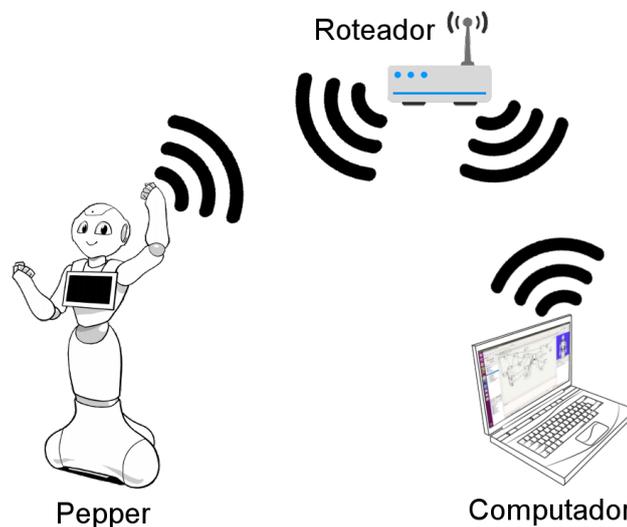
Modelo	LG CNS
Dimensões	10.1" (246 x 175 x 14.5mm)
Resolução	1280 x 800
Touchscreen	Capacitivo
Processador	TCC8925 (ARM CORTEX-A5) 1GHz
Memória RAM	1GB
Memória FLASH	4GB eMMC
Processador gráfico	Mali400

Fonte: Adaptado de SoftBank Robotics (2017).

3.1.3 Descrição do ambiente de desenvolvimento

É possível programar Pepper utilizando o *software* chamado Choregraphe ou utilizando linguagens de programação (Python, C++, Java e JavaScript) por meio de um kit de desenvolvimento de software (SDK). Ambos os métodos foram desenvolvidos e recebem suporte da Softbank Robotics. Os programas precisam ser desenvolvidos em um computador externo e conectado à mesma rede Wi-Fi do robô, como apresentado na Figura 3.5.

Figura 3.5 – Diagrama de comunicação entre computador e robô.

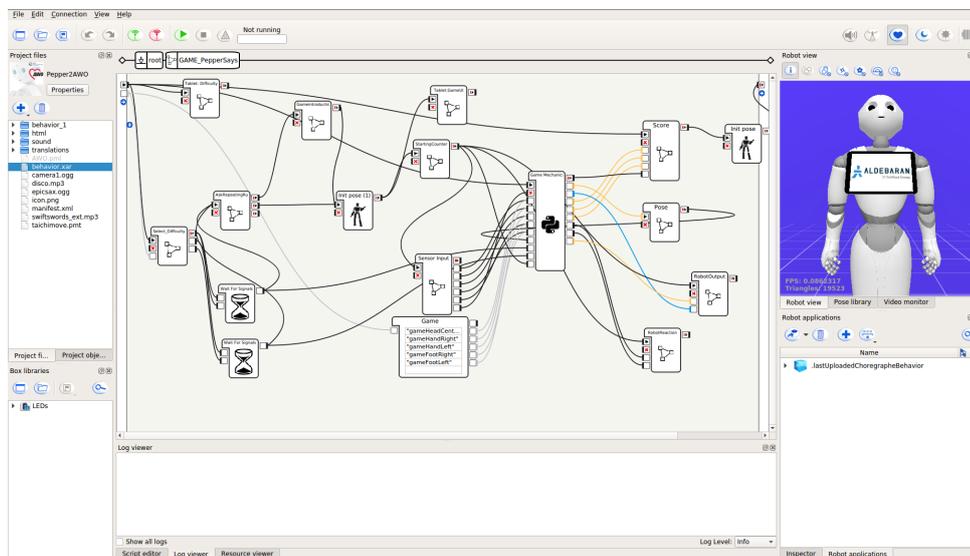


Fonte: Autor.

Nesse trabalho foi utilizado o *software* Choregraphe. Esse *software* é composto por uma linguagem de programação baseada em blocos e interface de manipulação do robô. Linguagens de programação com blocos são interessantes para pessoas que não tem um conhecimento profundo em programação. Citando como exemplo uma equipe que necessita desenvolver uma aplicação na área de interação humano-robô utilizando o robô Pepper, seria possível dividir a equipe em equipes de programadores e designers. A

equipe de programadores trabalharia no sistema de baixo nível, desenvolvendo os algoritmos para os blocos para interagir diretamente com o robô, e.g., movimento dos braços. Já a segunda equipe poderia desenvolver o sistema de alto nível, focando no desenvolvimento das interações do robô com os usuários, utilizando blocos com tarefas predefinidas. A Figura 3.6 apresenta o *software* Choregraphe e um dos jogos. Nessa figura também é possível observar uma simulação do robô que pode ser utilizada para fazer testes sem a necessidade do robô real. Uma característica interessante desse *software* é a função de teleoperação do robô real.

Figura 3.6 – Choregraphe.

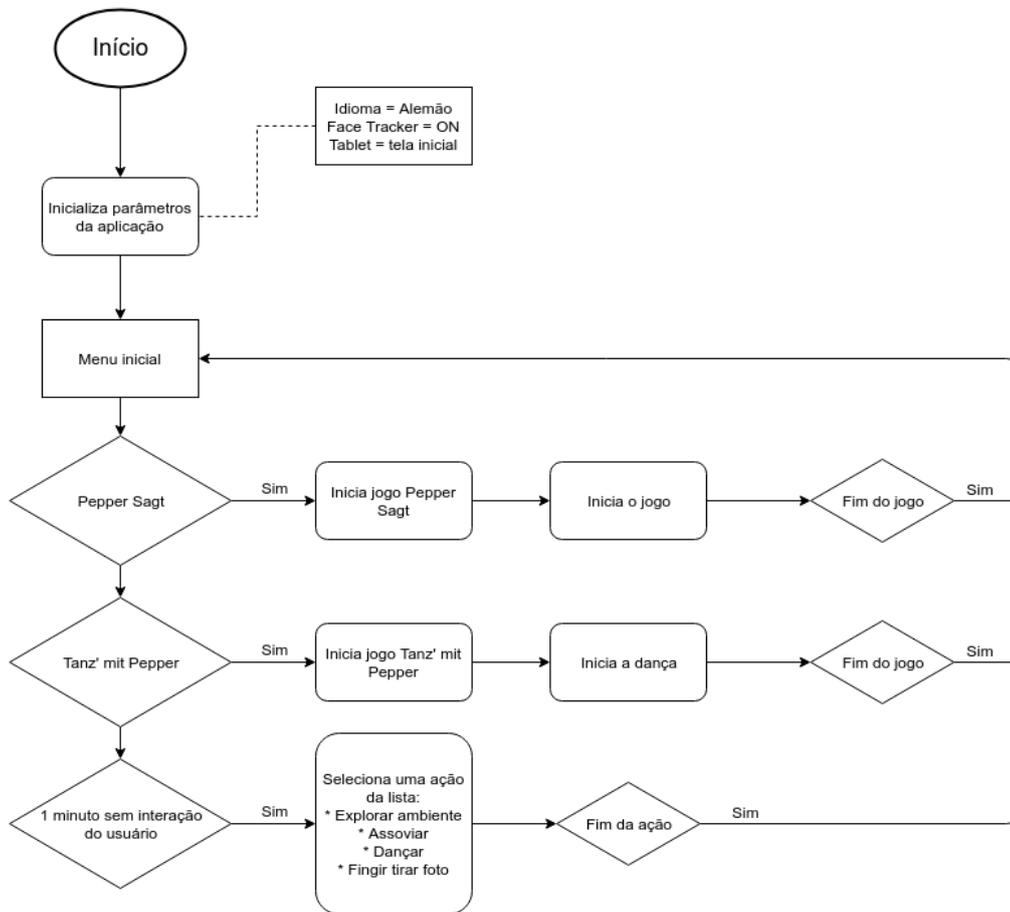


Fonte: Autor.

3.2 JOGOS

Esse trabalho foi idealizado para utilizar o robô Pepper em uma casa de repouso para idosos. A ideia inicial era desenvolver um sistema com diversos jogos que fossem usados por idosos com a intenção de realizar exercícios físicos e psicológicos, além de ser uma forma de aliviar a carga de trabalho posta sobre os cuidadores. Foram criados dois jogos: um jogo baseado em uma sequência de cores e outro em uma demonstração de dança que pode ser repetida pelo idoso. A Figura 3.8 mostra a tela inicial do sistema apresentada no tablet do robô. Nessa figura é possível ver os jogos desenvolvidos que serão apresentados nas próximas subseções. As telas elaboradas nesse trabalho foram desenvolvidas na linguagem de marcação HTML. Dessa forma, a aplicação desenvolvida no Choregraphe consegue controlar qual tela será apresentada no tablet. A Figura 3.7 apresenta o fluxograma referente ao sistema desenvolvido.

Figura 3.7 – Fluxograma do sistema.



Fonte: Autor.

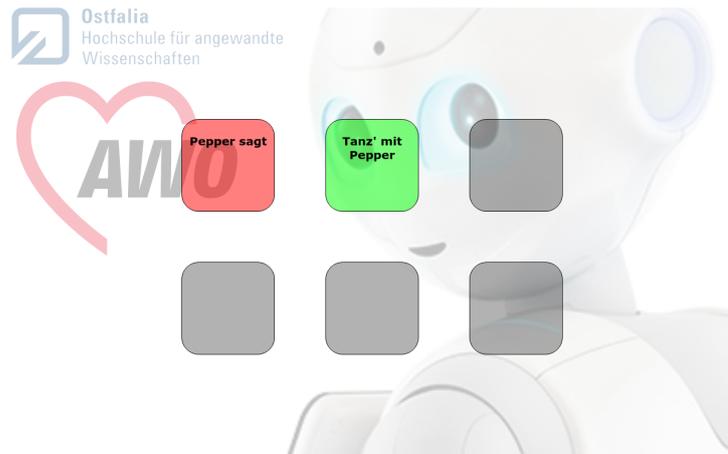
3.2.1 Pepper Sagt

Pepper Sagt — “Pepper diz” em alemão — é um jogo inspirado pelo clássico jogo eletrônico Simon, criado pela Hasbro (produzido e comercializado no Brasil por Brinquedos Estrela com o nome Genius). O jogo consiste em Pepper escolher uma cor e falar para o jogador que, por sua vez, deve tocar em um círculo colorido com a mesma cor. Jogos de correspondência de cores como esse são interessantes para realizar exercícios que necessitam o uso de funções cognitivas como atenção, memória, habilidades motoras, processamento visual e processamento espacial.

Pepper contém cinco círculos coloridos espalhados pelo corpo. A localização desses círculos foi selecionada baseada nos sensores de toque presentes no robô e já mencionados no Quadro 3.1. A Tabela 3.1 apresenta as cores utilizadas no jogo e onde o jogador pode encontrá-las.

O *software* Choregraphe foi utilizado para realizar movimentos e ler os sensores do robô, porém a lógica do jogo foi descrita em Python por meio de um bloco que possibilita a adição de *scripts*.

Figura 3.8 – Tela inicial do sistema.



Fonte: Autor.

Tabela 3.1 – Jogo Pepper Sagt: Cores e localizações dos círculos coloridos.

Cor	Localização
Amarelo	Topo da cabeça
Vermelho	Dorso da mão direita
Azul	Dorso da mão esquerda
Roxo	Pé direito
Verde	Pé esquerdo

Fonte: Autor.

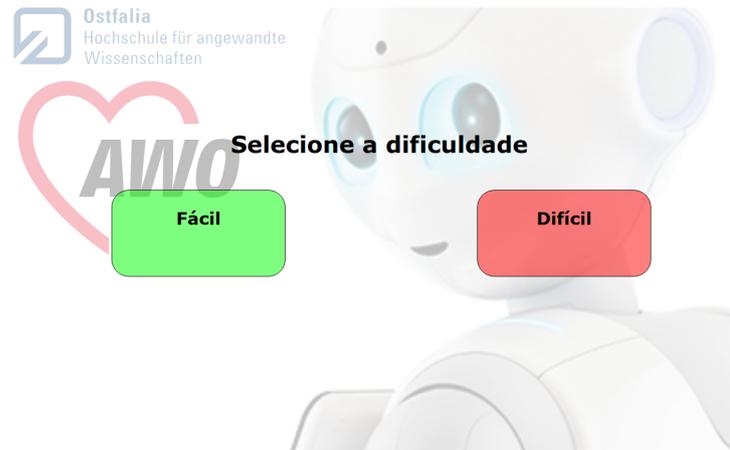
Durante o jogo a comunicação verbal é o método principal para a interação entre robô e jogador. Pepper contém microfones e alto-falantes que permitem que o robô escute e fale de forma confiável. O *software* Choreographe disponibiliza de blocos prontos para geração e reconhecimento de fala. A Softbank Robotics disponibiliza 21 idiomas que podem ser utilizados no robô, porém apenas dois idiomas podem ser instalados ao mesmo tempo.

O jogo inicia no momento que o usuário escolhe a opção “Pepper Sagt” no menu inicial (Figura 3.8). Pepper dá as boas-vindas ao jogador e explica as regras do jogo. Movimentos corporais foram implementados durante a explicação do jogo para melhorar a interação. Ao fim da apresentação das regras, Pepper pergunta se o jogador deseja jogar. Todas as perguntas realizadas por Pepper são fechadas, de forma a restringir o número de possíveis respostas do jogador. Para a pergunta mencionada anteriormente, foram adicionadas diversas possíveis respostas ao sistema como: “sim”, “não”, “aha”, “nop”, “quero”, “não quero”, “desejo” e “não desejo”. Caso o jogador escolher uma palavra fora da lista de respostas possíveis ou pronunciar a palavra de forma indiscernível, o robô irá dizer que não entendeu o que foi dito e irá pedir para o jogador repetir novamente.

Caso o jogador tenha aceito jogar, Pepper pergunta sobre a dificuldade do jogo, i.e., fácil ou difícil. O jogador pode responder essa pergunta de duas formas: verbalmente,

falando uma das dificuldades; ou por meio de um menu apresentado no tablet (Figura 3.9).

Figura 3.9 – Jogo Pepper Sagt: Tela para seleção da dificuldade.

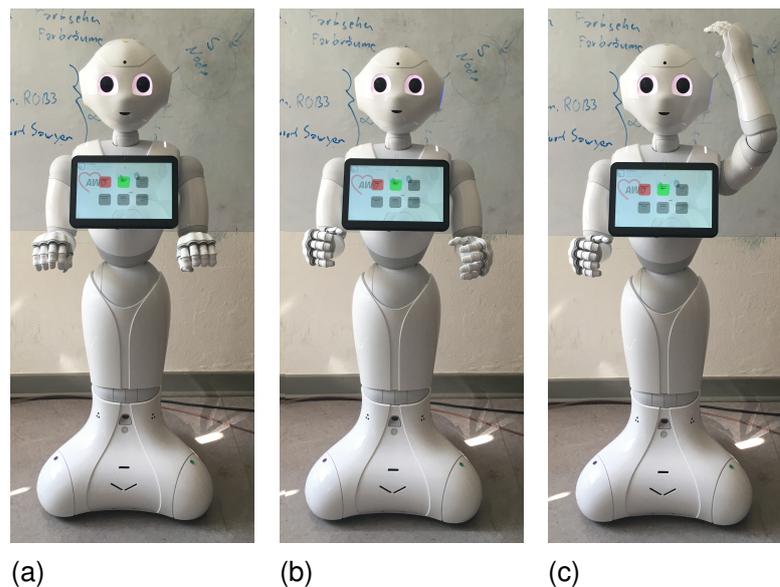


Fonte: Autor.

Após a escolha da dificuldade, Pepper diz para o jogador preparar-se e falar “pronto” quando estiver pronto. Com isso, o jogo começa. A Figura

Pepper contém 3 poses corporais durante o jogo que são alteradas de forma aleatória antes do aviso da cor, como apresentado na Figura 3.10. Essa característica foi desenvolvida para mudar a posição das cores e deixar o jogo mais interessante, uma vez que o jogador precisa lembrar as partes do corpo relacionadas com as cores e realizar movimentos diferentes para alcançá-las.

Figura 3.10 – Jogo Pepper Sagt: Poses durante o jogo.



(a)

(b)

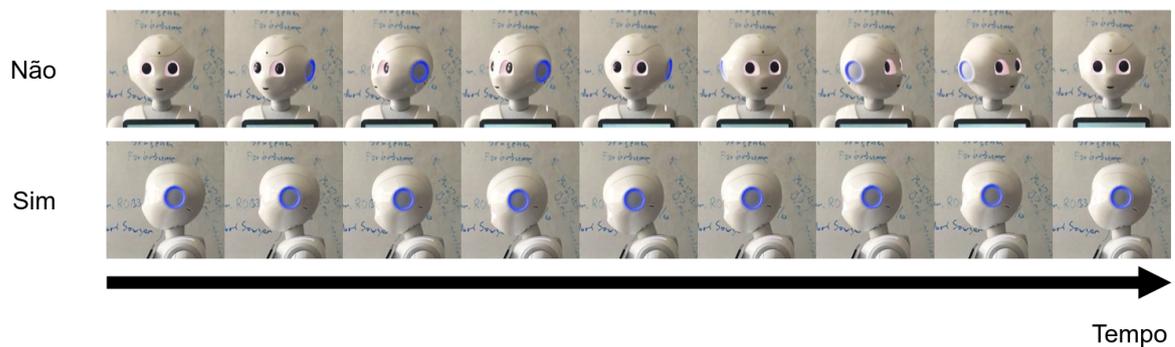
(c)

Fonte: Autor.

Cada partida é dividida em seções onde o robô escolhe uma cor, de modo aleatório, e avisa o jogador verbalmente. O jogador então deve tocar um dos círculos que

corresponda à cor mencionada. Foram adicionadas ao jogo recompensas imediatas para avisar se a ação realizada pelo jogador foi correta ou não. Caso o jogador toque na cor correta, o robô reproduzirá uma melodia “feliz” e irá balançar a cabeça de maneira positiva. Porém se o jogador tocar em uma cor errada, o robô reproduzirá uma melodia “triste” e irá sacudir a cabeça, reprovando a ação. Esse tipo de recompensa pode motivar os jogadores e contribuir para a aprendizagem (RICHTER; RABAN; RAFAELI, 2015). A Figura 3.11 apresenta uma sequência temporal dos movimentos realizados por Pepper para as recompensas imediatas.

Figura 3.11 – Jogo Pepper Sagt: Sequência temporal dos movimentos de recompensa imediata.



Fonte: Autor.

A duração de cada partida é de dois minutos. Uma vez decorrido o tempo, Pepper irá avisar verbalmente ao jogador que o jogo acabou e apresentará a pontuação no tablet, como ilustrado na Figura 3.12. Para cada sessão de uma partida é calculada uma pontuação baseada no tempo de resposta do jogador e se a resposta foi correta ou não. A Equação 3.1 apresenta a fórmula utilizada para calcular a pontuação de uma sessão, onde T_{jogo} representa a duração total do jogo e $T_{resposta}$ o tempo utilizado pelo jogador para responder. Essa fórmula foi pensada de maneira a dar recompensas maiores para o jogador que responder corretamente e mais rápido possível; e penalizar bastante o jogador que responder rapidamente de forma incorreta. Dessa maneira, o jogador primeiramente é induzido a aprender as posições das cores e posteriormente diminuir o tempo de resposta. Ao fim do jogo, a pontuação final é calculada somando-se as pontuações de cada sessão, como apresentado na Equação 3.2.

$$s_n = \begin{cases} (T_{jogo} - T_{resposta}), & \text{se resposta for correta} \\ -(T_{jogo} - T_{resposta}), & \text{se resposta for incorreta} \end{cases} \quad (3.1)$$

$$pontuacao_{final} = \sum_{i=0}^n s_n \quad (3.2)$$

Pepper sempre irá motivar o jogador a dar o seu melhor, indiferentemente do re-

Figura 3.12 – Jogo Pepper Sagt: Tela de resultado.

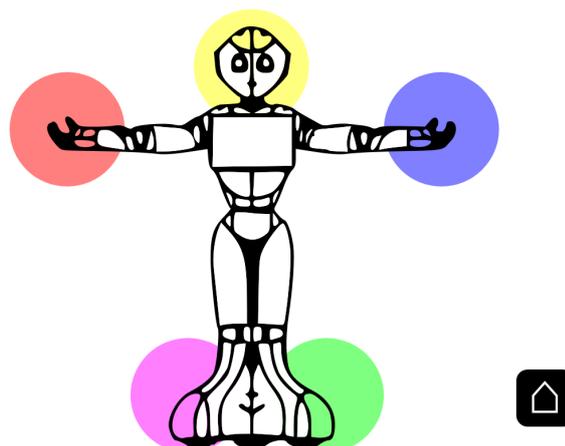


Fonte: Autor.

sultado final do jogo. Após apresentar a pontuação do jogo, Pepper fala algumas frases motivacionais baseadas no número de respostas corretas. Exemplos de frases citadas são: “Excelente trabalho! Você acertou todas!”, “Bom trabalho! Vamos jogar novamente para tentar acertar todas?”, “Bom trabalho! Vamos jogar novamente? Vou apresentar as regras do jogo mais uma vez.”

Uma tela de interação acessível para o jogo foi desenvolvida pensando em usuários que apresentem dificuldades para alcançar os círculos no robô. A Figura 3.13 apresenta a tela de interação que os jogadores podem utilizar em paralelo aos círculos reais.

Figura 3.13 – Jogo Pepper Sagt: Tela de acessibilidade durante o jogo.



Fonte: Autor.

Pepper tenta agir como um robô curioso enquanto não está jogando. O *software* Choregraphe contém blocos de consciência básica, prontos para uso, que possibilitam que Pepper preste atenção em pessoas conversando, faça contato visual com as pessoas ao seu redor e movimente-se no ambiente, se possível. Essas ações tentam simular um comportamento humano, de forma a melhorar a interação com pessoas.

A Figura 3.14 apresenta o fluxograma do jogo.

3.2.2 Tanz' mit Pepper

Dance com Pepper — “Tanz' mit Pepper” em alemão — é uma aplicação para demonstrar a capacidade de movimentação do robô, por meio de diversas danças. A proposta desse jogo é que o robô dance e o idoso repita os movimentos. Segundo Fortes (2009) a dança é uma atividade que melhora a capacidade funcional do idoso. Além disso, atividades de dança em grupo facilitam a interação entre os participantes, aumentando a socialização. Dança Sênior é um exemplo de atividade que utiliza cantigas antigas para fazer o idoso dançar lembrando letras musicais e coreografias. Essa dança exercita o corpo e a memória do idoso (SILVA; BERBEL, 2015).

Diferente do jogo apresentado anteriormente onde o participante interagem individualmente com o robô, Tanz' mit Pepper consiste em um exercício para ser realizado com grupos de idosos. Como Pepper não tem pernas, foi pensando em realizar exercícios que trabalhem a parte superior do corpo. Desta forma, a atividade também pode ser realizada por cadeirantes.

A atividade consiste em um grupo de idosos dispostos em um círculo sentados em cadeiras. Pepper é posicionada como um integrante do grupo, como é possível ver na Figura 3.15.

O *software* Choregraphe contém ferramentas para ajudar na criação de movimentos complexos, como a coreografia de uma música. É possível manipular o corpo do robô e salvar as poses desejadas. Com isso, foi escolhida uma música infantil — Auf der Mauer, auf der Lauer, sugerida por um colega alemão — e criada uma coreografia.

Pepper inicia a aplicação com uma explicação do exercício. Posteriormente, reproduz a música escolhida e começa a dançar.

Não foi desenvolvido uma forma de monitorar o desempenho dos idosos para esse jogo, pois seria necessário realizar a leitura corporal de todos os participantes. Além disso, o *software* Choregraphe não contém nenhum bloco que possibilite ou ajude no desenvolvimento dessa tarefa. Atualmente, a estimação da pose de uma pessoa é uma tarefa complexa que está sendo estudada e já contém algumas soluções (CAO et al., 2018).

3.3 AVALIAÇÃO

Nessa seção são apresentados os métodos utilizados durante a fase de avaliação do trabalho.

3.3.1 Questionário

Para avaliar o sistema, um questionário de autorrelato anônimo foi desenvolvido. Nesse, o participante é questionado sobre algumas informações básicas como idade, nível de educação e tempo de trabalho com idosos; e sobre a interação com o robô por meio de questões qualitativas. Dois tipos de escala para as questões qualitativas foram utilizadas: escala de diferencial semântico (SNIDER; OSGOOD, 1969) e escala de Likert com cinco pontos (LIKERT, 1932).

As questões que fazem uso da escala de diferencial semântico foram empregadas para avaliar a aparência do robô, emoções dos participantes durante a interação e dificuldade do jogo. Essa escala mede o significado cognitivo de um tópico por meio de uma escala separando dois adjetivos bipolares. O participante deve escolher qual dos adjetivos e a intensidade que melhor caracteriza a sua opinião para uma devida pergunta.

O segundo tipo de escala utilizada no questionário, escala de Likert, foi empregada em questionamentos sobre a opinião dos participantes sobre o futuro da robótica para o cuidado de idosos e novamente a respeito do jogo. Nessa escala o participante especifica o nível de concordância com uma afirmação apresentada, e.g., marque uma das cinco opções entre discordo completamente e concordo completamente para a afirmação a seguir.

O questionário utilizado nesse trabalho pode ser encontrado no Apêndice B. Esse foi escrito primeiramente em inglês e posteriormente traduzido para alemão. A tradução para o alemão foi realizada por colegas nativos da Alemanha, porém não é descartada a possibilidade de perda de informações ou contexto nessa tradução. O questionário encontrado no apêndice foi traduzido para o português pelo autor, novamente pode ter ocorrido troca de significados na tradução, pois, algumas palavras são difíceis de encontrar uma tradução com significado idêntico.

3.3.2 Experimento

Diversos testes foram realizados durante o desenvolvimento do sistema em busca de problemas causados por erros de programação e comportamentos estranhos apresentados pelo robô. Como o público alvo é idosos, o sistema deve apresentar um comportamento seguro.

Os experimentos com o robô se deram da seguinte forma:

- Cada participante interage com o robô individualmente;
- O instrutor apresenta brevemente o robô e o jogo;
- O participante é posicionado em frente ao robô a uma distância de 1,5 metros. Essa

distância — entre 1,2 e 3,6 metros — corresponde a zona social utilizada por humanos para comunicação com pessoas desconhecidas (LAMBERT, 2004);

- O instrutor inicia o jogo Pepper Sagt sem que o jogador perceba;
- Pepper dá as boas-vindas ao jogador e prossegue com o jogo como mencionado anteriormente;
- No fim do jogo, Pepper agradece pela interação e despede-se do jogador;
- O instrutor apresenta o formulário, questiona se o participante tem interesse em responder a pesquisa e encaminha o jogador a uma sala separada para dar-lhe mais privacidade.

Figura 3.14 – Fluxograma do jogo Pepper Sagt.

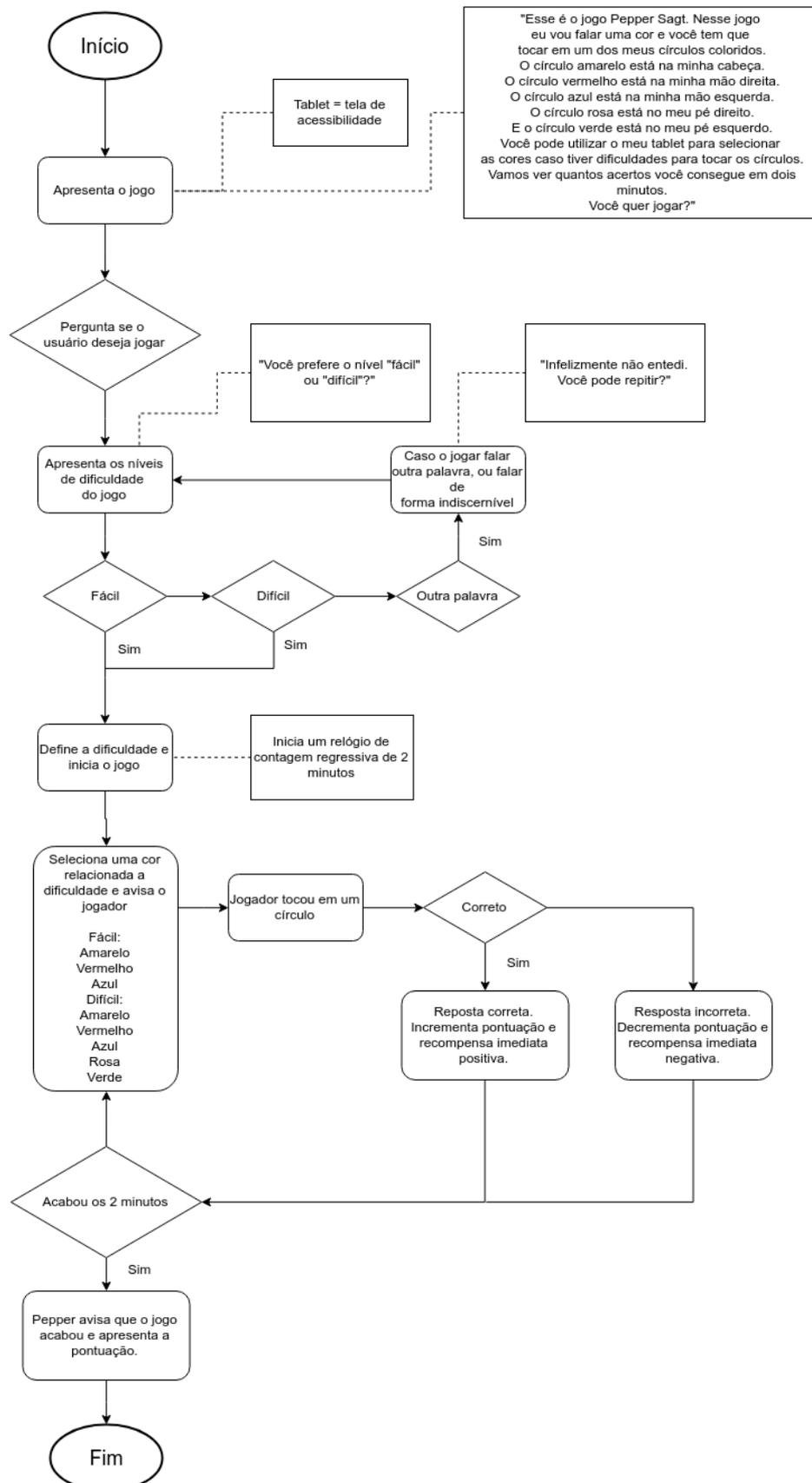
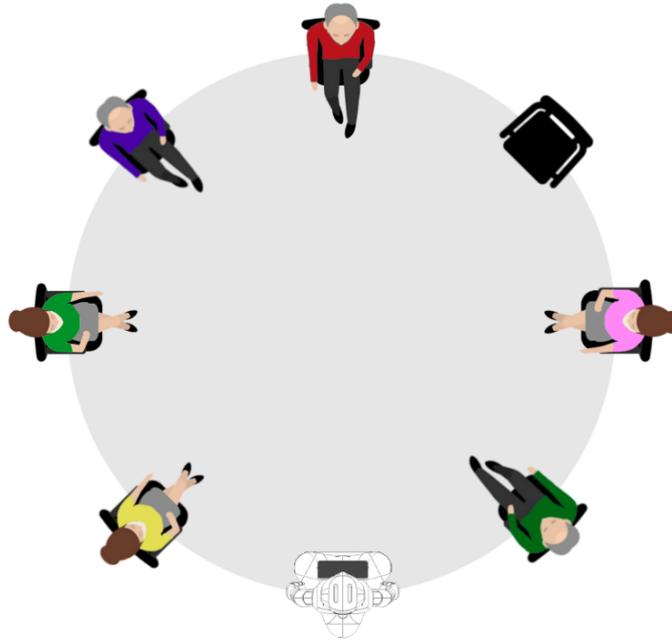


Figura 3.15 – Jogo Tanz' mit Pepper: Disposição do grupo.



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS

A avaliação do sistema foi realizada em uma casa de repouso para idosos, onde sete participantes testaram o jogo. Os participantes desse experimento não eram idosos, pois, até aquele momento ainda não haviam sido realizados testes com usuários e não se tinha noção se o sistema era seguro. Logo, para o experimento foram convidadas pessoas que trabalhavam com idosos diariamente. Com isso, o critério de inclusão escolhido pelo autor nesta análise é pessoas que trabalham com idosos. Um dos participantes que testou o sistema não foi adicionado à análise dos resultados, visto que, não satisfaz o critério de inclusão. A Tabela 4.1 apresenta informações demográficas sobre os seis participantes que testaram o jogo e estavam dentro do critério de inclusão.

Tabela 4.1 – Características dos participantes.

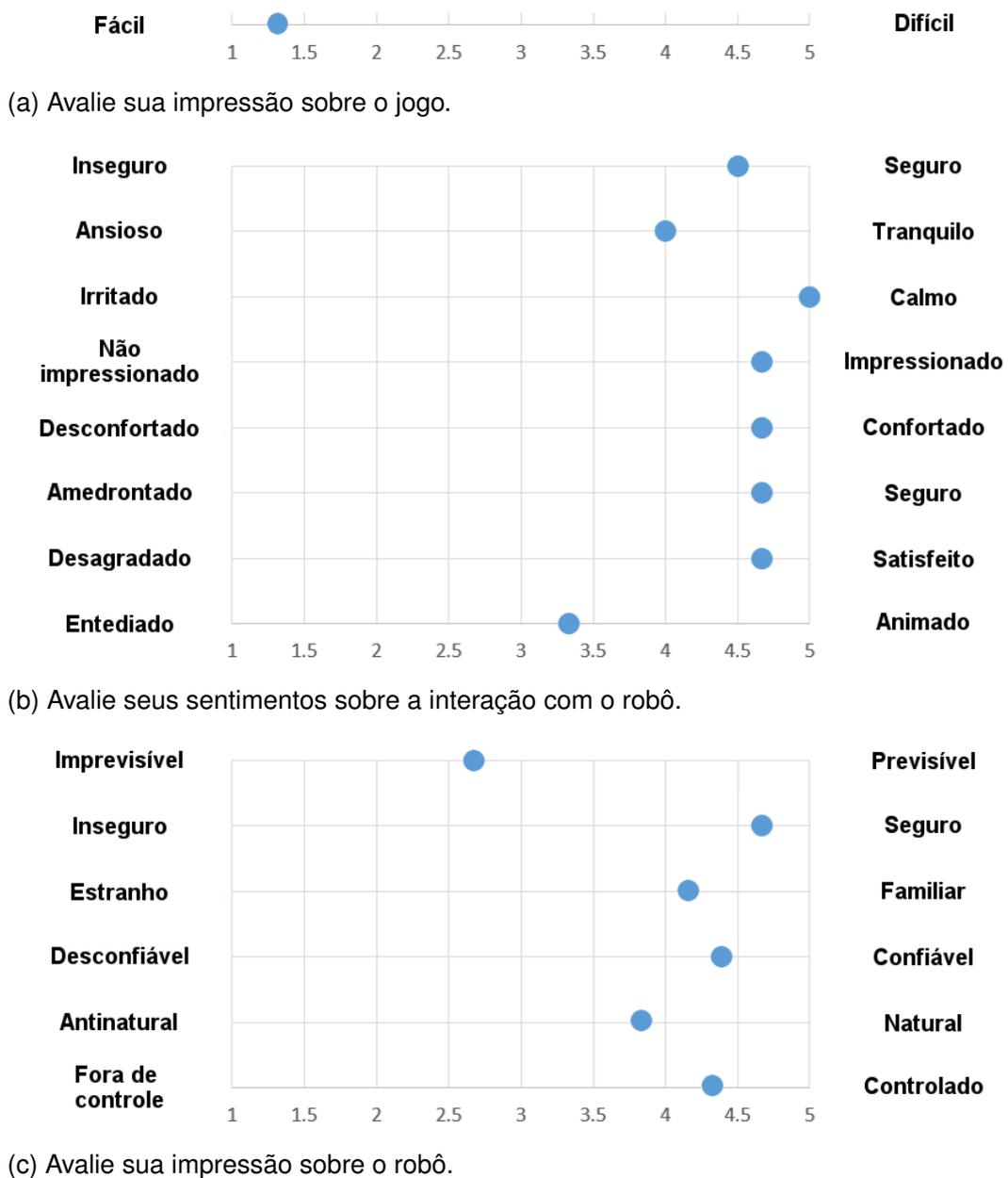
Características	Total (n=6)
Idade (Média (Desvio Padrão))	40,8 (9,5)
Gênero (n)	
Feminino	3
Masculino	3
Escolaridade (n)	
Ensino Médio	3
Ensino Superior	3
Familiaridade com robôs (n)	
Eu nunca vi um robô	0
Eu vi um robô na televisão/internet	4
Eu já vi um robô mas não sou familiarizado	2
Eu já interagi com robôs	0
Eu já trabalhei com robôs	0

Fonte: Autor.

Os participantes tinham idades entre 24 e 50 anos, tendo ao menos o ensino médio completo. Esses já tinham visto robôs na televisão e na vida real, porém nenhum tinha familiaridade com o assunto.

Todos os participantes jogaram apenas uma vez o jogo “Pepper Sagt” e descreveram esse como fácil, como é possível ver Figura 4.1a. Os gráficos apresentados na Figura 4.1 são formados pela média das respostas dos participantes para as questões do tipo diferencial semântico.

Figura 4.1 – Itens utilizados para avaliar o robô e o jogo. Os gráficos apresentam a média das respostas dos participantes.



Fonte: Autor.

A opinião dos participantes em relação ao jogo foram positivas, como é possível observar na Tabela 4.2. Todos os participantes entenderam as regras do jogo apresentadas por Pepper e gostaram do mesmo. Porém, o jogo não pareceu ser muito interessante, explicando assim por que os participantes jogaram apenas uma vez. O autor propôs uma dificuldade voltada para idosos, de maneira que Pepper peça apenas uma cor por sessão do jogo. Se forem adicionadas ao jogo sequências crescentes de cores, é possível que o jogo prenda mais a atenção do jogador.

A Figura 4.1b apresenta sentimentos dos participantes em relação à interação com

o robô. Os participantes apresentaram reações positivas, porém a interação não foi muito empolgante. Provavelmente, esse sentimento pode ter sido causado novamente pela dificuldade do jogo, uma vez que Pepper repetia seguidamente as cores e o jogo se tornava monótono.

As impressões dos participantes em relação ao robô foram em parte positivas, como é possível observar na Figura 4.1c. Apenas o item “Previsível” recebeu avaliações negativas. Isso provavelmente se deve à um erro que Pepper apresentava esporadicamente na troca de poses durante o jogo. Nessas situações o robô demorava mais que o previsto para trocar para a nova pose, com isso dizendo a cor para o jogador e esse podendo interagir com o robô em movimento. Esse erro foi corrigido após o experimento.

Os participantes apresentaram uma visão positiva para o futuro da robótica utilizada no cuidado de idosos, como é apresentado na Tabela 4.3. Todos os participantes acham que robôs podem ser úteis no cuidado de idosos, e demonstraram uma visão positiva sobre trabalhar com um robô.

Tabela 4.2 – Opiniões sobre o jogo.

Sobre o jogo		Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
Eu entendi as regras do jogo	(%)	0	0	0	0	100.0
Eu gostei de jogar	(%)	0	0	0	50.0	50.0
Eu achei o jogo interessante	(%)	0	0	33.3	66.7	0
Eu gostaria de jogar novamente	(%)	0	0	50.0	50.0	0

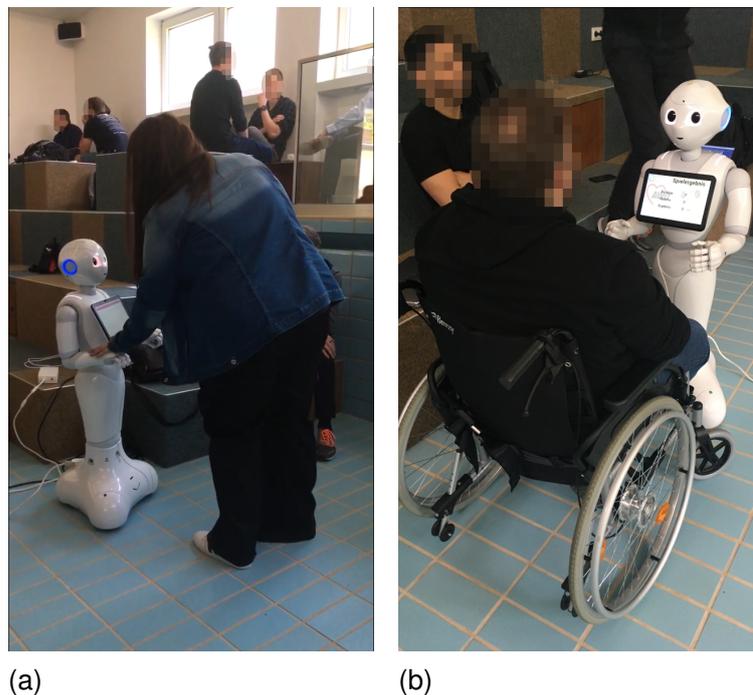
A Figura 4.2 apresenta Pepper e dois jogadores durante os testes. Na Figura 4.2a uma funcionária da casa de repouso está jogando “Pepper Sagt”. Na Figura 4.2b um aluno (sem deficiência física) está testando o robô utilizando uma cadeira de rodas.

Tabela 4.3 – Imaginando o futuro.

Sobre o futuro		Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
Eu acho que os idosos iriam interagir com o robô	(%)	0	0	33.3	0	66.7
Eu consigo me imaginar trabalhando com esse robô	(%)	0	0	0	33.3	66.7
Eu acho que robôs podem ser úteis no cuidado de idosos	(%)	0	0	0	0	100.0
Eu consigo imaginar idosos interagindo com robôs	(%)	0	0	0	16.7	83.3

Fonte: Autor.

Figura 4.2 – Usuários interagindo com Pepper.



Fonte: Autor.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou o desenvolvimento de dois jogos sérios utilizando um robô humanoide como plataforma. Os jogos tem como público alvo pessoas idosas, e foi desenvolvido como um exercício para essas pessoas realizarem de forma a tentar reduzir o declínio cognitivo decorrente da idade avançada. A demência é uma doença neurocognitiva que é caracterizada pelo declínio cognitivo e afeta essa população. Não existe uma cura para a demência atualmente, porém diversos estudos apresentam resultados positivos para o uso de exercícios cognitivos para tardar os sintomas dessa doença.

Para esse trabalho foi realizado um experimento para pré-avaliação do sistema com pessoas saudáveis que trabalham com idosos em um casa de repouso na Alemanha. Esse experimento buscou avaliar se o sistema era seguro e tinha potencial para ser utilizado por idosos. O experimento consistia na interação do usuário com o robô durante um certo período de tempo, onde o usuário jogava o jogo Pepper Sgt. Para obter a opinião dos participantes foi utilizado um formulário de auto-relato que continha perguntas sobre o robô, o jogo, e o futuro da aplicação. Ao fim do trabalho é apresentada uma análise dos resultados obtidos durante o experimento.

Os resultados relatados pelo trabalho foram em grande parte positivos. Os participantes avaliaram de forma positiva o robô e a aplicação, e apresentaram uma opinião positiva sobre o uso de robôs para cuidado de idosos, e uso da aplicação.

Esse experimento contém limitações referentes ao tamanho da amostra do experimento e o lugar de realização dos testes. Para ser possível obter uma visão geral do uso dessa aplicação será necessário realizar novos experimentos com mais pessoas e em diferentes países, podendo assim avaliar se o mesmo apresenta resultados positivos para os usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABT, C. C. **Serious games**. [S.l.]: University press of America, 1987.

American Psychiatric Association and others. **Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)**. [S.l.]: American Psychiatric Pub, 2013.

ANKI. Anki, 2018. [Acessado em 23 jun 2019]. Disponível em: <<https://anki.com/en-us/vector.html>>.

BALL, K. et al. Effects of cognitive training interventions with older adults: a randomized controlled trial. **Jama**, American Medical Association, v. 288, n. 18, p. 2271–2281, 2002.

BALLANTYNE, G. H.; MOLL, F. The da vinci telerobotic surgical system: the virtual operative field and telepresence surgery. **Surgical Clinics**, Elsevier, v. 83, n. 6, p. 1293–1304, 2003.

BEMELMANS, R. et al. Socially assistive robots in elderly care: A systematic review into effects and effectiveness. **Journal of the American Medical Directors Association**, Elsevier, v. 13, n. 2, p. 114–120, 2012.

BOLETSIS, C.; MCCALLUM, S. Smartkuber: a serious game for cognitive health screening of elderly players. **Games for health journal**, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 5, n. 4, p. 241–251, 2016.

CAO, Z. et al. OpenPose: realtime multi-person 2D pose estimation using Part Affinity Fields. In: **arXiv preprint arXiv:1812.08008**. [S.l.: s.n.], 2018.

CHRISTMANN, G. H. G. **Um jogo de interação humano-robô para o ensino de língua inglesa**. 2018. 63 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Curso de Graduação em Engenharia de Computação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

DJAOUTI, D.; ALVAREZ, J.; JESSEL, J.-P. Classifying serious games: the g/p/s model. In: **Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches**. [S.l.]: IGI Global, 2011. p. 118–136.

DJAOUTI, D. et al. Origins of serious games. In: **Serious games and edutainment applications**. [S.l.]: Springer, 2011. p. 25–43.

DOVE, E.; ASTELL, A. J. The use of motion-based technology for people living with dementia or mild cognitive impairment: a literature review. **Journal of medical Internet research**, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 19, n. 1, p. e3, 2017.

ENGEL, J. **SoftBank Taps Affective to Boost Pepper Robots Emotional IQ**. Xconomy Boston, 2018. [Acessado em 23 jun 2019]. Disponível em: <<https://xconomy.com/boston/2018/08/28/softbank-taps-affective-to-boost-pepper-robots-emotional-iq/>>.

FITZGERALD, C. Developing baxter. In: IEEE. **2013 IEEE Conference on Technologies for Practical Robot Applications (TePRA)**. [S.l.], 2013. p. 1–6.

FORTES, F. M. A superação das limitações da terceira idade através de danças adaptadas. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, v. 2, n. 3, p. 419–434, 2009.

GEDA, Y. E. et al. Physical exercise, aging, and mild cognitive impairment: a population-based study. **Archives of neurology**, American Medical Association, v. 67, n. 1, p. 80–86, 2010.

GOODRICH, M. A.; SCHULTZ, A. C. et al. Human–robot interaction: a survey. **Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction**, Now Publishers, Inc., v. 1, n. 3, p. 203–275, 2008.

GRAHAM, J. E. et al. Prevalence and severity of cognitive impairment with and without dementia in an elderly population. **The Lancet**, Elsevier, v. 349, n. 9068, p. 1793–1796, 1997.

GUSTAFSON, L. What is dementia? **Acta Neurologica Scandinavica**, Wiley Online Library, v. 94, p. 22–24, 1996.

HANSEN, S. T.; ANDERSEN, H. J.; BAK, T. Practical evaluation of robots for elderly in denmark: An overview. In: IEEE PRESS. **Proceedings of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction**. [S.l.], 2010. p. 149–150.

HUGO, J.; GANGULI, M. Dementia and cognitive impairment: epidemiology, diagnosis, and treatment. **Clinics in geriatric medicine**, Elsevier, v. 30, n. 3, p. 421–442, 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2018.

KATO, P. M. Video games in health care: Closing the gap. **Review of general psychology**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 14, n. 2, p. 113–121, 2010.

LAMBERT, D. **Body language**. [S.l.]: HarperCollins, 2004.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

MAIMONE, M. W.; LEGER, P. C.; BIESIADECKI, J. J. Overview of the mars exploration rovers autonomous mobility and vision capabilities. In: **IEEE international conference on robotics and automation (ICRA) space robotics workshop**. [S.l.: s.n.], 2007.

MITCHELSON, A. **Amazon is secretly developing a home robot called Vesta**. The new daily, 2018. [Acessado em 23 jun 2019]. Disponível em: <<https://thenewdaily.com.au/life/tech/2018/04/24/amazon-robot-vesta-home/>>.

Munich Airport. **Hi! I'm Josie Pepper**. 2018. Acessado em 03 jun 2019. Disponível em: <<https://www.munich-airport.com/hi-i-m-josie-pepper-3613413>>.

PARO. Paro Robotics, 2003. [Acessado em 23 jun 2019]. Disponível em: <<http://www.parorobots.com/>>.

PERISSÉ, C.; MARLI, M. **Idosos indicam caminhos para uma melhor idade**. Agência IBGE Notícias, 2019. [Acessado em 14 jun 2019]. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/24036-idosos-indicam-caminhos-para-uma-melhor-idade>>.

Qiron Robotics. Qiron Robotics, 2013. [Acessado em 23 jun 2019]. Disponível em: <<http://qironrobotics.com/>>.

REBOK, G. W.; BALCERAK, L. J. Memory self-efficacy and performance differences in young and old adults: The effect of mnemonic training. **Developmental Psychology**, American Psychological Association, v. 25, n. 5, p. 714, 1989.

REGO, P.; MOREIRA, P. M.; REIS, L. P. Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy. In: IEEE. **5th Iberian conference on information systems and technologies**. [S.l.], 2010. p. 1–6.

RICHTER, G.; RABAN, D. R.; RAFAELI, S. Studying gamification: the effect of rewards and incentives on motivation. In: **Gamification in education and business**. [S.l.]: Springer, 2015. p. 21–46.

ROBINS, B. et al. Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage social interaction skills? **Universal Access in the Information Society**, Springer, v. 4, n. 2, p. 105–120, 2005.

SÄRKÄMÖ, T. et al. Cognitive, emotional, and social benefits of regular musical activities in early dementia: randomized controlled study. **The Gerontologist**, Oxford University Press, v. 54, n. 4, p. 634–650, 2014.

SILVA, A. F. G. da; BERBEL, A. M. O benefício da dança sênior em relação ao equilíbrio e às atividades de vida diárias no idoso. **ABCS Health Sciences**, v. 40, n. 1, 2015.

SNIDER, J. G.; OSGOOD, C. E. **Semantic differential technique; a sourcebook**. [S.l.]: Aldine Pub. Co., 1969.

TANAKA, F. et al. Pepper learns together with children: Development of an educational application. In: IEEE. **2015 IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)**. [S.l.], 2015. p. 270–275.

TAPUS, A.; TAPUS, C.; MATARIC, M. J. The use of socially assistive robots in the design of intelligent cognitive therapies for people with dementia. In: IEEE. **2009 IEEE international conference on rehabilitation robotics**. [S.l.], 2009. p. 924–929.

United Nations. **LIVING ARRANGEMENTS OF OLDER PERSONS: A REPORT ON AN EXPANDED INTERNATIONAL DATASET**. Department of Economic and Social Affairs, 2017. [Acessado em 14 jun 2019]. Disponível em: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017_Highlights.pdf>.

_____. **World Population Ageing 2017 Highlights**. Department of Economic and Social Affairs, 2017. [Acessado em 14 jun 2019]. Disponível em: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017_Highlights.pdf>.

VALENZUELA, M.; SACHDEV, P. Can cognitive exercise prevent the onset of dementia? systematic review of randomized clinical trials with longitudinal follow-up. **The American Journal of Geriatric Psychiatry**, Elsevier, v. 17, n. 3, p. 179–187, 2009.

WADA, K.; SHIBATA, T. Living with seal robots in a care house-evaluations of social and physiological influences. In: IEEE. **2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**. [S.l.], 2006. p. 4940–4945.

WADA, K. et al. Robot therapy for elders affected by dementia. **IEEE Engineering in medicine and biology magazine**, IEEE, v. 27, n. 4, p. 53–60, 2008.

_____. Effects of robot-assisted activity for elderly people and nurses at a day service center. **Proceedings of the IEEE**, IEEE, v. 92, n. 11, p. 1780–1788, 2004.

_____. Psychological and social effects of one year robot assisted activity on elderly people at a health service facility for the aged. In: IEEE. **Proceedings of the 2005 IEEE international conference on robotics and automation**. [S.l.], 2005. p. 2785–2790.

WIEMEYER, J.; KLIEM, A. Serious games in prevention and rehabilitation a new panacea for elderly people? **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 9, n. 1, p. 41, 2012.

WOLINSKY, F. D. et al. A randomized controlled trial of cognitive training using a visual speed of processing intervention in middle aged and older adults. **PloS one**, Public Library of Science, v. 8, n. 5, p. e61624, 2013.

World Health Organization. **Envelhecimento ativo: uma política de saúde**. [S.l.]: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005.

_____. **World report on ageing and health**. [S.l.]: World Health Organization, 2015.

ZLOTNIK, H. World population prospects-the 2004 revision, highlights. **United Nations, Population Division/DESA at www.unpopulation.org**, 2005.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Para desenvolver o sistema apresentado no trabalho foi utilizado o ambiente de desenvolvimento gráfico Choregraphe, já apresentado na Subseção 3.1.3 do Capítulo Materiais e Métodos. Esse *software* contém uma interface direta para teleoperação do robô; uma simulação 3D de Pepper para testes; e uma linguagem de programação baseada em blocos para desenvolver aplicações que posteriormente serão carregadas no robô.

Choregraphe contém blocos prontos com diversas funções para serem utilizados nas aplicações com o robô. Na Figura A.1 são apresentados os blocos utilizados no sistema demonstrado nesse trabalho. A seguir são descritas as funções referentes a cada bloco da figura:

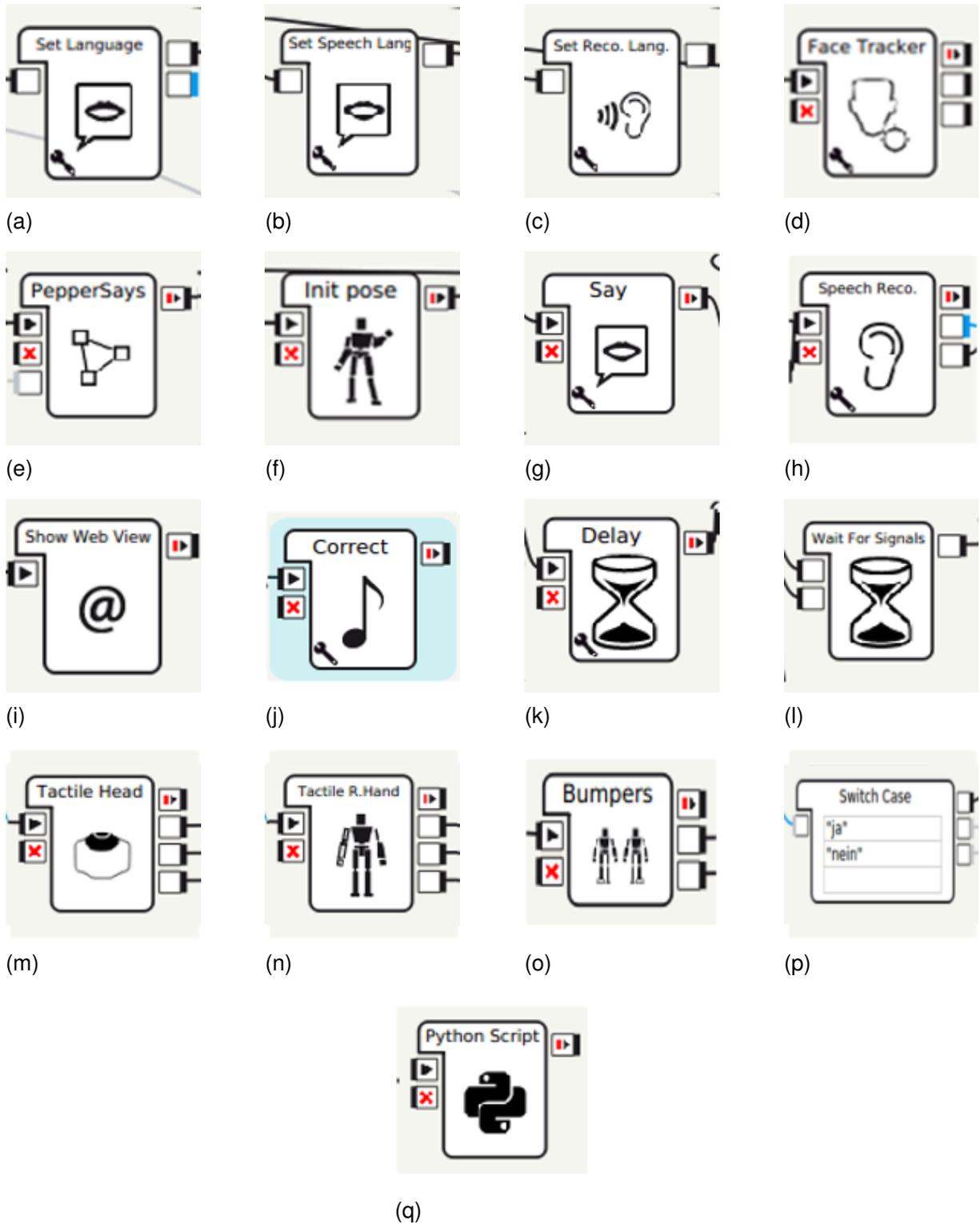
- (a) Set Language: configura o idioma que será utilizado durante a aplicação;
- (b) Set Speech Lang.: configura o idioma referente a fala do robô, alterando sotaque e características da voz de Pepper;
- (c) Set Reco. Lang.: configura o idioma para o reconhecimento de fala;
- (d) Face Tracker: habilita a função de rastreamento de rostos, dessa forma Pepper consegue seguir o rosto de uma pessoa;
- (e) Diagram: é um bloco para abstração de lógica, podendo ser comparado com uma função da linguagem C++. Na figura é apresentada o diagrama contendo o jogo Pepper Sagt, dentro desse bloco está toda a lógica do jogo;
- (f) Timeline: bloco utilizado para criar poses e animações para o robô. Esse bloco contém uma interface gráfica para configurar a posição de um certo motor e selecionar o tempo para execução da pose;
- (g) Say: bloco utilizado para fazer Pepper falar uma palavra ou frase;
- (h) Speech Reco.: habilita Pepper reconhecer uma palavra contida em uma lista de palavras criada pelo programador;
- (i) Show Web View: apresenta páginas web no tablet;
- (j) Play Sound: reproduz arquivos de áudio;
- (k) Delay: pausas temporais definidas pelo programador;
- (l) Wait For Signals: espera as duas entradas do bloco serem estimuladas para posteriormente estimular a saída;

- (m) Tactile Head: apresenta o estado dos sensores de toque capacitivos contidos na cabeça do robô;
- (n) Tactile R.Hand ou Tactile L.Hand: apresenta o estado dos sensores de toque capacitivos contidos na mão esquerda ou direita do robô;
- (o) Bumpers: informa quando os sensores de impactos foram acionados;
- (p) Switch Case: compara a entrada do bloco com os itens definidos, e com base nisso estimula uma saída. Pode ser utilizado números e *strings*;
- (q) Python *script*: habilita Pepper executar *scripts* em Python.

A programação no *software* Choregraphe é realizada conectando blocos com as funções desejadas, esses blocos contêm entradas (lado esquerdo) e saídas (lado direito). A Figura A.2 apresenta o painel de diagrama de fluxo referente a inicialização do sistema. Essa figura contém realces coloridos e numerados para tornar mais fácil a explicação. Da mesma maneira que os blocos, cada painel contém entradas (lado esquerdo) e saídas (lado direito). Na lista a seguir, são detalhadas as funções referentes a cada realce da Figura A.2.

1. Início do diagrama de fluxo. Aqui está localizado o sinal de início do programa. Toda vez que um bloco é ativado, a lógica contida dentro desse bloco é estimulada a partir desse sinal. Além disso, nessa área é possível adicionar novas entradas, externas ao bloco, ao painel.
2. Área de eventos. Eventos são sinais assíncronos gerados pelos robô;
3. Blocos para inicialização do sistema de fala, reconhecimento de fala e reconhecimento facial. Aqui é configurado o idioma e ativado o sistema para procurar rostos no ambiente;
4. Diagrama contendo a lógica para seleção do jogo;
5. Diagramas contendo a lógica dos jogos Pepper Sagt e Tanz' mit Pepper;
6. Bloco para realizar pose inicial (Figura 3.10b);
7. Diagrama contendo a lógica para obter comandos do tablet;
8. Sinal para finalizar o bloco. Como esse é o painel inicial do sistema, se o sinal de finalizar o bloco for ativado o processo referente ao sistema será finalizado. Como a intenção do sistema é ficar esperando por novos jogadores, foi criado um laço infinito e desse modo o processo nunca é finalizado.

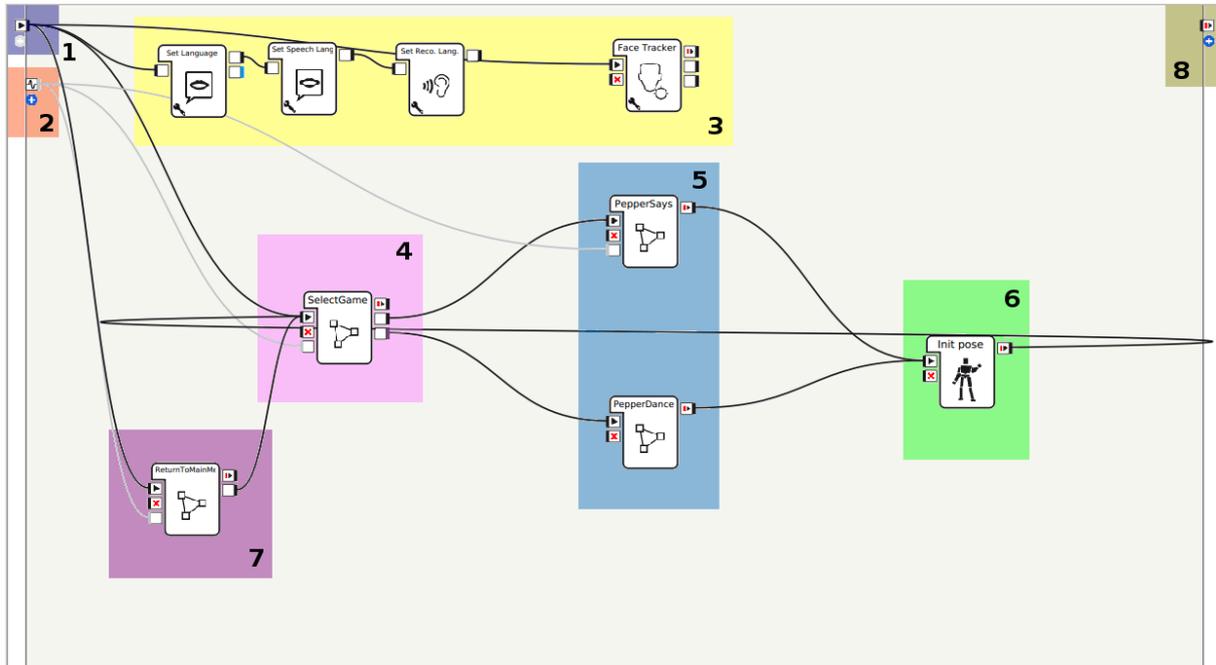
Figura A.1 – Blocos utilizados para desenvolver o sistema.



Fonte: Autor.

A Figura A.3 apresenta o painel referente à lógica do jogo Pepper Sagt no *software* Choregraphe. Realces coloridos e enumerados foram utilizados para ajudar na descrição da lógica. Esse painel está abstraído dentro do diagrama apresentado na Figura A.1e e

Figura A.2 – Painel de diagrama de fluxo contendo as inicialização do sistema.



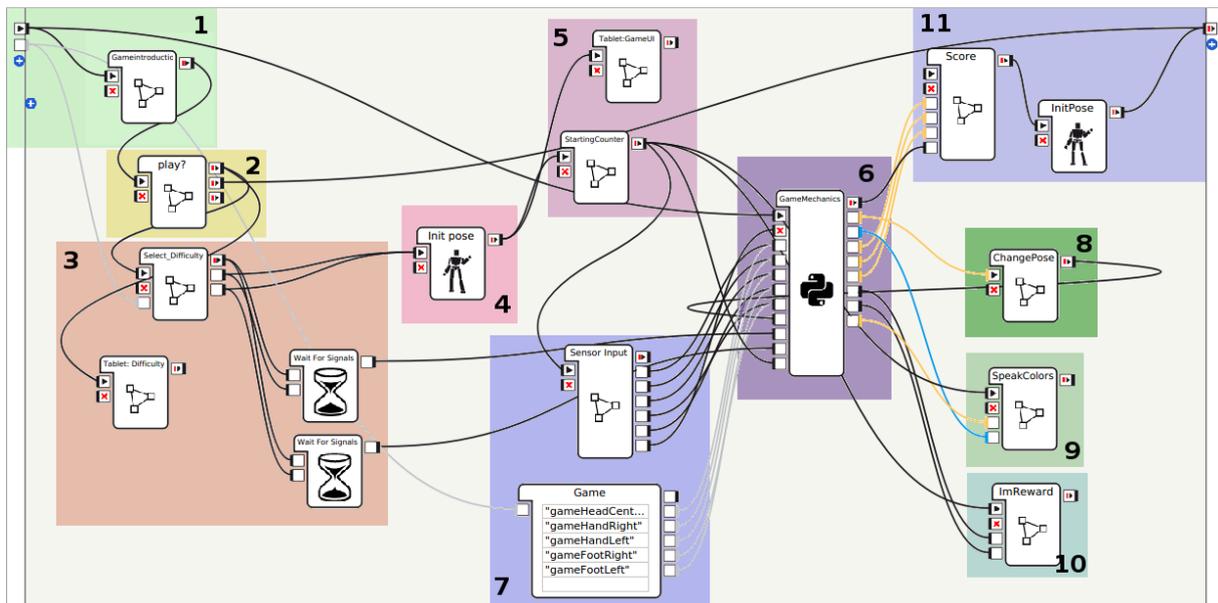
Fonte: Autor.

utilizado no realce 5 da Figura A.2.

1. Início do diagrama de fluxo referente ao jogo Pepper Sagt. Uma vez inicializado o diagrama, será executada a introdução do jogo e apresentação das regras. A lógica da apresentação está contido dentro do diagrama apresentado nesse realce;
2. Diagrama contendo à lógica de pergunta e reconhecimento de respostas para o questionamento se o jogador deseja jogar;
3. Escolha da dificuldade;
4. Bloco para realizar pose inicial (Figura 3.10b);
5. Início do jogo;
6. Bloco de Python *script* referente a mecânica do jogo Pepper Sagt. O código contido nesse bloco é apresentado em Código A.1. Esse bloco contém diversas entradas (lado esquerdo do bloco) relativas ao sinal de início do jogo, estado dos sensores e sinais oriundos do tablet. Esse também contém diversas saídas (lado direito do bloco) relativas o sinal de fim de jogo, sinal para trocar de pose, frases para ser faladas por Pepper e recompensas imediatas;
7. Captura do estado dos sensores capacitivos e toques no tablet relativo aos círculos coloridos utilizados no jogo. As saídas do bloco superior são oriundas dos sensores capacitivos e as saídas do bloco inferior são oriundas dos toques no tablet;

8. Diagrama contendo a lógica de troca de poses do jogo;
9. Diagrama contendo as funções de fala do robô;
10. Diagrama contendo as recompensas imediatas;
11. Diagrama contendo a apresentação do resultado do jogo, e frases referentes ao fim do jogo. Aqui também é utilizado um bloco para realizar a pose inicial (Figura 3.10b);

Figura A.3 – Painel de diagrama de fluxo contendo o jogo Pepper Sagt.



Fonte: Autor.

Código A.1 contém o *script* em Python referente a mecânica do jogo Pepper Sagt. No sistema, esse código está inserido dentro de um bloco de Python *script* (Figura A.1q) e é apresentado no realce 6 da Figura A.3.

Código A.1: Python Script referente à lógica do jogo Pepper Sagt.

```

1 class MyClass(GeneratedClass) :
2     def __init__(self) :
3         GeneratedClass.__init__(self)
4
5     def onLoad(self) :
6         self.color_yellow = False
7
8     def onUnload(self) :
9         pass
10
11    def onInput_onStart(self) :
```

```
12     import time
13     import random
14
15     self.difficulty_easy = False
16     self.difficulty_hard = False
17     self.on_start_game = False
18
19     while (not self.on_start_game):
20         time.sleep(0.1)
21
22     color_list = 0
23
24     if self.difficulty_easy == True:
25         color_list = ['yellow', 'red', 'blue']
26     elif self.difficulty_hard == True:
27         color_list = ['yellow', 'red', 'blue', 'green', 'pink']
28
29     NUMBER_OF_POSITIONS = 5
30     NUMBER_OF_OUTPUTTYPES = 3
31
32     # duration of the game in seconds
33     TIME_GAME_LIMIT = 60
34     running_game = True
35
36     # game score
37     game_score = 0
38     game_correct_choices = 0
39     game_incorrect_choices = 0
40
41     # system time on the game start
42     time_game_start = time.time()
43
44     # loop for a time limit period
45     while running_game == True:
46
47         # reset input states
48         self.color_yellow = False
49         self.color_red = False
50         self.color_blue = False
51         self.color_green = False
52         self.color_pink = False
53
```

```

54         # we need a break befor every output otherwise the last
55         input will match with the next output
56         time.sleep(1)
57
58         # randomise color
59         current_color = random.choice(color_list)
60
61         # randomise output type
62         current_outputType = random.randint(1, NUMBER_OF_OUTPUTTYPES
63     )
64
65         self.OutputOutputType(current_outputType)
66
67         # play pose and play
68         current_pose = random.randint(1, NUMBER_OF_POSITIONS)
69         self.OutputPose(current_pose)
70
71         # notify the color to the user
72         self.log("Current color: " + str(current_color))
73         self.OutputColor(current_color)
74
75
76         # wait the user's input and look for the game time limit
77         while True:
78
79             # check the duration of the game
80             if (time.time() - time_game_start) > TIME_GAME_LIMIT:
81                 self.log("End game")
82                 running_game = False
83                 break
84
85             # if the game didnt finish wait for the human input,
86             # and check if is correct
87             else:
88
89                 if self.color_yellow == True:
90
91                     # check if the color is correct
92                     if current_color == "yellow":
93                         self.log("Acertou")
94                         game_correct_choices += 1
95                         self.CorrectAnswer()

```

```
94         else :
95             self.log("Errou")
96             game_incorrect_choices += 1
97             self.IncorrectAnswer()
98
99         break
100
101     elif self.color_red == True:
102
103         # check if the color is correct
104         if current_color == "red":
105             self.log("Acertou")
106             game_correct_choices += 1
107             self.CorrectAnswer()
108
109         else :
110             self.log("Errou")
111             game_incorrect_choices += 1
112             self.IncorrectAnswer()
113
114         break
115
116     elif self.color_blue == True:
117
118         # check if the color is correct
119         if current_color == "blue":
120             self.log("Acertou")
121             game_correct_choices += 1
122             self.CorrectAnswer()
123
124         else :
125             self.log("Errou")
126             game_incorrect_choices += 1
127             self.IncorrectAnswer()
128
129         break
130
131     elif self.color_green == True:
132
133         # check if the color is correct
134         if current_color == "green":
135             self.log("Acertou")
```

```

136         game_correct_choices += 1
137         self . CorrectAnswer ()
138
139     else :
140         self . log ("Errou")
141         game_incorrect_choices += 1
142         self . IncorrectAnswer ()
143
144     break
145
146     elif self . color_pink == True :
147
148         # check if the color is correct
149         if current_color == "pink" :
150             self . log ("Acertou")
151             game_correct_choices += 1
152             self . CorrectAnswer ()
153
154         else :
155             self . log ("Errou")
156             game_incorrect_choices += 1
157             self . IncorrectAnswer ()
158
159         break
160
161         # delay waiting for the user ,
162         # if not it will crash
163         #time . sleep (0.1)
164         time . sleep (0.1)
165
166     time . sleep (0.25)
167     #END_WHILE
168     # notify the user about the score
169     self . log ("Acertos : " + str (game_correct_choices))
170     self . log ("Erros : " + str (game_incorrect_choices))
171     self . log ("Score : " + str (game_score))
172
173     # send output to score diagram
174     self . No_PossibleBestResult (10)    # how many answer could be
possible in x time
175     self . No_CorrectReponse (game_correct_choices)
176     self . No_IncorrectResponse (game_incorrect_choices)

```

```
177
178     self.onStopped()
179
180     def onInput_onStop(self):
181         self.onUnload() #it is recommended to reuse the clean-up as the
182         box is stopped
183         self.onStopped() #activate the output of the box
184
185     def onInput_ColorYellow(self):
186         self.color_yellow = True
187         self.log("Touch yellow color")
188
189     def onInput_ColorRed(self):
190         self.color_red = True
191         self.log("Touch red color")
192
193     def onInput_ColorBlue(self):
194         self.color_blue = True
195         self.log("Touch blue color")
196
197     def onInput_ColorGreen(self):
198         self.color_green = True
199         self.log("Touch green color")
200
201     def onInput_ColorPink(self):
202         self.color_pink = True
203         self.log("Touch pink color")
204
205     def onInput_PoseFinished(self):
206         self.pose_finished = True
207
208     def onInput_DIFFICULTY_easy(self):
209         self.difficulty_easy = True
210         self.log("Easy")
211
212     def onInput_DIFFICULTY_hard(self):
213         self.difficulty_hard = True
214         self.log("Hard")
215
216     def onInput_onStartGame(self):
217         self.on_start_game = True
```

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA INTERAÇÃO
COM O ROBÔ**

Incluído na próxima página, devido à formatação.

Questionário para avaliação qualitativa da interação com o robô

Gostaríamos de agradecer-lo por concordar em participar desta pesquisa. Esse questionário é um meio de avaliar a solução desenvolvida. Concebemos essa pesquisa com o objetivo de coletar observações dos participantes, após os mesmos tenham interagido com a aplicação, sobre o desenvolvimento e uso de um robô voltado ao cuidado de idosos. Esse questionário necessita de aproximadamente 5 minutos para ser preenchido. Essa é uma pesquisa anônima, suas respostas serão utilizadas apenas para o propósito de pesquisa.

Se houver qualquer dúvida, favor nos informar.

Favor marcar apenas uma opção para cada questão.

Informações pessoais

1. Gênero

- Feminino
- Masculino
- Outro: _____

2. Quantos anos você tem? _____

3. Você trabalha ou já trabalhou com idosos?

- Sim
Há quanto tempo você trabalha com pessoas idosas? _____
- Não

4. Educação

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Ensino Superior - Engenharia
- Ensino Superior - Negócios
- Ensino Superior - Ciência e tecnologia
- Ensino Superior - Saúde
- Ensino Superior - Direito
- Ensino Superior - Humanas
- Outros: _____

5. Familiaridade com robôs

- Eu nunca vi um robô
- Eu já vi um robô na televisão/internet
- Eu já vi um robô pessoalmente, porém não tenho familiaridade com o assunto
- Eu já interagi com um robô
- Eu trabalho com robôs

Sobre o robô

Nessa seção você irá encontrar perguntas a respeito da sua opinião e pensamentos sobre o robô. Favor responder todas as questões.

Avalie seus sentimentos durante a interação com o robô.

6. Arriscado - Seguro	Arriscado ○—○—○—○—○ Seguro
7. Ansioso - Tranquilo	Ansioso ○—○—○—○—○ Tranquilo
8. Irritado - Calmo	Irritado ○—○—○—○—○ Calmo
9. Indiferente - Impressionado	Indiferente ○—○—○—○—○ Impressionado
10. Perturbado - Sossegado	Perturbado ○—○—○—○—○ Sossegado
11. Amedrontado - Seguro	Amedrontado ○—○—○—○—○ Seguro
12. Insatisfeito - Satisfeito	Insatisfeito ○—○—○—○—○ Satisfeito
13. Entediado - Animado	Entediado ○—○—○—○—○ Animado

Avalie sua opinião sobre o robô.

14. Imprevisível - Previsível	Imprevisível ○—○—○—○—○ Previsível
15. Arriscado - Seguro	Arriscado ○—○—○—○—○ Seguro
16. Estranho - Familiar	Estranho ○—○—○—○—○ Familiar
17. Suspeito - Confiável	Suspeito ○—○—○—○—○ Confiável
18. Artificial - Natural	Artificial ○—○—○—○—○ Natural
19. Fora de controle - Controlado	Fora de controle ○—○—○—○—○ Controlado

Sobre o jogo

Nessa seção você irá encontrar perguntas a respeito da sua opinião e pensamentos sobre o jogo apresentado pelo robô. Favor responder todas as questões.

Avalie sua opinião sobre o jogo.

20. Fácil - Difícil				
Fácil ○—○—○—○—○ Difícil				
21. Eu entendi as regras do jogo!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente
22. Eu gostei de jogar!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente
23. Eu achei o jogo interessante!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente
24. Eu gostaria de jogar novamente!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente

Sobre o futuro

Nessa seção você irá encontrar perguntas a respeito da sua opinião sobre o futuro da interação entre humanos e robôs. Favor responder todas as questões.

25. Eu acho que os idosos iriam interagir com o robô!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente
26. Eu consigo me imaginar trabalhando com esse robô!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente
27. Eu acho que robôs podem ser úteis no cuidado de idosos!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente
28. Eu consigo imaginar idosos interagindo com robôs!				
<input type="radio"/> Discordo totalmente	<input type="radio"/> Discordo	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Concordo	<input type="radio"/> Concordo totalmente