

2021

**ANDRÉ PEDROSO
RODRIGUES GARCIA
DIOGO**

**Efeito do design da estrutura física
do robô na confiança durante uma
situação de emergência**

2021

**ANDRÉ PEDROSO
RODRIGUES GARCIA
DIOGO**

Efeito do design da estrutura física do robô na confiança durante uma situação de emergência

Dissertação apresentada ao IADE - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação da Universidade Europeia, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design de Interação realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Emília Capucho Duarte, professora associada do IADE - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação da Universidade Europeia e da Doutora Hande Ayanoglu, professora auxiliar do IADE - Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação, da Universidade Europeia.

Esta investigação, percurso e desafio dedico-o à minha família, pelo apoio e auxílio nos piores e melhores momentos, pois, sem ela nunca teria esta oportunidade nem a levaria com a mesma força até ao fim.

agradecimentos

Começo por agradecer à minha família, pelo apoio na escolha que foi o meu percurso por este mestrado e investigação.

Gostaria de agradecer também aos meus amigos mais próximos, por terem compreendido que nem sempre lhes pude dedicar tanto tempo quanto queria e por terem estado sempre lá para mim nas melhores alturas e nas mais frustrantes deste percurso.

Também gostaria de deixar um especial obrigado a todos os membros envolvidos nesta investigação: ao professor Joaquim Casaca e à professora Júlia Teles pelo auxílio na análise estatística dos estudos da investigação; ao professor Rodrigo Ramirez pela ajuda com alguns pequenos detalhes que deram uma melhor direção a esta investigação; ao José Graça por todo o apoio técnico e pela programação do espaço virtual; à UNIDCOM pela disponibilização do UX-Lab para a realização dos testes; à professora Elisangela Vilar, por ter disponibilizado o seu trabalho no ambiente virtual, no qual esta investigação se baseou; e por último e não menos importante, a todas as pessoas que se disponibilizaram para responder aos inquéritos e para testar o ambiente virtual.

Não podia deixar de agradecer com um especial obrigado às minhas orientadoras Emília Duarte e Hande Ayanoglu, por todo o apoio e incentivo ao longo deste desafio e por não deixarem de acreditar em mim mesmo nos momentos mais difíceis.

palavras-chave

Design de Interação, Interação Humano-Robô, Confiança, Robôs Sociais, Robôs de Serviço, Realidade Virtual

resumo

O uso de robôs de serviço tem vindo a aumentar, nomeadamente nas tarefas de alto-risco e em situações de emergência. A confiança nos robôs é um tema pertinente na Interação Humano-Robô (IHR), sendo particularmente importante em situações que ponham o bem-estar e a segurança dos utilizadores em risco. Sabendo que o design da aparência do robô é um dos principais fatores com impacto na confiança, este estudo procurou contribuir para a melhoria da IHR, investigando como esta pode ser afetada pela morfologia do robô (i.e., elementos identificadores do género, olhos, mãos). O estudo decorreu em duas etapas. A primeira, de carácter indutivo, teve por objetivo explorar as perceções dos utilizadores quanto à morfologia de um robô de serviço para uso em situações de emergência. Para o efeito, recorreu-se a um inquérito por questionário, que revelou a preferência por modelos antropomórficos, com ênfase para a presença de olhos e braços. A segunda etapa, de carácter dedutivo, experimental, consistiu na avaliação da confiança (i.e., decisão de seguir as orientações de navegação dadas por um robô de serviço) com recurso a uma simulação de uma evacuação de emergência em Realidade Virtual. Recorreu-se a um desenho experimental misto, onde a variável inter-sujeitos (grupos independentes) foi a existência de olhos no robô e a variável intra-sujeitos (medidas repetidas) foram as *affordances* do ambiente (i.e., favorável vs desfavorável), através da manipulação de variáveis como iluminação e largura dos corredores. Foi ainda aplicado um questionário pós-teste para se avaliarem aspetos individuais, como as atitudes e crenças face aos robôs. Os resultados sugerem uma influência, estatisticamente significativa, dos olhos na confiança no robô, mas não houve diferenças quanto às *affordances do ambiente*. Embora os participantes tenham achado o robô demasiado artificial e mecânico, sentiram a necessidade de o seguir. Independentemente da existência de olhos nos robôs, estes produtos parecem ser uma solução promissora para apoio à evacuação de emergência em edifícios complexos. Os resultados deste estudo podem ser informativos para o design de uma IHR de qualidade.

Keywords

Interaction Design, Human-Robot Interaction, Trust, Social Robots, Service Robots, Virtual Reality

abstract

The use of service robots has been increasing, particularly in high-risk tasks and in emergency situations. Confidence in robots is a relevant topic in Human-Robot Interaction (HRI), being particularly important in situations that put the well-being and safety of users at risk. Knowing that the design of the robot's appearance is one of the main factors with an impact on confidence, this study should contribute to an improvement of the HRI, investigating how it can be affected by the robot's morphology (ie, gender identifying elements, eyes, hands). The study took place in two stages. The first, of an inductive nature, aimed to explore the users' perceptions regarding the morphology of a service robot for use in emergency situations. For this purpose, a questionnaire survey was used, which revealed the preference for anthropomorphic models, with emphasis on the presence of eyes and arms. The second stage, of a deductive, experimental nature, consisted of assessing confidence (that is, the decision to follow navigation guidelines given by a service robot) using a simulation of an emergency evacuation in Virtual Reality. A mixed experimental design was used, where the inter-subject variable (independent groups) was the existence of eyes on the robot and the intra-subject variable (repeated measures) were resources of the environment (that is, favorable vs. unfavorable), through the manipulation of variables such as lighting and corridor width. A post-test questionnaire was also sent to assess individual aspects, such as attitudes and beliefs towards robots. The results improve a tuning, statistically decreased, of the eyes in the confidence in the robot, but no differences regarding the features of the environment. Although the participants found the robot too artificial and mechanical, they felt the need to follow it. Regardless of eye-to-eye, these products appear to be a promising solution to support relief emergency evacuation. The results of this study can be informative for the design of a quality HRI.

Índice

Agradecimentos	xv
Resumo	xv
Abstract	x
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas	xviii
Capítulo 1: Introdução	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Metodologia	3
1.2.1. Questões de investigação	4
1.2.2. Hipóteses	5
1.3. Fatores críticos de sucesso	6
1.5. Diagrama do estudo	6
1.6. Organização do documento	8
Capítulo 2: Revisão de literatura	10
2.1 Design de Interação	10
2.1.1 Definição de interação e interatividade	10
2.1.2 Design de interação	11
2.1.3 Design centrado no humano	13
2.1.3 Design da experiência do utilizador	15
2.2 Interação entre o Humano e a Tecnologia	15
2.2.1 Interação de Humano para Humano	16
2.2.2 Interação entre Humano e Animal	19
2.2.3 Interação entre Humano e Computador	20
2.2.4 Interação entre Humano e Robô	22
2.3 Robôs Sociais	23

2.3.1. Os robôs sociais em emergências	24
2.3.2. Características físicas dos robôs sociais que podem influenciar a confiança	25
2.4 Confiança	31
2.4.1 Definição de Confiança	31
2.4.2 Confiança nas IHR	32
2.4.3 “Sobreconfiança” nas IHR	39
2.4.4. Da familiaridade à repudição: a síndrome de Uncanny Valley	39
2.5 Saídas de emergência	41
2.5.1 Fatores que influenciam a decisão numa evacuação de emergência	41
2.5.2 Simulação de uma situação de emergência	42
Capítulo 3: Desenvolvimento do Projeto	45
3.1 Primeiro Estudo: Morfologia e características físicas do robô guia	46
3.1.1. Resumo	46
3.1.2. Métodos	46
3.1.3. Variáveis	53
3.1.4. Procedimento	54
3.1.5. Amostra	55
3.1.6. Materiais e Equipamento	55
3.1.7. Limitações	55
3.1.8 Análise dos resultados	56
3.1.9. Discussão	61
3.1.10. Conclusão do Primeiro Estudo	62
3.2 Segundo Estudo: estudo piloto sobre a influência das características morfológicas dos robôs humanoides na confiança durante uma evacuação de emergência	63
3.2.1. Resumo	63
3.2.2. Métodos	64
3.2.3. Variáveis	65
3.2.4. Construção e logística do ambiente virtual	66
3.2.5. Materiais e Equipamento	70
3.2.6. Procedimento	71

3.2.7. Amostra	75
3.2.8. Limitações	75
3.2.9. Análise dos resultados do segundo estudo	76
3.2.10. Análise complementar	77
3.2.11. Discussão	82
3.2.12. Conclusão do Segundo Estudo	84
Capítulo 4: Conclusões	86
5.1. Limitações	92
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	93
Referências Bibliográficas	95
Apêndice	108
Apêndice A: Revisão de literatura das IHR	109
Apêndice B: Ferramentas para estudar o utilizador nas IHR	114
Apêndice C: Guião do inquérito por questionário do primeiro estudo	117
Apêndice D: Consentimento informado e cenário de contexto (segundo estudo)	128
Apêndice E: Documento de registo de análise e apontamentos da experiência do segundo estudo	130
Apêndice F: Modelo dos questionários aplicados no segundo estudo	132
Apêndice G: Respostas ao questionário pós-teste efetuado no segundo estudo	137
Apêndice H: Exemplos do ambiente virtual recomendado para investigações futuras	139

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama do Estudo.....	8
Figura 2: Imagem que ilustra as disciplinas do design de interação, baseada na obra “As Disciplinas da Experiência do Utilizador”, por Dan Saffer (2008).....	12
Figura 3: À esquerda o quadro “Piipunsytyttäjät” de Juho Rissanen, 1902, propriedade do Museu de Arte de Ateneum, Finlândia. À direita encontra-se um teste de mapeamento de olhar, efetuado pela Universidade de Tecnologia de Helsinki, no qual 10 homens e 10 mulheres dispuseram de 10 segundos para olhar livremente para o quadro (Hari & Kujala, 2009).	17
Figura 4: Primeiro aniversário do robô Marty (foto de Jeenah Moon para o artigo “Should Robots Have a Face?”, The New York Times, fevereiro de 2020).....	28
Figura 5: Fatores que influenciam a confiança nas IHR, apresentando múltiplos pontos que irão ser explorados neste estudo. Imagem com base na de Hancock et al. (2011).	34
Figura 7: Representação gráfica de Uncanny Valley, baseada na de Masahiro Mori, apresentada na IEEE Robotics & Automation Magazine (2012).	41
Figura 7: Termos de consentimento informado (a). Captura de ecrã retirada do questionário.	47
Figura 8: Dados demográficos (b). Captura de ecrã retirada do questionário.....	48
Figura 9: Versão portuguesa do questionário NARS (Negative Attitudes Towards Robots) (Piçarra et al., 2015) (c). Captura de ecrã retirada do questionário.	49
Figura 10: Cenário de contexto apresentado ao participante antes deste escolher o robô que o iria escolar para um local seguro (d). Captura de ecrã retirada do questionário.	49
Figura 11: Grupo de robôs que podiam ser escolhidos pelos participantes (d), identificados na tabela 5. A sua disposição era sempre aleatória. Captura de ecrã retirada do questionário.	50
Figura 12: Exemplo de uma questão das características físicas (os olhos) caso o participante escolhesse um robô antropomórfico (e). Captura de ecrã retirada do questionário.....	52
Figura 13: Exemplo de uma questão das características físicas (os olhos) caso o participante escolhesse um robô zoomórfico (e). Captura de ecrã retirada do questionário.	53

Figura 14: Exemplo de uma questão das características físicas (os olhos) caso o participante escolhesse um robô funcional (e). Captura de ecrã retirada do questionário.	53
Figura 15: Análise das atitudes negativas em relação a robôs com traços humanos (1 – atitudes mais positivas; 5 – atitudes mais negativas).....	58
Figura 16: Análise das atitudes negativas em relação à interação com robôs (1 – atitudes mais positivas; 5 – atitudes mais negativas).	59
Figura 17: Render do ambiente virtual retirado do 3ds Max. Exemplo de uma interseção onde o participante teria de tomar uma decisão (à esquerda um corredor menos iluminado – affordance desfavorável; à direita um corredor com boa iluminação – affordance favorável).	66
Figura 18: Render do ambiente virtual retirado do 3ds Max. A sala final ou “local seguro”, para onde o robô escolheu o participante no final da experiência.	67
Figura 19: Print screen do robô no ambiente virtual do Unity em desenvolvimento.	67
Figura 20: Print screen que mostra o mapa dentro do ambiente virtual, sem telhado, no Unity em desenvolvimento.	68
Figura 21: Mapa do ambiente virtual que mostra as 12 interseções (C) e as suas <i>affordances</i>	69
Figura 22: Imagem do interior do UX-Lab da UNIDCOM/IADE durante o desenvolvimento e testagem do ambiente virtual.....	71
Figura 23: Fotografia retirada durante um teste de realidade virtual, na qual se vê o monitor do investigador. No monitor pode ver-se a imagem captada pelos óculos do participante e a consola da qual se registam algumas mudanças de estado e se está a tirar notas da experiência.	71
Figura 24: Print screen da interface que indicava ao utilizador para que direção se podia mover no ambiente virtual.....	72
Figura 25: Print screen do robô sem olhos a pedir ao participante para o seguir até à sala de reuniões (Momento 1).....	73
Figura 26: Print screen da versão do robô com olhos na sala de reuniões, pronto para escoltar o participante para um local seguro (Momento 2).	74

Figura 27: digitalização da página do consentimento informado utilizada no segundo estudo	129
Figura 28: digitalização da página utilizada na recolha de dados durante a experiência do segundo estudo.....	131
Figura 29: digitalização da primeira página do questionário pós-teste do segundo estudo. Recolha de dados demográficos.	133
Figura 30: digitalização da segunda página do questionário pós-teste do segundo estudo. Inquérito para saber se o participante percebeu se o robô tinha ou não olhos e se se sentiu obrigado a seguir o robô durante a experiência (e porquê).	134
Figura 31: digitalização da terceira página do questionário pós-teste do segundo estudo. Questionário NARS (parte 1).	135
Figura 32: digitalização da quarta página do questionário pós-teste do segundo estudo. Questionário NARS (parte 2).	136
Figura 33: Ambiente virtual com iluminação realista (baked illumination) no Unity.	140
Figura 34: Print Screen dentro do ambiente virtual a testar a iluminação realista.	140

Índice de Tabelas

Tabela 1: Apresentação das questões de investigação	4
Tabela 2: Hipóteses de investigação, relação com as questões de investigação e respetivas referências que as suportam.....	5
Tabela 3: Revisão de literatura feita por Schaefer (2013) que compreende as descobertas em relação aos três fatores que influenciam a confiança numa IHR.....	35
Tabela 4: Modelos utilizados na parte (d) do questionário, enumerados e separados categoricamente pela morfologia.	51
Tabela 5: Escolha da morfologia do robô por género (Diogo et al, 2019).	56
Tabela 6: Escolha da morfologia do robô por idade (Diogo et al, 2019).....	56
Tabela 7: Tabela cruzada com a análise das características físicas dos robôs (Diogo, et al. 2019).	60
Tabela 8: <i>Affordances</i> por interseção e caminho do robô	69
Tabela 9: As decisões dos participantes de seguir o robô em função de ele ter olhos ou não e condições ambientais (Diogo et al., 2020).	76
Tabela 10: Número de participantes que hesitou em seguir o robô, por condição experimental e interseção (Diogo et al., 2020).....	78
Tabela 11: Número de participantes que descreveram que viram a direção tomada pelo robô, por condição experimental e interseção (Diogo et al., 2020).	79
Tabela 12: Mediana e valores IIQ das perceções dos participantes recolhidas com o questionário <i>Godspeed</i> , por condição experimental (Diogo et al., 2020).....	80
Tabela 13: hipóteses de investigação e análise consoante os resultados obtidos nos estudos.	88
Tabela 14: Resumo da revisão de literatura sobre as IHR	110
Tabela 15: Ferramentas de estudo do utilizador aplicadas às IHR.....	115
Tabela 16: Organização do inquérito por questionário do primeiro estudo.....	118

Capítulo 1

Introdução

O fenómeno dos robôs de serviço/sociais está a crescer exponencialmente, sendo que estes começam a surgir cada vez mais em diversas áreas do quotidiano, criando aqui uma oportunidade de os adaptar a cenários de emergência no caso de edifícios complexos para que não se tornem um obstáculo a uma evacuação segura. Para que isto seja possível é necessário que as pessoas confiem nestes robôs, surgindo uma necessidade acrescida de compreender melhor como funcionam estes produtos no contexto social, de forma a perceber como se podem construir robôs nos quais as pessoas confiam. Para tal, recorrer-se-á à área de estudo das interações entre humanos e robôs (IHR), que se dedica a compreender, desenhar e a avaliar sistemas robóticos para serem usados por humanos (Goodrich & Schultz, 2008), através da sua estrutura física e comportamental (Hancock et al., 2011), sendo que este estudo se foca no design físico do robô.

Em situações de emergência já foram testados robôs para serem utilizados como primeiro contacto, como por exemplo em incêndios (Amano, 2002) ou resgate (Nourbakhsh et al., 2005), mostrando-se ferramentas eficazes nesta área. Com a construção de cada vez mais edifícios complexos, começa também a existir uma necessidade de inovar nas soluções de evacuação dos mesmos (Vilar et al., 2014), recorrendo-se muito ao ambiente simulado em realidade virtual para produzir estudos com o objetivo de compreender o comportamento humano nessas situações de modo a melhorar as saídas de emergência para um local seguro (eg. Kobe et al. 2010; Vilar, 2012). Acredita-se que o robô pode ter um papel fundamental na ajuda nas situações descritas, servindo como guia, como demonstrado em estudos anteriores (Robinette et al., 2014, 2016). É neste pequeno espaço que o presente estudo se insere, procurando perceber, para além do fator comportamental do robô (fortemente estudada atualmente), como é que a sua estrutura física pode melhorar um possível robô guia, maximizando a confiança do humano nele e, conseqüentemente, melhorando a evacuação para um local seguro.

No primeiro estudo desta investigação procurou-se perceber, através de um inquérito por questionário, qual a melhor morfologia e características físicas que um robô guia deve possuir numa situação de evacuação para um local seguro num edifício complexo para maximizar a confiança das possíveis vítimas nele. A morfologia preferida foi a antropomórfica (que mais se assemelha ao humano), sendo os olhos a característica física votada pelos participantes como a que mais estimula confiança. No segundo estudo desta investigação recorreu-se a um ambiente em realidade virtual para simular um incêndio num edifício complexo, testando dois modelos robóticos antropomórficos concebidos com os dados do estudo anterior: um com olhos e outro sem olhos. Os robôs guiaram os participantes através de uma série de interseções, sendo que algumas aparentavam ser mais seguras e outras mais perigosas. Durante a experiência mediu-se se a decisão dos participantes ao longo do percurso estava a ser influenciada pelo caminho que o robô tomava e/ou as *affordances* do ambiente (iluminação e tamanho do corredor). Embora tenha sido uma experiência piloto com algumas limitações e os resultados não se tenham mostrado significativos em relação à confiança tanto no robô com olhos, sem olhos e nas *affordances* do ambiente, acredita-se que estes robôs podem ser uma solução promissora como guias em evacuações de emergência em edifícios complexos, sendo que este ambiente virtual, com algum trabalho, pode tornar-se uma boa ferramenta para testar outras morfologias, características físicas e até comportamentos do robô neste contexto.

1.1. Objetivos

Este estudo tem como objetivo principal melhorar a interação humano robô (IHR), nomeadamente, contribuindo para aumentar a confiança nos robôs de serviço em situações de emergência. Assim, foram definidos os seguintes objetivos secundários:

I - Identificar a morfologia do robô (entre os tipos propostos por Fong *et al.*, 2002 e adaptados por Yanco e Drudy, 2004) preferida pelos utilizadores para a tarefa de guia durante uma evacuação de emergência.

II - Compreender quais as características físicas do robô (e.g., olhos e braços) que os utilizadores consideram ter mais influência na confiança nos robôs sociais no contexto de uma emergência.

III - Conceber um modelo digital de um robô, com base nos dados adquiridos no estudo dos objetivos anteriores, para testes com utilizadores;

IV - Avaliar a influência da morfologia (i.e. antropomórfico) e características físicas do robô (i.e., olhos) e das variáveis ambientais (i.e., *affordances* favoráveis vs. desfavoráveis) na confiança das pessoas, no contexto de uma evacuação de emergência realizada em realidade virtual (RV).

V - Avaliar a influência das atitudes e crenças dos participantes na confiança no robô.

1.2. Metodologia

A presente investigação consistiu em dois estudos distintos, utilizando uma abordagem de design centrado no humano, para construir e testar um modelo robótico digital numa situação de emergência virtual.

O primeiro foi um estudo quantitativo, tendo como objetivo fazer a seleção do tipo de robô a ser utilizado e as suas características físicas mais relevantes, recorrendo a um inquérito por questionário.

No segundo estudo, pretendeu-se comparar a influência de variáveis morfológicas na confiança (i.e., robô com olhos e outro sem olhos), utilizando o robô criado com base nos resultados do primeiro estudo. Para isso, foi criada uma simulação em RV de uma evacuação emergência variando quanto às *affordances* do ambiente (i.e., favoráveis vs. desfavoráveis). Este estudo foi maioritariamente quantitativo, complementado com dados qualitativos sobre as atitudes e crenças dos participantes.

O desenho do estudo foi misto, sendo a morfologia (i.e., olhos) tratada em grupos independentes (entre-subjects) e as affordances do ambiente como medidas repetidas (intra-sujeitos).

1.2.1. Questões de investigação

Após uma revisão da literatura acerca das IHR (Apêndice A) geraram-se as questões de investigação (Q) através da problematização (Alvesson e Sandberg, 1985), neste caso, o conhecimento menos aprofundado da influência que a estrutura e características físicas do design do robô têm na confiança percebida pelo humano no contexto específico da evacuação de emergência em edifícios complexos, como apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Apresentação das questões de investigação

Q	Questão de investigação
Q1	Qual o tipo de robô de serviço (e.g., humanoide, máquina, animal) preferido pelos potenciais utilizadores para a função de guia durante uma emergência em edifícios complexos?
Q2	Qual a influência da morfologia do robô de serviço (e.g., existência/ausência de olhos) na confiança dos potenciais utilizadores num cenário de uma emergência?
Q3	Durante uma situação de emergência a confiança no robô é influenciada pelas variáveis ambientais (<i>affordances</i>)?
Q4	Até que ponto as percepções e confiança no robô são influenciadas pelas variáveis individuais (e.g., atitudes, crenças, experiências passadas, género ou idade)?

1.2.2. Hipóteses

As hipóteses (H), apresentadas na tabela 2, foram criadas para cada questão de investigação através de premissas do investigador, com base na investigação literária.

Tabela 2: Hipóteses de investigação, relação com as questões de investigação e respetivas referências que as suportam.

Questões de Investigação	Hipóteses	Referências
Q1	H1 - O tipo de robô mais indicado para a função de guia numa emergência é o antropomórfico.	Msahiro Mori, 1979; Breazeal, 2002, 2003; Choi e Kim, 2009. Li, Rau, & Li, 2010;
Q2	H2 - A morfologia do robô influencia a confiança que os utilizadores têm neste equipamento, sendo o rosto (i.e., os olhos) um dos elementos mais importantes a este respeito.	Thomsen, 1974; Fong et al., 2002; Johnson, 2005; Hari & Kujala, 2009; Admoni e Scassellati, 2017.
Q3	H3 - As variáveis do ambiente (i.e., <i>affordances</i>) influenciam a confiança que o utilizador tem no robô.	Kobe et al. 2010; Schaefer, 2013; Vilar, 2012.
Q4	H4 - As variáveis individuais, como experiências passadas, atitudes, crenças, sexo e idade, influenciam as perceções sobre os robôs.	Idade: Scopelliti et al., 2005. Etnia: Bartneck, et al., 2005; Rau, Li, and Li, 2009; Evers et al., 2008. Atitudes em relação a robôs/experiências passadas:

Syrdal, et al., 2009;
Ogreten, et al., 2010;
Looije, et al., 2010;
Ljungblad, Nylander &
Norgaard, 2011;

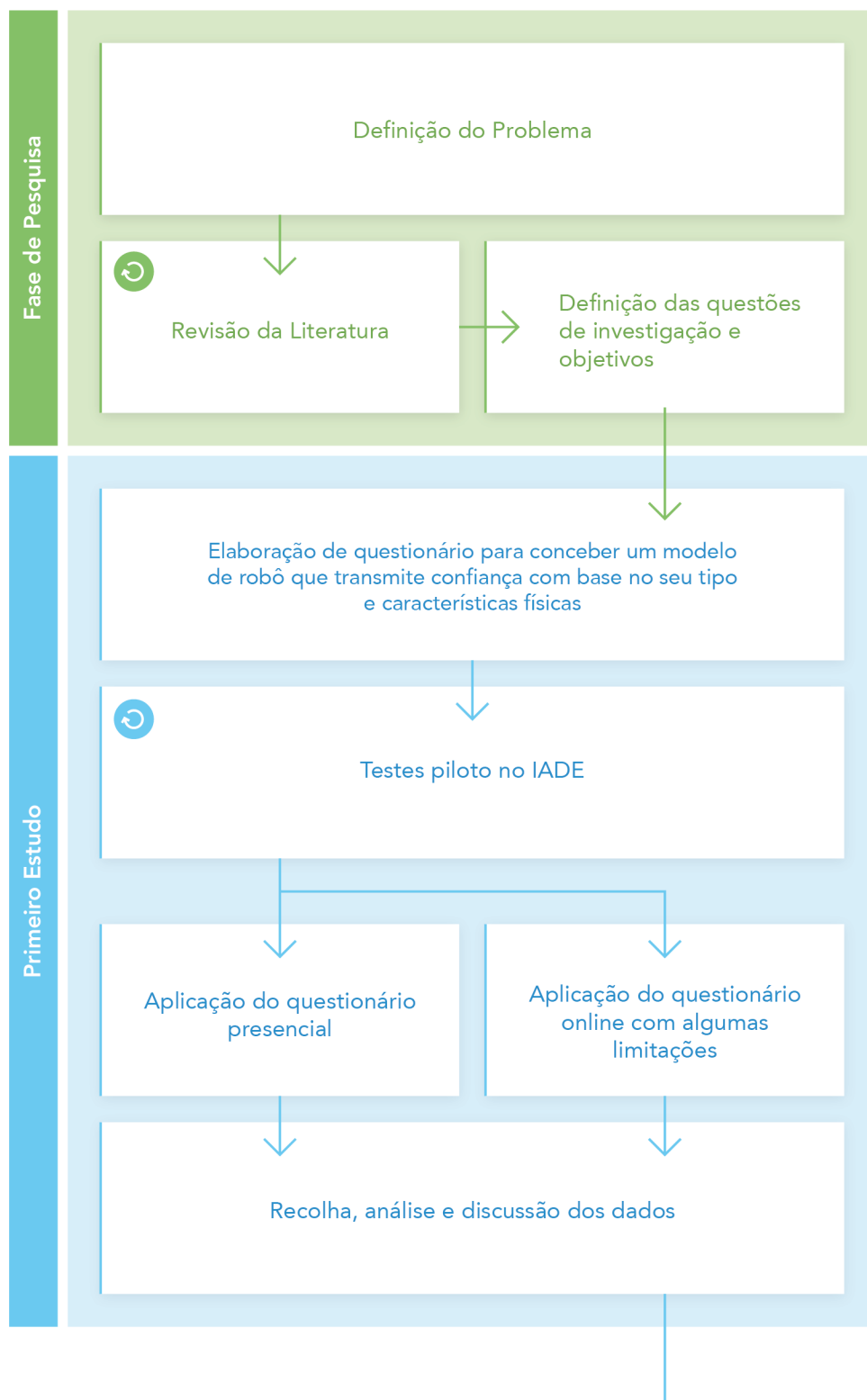
1.3. Fatores críticos de sucesso

Para que a realização deste projeto fosse possível, foi necessário cumprir com alguns requerimentos do ponto de vista técnico, nomeadamente, referente ao segundo estudo. Em primeiro lugar, de modo a executar os testes em realidade virtual, foi necessário um espaço físico reservado, com condições ambientais controladas e equipamento de RV adequado (e.g., Head-mounted display, joystick, headphones) disponível. Em segundo lugar, para a implementação do robô e do mapa da experiência num ambiente virtual, foram necessários conhecimentos de programação em Unity3D, ou similar. A falha no cumprimento de um destes requisitos seria suficiente para comprometer o estudo.

1.5. Diagrama do estudo

Em seguida apresenta-se o diagrama que compreende o mapa metodológico do estudo (figura 1), consistindo em quatro fases distintas: a primeira fase, na qual se fez uma pesquisa de literatura onde se procurou definir os problemas de estudo, as suas questões de investigação e hipóteses; uma segunda fase que compreendeu o primeiro estudo, no qual se elaborou um inquérito por questionário fazendo-se testes piloto e mais tarde fazendo testes presenciais e online, seguindo-se a análise dos mesmos; uma terceira fase na qual se programou e testou iterativamente o ambiente virtual, fazendo depois um teste piloto com dois modelos distintos do robô (com olhos e sem olhos); e uma última fase onde se fez uma análise aprofundada dos testes em realidade virtual, se tirou conclusões e se concluiu a dissertação escrita.

 * Processo iterativo ou repetitivo



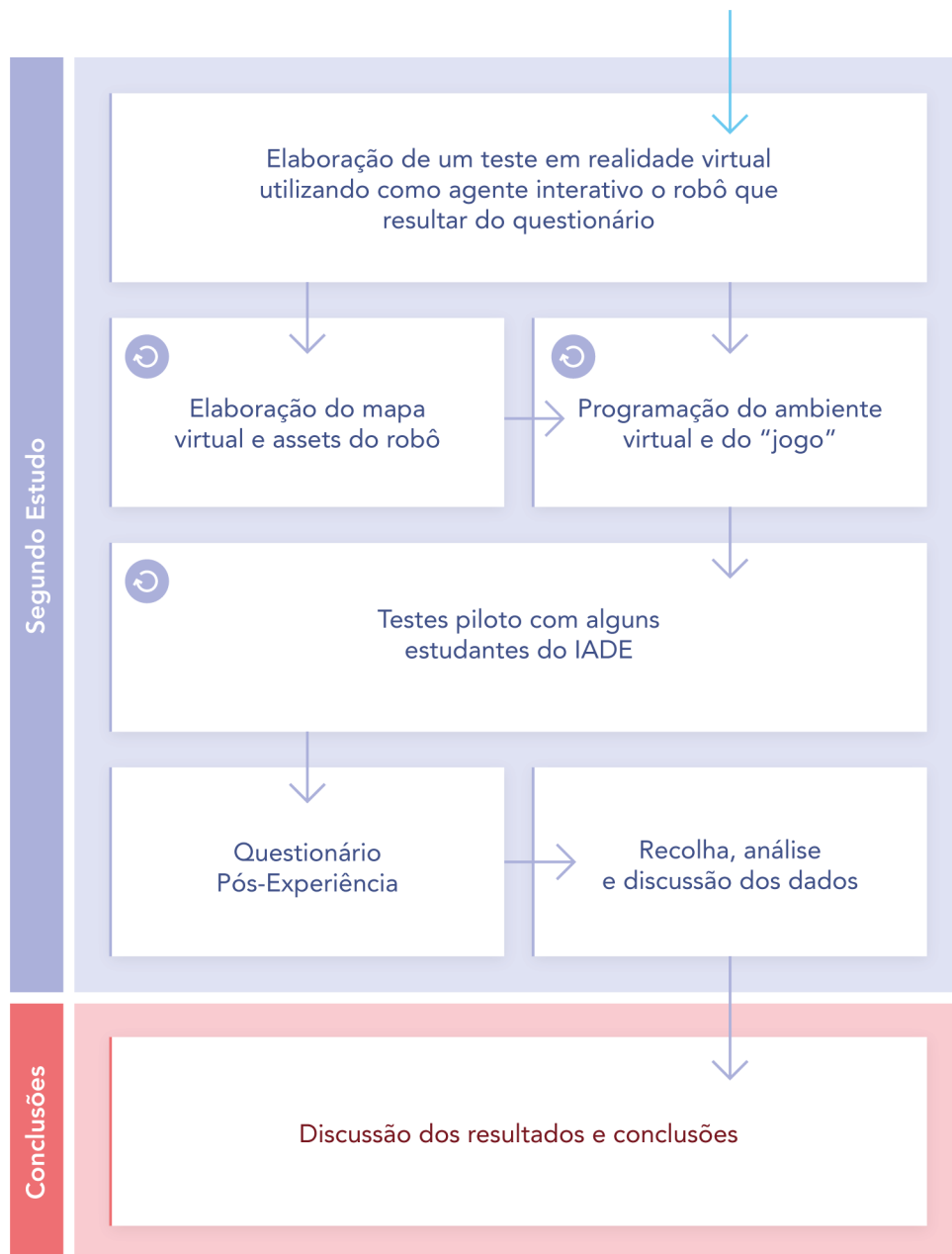


Figura 1: Diagrama do Estudo

1.6. Organização do documento

O presente documento está organizado da seguinte forma: Compreende um **primeiro capítulo** no qual se introduz o tópico, a problemática, e uma breve proposta da metodologia que se irá abordar para propor uma solução. Em seguida apresentam-se os objetivos do estudo, as suas questões de investigação e hipóteses, bem como um diagrama

que visualiza todo o processo de investigação. O **segundo capítulo** contém a revisão da literatura, abordando o design de interação, as metodologias do design centrado no utilizador e a realidade virtual aplicada ao campo da investigação; a interação humano-humano, humanos-animais, humanos-computadores, humanos-robôs; robôs sociais/serviço e as suas características físicas; e a definição de confiança e confiança nas IHR. O **terceiro capítulo** foca-se na metodologia, apresentando detalhadamente o processo geral, sendo depois aprofundando em ambos os estudos. Para cada estudo é referida uma síntese do mesmo, os métodos utilizados, as variáveis estudadas e manipuladas, a amostra, o seu procedimento, o equipamento necessário e as suas limitações. O **quarto capítulo** compreende a análise detalhada dos dados recolhidos, a sua interpretação e discussão. No **quinto capítulo** é apresentado o resumo da investigação, as conclusões do estudo, limitações e as considerações/sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Revisão de Literatura

2.1 Design de Interação

2.1.1 Definição de interação e interatividade

As noções de interação e interatividade são normalmente confundidas e pouco compreendidas, sendo definidas de diferentes formas na literatura. O dicionário Priberam define a palavra interação como sendo uma “influência recíproca de dois ou mais elementos” (DPLP, 2021). Donald Norman define a interação como uma experiência positiva ou negativa, agradável ou frustrante, por parte do utilizador. Essa experiência é proveniente da relação que se cria entre o utilizador e o produto na interação (Janlert e Stolterman, 2017). Segundo os autores, existe um intervalo de tempo em que a interação é identificada pelo utilizador, sabendo quando é que pode ou não pode, ou deve ou não deve interagir com o produto. Crawford (2002) compara a interação a uma conversa, na qual dois atores se ouvem, pensam e respondem alternada e ciclicamente, traduzindo-se, numa linguagem mais informaticamente amigável, pelo *input* (ouvir), *process* (pensar) e *output* (responder).

A interatividade por sua vez, é definida pelo Priberam como a faculdade de permuta entre o utilizador de um sistema informático e a máquina, por meio de um terminal dotado de um ecrã de visualização” (DPLP, 2021). Pode-se afirmar que atualmente para essa troca de informação acontecer não seria necessário o “ecrã de visualização”, podendo estender-se, por exemplo, a sensores visuais ou auditivos por parte do artefacto, como por exemplo um robô. Essencialmente, a interatividade é algo que pode ser medido quanto ao nível de interação que existe e descrito como “a atividade de interagir” com algo (Janlert e Stolterman, 2017), partindo de um agente para outro com o propósito de completar uma tarefa (Goodrich & Schultz, 2008).

2.1.2 Design de interação

O design de interação (IxD) é uma área emergente, resultante da conjugação de várias disciplinas relacionadas, como as áreas de design visual e de comunicação, focando-se no modo como o utilizador interage com o produto e as experiências que tira do mesmo (Dunford 2016). Surge com o propósito de desenvolver produtos que na perspetiva do utilizador são fáceis de usar, são úteis e desejáveis, através da introdução da usabilidade no processo de design (Preece *et al.*, 2011). Consiste num procedimento complexo, onde o produto final é construído através de um processo de pensamento crítico e refletivo, no qual os designers têm de ser capazes de conhecer os propósitos do produto/serviço, os seus benefícios e malefícios e, acima de tudo, as suas possíveis consequências (Löwgren & Stolterman, 2004). Na figura 2 pode ver-se que o IxD opera normalmente em variadas áreas, consequentemente compreendendo equipas multidisciplinares, com diversos backgrounds e valores, que podem contribuir com as suas diferentes perspetivas, tornando-se um grande benefício para o processo e para o produto final (Preece *et al.* 2011; Kim, 1990).



Figura 2: Imagem que ilustra as disciplinas do design de interação, baseada na obra “As Disciplinas da Experiência do Utilizador”, por Dan Saffer (2008).

O processo de design de interação consiste em três características: o foco no utilizador, metas específicas quanto à usabilidade e à experiência do utilizador e iteração (Preece, *et al.*, 2011). O design de interação adota a filosofia do design centrado no utilizador, colocando-o no centro do processo, sempre presente em todas as suas fases. Este processo deve ser identificado e documentado no seu início, de modo a facilitar os investigadores/designers a progredir pelo desenvolvimento do produto, podendo escolher e adaptar os métodos ao longo do seu desenvolvimento. Por fim, este processo deve ser iterativo: um método repetitivo que envolve, produzir, testar com o utilizador e analisar os resultados para os utilizar na produção da próxima iteração, adaptando assim o produto às necessidades do utilizador.

Esta mentalidade não se aplica só a produtos puramente físicos ou digitais, podendo estender-se a uma vertente comportamental:

“Like most design disciplines, interaction design is concerned with form. However, first and foremost, interaction design focuses on something that traditional design disciplines do not often explore: the design of behavior. (...) It is concerned most significantly with satisfying the needs and desires of the people who will interact with a product or service.” (Cooper et al., 2014, p. 21-22)

Quanto ao IxD para robôs sociais, já foram propostas estruturas de trabalho, onde o papel do designer é, por exemplo, criar a lógica do comportamento do robô e dos momentos onde há possíveis interações, sendo responsáveis pela criação de um fluxo interativo que mapeia as ações do robô numa IHR (Glas et al., 2012). Começam a surgir assim projetos e estudos onde os robôs são contruídos ao incluir o utilizador final no processo de design, no qual pode testar e dar feedback (i.e., Obaid et al., 2015; Lazar et al., 2016; Desai et al., 2017).

2.1.3 Design centrado no humano

O designer não faz design para si mesmo, mas sim para o outro (Lopes, 2018). Baek, et al. (2008), explica o design centrado no humano (DCH), dizendo que “o seu conceito é colocar o utilizador no centro do processo desde o momento da planificação e do design dos requisitos do sistema até à implementação e aos testes do produto final” (p. 660). O DCH prioriza portanto as suas necessidades ao invés da vertente técnica do produto final (Preece et al., 2011). Este termo foi elaborado por Donald Norman (Norman et al., 1986), que definiu uma série de diretrizes para os designers melhorarem a usabilidade das suas interfaces (Harte et al., 2017). O objetivo principal do DCH é compreender o utilizador e as suas necessidades, de modo a reduzir os aspetos negativos, como a frustração ou irritabilidade, e maximizar os aspetos positivos, como o prazer em usar o produto/serviço:

“Designers need to know many different things about users, technologies, and interactions between them in order to create effective user experiences. At the

very least, they need to understand how people act and react to events and how they communicate and interact with each other. To be able to create engaging user experiences, they also need to understand how emotions work, what is meant by aesthetics, desirability and the role of narrative in human experience.” (Preece et al. 2011, p.10)

O design pode ser dividido em dois tipos de abordagem: design orientado para o produto e design orientado para o processo. O DCU é orientado para o processo, obrigando os designers a planejar e adaptar esse mesmo processo de desenvolvimento aos humanos para os quais estão a produzir. Este tipo de design pode considerar-se como uma abordagem sociotécnica, sendo que, quando visto desta perspetiva, é considerado mais como uma filosofia do que metodologia (Abrás, et al., 2004; Baek, et al., 2008). Esta abordagem tem várias vantagens e desvantagens, pois o produto final não está garantido, sendo alterado conforme as necessidades do utilizador final. Sendo este um método criado para ser utilizado num mundo em constante mudança, procura responder a essas mudanças em vez de se conformar com os planos feitos inicialmente.

Um bom exemplo dos resultados do DCU passa-se nos anos 90, onde o departamento americano da empresa SEGA contratou Naoto Ohshima como designer/artista visual para desenvolver uma personagem para um jogo das primeiras consolas 16-bit da Génesis, com o objetivo de dominar o mercado norte-americano naquela altura conquistado pelo Super Mário da Nintendo. Ohshima fez uma vasta pesquisa para encontrar a personagem que se enquadrasse no conceito jogo já quase terminado e que deixasse uma imagem de marca memorável nos futuros jogadores. Quando finalizou o conceito, viajou para os Estados Unidos, mostrando os protótipos do Sonic, o ouriço-cacheiro, a várias pessoas que ia encontrando. Após escolher o desenho preferido pelas pessoas, Ohshima partiu para a coloração do personagem, pintando-o de azul, a cor de marca da SEGA, e acrescentando um par de ténis vermelhos, que faziam parte da cultura dos adolescentes norte-americanos, contribuindo assim para a conquista do mercado de videojogos da altura (Costrel et al., 2020, 09:50).

2.1.3 Design da experiência do utilizador

Uma experiência, na sua essência, consiste na “integração da percepção, ação, motivação e cognição em algo inseparável e com significado” (Hassenzahl, 2013). O design da experiência do utilizador (UX) é uma das disciplinas englobadas no design de interação e, segundo a International Organization for Standardization (2018), consiste em analisar as percepções e respostas de uma pessoa ao utilizar um produto, sistema ou serviço, podendo incluir todas as suas emoções, crenças, preferências, percepções, respostas psicológicas e físicas, comportamentos e resultados que ocorrem antes, durante e depois deste uso. Existem também estudos que argumentam, tentam afunilar ou categorizar o termo UX, dizendo que devem ser utilizados para produtos, sistemas, serviços e objetos cuja interação é feita através de uma interface (Law *et al.*, 2009).

O design da UX proporciona vários métodos e atividades para estudar, avaliar e compreender as pessoas (utilizadores) que estão diretamente e indiretamente relacionados com o produto final (Battarbee & Koskinen, 2005). A conceptualização desse produto passa por um processo misto, no qual o designer joga tanto com as suas preferências, gostos e valores pessoais como com um passado teórico, no qual são conhecidos certos padrões sociais (Kim *et al.*, 2011), dependendo do contexto para o qual o produto está a ser desenvolvido. O design de UX, tanto para produtos físicos, digitais ou serviços compreende inúmeras e diferentes ferramentas, processos e estruturas de trabalho, normalmente iterativas (Matthews *et al.*, 2006), que se adaptam melhor a um tipo de estudo ou situação específica. É possível conhecer melhor os métodos mais pertinentes para este estudo no apêndice B.

2.2 Interação entre o Humano e a Tecnologia

Sendo o robô um produto mecânico cuja estrutura física e comportamental se baseia no ser orgânico, de modo a compreender e a produzir uma melhor IHR, é importante conhecer também como funcionam as interações e comunicação entre o humano e outros agentes: o humano (e.g., Weiss *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2016; Edward *et al.*, 2016), o animal (e.g.,

Billings et al., 2012; Philips et al., 2016; Collins, 2019) e o computador (e.g., Schmidt, 2000; Wright & McCarthy, 2008; Preece et al., 2011).

2.2.1 Interação de Humano para Humano

A linguagem sofisticada é o que separa os humanos de todos os outros organismos vivos (Hari & Kujala, 2009). Desenvolvida à cerca de 50.000 a 100.000 anos (Aitchison, 2000), a linguagem é o sistema de sinalização mais importante e mais desenvolvido usado pelo ser humano e pode ser essencialmente separada em linguagem verbal ou não-verbal. A comunicação verbal é prosaica, estando dependente da dicção das palavras (quanto à entoação e ênfase); e paralinguística, recorrendo a sinais vocais (como as pausas, silêncios e o tom de voz) (Lyons, 1972). Por sua vez, a comunicação não verbal é mais comportamental, simbólica e depende do contexto situacional e da percepção do recetor. Numa interação, a comunicação simbólica funciona, essencialmente, com uma intenção de mensagem conceptualizada pelo emissor, codificando-a através sua expressão comportamental e pelo modo como o recetor a percebe, dependendo do quanto estão em sintonia quanto ao contexto (Zuckerman *et al.*, 1981). A linguagem não verbal depende de algumas características corporais:

Micro-comportamentos: Na expressão de intenção durante a comunicação é possível ver reflexos comportamentais do corpo para auxiliar a mensagem que se quer passar. Estes gestos estão presentes nas mãos, na cabeça (principalmente o rosto), e mesmo na postura que o próprio corpo toma durante uma interação (Kendon, 2013). Estas pequenas ações visíveis servem para enriquecer, suplementar e complementar a expressão das palavras, moldando o seu significado. É possível identificar na literatura Kendon (2004) 5 tipos de ações visíveis:

- **Referencial:** a expressão cinésica contribui para o significado proposicional daquilo que se está a tentar declarar;
- **Operacional:** a expressão cinésica opera em relação ao que se está a tentar exprimir vocalmente, como uma confirmação ou negação;

- **Performativa:** a expressão cinésica acompanha o peso expressivo da declaração, como por exemplo ao pronunciar uma questão ou uma oferta;
- **Modal:** a expressão cinésica comporta uma janela de interpretação para o que se está a tentar exprimir verbalmente, por exemplo, quando o emissor está a fazer uma citação ou a declarar algo hipotético, que está a declarar algo que se deve levar a sério ou como uma piada.
- **Analítica ou pontual:** a expressão cinésica acompanha os diferentes segmentos ou componentes do discurso, expressando, por exemplo, ênfase ou contraste. Esta expressão acontece, por exemplo, na enumeração vocal de uma lista.

A face: Ainda que um bebé possua um cérebro ainda imaturo e em desenvolvimento, há estudos que demonstram que prefere fixar-se em faces em vez de objetos (Johnson, 2005). A face é essencial para a interação humana, sendo responsável por captar a atenção do público. Tal pode ser observado na figura 2, que representa uma experiência feita pela Universidade de Tecnologia de Helsinki, na qual foram mapeados recolhidos e recolhidos individualmente os olhares de 20 participantes durante 10 segundos para um quadro com duas figuras humanas (Hari & Kujala, 2009).



Figura 3: À esquerda o quadro “Piipunsyöttäjät” de Juho Rissanen, 1902, propriedade do Museu de Arte de Ateneum, Finlândia. À direita encontra-se um teste de mapeamento de olhar, efetuado pela Universidade de Tecnologia de Helsinki, no qual 10 homens e 10 mulheres dispuseram de 10 segundos para olhar livremente para o quadro (Hari & Kujala, 2009).

O olhar: Desde a nossa infância que tendemos a fixar-nos nos olhos quando olhamos para uma face, conseguindo até interpretar a direção do seu olhar (Noonan, 2020). Este efeito também é observado noutros mamíferos sociais, como o cão doméstico (Wallis, 2015). O olhar é essencial na comunicação não-verbal e pode ter várias funções na interação social (Argyle *et al.*, 1973), como a recolha de informação durante a comunicação, assimilar e assinalar atitudes interpessoais (*i.e.* atitudes negativas, como deixar de olhar para o emissor) ou trocar/evitar intimidade através do olhar. Sem contacto visual, as pessoas sentem que não estão completamente em comunicação. Durante uma interação social, tanto entre humanos como humanos e robôs, as pessoas olham-se nos olhos várias vezes por curtos períodos de tempo, utilizando ocasionalmente a aversão para modular o nível de intimidade que têm com o outro agente (Andrist *et al.*, 2014).

Mãos e antebraços: Estudos demonstram (*e.g.*, Kendon, 2013) que as mãos estão diretamente relacionadas com o discurso, sendo utilizadas para dar ênfase à mensagem. Kendon (2004) apelida o processo gestual das mãos que acompanham o discurso, desde o momento que se levantam da posição de descanso (*i.e.* os braços da cadeira), passam por um momento onde exprimem uma ação, até ao momento em que voltam à posição de descanso como “unidade gestual”. Os gestos moldam-se ao discurso, com cada declaração formando uma nova “fase gestual”. Esta fase acaba quando as mãos entram em repouso, preparando-se para acompanhar expressivamente uma nova fase do discurso.

Postura corporal: A postura do corpo também desempenha um papel significativo durante a interação. Muitas das expressões corporais do ser humano fazem parte do nosso sistema límbico, sendo já primitivas. Um exemplo pode ser observado nas crianças que nascem cegas, que, quando não gostam de algo, tapam instintivamente os olhos, da mesma forma que uma criança com a visão normal (Navarro, 2020). Num estudo em 1995, Schouwstra e Hoogstraten usaram figuras sem braços, variando apenas a posição da sua cabeça e coluna para medir a perceção dos participantes quanto à postura dos bonecos. Os resultados mostraram que as posturas mais direitas eram julgadas mais positivamente, enquanto as

posturas em que o boneco se inclinava para a frente eram julgadas mais negativamente. Estudos anteriores (i.e., Coulson, 2004) mostram que é possível perceber emoções através da postura estática do corpo, tais como medo, raiva, tristeza ou felicidade.

2.2.2 Interação entre Humano e Animal

Segundo alguns estudos na literatura, a relação entre os humanos e animais pode ser estudada e aplicada nas interações com robôs (ver Billings *et al.*, 2012; Philips *et al.*, 2016). Quanto à relação com animais, esta pode ser decomposta em quatro tipos: companheirismo (i.e., animais de estimação), serviço (i.e., cães guia para invisuais), assistência terapêutica (i.e., num estudo em Haverford, Pennsylvania descobriu-se que a presença de animais tornava a terapia menos ameaçadora para pacientes com várias doenças mentais (Fine, 2002) e operações de alto risco (i.e., cães polícia ou militares). A escolha de animais para certas tarefas ou desafios é semelhante à dos robôs, sendo que os animais são escolhidos com base nas suas habilidades naturais, características e capacidades funcionais tornando-se companheiros valiosos, podendo aprimorar as habilidades dos humanos, sendo às vezes até mais capazes que os humanos a realizar tarefas nalgumas áreas.

Schaefer (2013) faz uma análise da transição desde o nível de ferramenta ao nível de membro de equipa, comparando a interação entre robôs com a interação entre animais, dividindo-a em cinco níveis:

- **Nível 1 – Ferramenta:** o robô é criado para resolver uma tarefa simples, tendo um humano como operador. Neste nível a confiança está associada à sua capacidade funcional.
- **Nível 2 – Substituir/melhorar capacidades humanas:** neste nível a tarefa do humano seria o supervisionamento, estando a confiança relacionada com a segurança e eficiência. Este tipo de robôs encontrar-se-ia primariamente no setor fabril, no qual teria de exercer movimentos repetitivos com precisão ou levantar objetos pesados, tornando o trabalho humano mais seguro.

- **Nível 3 – Aprimorar as capacidades humanas:** este robô estende as capacidades do operador, começando a transmitir sinais de companheirismo. A comunicação, o feedback, a segurança percebida e eficiência são muito importantes para a confiança percebida. Este tipo de robô, em alguns casos, também interage com o utilizador final.
- **Nível 4 – Conforto:** aqui encontram-se robôs sociais e terapêuticos, que têm como função providenciar conforto e interagindo já com utilizadores finais e, de certa maneira, como membros de equipa. A este nível as capacidades funcionais e a aparência física tornam-se importantes para o estabelecimento de confiança.
- **Nível 5 – Membros de Equipa:** Schaefer argumenta que neste ponto os robôs ainda não chegaram ao nível de membros de equipa, porém, a autora afirma que tal será possível ao continuar a estudar as interações entre humanos e animais.

2.2.3 *Interação entre Humano e Computador*

Na década de 80 já se começava a especular sobre os benefícios que os computadores trariam para a sociedade e como facilitariam a partilha de conhecimento, sendo possível interagir indiretamente com outras pessoas na procura e oferta de conhecimento. (Asimov, 1988). Os computadores nasceram no final dos anos 30, sendo adaptados como ferramentas de cálculo para o exército nos anos 40. Em 1951 surgiu o primeiro computador comercial, o Universal Automatic Computer (UNIVAC 1). Dois anos depois já existiam mais de 100 linguagens de programação. A última geração da história dos computadores (comerciais) até à data foi marcada pela invenção do circuito integrado, tornando os computadores mais pequenos, poderosos e confiáveis. Nos anos 80 surgiu o primeiro Macintosh, da Apple, um computador cuja interação era feita através de ícones numa interface e mais tarde, nos anos 90, surgiu o sistema operativo Windows, da Microsoft (Freed, & Ishida, 1995).

A área de investigação das interações entre o humano e o computador (IHC) é responsável pelo estudo das interações e relações entre humanos e computadores, procurando

perceber, para além das interfaces, como é que os utilizadores usam o computador para trabalhar, pensar, comunicar, aprender, criticar, explicar, argumentar, debater, observar, decidir, calcular, simular, fazer design, e compreender as suas perceções e interpretações (Schmidt, 2000; Fischer, 2001; Wright & McCarthy, 2008). O trabalho dos designers nas IHC passa tanto por um lado mais psicológico, pela conceitualização da experiência do utilizador final, criando empatia com este (Mattelmäki & Battarbee, 2002; Wright & McCarthy, 2008), percebendo como é que o utilizador age e reage a diferentes eventos (Preece et al. 2011), de modo a conseguir compreender as suas necessidades, possibilitando a criação de uma experiência agradável e eficaz como por um lado mais artístico, estabelecendo padrões visuais e trabalhando ao nível da tipografia, navegação e cores, etc. (Fallman, 2003; Zimmerman et al. 2007).

A IHC acontece tipicamente através de uma interface, podendo ser definida como um diálogo comunicativo entre o utilizador e o computador, com o propósito de completar uma tarefa (Card, 2018), ou uma interação (Goodrich & Schultz, 2008). As interfaces do utilizador começaram pela programação nos computadores, perfurando cartões para dar instruções de cálculos ao computador (Ko, s.d.). Atualmente, podem ser separadas em duas categorias: físicas (hardware), existindo no mundo real, sendo normalmente ferramentas usadas pelo utilizador para interagir com o digital, por exemplo, um rato, um teclado, uma impressora ou um teclado MIDI (Bongers, 2000), etc; ou gráficas (*Graphical User Interface - GUI*), existindo no plano digital, nomeadamente nos softwares dentro de sistemas operativos, contemplando janelas, ícones, menus, etc. (Fischer, 2001).

As interfaces não passam apenas pelo efeito final que produzem, mas também pelo meio com o utilizador interage com elas. Ao longo do tempo e com a introdução de diferentes dispositivos no mercado, os especialistas das IHC tiveram de repensar o processo interativo entre o utilizador e o dispositivo, introduzindo, por exemplo, interfaces de interação gestual (Saffer, 2008). Estas interfaces têm também como objetivo possibilitar uma interação com o utilizador que lhe seja fácil, confortável e agradável, tentando diminuir ou suprimir as frustrações dos mesmos. Os designers têm assim um papel fundamental na testagem e

desenvolvimento numa ponte interativa entre o utilizador e o produto que seja positiva e apropriada a cada produto, quer numa IHC ou numa IHR (Preece, *et al.*, 2011).

2.2.4 Interação entre Humano e Robô

Em dezembro de 1950, Isaac Asimov, célebre escritor de ficção científica do século XX, lançou um livro chamado “I, Robot”, no qual escreveu as leis da robótica que iriam introduzir a problemática das interações humano-robô (IHR) ao mundo e que iriam servir mais tarde como as suas primeiras instruções de design (Goodrich & Schultz, 2008). Asimov já pensava sobre a relação entre humanos e robôs desde o final dos anos 40, especulando sobre a confiança das pessoas nos robôs, dos tipos de relação que uma pessoa teria com um robô e a ocupação pelos robôs dos trabalhos normalmente feitos por humanos (Bartneck *et al.*, 2020). Atualmente a objetivo das IHR pode ser definido como “perceber e moldar interações entre um ou mais humanos e um ou mais robôs” (Goodrich & Schultz, 2008).

As IHR foram, numa primeira fase, associadas às plataformas robóticas operadas à distância nas fábricas (Schultz, 2003). Hoje em dia são uma área de estudo dedicada a compreender, desenhar e a avaliar sistemas robóticos para serem usados por humanos, sendo que a interação nesta área pode ser definida como uma comunicação entre o humano e o robô (Goodrich & Schultz, 2008). Segundo os autores, esta pode ser acontecer remotamente ou presencialmente. A comunicação remota é, normalmente, constituída pela manipulação à distância ou supervisão, enquanto a comunicação presencial consiste em interações físicas e/ou emocionais. A interação presencial tende a ser mais complexa, pois a interação mais íntima com um robô, como um companheiro, envolve aspetos sociais, emocionais e cognitivos. Segundo um estudo, esta interação é também a que permite estabelecer maior confiança, credibilidade e respeito (espaço pessoal) no robô Bainbridge (2000).

Segundo Schultz (2003), existem cinco modelos diferentes de interação entre humanos e robôs, cada um com diferentes objetivos e responsabilidades:

- **Supervisor:** Responsável pela monitorização e controlo de todo o processo interativo, avaliando as ações certas dependendo da situação ou planeamento.

- **Operador:** O operador irá atuar ao nível de ação, corrigindo comportamentos errados ou inesperados do robô, modificando o seu *software*.
- **Mecânico:** Semelhante ao operador, mas atua ao nível físico, mudando o *hardware* do robô para que este se comporte da forma correta.
- **Par/membro da equipa:** Atuam ao nível da comunicação, comandando o robô com ordens estabelecidas dentro da situação/planeamento pelo supervisor.
- **Espetador/utilizador:** Atua a um nível mais superficial, podendo interagir com o robô, mas desconhecendo o seu plano e as suas ações. Este seria o modelo correspondente ao robô a desenvolver neste estudo.

Kidd (1992) afirma que terá sempre de existir a presença humana nas interações entre robôs. O autor acredita que o método funcional do design dos robôs deveria ser repensado, sendo que estes não deviam ser feitos para substituir completamente os humanos, mas sim suportar e aprimorar as suas habilidades. De modo a manter a qualidade de trabalho e a não desumanizar o local de trabalho, os robôs deveriam ser vistos mais como parceiros do que substitutos. Tal ideia foi também defendida mais tarde por Fong *et al.* (2003), que argumentou que a colaboração fazia com que o humano e o robô se completassem um ao outro, suportada pelo diálogo, que permite ao robô “pedir ajuda” na tomada de decisões, caso seja necessário.

2.3 Robôs Sociais

Os robôs, artefactos capazes de tomar decisões ao resolver tarefas (Yagoda e Gillan, 2012), funcionando autonomamente ou através da intervenção humana (Kurfess, 2005), tiveram a sua origem na palavra “robota”, um termo checo dado a conhecer ao mundo pela primeira vez em 1923, numa peça de teatro, que se traduz para “escravo” ou “trabalhos forçados” (Kurfess, 2005; Margolius, 2017). São produtos da ficção científica (Goodrich & Schultz, 2008) e contemplados desde a antiguidade, constando mesmo em alguns mitos gregos

(Mayor, 2020). Para a escolha da problemática, da área em que esta dissertação se integra e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de um robô social, é necessário compreender o conceito de robô e robô social, percebendo também a sua relevância e impacto no contexto social e, adicionalmente, que estudos foram feitos em relação aos mesmos e se tiveram um resultado positivo ou negativo na sociedade.

Os robôs são cada vez mais utilizados em diferentes setores da sociedade (Fortunati & Lugano, 2015; Litzenberger & Hägele, 2017), tais como o doméstico, educativo e na saúde, mostrando-se também úteis nas áreas de alto risco, como a militar (Hancock *et al.* 2011a, 2011b), de combate a incêndios (Amano, 2002) e em emergências (Nourbakhsh *et al.*, 2005). Este tipo de robô é responsável por interagir principalmente com seres humanos (Goetz *et al.*, 2003), sendo que estas esperam que o robô utilize comportamentos e regras sociais (Nass & Moon, 2000), podendo assim afirmar que estes robôs são socialmente interativos (Fong *et al.*, 2003). O robô de serviço/social é definido por um robô e uma interface social, quer isto dizer, que consiste em todos os atributos que fazem com que o agente que interage com o robô reconheça que o robô é interativo (através da sua forma e comportamento; Hegel *et al.*, 2009), sendo que a sua forma deve seguir a sua função (Norman, 2004). É também importante que este tenha a capacidade de manter relações, através da percepção de emoções, possuindo também uma forma de interpretar diálogo (i.e., gestos, olhar, etc.). Norman (2004) dá-nos o exemplo dos robôs R2D2 e C3P0 da saga Star Wars, que embora possuam algumas limitações físicas, continuam a ser capazes de transmitir as suas emoções de forma eficaz, fazendo com que as pessoas se consigam relacionar com eles.

2.3.1. Os robôs sociais em emergências

Estudos mostram que nem só a evacuação de edifícios complexos assistida por um robô é mais segura, como também é mais rápida (Tang *et al.*, 2016), sendo que esta duração pode ser também influenciada pelas instruções dadas pelo robô durante a evacuação (Nayyar *et al.*, 2020). Na presente dissertação pretende-se criar um robô com o objetivo primário de guiar as pessoas através de um edifício complexo no que seria um dia-a-dia normal e não

só um robô cuja forma e função servisse excepcionalmente para uma emergência (e.g., Kim et al., 2009). Para além da sua função como robô guia normal, estará também preparado para conduzir essas mesmas pessoas no contexto de emergência para um local seguro. Para que tal seja possível em segurança, é necessário que o robô não só possua uma navegação autónoma, como também consciência da situação (Murphy & Burke, 2005), percebendo onde há obstáculos e podendo calcular sempre qual o melhor caminho para um local seguro. É também importante que o comportamento do robô e o contexto no qual irá operar sejam compreendidos e bem testados, de modo a que este não se torne inútil na sua função (e.g., Kawatsuma et al., 2012), podendo assim comprometer a segurança das pessoas.

2.3.2. Características físicas dos robôs sociais que podem influenciar a confiança

Para o desenvolvimento do robô guia eficiente numa situação de emergência é necessário ter em conta também a sua estrutura física (i.e., morfologia) ou atributos físicos (Hancock et al., 2011), que para além de comunicar visualmente ao utilizador que é um robô socialmente interativo (Nass & Moon, 2000), deve transmitir confiança (Groom et al., 2011). Como tal devem ser identificadas as suas características físicas que são mais relevantes para a confiança, de modo a serem analisadas através de métodos de design centrado no utilizador, num cenário fictício com o auxílio de utilizadores finais.

Morfologia: A morfologia é o primeiro fator a ter em conta quando se desenha um robô social. Tal como os produtos que utilizamos no dia a dia, a forma do robô deve estar relacionada com a sua função, permitindo ao utilizador estruturar mais facilmente uma relação e interação com ele (Disalvo, Gemperl, 2003). Fong et al. (2002), separou os robôs em quatro categorias morfológicas, sendo elas "*functional*" (funcional ou "*robot-like*", robôs que se assemelham a máquinas), *antropomórficos* ("*human-like*", robôs parecidos com *humanóides*), *zoomórficos* ("*animal-like*", robôs parecidos com animais) e *caricaturados* ("*cartoon-like*", robôs que parecem bonecos). Yanco e Drudy (2004) filtraram esta descrição, eliminando os robôs caricaturados, pois geralmente tendiam a assemelhar-se a animais, humanos ou máquinas.

“Personification is a technique to add human attributes to nonhuman objects. It is effective when people need to introduce or describe new abstract concepts, like nature, emotion, or technology by making these items more relatable to something easier to conceive” (Kaheki, 2019, para.2).

A palavra “antropomórfico”, oriunda do grego “anthropos” para homem e “morphe” para estrutura, marca o modelo robótico mais facilmente personificável pelo ser humano. Para um robô interagir com humanos, deve ter uma estrutura e um modo de funcionamento semelhante, devendo ser capaz de se comportar-se de forma parecida (Fong et al., 2002). A presença de antropomorfismo numa IHR cria um sentido de familiaridade, facilitando ao utilizador leitura comportamental do artefacto, cujas ações/comportamentos seriam de se esperar que se assemelhassem a uma pessoa, criando assim a ilusão de que o robô é mais sofisticado do que, sendo uma máquina, realmente é. Idealmente, a criação de robôs antropomórficos que sejam capazes de interagir positivamente com um humano requer que os próprios robôs percebam o mundo da mesma maneira que as pessoas (Złotowski et al., 2015). Este processo parte da sua criação, mais propriamente, da forma como são tecnicamente estruturados, utilizando características semelhantes às dos humanos, como por exemplo, câmaras no lugar dos olhos e microfones (recetores) no lugar das orelhas (Spexard et al., 2006).

O robô zoomórfico é baseado em criaturas vivas, com aplicabilidade em várias áreas, sendo normalmente animais domésticos de brinquedo, como o robô que se assemelha a um cão: AIBO, da Sony. Como este tipo de robô evita mais facilmente a síndrome de Uncanny Valley de Mori, as expectativas quanto ao realismo da forma do robô são menores. Sendo este um “robô-animal” há também um certo sentimento de familiaridade por parte do utilizador, embora menor que o modelo antropomórfico, podendo este conhecer ou prever o seu modelo comportamental, dependendo também da sua forma física, podendo-se afirmar que um utilizador estaria mais disposto a interagir com um robô cuja morfologia se assemelhasse a um cão do que a uma cobra. Os robôs funcionais são artefactos cuja forma é mais próxima de uma máquina do que propriamente um humanoide ou um animal. O corpo físico deste tipo de robô procura refletir a tarefa que o robô tem de cumprir, sendo

utilizado maioritariamente como robô de serviço, por exemplo, no setor da saúde, como robô de suporte a idosos ou como robô-estafeta.

Género: O facto de os robôs simularem características humanas (como a voz, a forma como se movimentam e mesmo a sua aparência física) faz com que estejam sujeitos a cair no estereótipo de género, principalmente os robôs antropomórficos, afetando a maneira como os utilizadores interagem com eles (Nomura, 2017; Søraa, 2017). Siegel, Breazeal e Norton (Nomura, 2017, como referido em Siegel et al., 2009) fizeram uma experiência onde um robô humanoide pedia aos participantes para fazer uma doação. O robô tinha uma aparência "*non-gendered*", ou seja, sem género, tendo apenas dois tipos de voz pré-gravadas: feminina e masculina. Os investigadores concluíram que os participantes masculinos atribuíram mais credibilidade e confiança à versão com a voz feminina enquanto as participantes femininas atribuíram mais credibilidade e confiança à versão com a voz masculina.

Os estereótipos de género nos robôs vão mais além da interação, afetando também o seu perfil para determinados contextos, chegando a influenciar escolhas em alguns cenários nas IHR (Dautenhahn, 2007). Em 2014, Tay, Jung e Park (Nomura, 2017, como referido em Tay et al., 2014) foram investigados os estereótipos em relação à ocupação/emprego dos robôs, preparando dois contextos diferentes para a experiência: saúde e segurança. Acabou por se concluir o esperado: o robô com aspeto masculino foi preferido pelos participantes no cenário da segurança e o robô feminino no cenário da saúde.

Rosto: Segundo Fong et al. (2002, p.12), "as principais componentes do rosto são a boca (lábios), bochechas, olhos, sobrancelhas e a testa." A representação de emoção é fundamental durante a interação, ainda que esteja associada ao comportamento do robô, pode e deve ser simulada pelos seus traços físicos, através de um dos agentes mais importantes da interação cara-a-cara dos seres humanos: o rosto. O rosto demonstra o estado de um indivíduo durante a interação, fazendo com que o seu comportamento seja mais previsível ou mais fácil de compreender. A expressão facial dos robôs tende a não ser tão fluída como a dos seres humanos, sendo abrupta e pouco natural, normalmente

representada através de um ecrã. É de notar, no entanto, que não só a aparência e o comportamento do robô influenciam a interação numa IHR, mas também as características pessoais do utilizador envolvido: a sua motivação, a sua origem social, o seu género, a sua idade e as suas experiências passadas ao interagir ou não com robôs.

Olhos e olhar: O robô autónomo de serviço de limpeza de uma loja *Stop & Shop* nos Estados Unidos foi construído sem um rosto, para passar a ideia aos consumidores de que não podiam interagir com ele. Um dia, uma empregada do estabelecimento que achava o robô bastante estranho decidiu dar-lhe um pouco de personalidade, colando-lhe olhos no que entendeu ser a cabeça do robô. Tanto os executivos como os empregados e consumidores passaram a adorar o robô. Com o tempo, foram-no personificando cada vez mais, acabando por o apelidar de Marty (sendo que este fazia lembrar um antigo empregado com o mesmo nome). O robô tornou-se parte de uma comunidade, sendo que os empregados lhe chegaram a fazer uma festa de aniversário e oferecendo-lhe prendas (Corkery, 2020).



Figura 4: Primeiro aniversário do robô Marty (foto de Jeenah Moon para o artigo "Should Robots Have a Face?", The New York Times, fevereiro de 2020)

Outro exemplo semelhante da importância do olhar pode ser encontrado num estudo efetuado pela *American Automobile Association* (2018), 63% dos adultos nos Estados Unidos sentiam-se menos seguros nas estradas ao partilhá-las com veículos autónomos. A empresa Jaguar Range Rover, decidiu adicionar olhos, simulados com um sensor, a um dos seus veículos autónomos, que olhavam para os transeuntes quando se aproximava das passadeiras. Embora não tenha disponibilizado publicamente todos os dados, após testar com cerca de 500 participantes, a empresa alega que a intervenção ajudou de facto os pedestres a atravessar a rua mais instintivamente, sendo que se sentiam mais seguros pelo veículo estar “consciente” da sua presença, devido à presença de olhos.

Durante uma IHR, tal como numa interação entre humanos, o robô utiliza o olhar para cativar ou manter o utilizador atento e interessado naquilo que o robô tem para transmitir. O olhar é um tipo de comunicação não-verbal essencial na comunicação, considerado uma das características físicas com mais impacto na confiança, tanto nas interações entre humanos (Strachan & Tipper, 2006), como nas interações entre humanos e robôs (Stanton & Stevens, 2014). Inclui movimentos dos olhos que são intencionalmente expressivos e procurar comunicar o pensamento e inclui também movimentos que não estão relacionados com a comunicação direta, como por exemplo o foco num objeto intrínseco ao contexto da interação (Admoni & Scassellati, 2017). O olhar ajuda o robô a demonstrar o seu estado mental e as suas intenções (Mutlu *et al.*, 2009), aumentando a sua presença social e a perceção que se tem da sua gentileza, aumentando assim a confiança nele (Saunderson & Nejat, 2019). Este efeito nota-se mais em adultos do que crianças, que tendem a focar-se mais na tarefa e menos no robô e o seu olhar (Pereira *et al.*, 2020). Esta perceção que o ser humano tem do olhar do robô é torna-se mais evidente à medida que os robôs se tornam antropomorficamente mais realistas (Admoni *et al.*, 2011). É, porém, importante notar que esta característica pode tanto ter tanto um impacto positivo como negativo na confiança, dependendo da dificuldade da tarefa (Stanton & Stevens, 2014). Hoje em dia sabe-se que as pessoas respondem a sinais relevantes para a confiança (olhar e gestos) quando

efetuados por robôs, da mesma forma que respondem a outros humanos (DeSteno, et al., 2012).

Admoni & Scassellati (2017) elaboraram uma terminologia dos vários tipos de olhar durante uma IHR, útil para se desenvolver um robô com um comportamento funcional:

- **Olhar mútuo:** este tipo de olhar denomina-se de contacto visual e acontece quando dois agentes trocam olhares de forma recíproca.
- **Olhar referencial:** este tipo de olhar é direcionado a um objeto ou localização espacial. Embora não seja necessário, é comum ser acompanhado por um discurso relacionado com esse objeto ou localização espacial.
- **Olhar conjunto:** este tipo de olhar procura focar a atenção num objeto ou localização espacial específica. Este olhar envolve várias fases cíclicas, sendo que o primeiro agente acaba por olhar para o primeiro para se assegurar que a experiência é mútua.
- **Aversão do olhar:** acontece quando o olhar muda de direção (normalmente para fora do rosto do outro agente). Acontece tipicamente durante o discurso.

Mãos, braços e gestos: os braços e as mãos, quando gesticulam, também se mostram importantes nas IHR, como o são nas interações entre humanos. Os gestos contribuem para uma interação mais positiva, tornando a comunicação do robô mais envolvente quando o robô os combina com o diálogo (Aly & Tapus, 2016). Mesmo que o robô faça gestos inapropriados para o discurso, é preferido a robôs que não fazem gestos nenhuns (Salem *et al.*, 2011). Esta característica aumenta a simpatia percebida, o antropomorfismo, a presença social e a capacidade de execução percebida (Saunderson & Nejat, 2019). Estudos mostram que as pessoas interpretam os gestos mais rápidos mais rapidamente do que os gestos suaves, dizendo também que as pessoas que têm facilidade em decodificar emoções em interações entre humanos e pessoas com atitudes positivas em relação a robôs também têm facilidade em decodificar emoções nas IHR (Riek *et al.*, 2010).

Quanto à importância dos braços, mãos e, principalmente, gestos no contexto de emergências já há estudos que mostram que estas características têm influência na confiança e podem servir para comunicar melhor com vítimas em pânico (Robinette *et al.*, 2014). Neyyar & Wagner (2019) conduziram também um estudo, utilizando o robô de Robinette, onde testaram dois métodos de evacuação num cenário de emergência onde existiam avatares de pessoas que corriam na direção oposta à aconselhada pelos robôs: um primeiro onde o robô fazia gestos, apontando para saídas nem sempre visíveis para o participante, movendo-se para este caso detetasse que não o estava a seguir (existia interação direta); e outro que consistia em vários robôs parados, ao longo do caminho para a saída, que apontavam uns para os outros no sentido dela (não existia interação direta). Os investigadores concluíram que o primeiro método era mais eficiente, devido à interação estabelecida pelo robô, acompanhada pelos gestos dele. Ainda que houvesse algumas pessoas que seguiam os avatares em vez de robôs, uma grande parte seguiu as direções dos robôs, nomeadamente no primeiro método de evacuação, reduzindo assim o congestionamento nas saídas para o local seguro.

2.4 Confiança

2.4.1 Definição de Confiança

Só em 2013 havia mais de 300 definições para a confiança, sendo 32 relacionadas com as IHR (Schaefer, 2013). Após uma análise da literatura pode definir-se a confiança como a expectativa de que o comportamento, declaração ou promessa de outro é confiável, sendo que este não vai agir para nos prejudicar (Hancock *et al.*, 2011; Yagoda, 2011). A confiança não está apenas associada a seres vivos nem a interações entre humanos, está também (no caso das IHR) presente em objetos que não têm uma intenção intrínseca e autodeterminada (Hancock *et al.*, 2011).

2.4.2 Confiança nas IHR

Para que a interação entre o humano e o robô seja positiva, principalmente numa situação de emergência, a confiança é um fator crucial (Groom *et al.*, 2011) para desempenhar certas tarefas, tendo um peso considerável nas decisões tomadas pelos humanos, sendo que quanto menos um indivíduo confia num robô, mais cedo irá intervir antes do robô concluir a tarefa (Seinfeld *et al.*, 2006; Hancock *et al.*, 2011). Por exemplo, o robô SWORD (*Special Weapons Observation Reconnaissance Detection*) foi desenvolvido e aplicado no Iraque, porém, nunca foi realmente utilizado no terreno devido à falta de confiança exibida pelos soldados, pois o robô fazia movimentos estranhos e inesperados devido ao seu mau funcionamento (Hancock *et al.*, 2011). Resumindo, numa IHR, a desconfiança por parte do utilizador pode levar a consequências negativas, nomeadamente o mau uso ou a obsolescência do sistema.

Ao interagir com um robô o utilizador está a ser influenciado pelas suas experiências passadas. (Ljungblad, Nylander & Norgaard, 2011). Segundo o estudo da meta-análise da confiança das IHR feito por Hancock em 2011, os fatores performativos (como o comportamento) têm um peso maior no desenvolvimento da confiança que o aspeto/atributos físico(s). Embora a literatura seja algo escassa quanto ao visual dos robôs, sabe-se que a aparência enviesa de facto a interação e compreende várias e diferentes variáveis, tais como o tipo de robô ou o seu tamanho, sendo que, por exemplo, “um robô que parece um cão, à partida, será tratado de maneira diferente do que um robô antropomórfico” (Fong *et al.*, 2002). É importante referir também que, quando se faz o design de um robô social é necessário ter em conta o espaço em que este vai atuar, pois, tal como os seres vivos evoluíram e se adaptaram aos espaços onde existem, também os robôs devem ser adaptados ao seu espaço de modo a que não sejam apenas mais um objeto, mas sim parte dele.

"The benefits of evacuation guidance include saving the evacuation time, shorting the travel distance, and reducing the congestion in the evacuation process. In a real

fire, the situation of smoke and alarms can make occupants panic and stampede to exits which result in injuries and even deaths." (Zhang & Guo, 2013, p. 864).

Robinette *et al.* (2012) conduziu um estudo para simular o incêndio que se deu no "The Station Nightclub", nos Estados Unidos, em 2013, mas desta vez, com o auxílio de um robô guia. O investigador concluiu que, para os robôs fazerem uma diferença na evacuação, pelo menos 30% das pessoas teriam de acreditar no robô. Contrariando a afirmação de Zhang e Guo (2013), o investigador diz que os robôs correm o risco de eles próprios poderem ser obstáculos na evacuação, devendo ser introduzidos em espaços onde as pessoas não conhecem as saídas de emergência, como grandes centros comerciais.

Schaefer (2013) apresentou uma revisão atualizada sobre os fatores que influenciam a confiança numa IHR (tabela 3), categorizando-os com base nos três fatores base apresentados por Hancock *et al.* (2011, ver figura 5): fatores relacionados com robôs, fatores relacionados com humanos e fatores relacionados com o ambiente.

Confiança entre humanos e robôs

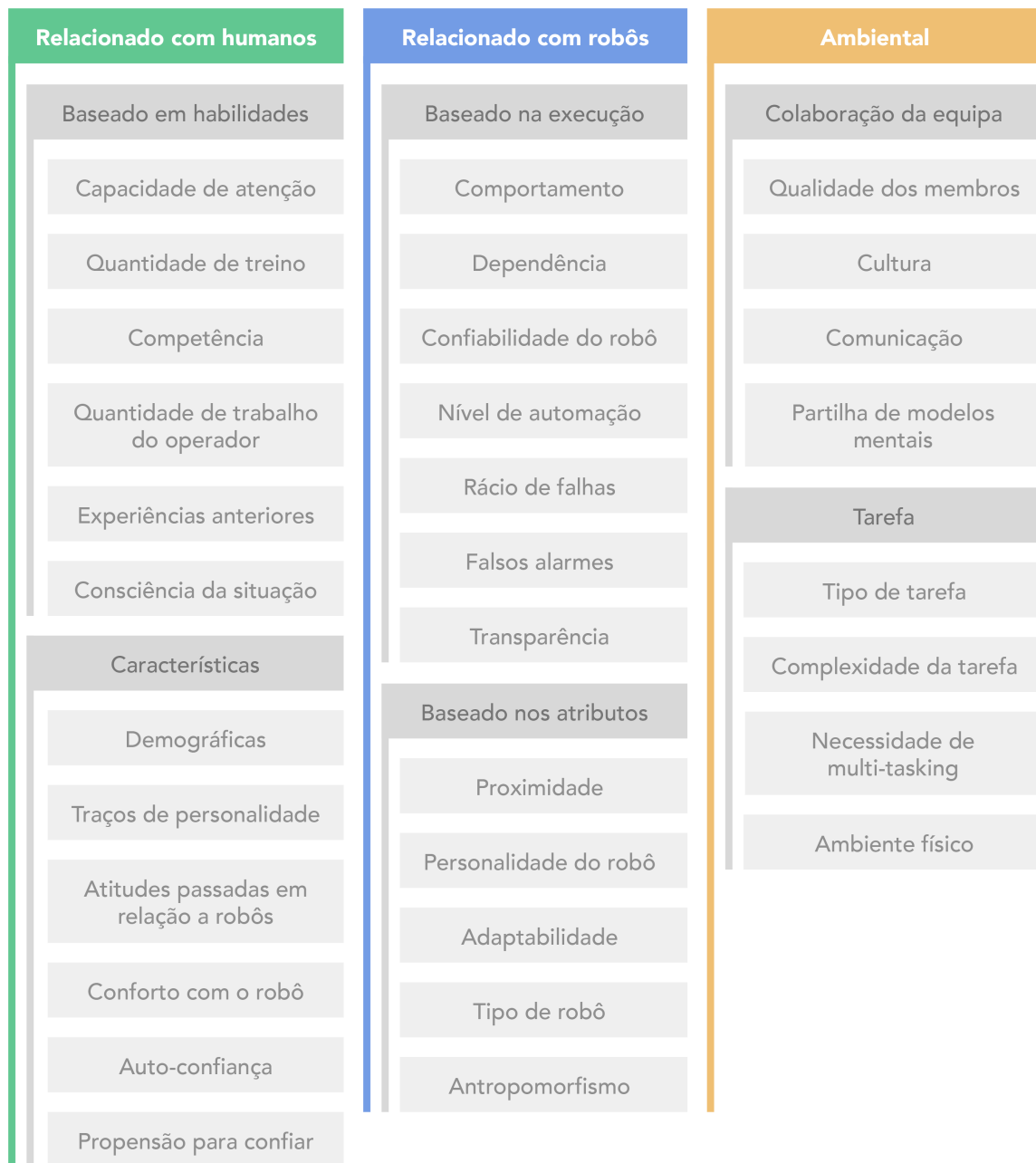


Figura 5: Fatores que influenciam a confiança nas IHR, apresentando múltiplos pontos que irão ser explorados neste estudo. Imagem com base na de Hancock *et al.* (2011).

Tabela 3: Revisão de literatura feita por Schaefer (2013) que compreende as descobertas em relação aos três fatores que influenciam a confiança numa IHR.

Fatores que influenciam a confiança relacionados com robôs	
Capacidades do robô	Comportamento do robô • Deve expressar um comportamento social para ser considerado de confiança (e.g., expressões emocionais e falar por turnos durante a interação, ou seja, não falar por cima do utilizador); • Os participantes confiam em comportamentos mais lentos do que mais rápidos. Confiabilidade (segurança) / Erros / Qualidade / Precisão • Quanto maior for a segurança percebida pelo participante, mais confiável é o robô; • A taxa baixa de erros por parte do robô produz um efeito moderado no desenvolvimento de confiança; • Expor o participante a falhas durante o treino pode ser usado para reduzir a complacência e o viés da automação; • A não ser que haja uma razão para os erros acontecerem, estes afetam a confiança; • Quando o sistema se adapta à situação de uma maneira falsa a confiança diminui; • A qualidade da automação influencia a confiança; • As falhas de comunicação por parte do robô influenciam negativamente a confiança. Feedback e Indicações • A comunicação está dependente da cultura onde o artefacto se encontra. A comunicação intrínseca aumenta a confiança em algumas

cultas enquanto a comunicação extrínseca o faz com outras;

- O feedback imediato é necessário para manter a confiança;
- A confiança no feedback da ajuda está correlacionada com a crença na confiabilidade da ajuda e a confiança no feedback;
- A informação que vem do robô tem impacto na confiança e na consciência da situação

Recursos do robô

Nível de automação

- O nível de automação está correlacionado com a confiança entre o humano e o robô;
- A confiança aumenta quando o humano é capaz de se adaptar ao nível de automação do robô;
- As pessoas tendem a confiar mais num operador humano do que num robô que funciona sem nenhum operador aparente.

Antropomorfismo / Tipo de robô

- O antropomorfismo está correlacionado com a confiança;
- A confiança aumenta quando o comportamento, aparência e o tipo de robô vão ao encontro do que é esperado;
- O tipo de robô e o tamanho do robô influenciam a confiança.

Personalidade / Inteligência do robô

- Um robô simpático que se envolve e responde ativamente está correlacionado com a confiança, no entanto, as pessoas

peças também confiam em robôs menos sociais.

- A personalidade para robôs de companhia deve ser considerativa, proativa, não-intrusiva, flexível e competente.
- A inteligência social importa. No entanto, as pessoas têm mais confiança com um robô menos socialmente inteligente.

Modo de comunicação

- O modo de comunicação da interface de controlo deve ser devidamente instrumentado e projetado de acordo com os princípios do design de interface ecológica, senão pode levar a interpretações erradas por parte do utilizador;
- A confiança é menor para com alarmes de alta sensibilidade.

Fatores que influenciam a confiança relacionados com humanos

Traços humanos

- A idade, etnia e personalidade dos utilizadores e operadores influencia a confiança nas IHR;
- A personalidade varia em diferentes formas de interação (e.g., os extrovertidos tendem a confiar mais que os introvertidos);
- Jovens adultos tendem a confiar mais em robôs do que adultos mais velhos;

- O género não está relacionado com o desenvolvimento de confiança.

Estados humanos

- Os estados humanos podem influenciar diretamente a habilidade de usar um robô;
- As condições como o stress, fadiga, quantidade de trabalho e atenção podem influenciar a confiabilidade no robô, tendo também impacto no desenvolvimento da confiança.

Fatores que influenciam a confiança relacionados com o ambiente

Confiança relacionada com a equipa

- Trabalhar com outra pessoa ou robô que requer interdependência;
- O grau de interdependência para entre os membros envolvidos numa relação é um dos fatores mais importantes no desenvolvimento da confiança;
- Quanto maior for a confiança entre os membros da equipa maior será o seu sucesso colaborativo.

Confiança relacionada com a tarefa

- O ambiente físico (condições atmosféricas, terreno, obstruções e até mesmo a interação com um utilizador), o risco e incerteza associado às tarefas têm impacto na confiança entre o humano e o robô.

2.4.3 “Sobreconfiança” nas IHR

A usabilidade dos robôs, tal como a de qualquer sistema, pode ser comprometida quando o utilizador lhes dá demasiada confiança, especialmente numa emergência onde este estaria a operar em condições extremas. Nessas situações é possível que o utilizador não monitorize ou não esteja tão atento aos erros do robô como devia, podendo ser ele a cair em erro (Carlson, Drury, & Yanco, 2014). Em 2016, Robinette voltou a fazer uma experiência semelhante à anterior, desta vez tentando perceber se os participantes confiavam nas decisões de um robô ou optavam pela sua própria intuição numa emergência simulada no interior de um escritório. O investigador tentou simular o efeito stressante de uma situação verdadeira através de fumo artificial e detetores de fumo, utilizando depois o robô físico como guia para uma zona segura. Antes da experiência começar, o robô guiou os participantes para uma sala de reuniões, mostrando dois tipos de comportamento a diferentes participantes: eficiente e descuidado. No final da experiência todos os 26 participantes seguiram o robô, sendo que 81% disseram que confiavam nele. Robinette referiu-se a este efeito como a “sobreconfiança” (*overtrust*) nos robôs, sendo que os participantes o seguiram independentemente do seu comportamento antes do início da experiência (Salem *et al.*, 2015), porém é necessário mencionar que mais de metade dos participantes avaliaram o realismo da situação com um nível baixo.

2.4.4. Da familiaridade à repudição: a síndrome de Uncanny Valley

Em 1979, Masahiro Mori desenvolveu um gráfico como resultado de um estudo no qual demonstra uma queda de familiaridade para com o robô à medida que este fica mais parecido ao ser humano (antropomorfismo), gerando assim um “vale” apelidado pelo investigador como “Uncanny Valley” (ou vale da estranheza, em português). Mori dá o exemplo da mão prótica (que se encontra naturalmente na zona negativa do gráfico) referindo que esta tem como objetivo simular características da mão humana, como veias, músculos ou tendões. No momento da interação, ao sentir uma mão prótica, por

exemplo ao cumprimentar, somos surpreendidos pela falta de tecido mole ou temperatura normal da mesma, fazendo com que se sinta estranheza e, por consequência, o nível de familiaridade para com ela baixa. Este efeito negativo de perda de familiaridade é aumentado caso o objeto esteja em movimento. Usando a mão prostética novamente como exemplo, tal pode ser observado na figura 7, onde a mão em movimento se encontra ainda mais abaixo no nível de familiaridade que a mão parada.

Um estudo mais recente na área das IHR mostra que realmente é mais difícil gostar de um robô que se encontra inicialmente no “vale da estranheza”, porém, interações recorrentes com o mesmo podem aumentar a sua simpatia. (Złotowski *et al.*, 2018). A estranheza ou familiaridade percebida também é influenciada pela expressão comportamental que o robô demonstra, por exemplo, um robô que mostre uma expressão feliz tem um nível de familiar maior do que um que se mostre zangado (Tschöpe *et al.*, 2017). Ainda que existam alguns estudos que argumentem que a síndrome de *Uncanny Valley* não é relevante (Złotowski *et al.*, 2013) ou só se aplica a “futuros ciborgues humanoides” (Wang *et al.*, 2015), no presente estudo será desenvolvido um robô com o objetivo de inspirar confiança numa situação de emergência, pelo que este fator tem de ser considerado.

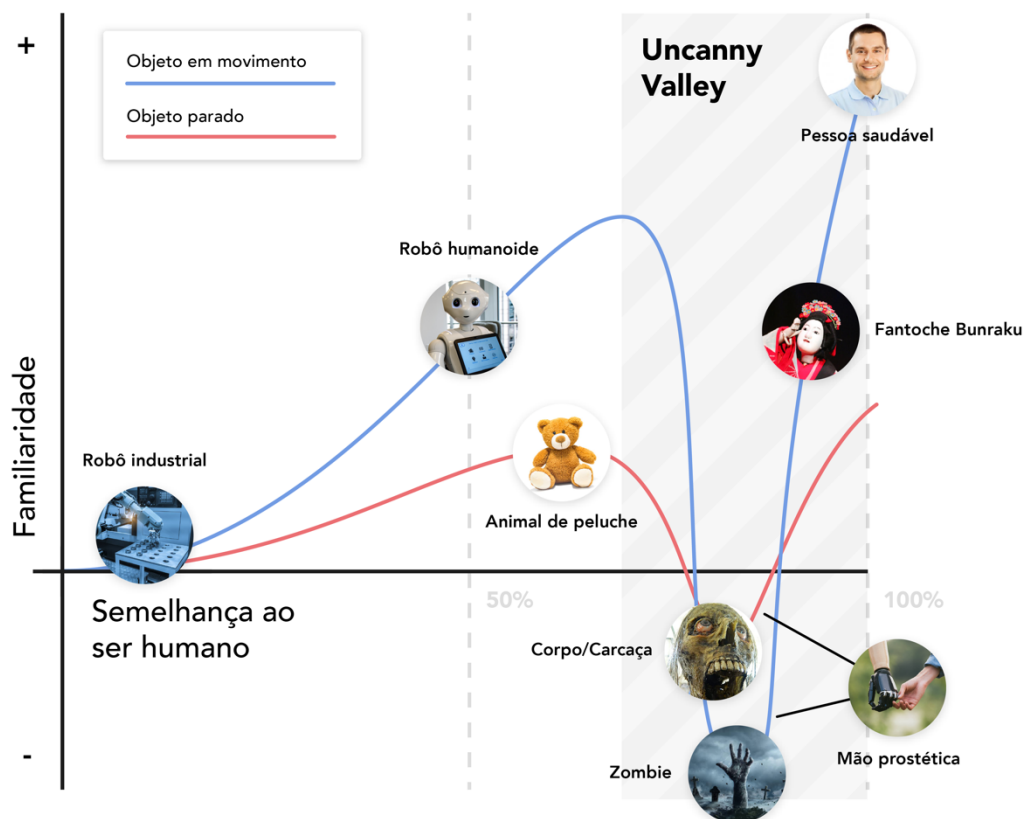


Figura 6: Representação gráfica de Uncanny Valley, baseada na de Masahiro Mori, apresentada na IEEE Robotics & Automation Magazine (2012).

2.5 Saídas de emergência

2.5.1 Fatores que influenciam a decisão numa evacuação de emergência

Numa situação de emergência os fatores determinantes para uma melhor tomada de decisão são a educação, o treino e a experiência, sendo que uma pessoa sem experiência subestima ou sobrestima facilmente o risco em que se encontra (Paton & Flin, 1999). Esta dissertação compreende um estudo no qual se avaliarão as tomadas de decisão dos participantes, sem experiência, numa saída para um local seguro num ambiente virtual. Como tal, é necessário conhecer os fatores intrínsecos e extrínsecos ao participante (e ao robô) que influenciam a sua confiança durante o exercício.

Para além da experiência ou treino, as pessoas são também influenciadas por outros fatores internos que impactam as tomadas de decisões como o excesso de cansaço (i.e., Harrison & Horne, 2000) ou o próprio comportamento humano: durante uma saída de emergência para um local seguro, se tiverem escolha, as pessoas preferem seguir por caminhos que lhes sejam familiares ou saídas que lhes sejam visíveis (Haghani & Sarvi, 2016). Adicionalmente, estudos anteriores mostram que as pessoas tendem a seguir outros agentes (e.g. uma ou duas pessoas) pelos caminhos e saídas que estes tomam (Kinateder, & Warren, 2016; Kinateder, Comunale, & Warren, 2018), porém, evitam seguir esses mesmos agentes caso sigam por um caminho com alta densidade populacional (Haghani & Sarvi, 2016). Numa situação de emergência, a capacidade de tomar decisões das pessoas é também influenciadas por fatores externos, como a sinalética do espaço, a iluminação dos corredores e as dimensões dos corredores (Vilar, 2012).

2.5.2 Simulação de uma situação de emergência

A realidade virtual (RV) é cada vez mais convencional, ganhando reconhecimento na área do entretenimento, nomeadamente nos videojogos e filmes imersivos. Esta tecnologia é também utilizada para diversos estudos em diferentes contextos, nos campos da ciência, arquitetura, terapia, treino militar, engenharia e design (Jerald, 2015), sendo alguns exemplos: para que um aprendiz de condutor ou piloto ganhe experiência ou para o tratamento de problemas mentais e psicológicos (Tarr & Warren, 2002) e ainda nos estudos das IHR (i.e. Williams et al., 2018). A RV traz vários benefícios, tais como a *acessibilidade*, pois permite efetuar estudos em diferentes tipos de espaço e contextos, com custos financeiros e temporais reduzidos; a *segurança*, pois permite o uso de ambientes simulados que, se testados em ambientes reais, poderiam comprometer a segurança dos participantes, permitindo a estes interagir com qualquer produto de forma segura; e a *provisão de dados*, recolhidos com alguma precisão em qualquer fase do design do produto (Duarte et al., 2006; Rebelo et al., 2012). É ainda necessário ter em conta que a RV também tem alguns aspetos negativos em relação aos estudos no mundo real, por exemplo, ao replicar uma IHR, descobriu-se que o comportamento do robô pode ser

percebido de forma diferente na RV que é no mundo real, levando a resultados diferentes (Li *et al.*, 2019; Wijnen *et al.*, 2020).

Ao realizar experiências em ambientes virtuais é necessário ter em conta que um elemento pode influenciar o participante de modo diferente do que influenciaria no mundo real. Em 2010 foi realizado o primeiro estudo comportamental de uma evacuação em realidade virtual. A investigadora testou a influência do fumo e dos sinais de saída de emergência com um estudo num hotel físico e outro num hotel virtual. Ainda que as duas abordagens fossem muito diferentes metodologicamente, a investigadora conseguiu identificar alguns padrões comuns aos dois testes, concluindo que os sinais de saída de emergência eram mais eficientes no teste real enquanto o fumo era mais eficiente em RV (Kobes *et al.*, 2010). Um estudo efetuado em 2018 revelou que, durante a simulação em ambiente virtual de uma emergência que envolveu um fogo, os participantes, ao escolherem o local por onde saíam para segurança, eram influenciados tanto pela familiaridade que tinham com os caminhos que já conheciam, como pelo comportamento das outras pessoas (virtuais). (Kinateder, Comunale, & Warren, 2018).

Vilar (2013) conduziu um estudo também em realidade virtual para perceber se as condições ambientais (*affordances*) têm influência na tomada de decisão das pessoas quando estão a fazer uma evacuação para segurança. A investigadora utilizou 12 corredores, sendo metade favorável (i.e., corredores largos e/ou brilhantes) e a outra metade desfavorável (corredores apertados e/ou escuros) para os participantes. Os resultados mostraram que têm de facto influência e que por vezes os participantes preferiam ir pelos caminhos que lhes eram favoráveis, mesmo que existisse um sinal de saída de emergência a apontar noutra direção. Mais tarde, a investigadora utilizou o mesmo ambiente, introduzindo agora um terceiro agente, um “humano virtual” que corria para uma direção pré-determinada. O objetivo era perceber se a tomada de decisão das pessoas era influenciada por terceiros, sendo que os resultados se revelaram como sendo positivos (Vilar, 2019). Os estudos de Vilar mostraram-se pertinentes, servindo como inspiração para a presente investigação. O ambiente virtual usado nestas experiências será adaptado ao da

presente investigação (que se introduz num contexto semelhante) de modo a validar, em primeiro lugar, se as características morfológicas do robô (o terceiro agente) têm influência na confiança e, em segundo lugar, se as *affordances* do ambiente também se sobrepõem às direções do robô.

Capítulo 3

Desenvolvimento do Projeto

A presente dissertação, dividida em dois estudos, teve como objetivo principal contribuir para a área das IHR, procurando aumentar a confiança num robô guia numa situação de emergência num edifício complexo. Para que tal fosse possível, foi necessário perceber qual era a morfologia e quais as características físicas do robô que transmitiam mais confiança no cenário de emergência. Sendo a investigação realizada no âmbito de um mestrado em Design de Interação, utilizaram-se os conhecimentos, métodos e técnicas desta disciplina, através de uma abordagem do design centrado no utilizador, que foi sempre incluído no processo de desenvolvimento.

O primeiro estudo consistiu num inquérito por questionário, elaborado para compreender qual é o modelo morfológico e principais características físicas preferidas pelos potenciais utilizadores (neste caso, o modelo/características que transmitem mais confiança ao utilizador) para um robô social/serviço numa emergência e compreender de que modo é que as variáveis individuais (e.g., experiências passadas, o sexo e a idade) influenciam essa escolha.

No segundo estudo, foi criado um modelo digital de um robô social/serviço com base nos dados obtidos pelo questionário. Este robô digital foi depois integrado num ambiente virtual (RV) simulando um edifício de serviços onde ocorre um incêndio. A confiança no robô foi medida através do comportamento dos participantes, especificamente através das tomadas de decisão nas intersecções, nas quais os participantes decidiam seguir ou não o robô que, como guia, supostamente lhes indicava o caminho seguro para um local seguro.

3.1 Primeiro Estudo: Morfologia e características físicas do robô guia

3.1.1. Resumo

Sabendo que o tipo de investigação quantitativa deve ser utilizado para confirmar ou infirmar hipóteses de investigação, recorreu-se a um inquérito por questionário para testar as hipóteses definidas no estudo (ver página 4), utilizando o software Qualtrics – Online Software Survey™, pela sua flexibilidade na criação e análise de respostas.

Este estudo foi descritivo e procurou relacionar as variáveis de modo a construir um robô-modelo próximo do ideal para servir posteriormente de guia no segundo estudo, conduzido com uso da realidade virtual. Partindo do pressuposto que qualquer pessoa poderá ser um potencial utilizador deste tipo de robôs, não foram colocadas restrições demográficas no inquérito, tentando-se, porém, balancear o sexo e os grupos etários ao selecionar participantes.

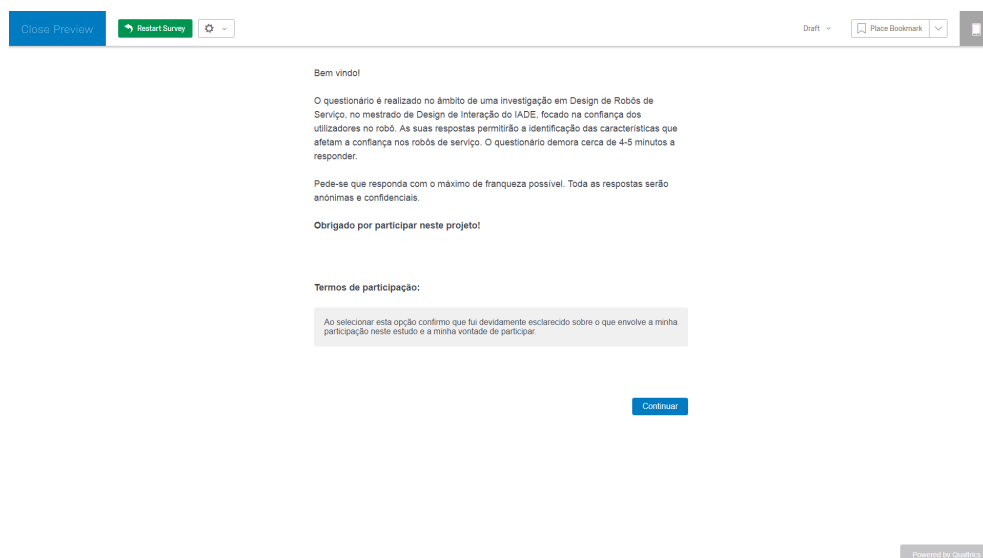
Os resultados obtidos pelo questionário sugerem que a morfologia preferida pelos potenciais utilizadores é a antropomórfica. Adicionalmente, nem todas as características apresentadas aos inquiridos se mostraram relevantes na transmissão de confiança no cenário apresentado. Os resultados dos olhos no robô foram surpreendentes, pelo que todos os inquiridos que escolheram o robô antropomórfico, mascaram-nos como relevantes. Apenas os olhos e os braços mostraram ter um maior impacto na confiança, seguidos pela boca, as pernas, o tamanho do robô e, por último, o género.

3.1.2. Métodos

O primeiro estudo teve como objetivo compreender qual a morfologia e quais as principais características consideradas relevantes pelos potenciais utilizadores para o robô, no contexto específico de emergência e de que forma é que o género, idade e atitudes negativas para com os robôs podem influenciar as escolhas dos participantes. Sendo que esta realidade pode ser medida (Newman & Ridenour, 1998), optou-se por um estudo quantitativo, recorrendo-se a um inquérito por questionário devido às vantagens na rapidez

e eficácia de recolha de respostas. O questionário contou com 28 questões no geral, estando dividido em cinco partes: os termos de consentimento informado (a), a recolha de dados demográficos (b), as experiências passadas com robôs (c), a escolha morfológica do robô (d) e a escolha de características físicas que o utilizador considera que influenciam a confiança no robô (e). Embora o questionário se tenha tornado inacessível devido a problemas com a própria plataforma do Qualtrics™, pode ver-se o planeamento e a estrutura do mesmo no apêndice C.

a) Termos de consentimento informado. Foram apresentados aos inquiridos no primeiro ecrã do questionário, juntamente com uma breve explicação do projeto, indicando-lhes a duração e o propósito do mesmo e para o que seriam usados os dados recolhidos (figura 7). Os inquiridos teriam assim de aceitar os termos para prosseguir para o questionário.



Close Preview Restart Survey

Draft Place Bookmark

Bem vindos!

O questionário é realizado no âmbito de uma investigação em Design de Robôs de Serviço, no mestrado de Design de Interação do IADE, focado na confiança dos utilizadores no robô. As suas respostas permitirão a identificação das características que afetam a confiança nos robôs de serviço. O questionário demora cerca de 4-5 minutos a responder.

Pede-se que responda com o máximo de franqueza possível. Todas as respostas serão anónimas e confidenciais.

Obrigado por participar neste projeto!

Termos de participação:

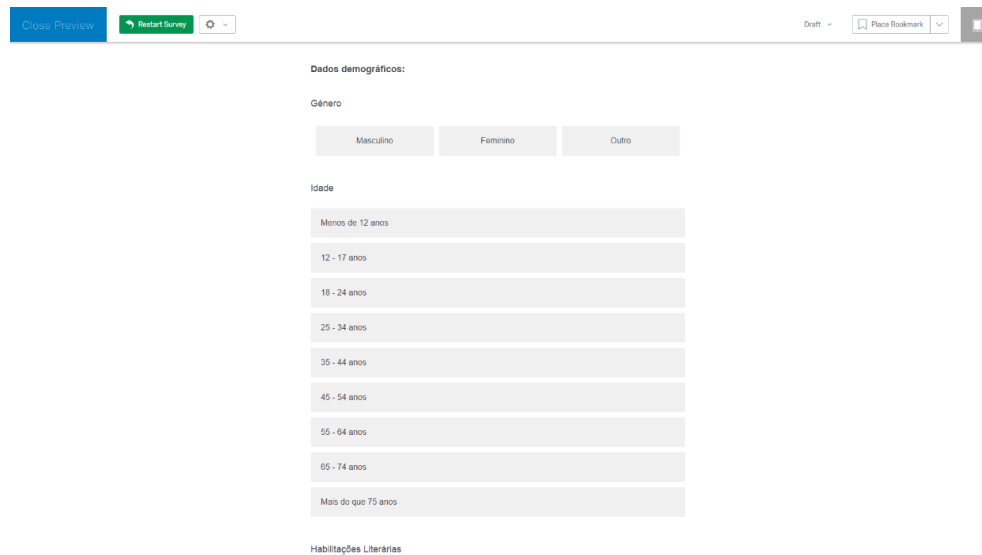
Ao seleccionar esta opção confirmo que fui devidamente esclarecido sobre o que envolve a minha participação neste estudo e a minha vontade de participar.

Continuar

Powered by Qualtrics

Figura 7: Termos de consentimento informado (a). Captura de ecrã retirada do questionário.

b) Dados demográficos. Perguntou-se sobre género, o grupo etário, habilitações literárias e a situação profissional, sendo que apenas o género e o grupo etário foram utilizados nas análises (figura 8).



The screenshot shows a web-based survey interface. At the top, there are buttons for 'Close Preview', 'Restart Survey', and a settings icon. On the right, there's a 'Draft' status and a 'Place Bookmark' button. The main content area is titled 'Dados demográficos:'. Under the 'Género' section, there are three radio button options: 'Masculino', 'Feminino', and 'Outro'. The 'Idade' section features a vertical list of age ranges: 'Menos de 12 anos', '12 - 17 anos', '18 - 24 anos', '25 - 34 anos', '35 - 44 anos', '45 - 54 anos', '55 - 64 anos', '65 - 74 anos', and 'Mais do que 75 anos'. Below this, the 'Habilitações Literárias' section is partially visible.

Figura 8: Dados demográficos (b). Captura de ecrã retirada do questionário.

c) Atitudes em relação aos robôs. Foram medidas através o questionário NARS (*Negative Attitudes Towards Robots*), uma escala concebida por Nomura et al. (2004) e traduzida para português por Piçarra et al. (2015). Esta escala consiste em 14 perguntas e, através dos seus resultados, procurou-se relacionar as experiências passadas em relação do inquirido à interação com robôs com a escolha do tipo de robô no questionário (figura 9).

Close Preview Restart Survey ⚙️ Draft Place Bookmark

Atitudes negativas contra robôs:

Indique em que medida concorda ou discorda das seguintes afirmações.

1 - A ideia dos robôs terem emoções é desagradável.

Discordo Completamente Discordo Indeciso Concordo Concordo Completamente

2 - Se os robôs se transformassem em seres vivos poderia ser mau.

Discordo Completamente Discordo Indeciso Concordo Concordo Completamente

3 - Sentir-me-ia confortável a falar com robôs.

Discordo Completamente Discordo Indeciso Concordo Concordo Completamente

4 - Seria desagradável trabalhar num local onde tivesse que usar robôs.

Discordo Completamente Discordo Indeciso Concordo Concordo Completamente

5 - Se os robôs tivessem emoções, poderíamos ser amigos.

Figura 9: Versão portuguesa do questionário NARS (Negative Attitudes Towards Robots) (Piçarra et al., 2015) (c). Captura de ecrã retirada do questionário.

d) Escolha morfológica do robô. Na penúltima parte do questionário foi descrito um cenário de emergência ao inquirido, onde acontecia um incêndio num edifício complexo com o qual o inquirido não estava familiarizado, aparecendo um robô social/serviço para o escoltar para um local seguro, sendo depois pedido ao inquirido se considerava aquela uma situação de emergência (figura 10).

Close Preview Restart Survey ⚙️ Draft Place Bookmark

Cenário de Contexto:

Imagine-se num prédio em Lisboa. É um edifício complexo, composto por várias salas, andares e inúmeros corredores. É a primeira vez que se encontra no edifício e ainda não conhece as instalações.

Está numa sala de reuniões no terceiro andar, sozinho(a), a aguardar a chegada dos restantes membros para dar início a uma reunião quando nota que há algo estranho: fumo a sair por baixo da porta da sala.

Poucos segundos depois, ouve um alarme e decide levantar-se para investigar, dirigindo-se à porta. Ao abrir, depara-se com um corredor repleto de fumo. A sua visão é cada vez mais limitada, a respiração cada vez mais difícil.

De entre o fumo aparece um robô serviço que o pode guiar até a um local seguro.

O cenário acima descrito parece-lhe uma situação de risco (antes do aparecimento do robô)?

Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente

Figura 10: Cenário de contexto apresentado ao participante antes deste escolher o robô que o iria escoltar para um local seguro (d). Captura de ecrã retirada do questionário.

Após o cenário, pedia-se ao inquirido que escolhesse apenas um robô pelo seu modelo, o que lhe transmitisse mais confiança para fazer a sua escolha. Eram apresentados 12 robôs no total (ver tabela 4), sendo 4 antropomórficos, 4 funcionais e 4 zoomórficos. As imagens dos modelos foram trabalhadas para que todos os robôs tivessem o mesmo tamanho, as mesmas cores (tons de cinza, cores neutras) e o mesmo fundo (branco, neutro), de modo a não enviesar as respostas dos utilizadores. Esta questão foi apresentada através de botões em vários 3x4 blocos de imagens (figura 11) cuja disposição era sorteada aleatoriamente para cada participante. Devido a uma limitação do Qualtrics™, o questionário foi bloqueado para dispositivos cujos ecrãs fossem demasiado pequenos, para garantir que todas as imagens eram exibidas ao participante de uma vez, para evitar influências indesejadas nas respostas.

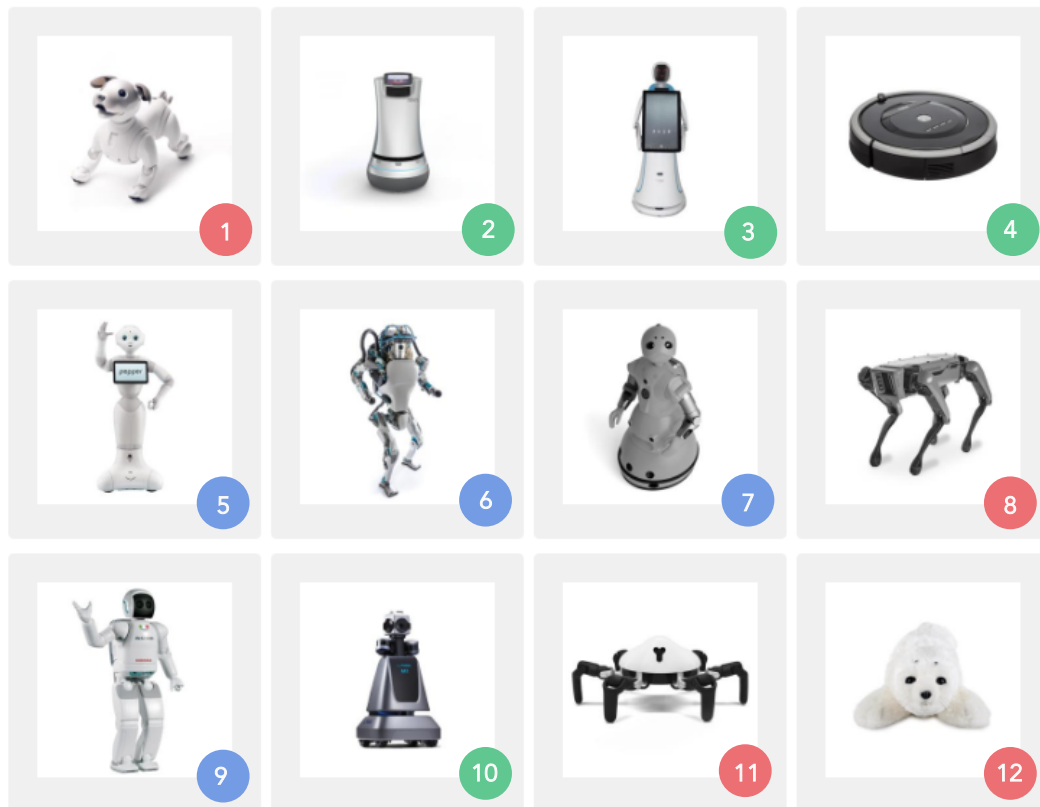


Figura 11: Grupo de robôs que podiam ser escolhidos pelos participantes (d), identificados na tabela 5. A sua disposição era sempre aleatória. Captura de ecrã retirada do questionário.

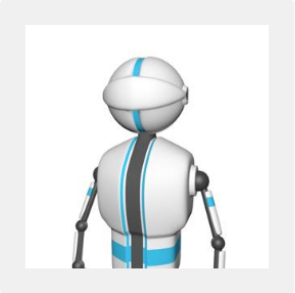
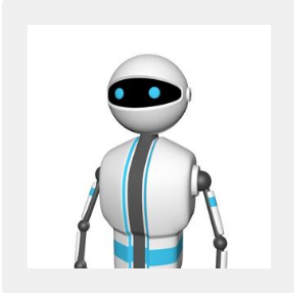
Tabela 4: Modelos utilizados na parte (d) do questionário, enumerados e separados categoricamente pela morfologia.

Número (referente à figura 8)	Nome do robô	Fabricante	Morfologia	Marcador
1	Aibo	Sony	Zoomórfico	●
2	Relay	Savioke	Funcional	●
3	LDG-PIRSC8	Hebei Reid Importação e Exportação Trade Co., Ltd.	Funcional	●
4	Roomba	iRobot	Funcional	●
5	Pepper	Softbank Robotics	Antropomórfico	●
6	Atlas	Boston Dynamics	Antropomórfico	●
7	Wakamaru	Mitsubishi Heavy Industries	Antropomórfico	●
8	SpotMini	Boston Dynamics	Zoomórfico	●
9	Asimo	Honda	Antropomórfico	●
10	M1	Hyundai Heavy Industries e Naver Labs	Funcional	●
11	Hexa	Vincross	Zoomórfico	●
12	Paro	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada do Japão	Zoomórfico	●

e) Características físicas. Na última parte do questionário, pediu-se aos inquiridos para escolher as características físicas que mais confiança lhes transmitiam, com base na morfologia do robô que escolheram previamente. Como o Qualtrics™ permite fazer perguntas ramificadas conforme as respostas anteriores, se o robô antropomórfico fosse escolhido, apenas as características para essa morfologia eram mostradas (e.g. figura 12), se fosse o zoomórfico, apenas as características do robô zoomórfico eram mostradas (e.g. figura 13), e assim igualmente para a morfologia funcional (e.g. figura 14). As características em análise eram as mais comuns na literatura, olhos, boca, braços pernas, género e altura/tamanho do robô (ver capítulo 2, páginas 27-32). É possível ver todas as questões do questionário no apêndice C. As respostas obtidas no Qualtrics™, foram descarregadas num ficheiro CSV para a análise com o programa SPSS, da IBM.

Tendo em conta o **tipo de robô**, responda agora a algumas questões relacionadas com a confiança transmitida pelas suas características.

Prefere a versão do robô com ou sem olhos?

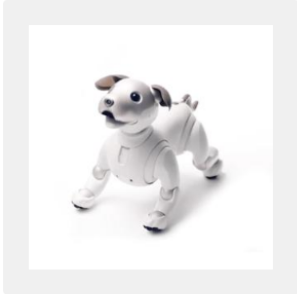


Não considero relevante.

Figura 12: Exemplo de uma questão das características físicas (os olhos) caso o participante escolhesse um robô antropomórfico (e). Captura de ecrã retirada do questionário.

Tendo em conta o **tipo de robô**, responda agora a algumas questões relacionadas com a confiança transmitida pelas suas características.

Prefere a versão do robô com ou sem olhos?

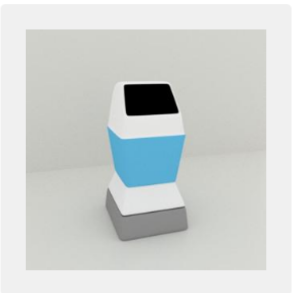



Não considero relevante.

Figura 13: Exemplo de uma questão das características físicas (os olhos) caso o participante escolhesse um robô zoomórfico (e). Captura de ecrã retirada do questionário.

Tendo em conta o **tipo de robô**, responda agora a algumas questões relacionadas com a confiança transmitida pelas suas características.

Prefere a versão do robô com ou sem olhos?

Não considero relevante.

Figura 14: Exemplo de uma questão das características físicas (os olhos) caso o participante escolhesse um robô funcional (e). Captura de ecrã retirada do questionário.

3.1.3. Variáveis

Utilizou-se o método descrito por Moreira (2006) para decompor conceitos de forma organizada, sabendo que “o conhecimento científico pode ser concretizado em proposições da forma X_1YX_2 , em que X_1 e X_2 são entidades ou conceitos (...) e Y representa uma relação entre eles” (p.41-46). Seguindo este exemplo, é necessário separar

o inquérito por questionário em duas partes, pretendendo-se saber na primeira se as experiências passadas, género e idade dos participantes (X1) influencia a escolha do tipo de robô (X2) que transmite mais confiança (Y) no contexto de emergência (forma: X1YX2). Na segunda parte do questionário, consoante o tipo de robô (X2), pretende-se saber quais são as características físicas do robô (X3) que transmitem mais confiança (Y) no mesmo contexto da parte anterior (forma: X2YX3). Sabendo que “uma variável independente é mudada ou controlada numa experiência científica de modo a testar os efeitos numa variável dependente”, sendo a variável dependente, “dependente das variáveis independentes” (Helmenstine, 2018, 1º parágrafo), pode-se afirmar que a variável dependente deste estudo é a confiança (Y) e as variáveis independentes (manipuladas) são os tipos de robô descritos em 2002 por Fong et al. (X2) e as características físicas dos robôs (X3). As únicas variáveis controladas (não manipuladas) são as características dos participantes (X1) (i.e., grupo etário, sexo e experiências passadas com robôs).

3.1.4. Procedimento

O questionário, desenvolvido na plataforma Qualtrics™, contou com uma sessão piloto presencial no IADE (Instituto de Arte, Design e Empresa) para compreender se as questões eram claras e se faziam sentido, na qual foram recolhidas 10 respostas (7.79% das respostas). O inquérito por questionário foi depois lançado online, sendo distribuído em vários grupos da área de design, de partilha de questionários e de várias faculdades na rede social *Facebook*, resultando em 81 respostas online (62.31% das respostas). Para maximizar o número de respostas, fez-se simultaneamente uma versão presencial, num espaço que foi cedido para o estudo, na DGAE (Direção-Geral da Administração Escolar), adquirindo assim mais 39 respostas (30% das respostas). No caso das sessões presenciais, foi explicado em detalhe ao participante o que constava a investigação antes do início do questionário, tendo este sido feito através de um dispositivo *tablet Android*, sendo respondidas quaisquer dúvidas que surgissem do inquirido. Tanto como nas sessões online como nas presenciais os participantes tiveram de assinar os termos consentimento informado no início do questionário, antes de prosseguir para responder às questões do

mesmo. Posteriormente, os resultados do questionário foram analisados com o software SPSS da IBM.

3.1.5. Amostra

O questionário recolheu, ao todo, 130 respostas, porém, só 125 foram utilizadas na análise, tendo-se excluído 2 respostas de menores de idade e 3 de pessoas que se identificaram em grupos etários acima dos 65 anos, sendo a amostra desse grupo demasiado pequena ou inexistente. Os grupos etários foram separados por: 18 a 24 anos (34 inquiridos, 27.2%), 25 a 34 anos (21 inquiridos, 16.8%), 35 a 44 anos (12 inquiridos, 9.6%), 45 a 54 anos (38 inquiridos, 30.4%) e 55 a 64 anos (20 inquiridos, 16%), sendo 60 homens (48%) e 65 mulheres (52%). Quanto às habilitações literárias, 19 inquiridos (15.2%) tinham apenas o ensino secundário, 76 eram licenciados (60.8%), 24 tinham mestrado (19.2%) e apenas 6 possuíam um doutoramento (4.8%). Como as respostas eram anónimas, não foram recolhidos dados relativos ao nome, morada, número de telefone ou email dos inquiridos.

3.1.6. Materiais e Equipamento

Para a realização e execução do inquérito por questionário, utilizou-se, em termos de software: o Qualtrics™, para a elaboração do questionário e o *Facebook* para a divulgação do mesmo. Em termos de materiais físicos, utilizou-se um *tablet* da Samsung, fornecido pela UNIDCOM/IADE.

3.1.7. Limitações

Sendo que, tanto quanto foi possível saber, não existe um questionário validado para avaliar a morfologia e aspeto físico do robô, o questionário usado foi criado propositadamente para este estudo e não foi alvo de validação, o que deverá ser tido em consideração na generalização dos resultados obtidos.

De modo a não afetar as respostas nos inquéritos presenciais, foi atribuído um *tablet* aos inquiridos com o ecrã grande o suficiente para que todas as imagens dos robôs fossem

apresentadas no ecrã ao mesmo tempo (nos *smartphones* e *tablets* mais pequenos, apenas era mostrada uma imagem de cada vez nas questões de escolha múltipla).

Nos questionários online, o serviço foi bloqueado em dispositivos Android e IOS, sendo apenas possível responder através de um browser no computador, o que limitou o número de respondentes.

3.1.8 Análise dos resultados

Os dados recolhidos no primeiro estudo foram analisados com o software IBM SPSS v.25, com um nível de significância de 5%. A recolha de dados e análise de tabelas resultantes do questionário foram efetuados pelo próprio software Qualtrics™.

a) Morfologia. De forma a compreender os tipos de robô e a morfologia preferida pelos participantes, recorreu-se a uma tabela cruzada, analisada no software SPSS. Todos os modelos de robô foram recodificados numa nova variável, sendo agrupados em cada morfologia para análise. Os resultados mostram que a morfologia do robô mais votada é a morfologia antropomórfica (robô do tipo humano), com 57,6% dos votos (ver tabelas 5 e 6). Os modelos de robô favoritos eram Asimo (29 votos), um robô parecido com um astronauta, e Pepper (21 votos), um robô-guia com um ecrã.

Tabela 5: Escolha da morfologia do robô por género (Diogo et al, 2019).

Sexo	Robô antropomórfico	Robô funcional	Robô zoomórfico	Total
Masculino	32 (25,6%)	13 (10,4%)	15 (12%)	60 (48%)
Feminino	40 (32%)	17 (13,6%)	8 (6,4%)	65 (52%)
Total	72 (57,6%)	30 (24%)	23 (18,4%)	125 (100%)

Tabela 6: Escolha da morfologia do robô por idade (Diogo et al, 2019).

Grupos etários	Robô antropomórfico	Robô funcional	Robô zoomórfico	Total
18-24 anos	12 (9,6%)	13 (10,4%)	9 (7,2%)	34 (27,2%)

25-34 anos	12 (9,6%)	7 (5,6%)	2 (1,6%)	21 (16,8%)
35-44 anos	10 (8%)	1 (0,8%)	1 (0,8%)	12 (9,6%)
45-54 anos	26 (20,8%)	4 (3,2%)	8 (6,4%)	38 (30,4%)
55-64 anos	12 (9,6%)	5 (4%)	3 (2,4%)	20 (16%)
Total	72 (57,6%)	30 (24%)	23 (18,4%)	125 (100%)

b) Correlação Demográfica. Para entender se o gênero (a) influenciou a escolha do tipo de robô durante a emergência, foi utilizado um *Independent T-Test*, que permite comparar as médias de dois grupos não relacionados utilizando a mesma variável dependente. Os resultados desse teste são obtidos por meio da análise do teste de igualdade de variância de Lavene, e se a significância for maior que 0,05, a diferença entre as médias dos grupos não é significativamente diferente. Em relação à idade (b), por possuir mais de três grupos não relacionados, foi utilizado o teste One-Way ANOVA.

De modo a validar a hipótese de investigação H4, em que se assumia que as variáveis individuais, como experiências passadas, atitudes, crenças, sexo e idade, influenciam as percepções sobre os robôs, compararam-se os dados demográficos e as atitudes negativas em relação a robôs, através da versão portuguesa do questionário NARS, traduzida e validada por Piçarra et al. (2015). No questionário original de Nomura et. al. (2006) todas as questões com exceção da terceira, quinta e sexta são escritas na forma negativa, dificultando assim a interpretação dos resultados. O autor inverteu o score (escala de Likert de 1 a 7, no caso do autor) das questões negativas, ficando os scores maiores a indicar uma atitude mais positiva (score de 5) e os scores piores a indicar uma atitude mais negativa (score de 1). No caso do questionário deste estudo (escala de Likert de 1 a 5) inverteram-se apenas as questões 3, 5 e 6, sendo os maiores scores atitudes mais negativas e as menores atitudes positivas.

Em seguida, foi efetuada uma análise de componentes principais (PCA, com rotação Varimax), com base nos três fatores originais de Nomura, sendo estes as atitudes negativas em relação a Situações de Interação com Robôs, em relação à Influência Social dos Robôs

e em relação às Emoções na Interação com Robôs. Numa análise posterior, Piçarra excluiu as questões 7 e 14, devido às suas baixas comunalidades, definindo assim dois fatores com as respetivas questões: (c) atitudes negativas em relação a robôs com traços humanos (NARHT), questões 1, 2, 3, 5, 6, 9 (figura 15); (d) atitudes negativas em relação à interação com robôs (NATIR), questões 4, 8, 10, 11, 12, 13 (figura 16).

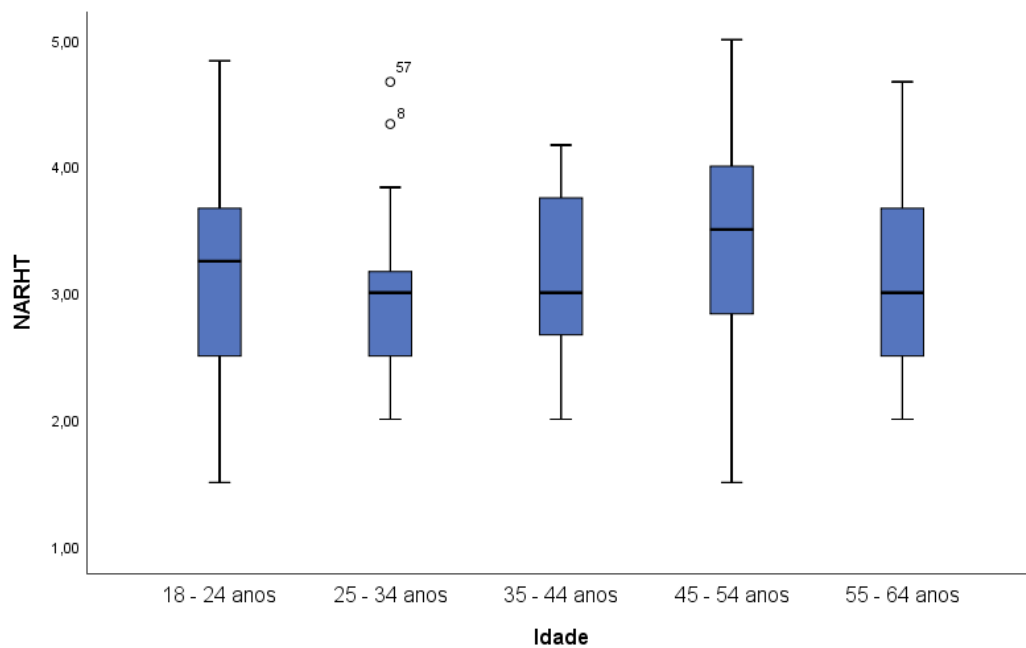


Figura 15: Análise das atitudes negativas em relação a robôs com traços humanos (1 – atitudes mais positivas; 5 – atitudes mais negativas).

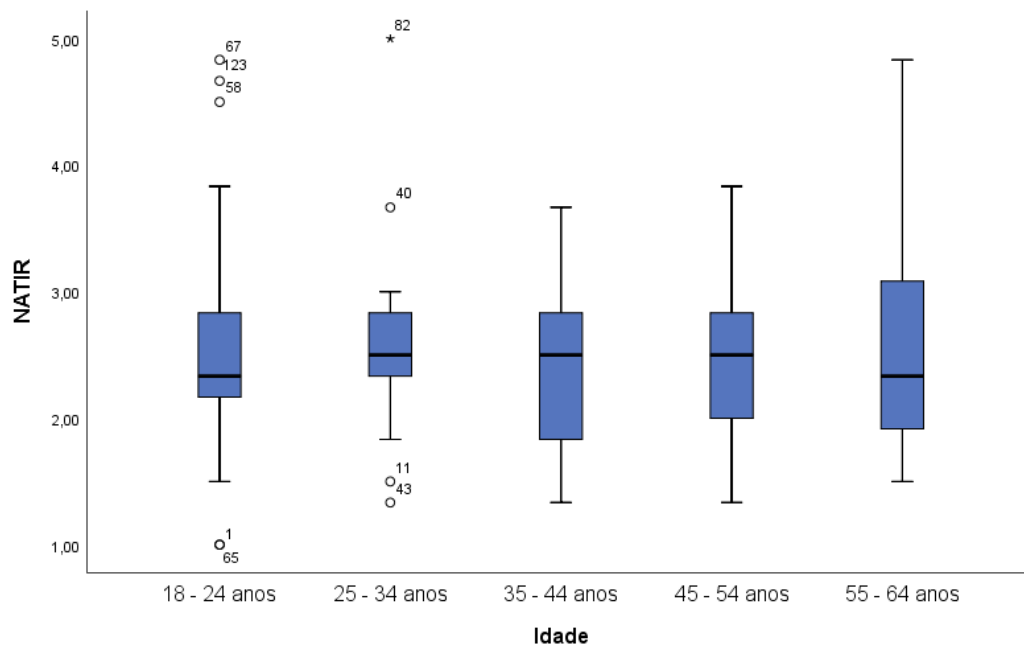


Figura 16: Análise das atitudes negativas em relação à interação com robôs (1 – atitudes mais positivas; 5 – atitudes mais negativas).

Os resultados são: (a) género: $t(123) = 1,501$; $p = 0,136$, sem diferença significativa; (b) idade: $F(2) = 3.620$; $p = 0,030$, como a significância é menor que 0,05, concluiu-se que a idade influencia na escolha do robô no cenário de emergência; (c) atitudes em relação à interação do robô: $F(2) = 1.163$; $p = 0,316$, sem diferença significativa; (d) atitudes em relação à interação do robô com características humanas: $F(2) = 3.620$; $p = 0,030$, como a significância é menor que 0,05, concluiu-se que as atitudes negativas em relação à interação com robôs tiveram influência na escolha do robô no cenário de emergência.

Após uma análise mais detalhada, concluiu-se que as faixas etárias mais jovens confiam nos robôs antropomórficos quase tanto quanto como nos robôs funcionais, sendo mais recetivos ao conceito dos robôs e da interação com eles. Estes resultados podem sugerir que, no panorama das emergências em edifícios complexos pode haver abertura para as pessoas mais jovens confiarem em robôs para os guiarem, independentemente da sua morfologia e características humanas. Ainda assim, como o robô mais votado no geral foi o antropomórfico, avançámos com este para os testes num ambiente virtual.

c) Características Físicas. A funcionalidade de tabelas cruzadas do Qualtrics™ foi usada para analisar as características físicas. Apenas o tipo de robô antropomórfico foi analisado por ser o modelo geralmente preferido (mais votado, com 77 votos) e, portanto, o modelo morfológico a ser utilizado em testes futuros. Pediu-se aos participantes que “construíssem” um robô, marcando as características apresentadas como “Sim”, “Não” ou “Não relevante”. As características apresentadas no questionário foram: olhos, boca, gênero, braços, pernas e tamanho.

Os resultados ficaram dentro dos limites esperados. Como pode ser observado na tabela 7, a maioria dos participantes preferiu o modelo antropomórfico com olhos. Curiosamente, nenhum participante selecionou a opção sem olhos. A boca e os braços também parecem ser relevantes para nossos participantes. As pernas, por sua vez, não parecem ser tão relevantes, pois as respostas “não” e “não relevantes” são mais altas do que as positivas. O gênero também não foi relevante para nossos participantes, com 55 (71,4%) em 77 participantes marcando-o como não relevante. Por fim, o tamanho adequado deveria requerer uma análise mais aprofundada, pois a percentagem de respostas “menor que eu”, “do mesmo tamanho que eu” e “não relevantes” foram semelhantes. De qualquer forma, como já era esperado, quase nenhum participante escolheu um robô maior que si (2,6%).

Tabela 7: Tabela cruzada com a análise das características físicas dos robôs (Diogo, *et al.* 2019).

Características físicas	Sim	Não	Não relevante
Olhos	67 (87%)	0 (0%)	10 (13%)
Boca	57 (74%)	6 (7,8%)	14 (10,2%)
Braços	67 (87%)	2 (2,6%)	8 (10,4%)
Pernas	35 (45,5%)	15 (19,5%)	27 (35%)

Características físicas	Masculino	Feminino	Não relevante
Gênero	12 (15,6%)	10 (13%)	55 (71,4%)

Características físicas	Maior que eu	Mais pequeno que eu	Do meu tamanho	Não relevante
Tamanho	2 (2,6%)	26 (33,8%)	29 (37,7%)	20 (26%)

3.1.9. Discussão

O objetivo principal deste estudo foi informar a concepção de um modelo de robô para emergências o mais próximo possível das preferências dos potenciais utilizadores, de modo a maximizar a sua confiança no robô.

As preferências foram obtidas através de um questionário composto por cinco partes: (a) os termos de consentimento informado, (b) a recolha de dados demográficos, (c) as experiências passadas com robôs, (d) a escolha morfológica do robô e a (e) escolha de características físicas que o utilizador considera que influenciam a confiança no robô.

Como esperado, os inquiridos preferiram geralmente o modelo robótico morfológico mais parecido com o ser humano, o antropomórfico. Não se colocou a possibilidade de o robô causar a síndrome de *Uncanny Valley* ao inquirido, pois, ainda que os robôs se assemelhassem a humanos, continuam a parecer muito mais uma “máquina” do que um ser orgânico. O robô antropomórfico escolhido com maior frequência foi o ASIMO. Pode-se dizer-se que, entre os 12 robôs apresentados, é de facto o mais parecido com um ser humano (apresenta braços, pernas e cabeça). Supõe-se também que é o robô mais fácil de se conectar com o participante, pois apresenta um contexto social, fazendo lembrar um astronauta. Ainda que a literatura mostre que o robô antropomórfico é geralmente o preferido (Fong *et al.*, 2003; Hancock *et al.*, 2011; Złotowski *et al.*, 2015), talvez fosse necessário identificar subgrupos para os robôs apresentados, apresentando também mais opções (algumas até semelhantes) ao participante. Outra característica que poderia ter estado presente no questionário para clarificar esta questão era a justificação da escolha do robô.

Quanto às características físicas (com exceção da morfologia), foram colocadas ao participante as seis que se considerou mais importantes numa eventual IHR: olhos, boca, braços, pernas, género e tamanho. Os resultados obtidos sugerem que os olhos são a característica mais importante para os participantes. De notar que não houve nenhum participante que tenha escolhido um robô sem olhos. Ao contruir um modelo virtual do robô, ainda que os participantes tenham considerado esta característica relevante, é necessário ter em conta que numa situação de interação simulada ou real o participante poderia dar mais importância ou credibilidade a um robô não apenas devido à existência de olhos, mas ao olhar. Esta característica pode aumentar bastante a confiança do utilizador no robô, sendo que o robô consegue transmitir a aparência de consciência durante a interação, até mesmo com um pequeno piscar de olhos ou desviando o olhar (Fong *et al.*, 2002; Admoni *et al.*, 2011; Andrist *et al.*, 2014). Apesar da sua importância nas IHR, devido a algumas limitações técnicas, no teste piloto testar-se-á um robô apenas com olhos e sem um olhar funcional.

Os resultados sugerem também que os participantes reconheceram o robô como uma máquina, querendo mantê-lo como tal e personificando-o apenas até ao limite necessário. Os participantes reconheceram os braços do robô como relevantes para um modelo que os iria levar para segurança, possivelmente por os braços (i.e. gestos) serem importantes numa interação entre humanos (Kendon, 2004; 2013) tal como o são numa IHR, ajudando o robô a dar indicações mais facilmente. Já as pernas e o género não tiveram tanta relevância para os nossos participantes. O tamanho do robô selecionado deixou algumas dúvidas, pois os participantes preferiram geralmente um robô com o seu tamanho ou mais pequeno. Sabendo que as pessoas se sentem intimidadas com robôs grandes (Charalambous *et al.*, 2016), supõe-se, à partida, que um robô mais pequeno que uma pessoa é menos intimidante.

3.1.10. Conclusão do Primeiro Estudo

O presente estudo contemplou um inquérito por questionário do qual se pretendeu tirar conclusões de algumas características físicas que transmitiam mais confiança e segurança

para um possível utilizador final. Neste estudo, os participantes não teriam de se preocupar com funcionalidades ou interações com o robô, sendo avaliada apenas a sua perceção visual. Do estudo concluiu-se que a morfologia preferida é a antropomórfica, sendo os olhos e braços as características que teriam um maior impacto na confiança dos nossos participantes, seguidos pela boca, as pernas o tamanho e por último o género (que foi votado pela maior parte como sendo irrelevante). Quanto ao tamanho, pode-se argumentar que seria algo mais difícil de responder com base numa imagem, sem nenhuma noção espacial, pois os resultados fogem um pouco ao que foi concluído noutros estudos (Hancock et al, 2011; Charalambous et al., 2016) que diziam que as pessoas confiavam mais em robôs mais pequenos que eles.

3.2 Segundo Estudo: estudo piloto sobre a influência das características morfológicas dos robôs humanoides na confiança durante uma evacuação de emergência

3.2.1. Resumo

Com os dados obtidos no inquérito por questionário do primeiro estudo, que sugerem que modelo o antropomórfico é, no geral, o que inspira mais confiança nos utilizadores (embora os utilizadores mais jovens sejam mais abertos a diferentes morfologias), conseguiu-se identificar melhor quais as características físicas do robô a utilizar no contexto de uma emergência para maximizar a confiança no robô. Assim, a segunda fase desta investigação contemplou um teste realizado em realidade virtual, com protocolo semelhante ao de Robinette (2014), com o objetivo de avaliar a influência da existência de olhos no robô na confiança depositada neste, durante uma evacuação de emergência. A escolha dos olhos como variável de interesse, baseou-se nos resultados do primeiro estudo e nas descobertas relatadas na literatura, sendo que ambos sugerem que os olhos são uma das características físicas mais importantes para a confiança numa IHR (Strachan & Tipper, 2006; Mutlu *et al.*, 2009; Stanton & Stevens, 2014; Admoni & Scassellati, 2017; Pereira *et al.*, 2020). Neste contexto, foram desenvolvidos dois modelos antropomórficos robóticos semelhantes, um

com olhos e outro sem olhos. Os modelos foram testados num ambiente virtual, no qual o participante decidiu seguir ou não o robô através de uma série de interseções (favoráveis ou desfavoráveis) até um lugar seguro.

O ambiente virtual compreendeu algumas limitações, sendo que as *affordances do ambiente* e o comportamento do robô devem ser trabalhados em testes futuros. Os participantes seguiram ambas as condições experimentais do robô, quase sem hesitar, durante a saída de emergência, independentemente das interseções lhes serem favoráveis (seguras) ou desfavoráveis (perigosas). Embora haja uma clara distinção entre a forma como os participantes perceberam o robô com e sem olhos, não parece existir nenhuma relação entre a confiança e os olhos do robô. As *affordances* também mostraram não ter impacto nas decisões dos participantes, o que vai contra resultados obtidos em estudos anteriores (e.g., Vilar, 2013). Embora num estudo anterior feito por Robinette (2016) o investigador fale sobre a *sobreconfiança* nos robôs em situações de emergência, acredita-se, devido às claras limitações do estudo quanto ao realismo e ao comportamento do robô (i.e., o robô passou maior parte do tempo virado de costas para os participantes), que se tratou de um efeito de teto.

3.2.2. Métodos

Para o presente estudo recorreu-se a uma abordagem dedutiva, procurando-se responder às seguintes questões: qual a influência da morfologia do robô de serviço (e.g. existência/ausência de olhos) na confiança dos potenciais utilizadores num cenário de uma emergência (Q2), sendo que se coloca a hipótese de que a morfologia de facto influencia a confiança que os utilizadores têm no robô, sendo o rosto (i.e. os olhos) um dos elementos mais importantes (H2); e até que ponto durante uma situação de emergência, é influenciada pelas variáveis ambientais (*affordances*) (Q3), colocando-se a hipótese de que têm de facto impacto na confiança. Considerou-se uma metodologia experimental, sendo que esta permite ao investigador controlar e manipular as condições da experiência, de modo a compreender o impacto final que tem no evento que está interessado. Este método

envolve, essencialmente, mudar o valor de uma variável independente e observar o efeito dessa mudança na variável dependente (Sousa, 2009).

Este estudo é experimental, servindo para recolher variáveis comportamentais, contornando questões éticas e custos de construção. Para testar estas hipóteses recorreu-se a um teste piloto em realidade virtual, no qual os participantes seguiram o robô, individualmente, através de várias interseções, onde tiveram de tomar a decisão de seguir o mesmo caminho que o robô ou não, medindo-se também as hesitações do participante. A experiência foi seguida por um questionário pós-teste (questionário *Godspeed*), no qual se avaliou a percepção do antropomorfismo, expressão de vida, simpatia, inteligência percebida e segurança transmitida pelo robô. Devido a constrangimentos temporais, optou-se por testar apenas uma característica física do robô: os olhos. Os dados foram analisados por uma especialista através do software SPSS, sendo os resultados posteriormente apresentados num *paper*, na conferência HCI International 2020 (Diogo et al., 2020).

3.2.3. Variáveis

O estudo consistiu num design misto de medidas independentes e medidas repetidas. Caracterizou-se como fator independente (entre-sujeitos) a aparência do robô (i.e., com olhos vs. sem olhos). Foi entendido como fator repetido (intra-sujeitos) as *affordances* ambientais (favoráveis vs. desfavoráveis).

A variável dependente deste estudo é a confiança, que foi medida pela percentagem de vezes que o participante seguiu o robô pelas 12 interseções e pelas vezes que hesitou em segui-lo. As variáveis independentes são a aparência do robô e as *affordances* ambientais. As *affordances* compreendiam a largura e iluminação dos corredores e podiam ser favoráveis (i.e., corredores largos e/ou iluminados) ou desfavoráveis (corredores estreitos e/ou escuros) para o participante.

As hesitações foram entendidas como momentos em que o participante demorava mais tempo que o habitual a escolher o caminho a seguir, ou que se demonstrasse indeciso olhando várias vezes para as duas possíveis saídas.

3.2.4. Construção e logística do ambiente virtual

Para modelar o espaço virtual recorreu-se a uma adaptação do mapa anteriormente contruído por Vilar (2014, 2020), consistindo num edifício complexo com várias intersecções ou pontos de decisão (exemplos nas figuras 17 e 18). Os modelos e texturas dos robôs utilizados foram desenvolvidos no 3ds Max. Alguns modelos e texturas da mobília foram recolhidos online, de bibliotecas gratuitas. A programação e desenvolvimento dos eventos no ambiente virtual foi feita através do Unity3D (exemplos do desenvolvimento nas figuras 19 e 20), com o auxílio do programador de serviço do Laboratório de Jogos e Apps do IADE. O UX-Lab da UNIDCOM/IADE foi usado para a experiência.

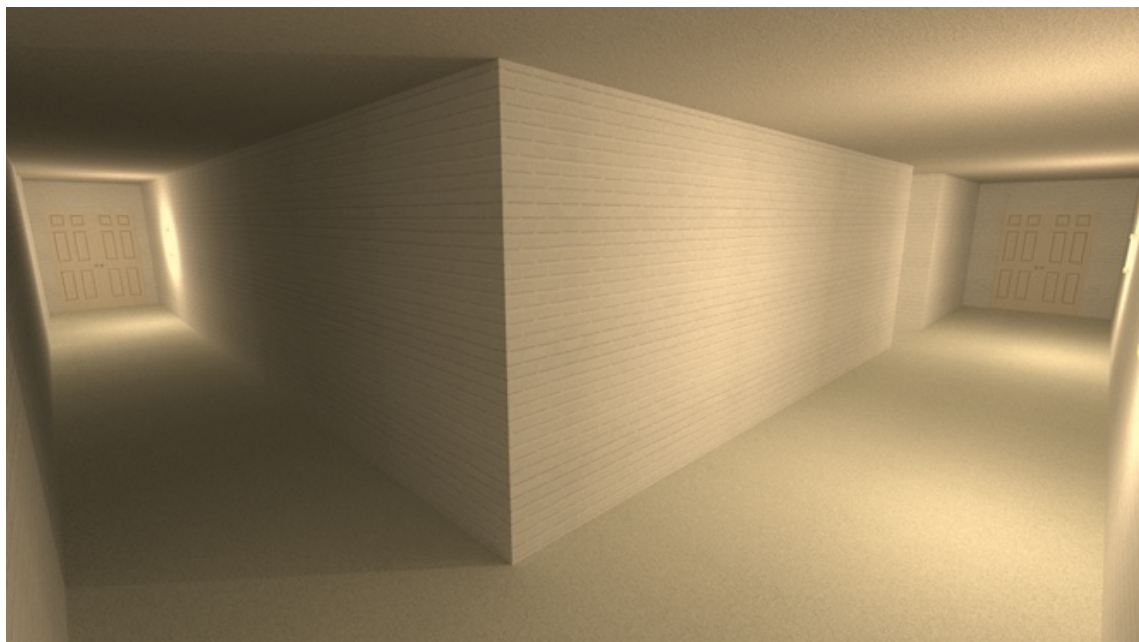


Figura 17: Render do ambiente virtual retirado do 3ds Max. Exemplo de uma intersecção onde o participante teria de tomar uma decisão (à esquerda um corredor menos iluminado – affordance desfavorável; à direita um corredor com boa iluminação – affordance favorável).



Figura 18: Render do ambiente virtual retirado do 3ds Max. A sala final ou “local seguro”, para onde o robô escoltou o participante no final da experiência.



Figura 19: Print screen do robô no ambiente virtual do Unity em desenvolvimento.

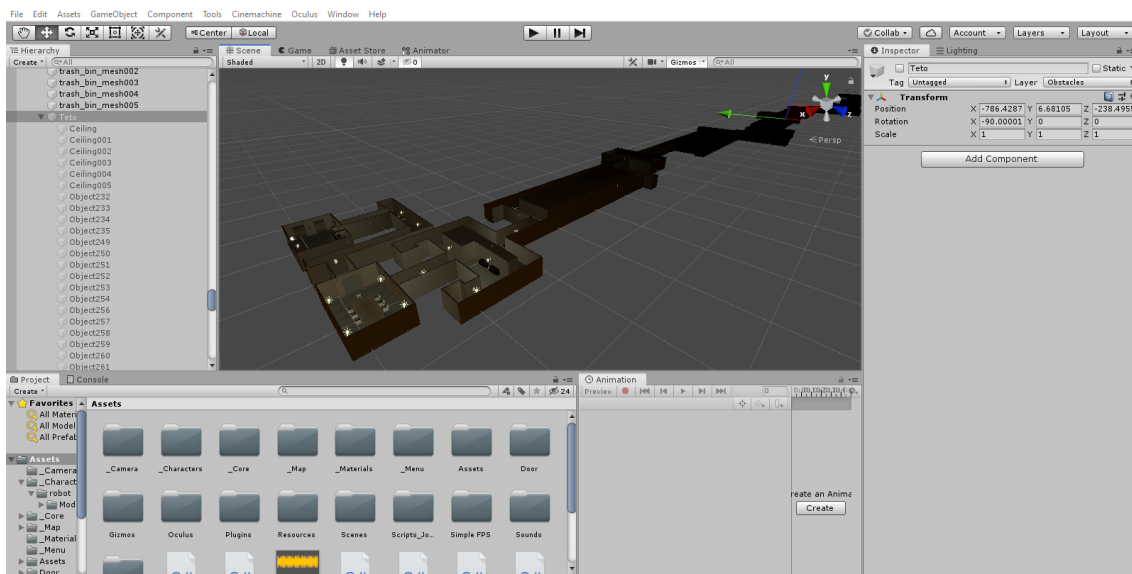


Figura 20: Print screen que mostra o mapa dentro do ambiente virtual, sem telhado, no Unity em desenvolvimento.

No decorrer da experiência o robô prosseguia por um caminho pré-definido (tabela 8), esperando pelo participante na próxima interseção quer este o seguisse ou não. Ao todo, existiam 12 corredores (C) que levavam o participante a um momento de decisão, sendo 6 favoráveis e 6 desfavoráveis. As *affordances* ambientais foram distribuídas de igual forma, tal como na experiência de Vilar (2014), consistindo em: 4 corredores com tamanhos diferentes, dois favoráveis e dois desfavoráveis; 4 corredores com iluminação diferente, dois favoráveis e dois desfavoráveis; e 4 corredores com tamanho e iluminação diferentes, dois favoráveis e dois desfavoráveis (figura 21).

Para evitar o desenvolvimento de desconforto ou náusea no participante, o movimento dentro do ambiente virtual foi feito através de saltos ou “teleportes” (Bozgeyikli *et al.*, 2016), sendo que a opção de se mover aparecia sempre seis segundos depois do participante chegar a uma interseção, de modo a dar tempo de ver o caminho escolhido pelo robô.

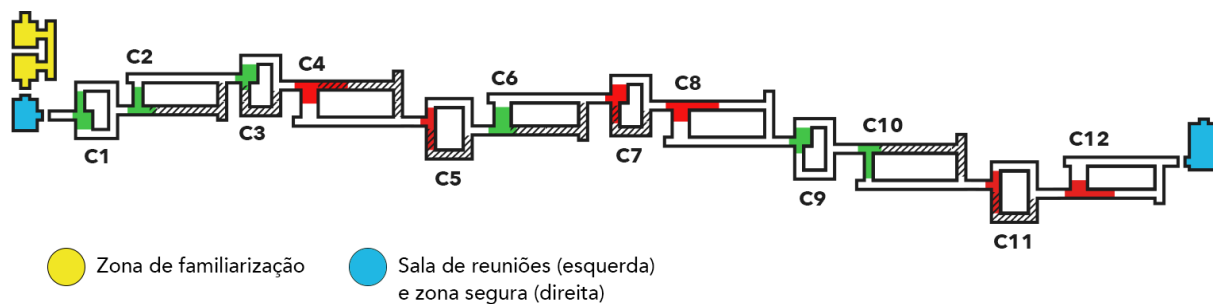


Figura 21: Mapa do ambiente virtual que mostra as 12 interseções (C) e as suas *affordances*, baseado no mapa virtual criado por Vilar (2014).

Tabela 8: *Affordances* por interseção e caminho do robô

Momento de Decisão	Tipo de <i>affordance</i>	Nível de <i>affordance</i>	Caminho do Robô
C1	Tamanho	Positiva	Direita
C2	Iluminação	Positiva	Esquerda
C3	Tamanho e iluminação	Positiva	Esquerda
C4	Tamanho e iluminação	Negativa	Esquerda
C5	Iluminação	Negativa	Direita
C6	Tamanho e iluminação	Positiva	Esquerda
C7	Tamanho e iluminação	Negativa	Direita
C8	Tamanho	Negativa	Esquerda
C9	Tamanho	Positiva	Esquerda
C10	Iluminação	Positiva	Direita

C11	Iluminação	Negativa	Direita
C12	Tamanho	Negativa	Direita

3.2.5. Materiais e Equipamento

A exploração do ambiente virtual foi feita em primeira pessoa através de um *headset* HTC Vive™. Os participantes interagiram com a simulação utilizando um comando da PlayStation™, através dos botões esquerdo e direito no analógico para escolher seguir o robô pelo corredor esquerdo ou direito. Para o som ambiente, voz do robô e a sirene de emergência, foi utilizada uma configuração de colunas *stereo*, compostas por uma coluna esquerda, direita e um *subwoofer* que estavam dispostas à volta do participante (figura 22). A simulação estava a passar em tempo real num monitor que o investigador utilizou para observar, analisar e tirar notas sobre o participante na experiência (figura 23).



Figura 22: Imagem do interior do UX-Lab da UNIDCOM/IADE durante o desenvolvimento e testagem do ambiente virtual.

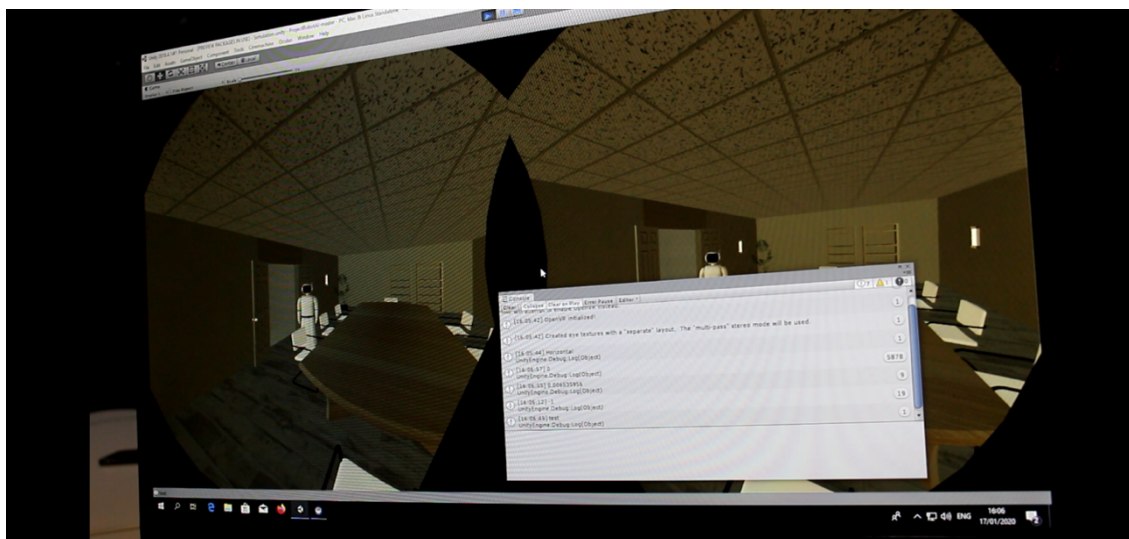


Figura 23: Fotografia retirada durante um teste de realidade virtual, na qual se vê o monitor do investigador. No monitor pode ver-se a imagem captada pelos óculos do participante e a consola da qual se registam algumas mudanças de estado e se está a tirar notas da experiência.

3.2.6. Procedimento

O procedimento dos testes consistiu em cinco fases, idênticas para cada participante individual: o recrutamento dos participantes (a), a assinatura do consentimento informado e contextualização (b), a experiência em realidade virtual (c), um questionário pós-teste (d) e os agradecimentos (e).

a) Recrutamento de participantes: Após a montagem do material (computador, dispositivos VR, etc.) e teste do mesmo, procedeu-se ao recrutamento de participantes. O recrutamento ocorreu no campus do IADE, em Santos, Lisboa. A participação no teste era voluntária e individual, sendo que só um aluno era recrutado de cada vez. Após recrutar um voluntário, este era acompanhado até ao UX-Lab da UNIDCOM/IADE. Durante o caminho, os detalhes do teste eram mantidos em segredo, de modo a não enviesar o participante, para que pudesse responder da forma mais natural possível.

b) Assinatura do consentimento informado e contextualização: Ao chegar ao laboratório, eram apresentados ao participante um consentimento informado e um cenário breve do que supostamente iria acontecer dentro do ambiente virtual (disponível no apêndice D), sem mencionar o robô ou a emergência. O cenário descrevia o contexto do seguinte modo: *“Foi convocado(a) para uma reunião com uma empresa em Lisboa, num edifício que não conhece, nunca tendo estado dentro do mesmo. Ao entrar no edifício, nota que chegou muito cedo à reunião. Mesmo assim, segue até ao elevador, saindo no segundo andar. Nesta experiência vão acontecer eventos inesperados, pede-se que reaja da forma mais natural possível.”*

c) Teste em realidade virtual: Antes de iniciar a experiência, o participante teve alguns minutos para se adaptar aos óculos de realidade virtual, HTC Vive™ e ao comando da PlayStation™, utilizado para se mover no ambiente virtual (a interface pode ser observada na figura 24). Ao iniciar, foi atribuído um modelo aleatório do robô ao participante (i.e., com olhos ou sem olhos).



Figura 24: Print screen da interface que indicava ao utilizador para que direção se podia mover no ambiente virtual.

O ambiente virtual estava dividido em três momentos: a fase de familiarização (Momento 1), a sala de reuniões (Momento 2) e a evacuação para um local seguro, utilizando o robô como guia (Momento 3).

Momento 1: Ao iniciar o teste, o participante encontrar-se-ia numa sala com elevadores, por onde terá entrado (continuação do cenário da parte “b”). Alguns segundos depois, um robô aproxima-se dele e apresenta-se, voluntariando-se para o levar até à sala de reuniões, onde irá aguardar a chegada dos outros participantes (exemplo na figura 25). Este momento criou uma zona de familiarização (ver Haghani & Sarvi, 2016) que fez com que o participante conhecesse parte do edifício complexo, servindo para saber depois, ao dar-se a emergência, se este consideraria sair pelo caminho que conhecia.



Figura 25: Print screen do robô sem olhos a pedir ao participante para o seguir até à sala de reuniões (Momento 1).

Momento 2: Ao chegarem à sala de reuniões, o robô vai-se embora, deixando o participante sozinho. Esta seria a sala onde, segundo o cenário descrito inicialmente, o participante esperaria pelos outros membros para a reunião. Passado um curto intervalo de tempo, começa a tocar o alarme de incêndio, fazendo com que o robô aparecesse novamente, desta vez para guiar o participante para segurança (exemplo na figura 26).



Figura 26: Print screen da versão do robô com olhos na sala de reuniões, pronto para escoltar o participante para um local seguro (Momento 2).

Momento 3: Após esta “introdução” dá-se início à experiência que vai ser analisada, onde o robô navega por um total de 12 interseções, favoráveis ou desfavoráveis, sendo ou não seguido pelo participante. Durante a experiência foram monitorizadas todas as decisões, indecisões e hesitações nas interseções através de um ecrã ligado ao computador, no qual conseguia ver pelos olhos do participante (é possível ver o documento usado para estes registos no apêndice E).

d) Questionário pós-teste: Para avaliar as perceções dos participantes sobre o robô após o teste, recorreu-se a uma versão adaptada do questionário *Godspeed* (Bartneck *et al.*, 2008). O questionário serviu para avaliar a percepção dos participantes em relação ao antropomorfismo, expressão de vida, simpatia, inteligência percebida e segurança transmitidos pelo robô. O participante foi também questionado sobre se tinha reparado na presença de olhos e se se sentiu obrigado a seguir o robô (e se sim, porquê). O questionário pós-teste está disponível no apêndice F.

e) Agradecimentos: Agradeceu-se a participação e pediu-se ao participante que mantivesse em segredo o conteúdo da experiência (presença do robô, corredores, etc.), de modo a não enviesar outros possíveis participantes no campus.

3.2.7. Amostra

A experiência virtual contou com 20 participantes: 10 homens (50%) e 10 mulheres (50%), com idades compreendidas entre os 18 e 21 anos ($M = 21.55$, $SD = 2.87$). Os participantes foram aleatoriamente atribuídos a um grupo experimental (i.e., robô com olhos ou robô sem olhos). Todos os participantes eram estudantes universitários e participaram voluntariamente no estudo.

3.2.8. Limitações

O presente estudo foi inspirado pela investigação feita por Robinette *et al.* em 2016, usando um pequeno robô para guiar os participantes para emergência durante uma simulação de incêndio. Devido a questões financeiras, temporais, à falta de conhecimentos e de espaço, não foi possível construir um robô e criar a simulação num envolvimento real. Em alternativa, o teste foi conduzido com recurso a uma simulação em realidade virtual, aceitando-se uma eventual menor validade ecológica, uma vez que nem todos os participantes experienciariam elevados níveis de imersão e presença no ambiente virtual.

Outra limitação foi a reduzida amostra de participantes e a sua falta de representatividade e grande homogeneidade. Todos os participantes eram portugueses, de idade semelhante e estudantes do IADE, o que pode ter contribuído para um afunilamento da diversidade das respostas.

Em relação ao ambiente virtual, este também apresenta algumas limitações, nomeadamente ao quanto ao realismo, sendo que a qualidade da luz e texturas teve de ser reduzida para o computador aguentar a simulação sem criar uma queda no desempenho (*frame rate*) da experiência.

3.2.9. Análise dos resultados do segundo estudo

As operações estatísticas foram analisadas usando o software IBM SPSS v.25, com um nível de significância de 5%.

a) Influencia dos olhos na confiança: O efeito dos olhos do robô na decisão que participante tomou para o seguir pelas interseções foi avaliado através de um teste qui-quadrado para independência. Ainda que, no geral, as decisões para seguir o robô tenham sido positivas na condição experimental “com olhos”, não foram encontrados efeitos significativos em nenhuma interseção, como se pode ver pela tabela 9.

Tabela 9: As decisões dos participantes de seguir o robô em função de ele ter olhos ou não e condições ambientais (Diogo *et al.*, 2020).

Seguiu	Com olhos		Sem olhos		Teste chi-quadrado	
	Sim	Não	Sim	Não	X ²	p
<i>Affordances favoráveis</i>						
C1	7 (70%)	3 (30%)	7 (70%)	3 (30%)	0.000	1.000
C2	10 (100%)	0 (0%)	9 (90%)	1 (10%)	1.053	1.000
C3	9 (90%)	1 (10%)	9 (90%)	1 (10%)	0.000	1.000
C6	10 (100%)	0 (0%)	7 (70%)	3 (30%)	3.529	0.211
C9	10 (100%)	0 (0%)	8 (80%)	2 (20%)	2.222	0.474
C10	9 (90%)	1 (10%)	8 (80%)	2 (20%)	0.392	1.000
<i>Affordances desfavoráveis</i>						
C4	10 (100%)	0 (0%)	10 (10%)	0 (0%)		
C5	10 (100%)	0 (0%)	10 (10%)	0 (0%)		
C7	8 (80%)	2 (20%)	8 (80%)	2 (20%)	0.000	1.000
C8	10 (100%)	0 (0%)	8 (80%)	2 (20%)	2.222	0.474
C11	9 (90%)	1 (10%)	8 (80%)	2 (20%)	0.392	1.000
C12	9 (90%)	1 (10%)	8 (80%)	2 (20%)	0.392	1.000

No fim da simulação, os participantes foram questionados se o robô tinha olhos ou não. Na condição experimental “com olhos”, 100% (n = 10) dos participantes responderam “sim”, o que era verdade, mas na condição “sem olhos”, 20% (n = 2) participantes responderam “sim”, o que era falso. No entanto, essa diferença não foi considerada significativa, $\chi^2(1) = 2,222$, $p = 0,136$.

Os testes U de Mann-Whitney não indicaram diferenças estatisticamente significativas em relação à condição experimental ($U = 36,5$, $p = 0,297$) e ao sexo dos participantes ($U = 44,0$, $p = 0,638$) na confiança. Além disso, não foi alcançada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as condições experimentais em relação à confiança nas condições favoráveis ($U = 31,5$, $p = 0,151$) e nas condições desfavoráveis ($U = 46,0$, $p = 0,703$).

b) Influência das *affordances* ambientais: O nível de influência da acessibilidade ambiental (favorável vs desfavorável) sobre a confiança foi examinado com o teste de Wilcoxon. Os resultados mostram que o tipo de *affordance* não influenciou a confiança em nenhuma das condições experimentais (com olhos: $Z = -0,378$, $p = 1,000$; sem olhos: $Z = -1,265$, $p = 0,359$).

3.2.10. Análise complementar

a) Hesitações: Embora os participantes fossem geralmente rápidos e confiantes ao tomar a decisão de rota, algumas hesitações foram observadas (ver Tabela 10). No entanto, ao explorar os efeitos da condição experimental sobre a percentagem de hesitações para seguir o robô, os resultados não mostraram nenhum efeito estatisticamente significativo sobre as condições ambientais (*affordances* favoráveis; $U = 45,0$, $p = 1,000$; *affordances* desfavoráveis: $U = 45,0$, $p = 1,000$).

Tabela 10: Número de participantes que hesitou em seguir o robô, por condição experimental e interseção (Diogo et al., 2020).

Hesitação	Com olhos		Sem olhos	
	Sim	Não	Sim	Não
<i>Affordances</i> favoráveis				
C1	1 (10%)	9 (90%)	0 (0%)	10 (100%)
<i>Affordances</i> desfavoráveis				
C5	1 (10%)	9 (90%)	0 (0%)	10 (100%)
C8	1 (10%)	9 (90%)	0 (0%)	10 (100%)

Um teste U de Mann-Whitney não indicou diferenças estatisticamente significativas em relação ao sexo dos participantes na percentagem de hesitações em seguir ou não o robô ($U = 45,0$, $p = 1,000$).

b) Perda de contato visual: Os resultados da Tabela 11 mostram que ocasionalmente ocorreram situações em que os participantes perderam o contato visual com o robô e, portanto, não foram capazes de ver a direção que o robô tomava nas interseções. No entanto, o efeito das condições experimentais (com olhos vs sem olhos) não foi estatisticamente significativo em nenhuma das condições ambientais (*affordances* favoráveis: $U = 40,0$, $p = 0,474$; *affordances* desfavoráveis: $U = 40,0$, $p = 0,474$).

Tabela 11: Número de participantes que descreveram que viram a direção tomada pelo robô, por condição experimental e interseção (Diogo et al., 2020).

Interseção	Com olhos		Sem olhos		Teste chi-quadrado	
	Sim	Não	Sim	Não	X ²	p
<i>Affordances favoráveis</i>						
C2	10 (100%)	0 (0%)	9 (90%)	1 (10%)	1.053	1.000
C6	10 (100%)	0 (0%)	8 (80%)	2 (20%)	2.222	0.211
<i>Affordances desfavoráveis</i>						
C5	10 (100%)	0 (0%)	9 (90%)	1 (10%)	1.053	0.474
C7	10 (100%)	0 (0%)	8 (80%)	2 (20%)	2.222	0.474
C11	10 (100%)	0 (0%)	9 (90%)	1 (10%)	1.053	1.000

Um teste U de Mann-Whitney não indicou diferenças estatisticamente significativas em relação ao gênero dos participantes na percentagem de perda de contato visual com o robô ($U = 46,0$, $p = 1,000$).

c) Obrigação a seguir o robô: Considerando que 60% dos participantes, em ambas as condições experimentais (com vs sem olhos), declararam-se como obrigados a seguir o robô, esse efeito não se mostrou significativo, $X^2(1) = 0,000$, $p = 0,675$.

d) Questionário Godspeed: As percepções dos participantes sobre o robô foram avaliadas com uma versão adaptada para português do questionário *Godspeed* (ver Tabela 12).

Tabela 12: Mediana e valores IIQ das percepções dos participantes recolhidas com o questionário *Godspeed*, por condição experimental (Diogo et al., 2020).

	Com olhos		Sem olhos		MW test	
	Mdn	IIQ	Mdn	IIQ	U	p
Antropomorfismo						
(1) Com aspeto artificial / Com aspeto humano (5)	2.00	1.25	2.00	1.50	42.0	0.593
(1) Inconsciente / Consciente (5)	4.00	1.25	3.00	1.50	41.5	0.559
(1) Artificial / Realista (5)	2.50	2.00	2.00	2.25	39.5	0.487
(1) Move-se com rigidez/ Move-se com fluidez (5)	2.00	1.25	3.50	2.25	21.0	0.023
Expressão de Vida						
(1) Morto / Com vida (5)	3.00	0.25	3.00	1.00	41.5	0.548
(1) Parado / Energético (5)	3.00	2.00	3.00	2.00	46.5	0.865
(1) Mecânico / Orgânico (5)	2.00	1.25	2.50	1.50	42.0	0.613
(1) Artificial / Realista (5)	2.00	0.25	2.50	1.25	33.0	0.212
(1) Estático / Interativo (5)	3.50	2.00	3.00	1.00	49.5	1.000
(1) Apático / Participativo (5)	4.00	1.00	3.00	1.25	43.5	0.606
Simpatia						
(1) Não gosto / Gosto (5)	4.00	3.00	3.50	2.00	47.5	0.887
(1) Hostil / Amigável (5)	4.00	1.25	4.00	2.25	50.0	1.000
(1) Antipático / Gentil (5)	4.00	2.00	4.00	2.00	45.0	0.731
(1) Desagradável / Agradável (5)	4.00	2.00	4.00	2.00	45.0	0.731
(1) Horrível / Simpático (5)	4.00	1.00	4.00	1.25	38.0	0.397
Inteligência Percebida						

(1) Incompetente / Competente (5)	5.00	1.25	4.50	1.25	47.0	0.900
(1) Ignorante / Sabedor (5)	4.00	1.25	4.00	1.00	31.5	0.188
(1) Irresponsável / Responsável (5)	4.00	1.00	5.00	1.00	41.0	0.593
(1) Pouco inteligente / Inteligente (5)	4.00	2.25	4.00	2.00	49.0	0.989
(1) Insensato / Sensato (5)	4.00	0.00	3.50	1.25	36.0	0.207
Segurança Percebida						
(1) Ansioso / Descontraído (5)	4.00	2.00	4.00	1.00	44.5	0.753
(1) Calmo / Agitado (5)	2.00	2.25	1.50	2.00	45.5	0.776
(1) Sereno / Surpreendido (5)	2.00	2.00	2.00	2.00	48.0	0.980

e) Análise dos resultados do antropomorfismo: Os resultados revelam que os participantes perceberam o robô como uma máquina (Mdn = 2,00 nas duas condições experimentais) e artificial (com olhos: Mdn = 2,50; sem olhos: Mdn = 2,00). Eles também o consideraram num estado intermediário entre falso e natural (Mdn = 3,00 em ambas as condições experimentais). Quanto à consciência, os olhos fizeram com que os participantes percebessem o robô como mais consciente (Mdn = 4,00) do que o robô sem olhos (Mdn = 3,00). Finalmente, o robô com olhos foi percebido como movendo-se rigidamente (Mdn = 2,00), enquanto sua contraparte sem olhos foi percebida como se movendo elegantemente (Mdn = 3,50). No entanto, os testes U de Mann-Whitney não indicaram diferenças estatisticamente significativas em relação à condição experimental nestas percepções sobre o robô, com exceção desta última - movendo-se rigidamente / movendo-se elegantemente ($U = 21.000$, $p = 0,023$), com o robô sendo percebido como movendo-se mais rigidamente na "condição com olhos".

f) Análise dos resultados da expressão de vida: Os resultados revelam que os participantes perceberam o robô como sendo mecânico (Mdn = 2,00, Mdn = 2,50) e artificial (Mdn = 2,00, Mdn = 2,50). Eles também perceberam que estava num estado intermediário entre vivo e morto ($M = 3,00$), bem como entre estático e energético (Mdn = 3,00), em ambas as

condições experimentais. Quanto à percepção em relação à interação e “responsividade”, os participantes perceberam o robô com os olhos como mais interativo (Mdn = 3,50, Mdn = 3,00) e responsivo (Mdn = 4,00, Mdn = 3,00) do que sem olhos. No entanto, os testes U de Mann-Whitney também não indicaram diferenças estatisticamente significativas em relação à condição experimental nestas percepções.

g) Análise dos resultados da simpatia: Independentemente do modelo com ou sem olhos, os participantes gostaram do robô (Mdn = 4,00, Mdn = 3,50) e perceberam-no como amigável (Mdn = 4,00), gentil (Mdn = 4,00), agradável (Mdn = 4,00) e simpático (M = 4,00). Foram encontradas tendências semelhantes na inteligência percebida (h).

h) Análise dos resultados da inteligência percebida: Os participantes perceberam o robô como competente (Mdn = 5,00, Mdn = 4,50), sabedor (Mdn = 4,00), responsável (Mdn = 4,00, Mdn = 5,00), inteligente (M = 4,00) e sensível (Mdn = 4,00, Mdn = 3,50). Novamente, os testes U de Mann-Whitney não indicaram diferenças estatisticamente significativas em relação à condição experimental nestas percepções.

i) Análise dos resultados da segurança percebida: Os participantes perceberam o robô como sendo descontraindo (Mdn = 4,00) e sereno (Mdn = 2,00), mas, ao mesmo tempo, agitado (Mdn = 2,00, Mdn = 1,50). Mais uma vez, os testes U de Mann-Whitney não indicaram diferenças estatisticamente significativas em relação à condição experimental nestas percepções.

3.2.11. Discussão

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a influência dos olhos na confiança em robôs de serviço. A confiança no robô foi medida por medidas objetivas e subjetivas durante uma saída de emergência simulada por RV. As medidas objetivas foram as decisões dos participantes de seguir o robô ou não nas várias interseções, enquanto as medidas subjetivas foram as percepções recolhidas através da aplicação de um questionário pós-experiência.

A confiança no robô também foi analisada tendo em conta os fatores situacionais. Foi avaliada a influência das características ambientais (*affordances*) nas decisões dos participantes ao seguir o robô. Das 12 interseções que requerem uma decisão direcional, metade foi favorável ao robô (o robô foi pelo corredor largo ou/e claro) e a outra metade foi desfavorável (o robô foi pelo corredor escuro ou/e estreito).

Os resultados mostraram que a maioria dos participantes seguiu o robô durante a saída de emergência, mas não foi encontrado nenhum efeito significativo da existência de olhos ou dos fatores ambientais na confiança, apesar de no primeiro estudo da presente investigação esta característica física ter sido mais relevante na confiança. Este é um resultado inesperado, pois os olhos são considerados uma das características mais importantes em relação à confiança, desempenhando um papel importante nas interações emocionais/ comportamentais, conforme estudos anteriores sugeriram (i.e. Choi & Kim, 2019; Stanton & Stevens, 2014). No entanto, foi alcançado um resultado semelhante por Robinette, et al. (2016), que argumentou que os participantes confiavam demasiado em robôs funcionais e até mesmo disfuncionais (desajeitados) durante uma saída de segurança. O investigador designou esta situação como “sobreconfiança” (*overtrust*).

As descobertas sobre a falta de influência das *affordances* ambientais nas decisões dos participantes não são surpreendentes. Estudos anteriores (i.e. Vilar *et al.*, 2020) encontraram uma forte influência social durante a saída de emergência, com as pessoas sendo significativamente influenciadas por decisões/instruções direcionais de outras pessoas/agentes presentes nas redondezas em vez do ambiente.

Não foram encontradas diferenças de género neste estudo para nenhuma variável. Estes resultados não estão de acordo com estudos anteriores, que mostraram que as mulheres tendem a sentir-se mais confortáveis com robôs sociais (Shibata *et al.*, 2009) e são mais ansiosas em relação ao nosso robô do que os homens (De Graaf, & Allouch, 2013).

Os participantes perceberam o robô com olhos como mais consciente, dizendo que se movia mais rigidamente. Este efeito acontece provavelmente porque tinham mais

expectativas em relação ao robô (i.e., esperavam que o robô se comportasse de forma mais humana) (Fong et al., 2002). No caso do robô sem olhos, afirmaram que se movia de forma mais elegante, provavelmente porque se movia “demasiado bem” para uma máquina.

Como na maioria dos estudos piloto, este estudo também apresenta limitações que podem explicar a falta de efeitos significativos. É possível que o pequeno tamanho da amostra e pela sua falta de diversidade, ou seja, o facto de ser composta exclusivamente por indivíduos de uma população específica (i.e., estudantes universitários), possam ter enviesado os resultados. Além disso, o facto de o robô explicitamente pedir aos participantes para o seguirem após o alarme de emergência ser acionado e que, independentemente da decisão no cruzamento anterior, ele aparecer sempre em frente dos participantes para os levar até ao próximo cruzamento, pode ter contribuído para um efeito de teto. Isto poderia ter sido agravado pela falta de sinalização de saída no ambiente, associada a uma diferença muito mais subtil na luminosidade entre os corredores nas condições favoráveis e desfavoráveis (devido a questões técnicas). Além disso, o facto de os participantes observarem a parte de trás do robô na maior parte do tempo (eles seguiam-no enquanto se movia) poderia explicar por que não ficaram particularmente impressionados com seus olhos.

3.2.12. Conclusão do segundo estudo

Embora os resultados não tenham ido ao encontro do que era esperado, é necessário ter em conta que este ainda é um estudo piloto, que contou com várias limitações. Este método de testes com utilizadores e o ambiente virtual foram um bom ponto de partida, e acredita-se que, após serem refinados, podem ser úteis na validação desta e de diferentes características físicas, morfologias e até comportamentos dos robôs no contexto das emergências em edifícios complexos no futuro. Ainda assim, o robô de serviço testado parece ser uma solução promissora para servir como orientação a pessoas durante uma saída de emergência em edifícios complexos.

Capítulo 4

Conclusões

A presente dissertação teve como motivação contribuir para melhorar a qualidade das IHR e provar a utilidade do design de interação nesta área, investigando a influência da aparência física na confiança nos robôs sociais/serviço no contexto específico das emergências em edifícios complexos, sendo que a maioria dos estudos se focam em questões como o comportamento e funcionalidades (Schaefer, 2013). Foram contemplados dois estudos, o primeiro de caráter indutivo, onde se desenvolveu um inquérito por questionário e o segundo de caráter dedutivo, no qual se testou o robô (construído com os resultados do estudo anterior) num ambiente simulado em realidade virtual. Ao longo dos estudos foi utilizada uma abordagem metodológica de design centrado no humano, que permitiu perceber o que é que lhe transmitia mais ou menos confiança.

A revisão da literatura permitiu selecionar as várias morfologias e características físicas que se destacaram, noutros estudos, como sendo as mais relevantes/importantes durante uma IHR. Assim, desenvolveu-se um inquérito por questionário no qual se procurou saber qual a melhor morfologia física e características físicas para o robô guia com base nas perceções aos inquiridos (possível utilizador final). Concluiu-se que a morfologia preferida é, no geral, é antropomórfica (sendo que os inquiridos dos grupos etários mais jovens mostraram confiar também nos robôs funcionais) e a característica física mais relevante são os olhos, seguidos pelos braços, boca, pernas, tamanho e, por fim, o género. O tamanho do robô permaneceu inconclusivo, indo mais ou menos ao encontro de estudos anteriores (i.e., Hancock et al, 2011; Charalambous et al., 2016). Com base nesses estudos partiu-se do princípio de que os utilizadores preferem robôs mais pequenos que eles.

O segundo estudo contemplou um estudo piloto, com o objetivo de testar o impacto dos olhos de um robô antropomórfico na confiança do utilizador, simulando um cenário de emergência num edifício complexo, procurando também perceber se as *affordances* do ambiente se sobrepunham às instruções do robô. A experiência baseou-se no estudo de Robinette (2014), no qual o investigador simulou num ambiente real um incêndio, através de um alarme e fumo para testar se os participantes confiariam num robô com diferentes tipos de comportamento para os guiar para um local seguro. Tendo em conta as percepções dos potenciais utilizadores sobre as características que, na sua opinião, transmitem o máximo de confiança possível no contexto de uma evacuação de emergência, durante um incêndio num edifício complexo, foram criados dois modelos do robô: um com olhos e outro sem olhos. Para ultrapassar limitações éticas, custos económicos e temporais, recorreu-se a uma simulação em realidade virtual para gerar o contexto de interação e permitir avaliar as respostas comportamentais dos utilizadores. O mapa virtual foi adaptado do trabalho de Vilar (2014), que sugere que as *affordances* ambientais influenciam as escolhas na tomada de decisão dos participantes.

A experiência consistiu numa saída de emergência para um local seguro, na qual o robô seguia por 12 interseções sendo 6 favoráveis (seguras) e outras 6 (inseguras) para o participante e sendo medido se este seguia o robô ou não, se hesitava e se perdia o robô de vista. Independentemente da decisão do participante, este estaria sempre à sua espera na intersecção seguinte, até ao fim da experiência. Os resultados mostram que o robô foi quase sempre seguido pelos participantes ao longo das interseções e as *affordances* ambientais não se mostraram relevantes na tomada de decisão dos participantes, sendo, portanto, possível afirmar que o teste sofreu de um efeito de teto. Ainda assim, acredita-se que a solução de um robô guia numa saída de emergência é promissora e requer mais testes, com diferentes condições, características e ambientes. Sendo que os participantes sentiram que andavam em círculos, os elementos do ambiente virtual (i.e. luz, texturas) também devem ser aperfeiçoados de modo a aumentar a imersão, possibilitando resultados mais fidedignos.

Relativamente às hipóteses formuladas, os resultados obtidos permitem confirmar as hipóteses H1 e H2, e infirmar as hipóteses H3 e H4. A explicação pode ser encontrada na tabela 13.

Tabela 13: hipóteses de investigação e análise consoante os resultados obtidos nos estudos.

H1 – O tipo de robô mais indicado para a função de guia numa emergência é o antropomórfico.

Os resultados do inquérito por questionário no primeiro estudo mostram que o robô antropomórfico é o robô mais indicado para servir como guia. A confirmação desta hipótese é coerente com os resultados conhecidos na literatura (e.g., Breazeal, 2002, 2003; Li, Rau, & Li, 2010; Choi e Kim, 2009). Ainda assim, os resultados mostram que os participantes mais jovens estão abertos à experiência de interagir com robôs, confiando tanto em robôs funcionais (que se parecem mais com máquinas) como antropomórficos. No entanto, como o antropomórfico foi, no geral, o mais escolhido pelos nossos participantes (escolhido 72 vezes; 57,6%) esta hipótese confirmou-se no nosso primeiro estudo. No segundo estudo, no ambiente virtual, como não foram comparadas diferentes morfologias não se conseguiu testar esta hipótese.

H2 – A morfologia do robô influencia a confiança que os utilizadores têm neste equipamento, sendo o rosto (i.e., os olhos) um dos elementos mais importantes a este respeito.

Os resultados do primeiro estudo mostram que os olhos foram a característica física que os inquiridos consideraram ter mais impacto na confiança, sendo que 87% escolheram um robô (antropomórfico) com olhos e ninguém escolheu um robô sem olhos (ainda que 13% dos participantes tenham indicado como não

relevante, embora essa opção tivesse a menor conotação). Estes resultados foram de acordo a estudos anteriores (e.g., Choi & Kim, 2019; Stanton & Stevens, 2014), confirmando assim esta hipótese no primeiro estudo. Os braços tiveram um resultado semelhante, seguindo-se pela boca e depois o tamanho do robô.

Apesar dos participantes no segundo estudo (no ambiente virtual) terem distinguido claramente o robô com olhos do robô sem olhos, confiaram em ambos os modelos para os guiar para segurança, seguindo-os, quase sem hesitar ao longo das interseções. O facto de o robô ter ou não olhos não pareceu influenciar a confiança dos participantes, infirmando a nossa hipótese no segundo estudo. Ainda que Robinette (2016) tenha chegado a um resultado semelhante (i.e., dizendo que as pessoas confiam demasiado em robôs, mesmo que as decisões dos robôs as coloquem em risco) acredita-se que isto se deve a algumas limitações no ambiente virtual, nomeadamente na sua falta de realismo, que junto com a amostra pequena e pouco diversa pode ter criado um efeito de teto.

A literatura diz que a face é bastante importante numa interação tanto com animais (Wallis, 2015) como em humanos (Hari & Kujala, 2009; Noonan, 2020), sendo o olhar uma ferramenta poderosa na comunicação (Argyle *et al.*, 1973; Admoni & Scassellati, 2017). Devido às dificuldades na programação do ambiente virtual, optou-se por testar um robô apenas com olhos e sem olhar (i.e., olhar fixamente para o participante e/ou transmitir emoções através dos olhos). Acredita-se que com um ambiente virtual refinado, um robô que estabelecesse ligação com os participantes através do olhar e não passasse tanto tempo de costas para ele durante a saída para um local seguro se conseguisse confirmar a hipótese de que o rosto, nomeadamente os olhos, têm impacto na confiança.

H3 – As variáveis do ambiente (i.e., *affordances*) influenciam a confiança que o utilizador tem no robô.

Embora alguns estudos sugiram que os fatores ambientais têm impacto na confiança (e.g., Schaefer, 2013) e nas tomadas de decisão de navegação em edifícios complexos (Vilar, 2014), tal não foi observado neste estudo. As *affordances* ambientais foram manipuladas através das variáveis da largura dos corredores e a sua iluminação ambiente, sendo metade desfavorável (perigosa) e a outra metade favorável (segura) para o participante, isto é, em metade das ocasiões, o robô seguia por um corredor que não seria o caminho mais expectável (considerando as *affordances*). Porém, os resultados mostram que os participantes seguiram quase sempre o robô, independentemente do caminho lhes parecer seguro ou perigoso, quase sem hesitar. Este efeito já foi registado num estudo anterior (i.e., Vilar *et al.*, 2020), no qual se descobriu que as pessoas priorizavam a influência de outras pessoas ou agentes nas redondezas em vez das condições do ambiente e as condições do ambiente em vez de sinalética normal (i.e., o sinal tradicional de uma figura a correr para sinalizar uma saída de emergência; Vilar *et al.*, 2014), que não existia nesta experiência. Esta hipótese foi, portanto, infirmada.

H4 - As variáveis individuais, como experiências passadas, atitudes, crenças, sexo e idade, influenciam as perceções sobre os robôs.

Há estudos que sugerem que tanto a idade (Scopelliti *et al.*, 2005), como a etnia (Bartneck, *et al.*, 2005; Rau, Li, & Li, 2009; Evers *et al.*, 2008) e as experiências passadas (Looije, *et al.*, 2010; Ljungblad, Nylander & Norgaard, 2011), incluindo as atitudes negativas e positivas em reação a robôs (Syrdal, *et al.*, 2009; Ogreten, *et al.*, 2010) influenciam o desenvolvimento de confiança no

robô numa IHR. Os resultados do primeiro estudo confirmaram a influência na confiança no robô apenas em duas variáveis: a idade e das atitudes negativas em relação à interação com robôs. Estes resultados vão ao encontro dos resultados de Scopelliti *et al.* (2005), que sugere que as faixas etárias mais jovens confiam mais nos robôs do que as mais velhas, mostrando-se mais recetivas aos robôs e à interação com eles, confiando tanto em robôs funcionais como antropomórficos.

Tanto no primeiro como no segundo estudo o género não mostrou ter influência na confiança, o que vai ao encontro dos resultados de Kidd (2003), contudo, existem outros estudos que sugerem que as mulheres tendem a sentir-se mais confortáveis com robôs sociais (Shibata *et al.*, 2009) e são mais ansiosas em relação aos robôs do que os homens (De Graaf, & Allouch, 2013). É possível argumentar que, devido às limitações do segundo estudo e ao efeito de teto, os resultados das variáveis individuais podem ter sido inconclusivos. Assim, a hipótese formulada para as variáveis individuais apenas se confirmou na idade e atitudes negativas em relação à interação com robôs, sendo que apenas estas se mostraram significativas em relação à morfologia do robô no primeiro estudo.

A presente investigação mostrou que os robôs de serviço/sociais podem ser uma solução promissora para o caso de uma emergência em edifícios complexos. Apresenta-se, portanto, uma oportunidade não só de construir robôs em que as pessoas confiam, como de adaptar os robôs já existentes em edifícios complexos, expandindo as suas funcionalidades, permitindo guiar vítimas para um local seguro no caso de uma emergência (i.e., incêndio) de modo a não se tornarem obstáculos durante uma evacuação. Foi ainda possível perceber que estes robôs funcionam melhor se a pessoa que estão a escoltar confiar neles, ao ponto de seguir as suas direções, tornando assim a confiança num fator

importante e relevante a considerar pelos investigadores em estudos futuros e desenvolvimentos de robôs na área das IHR no contexto das emergências em edifícios complexos. Desta investigação resulta ainda um método de testes com utilizadores usando um ambiente virtual que, após ser refinado, pode ser usado para testar diferentes características físicas, morfologias e até comportamentos dos robôs para estudar melhor como melhorar a confiança neles para uma evacuação mais segura.

A investigação beneficiou ainda o campo do design de interação, sendo que os processos do design do robô centrado no humano utilizaram as percepções de possíveis utilizadores, tornando possível identificar a morfologia e características físicas que lhes transmitiam mais confiança, criando um ponto de partida para conceber um robô confiável em situações de emergência. Os processos resultaram numa solução para uma emergência num edifício complexo (útil), consistindo num robô que lhes transmitia confiança (desejável) enquanto completava a tarefa de os guiar para um local seguro (usável; Norman, 2004). Esta dissertação demonstra também que o design de interação é útil na conceção de um robô eficiente quando a sua construção é orientada para quem o vai usar ao invés da tarefa ou da própria máquina, sendo os designers de interação uma mais-valia para um projeto dentro das IHR.

5.1. Limitações

Quanto à realidade virtual: Apesar de alguns autores referirem que a realidade virtual possui alguma validade ecológica, os resultados obtidos poderão não ser comparáveis aos obtidos num envolvimento real. Porém, tal opção não foi considerada por várias razões: 1) Limitações éticas, já que não é admissível a exposição dos participantes a situações que envolvam algum tipo de risco e/ou sofrimento; 2) Custos económicos e/ou competências necessários à existência de um robô real, capaz de interagir com os participantes num ambiente dinâmico. Neste sentido, a realidade virtual foi considerada com a opção mais viável para os objetivos e circunstâncias deste estudo.

A imersividade da simulação de RV foi algo limitada pois, devido à duração da experiência tiveram de ser tomadas medidas para evitar o enjoo do simulador (motion sickness) no participante, optando-se por substituir o movimento natural dentro do ambiente virtual por um sistema de “teleportes” ou saltos (Bozgeyikli et al., 2016), onde o utilizador salta para onde está a olhar, sem criar a sensação de movimento.

Quanto ao estudo: O desenho inicial do estudo previa o teste de mais variáveis antropomórficas (e.g., braços, pernas, estatura). Porém, devido às dificuldades na programação da simulação em RV e a duração do projeto, agravadas pelas restrições impostas pela pandemia de COVID-19, tal não foi possível, optando-se por limitar o estudo ao teste de apenas duas condições: um modelo do robô com olhos e outro sem olhos. Embora só se tenha testado os olhos (que serve como exemplo), acredita-se que com mais testes e com um ambiente virtual mais refinado, seja possível tirar conclusões mais acertadas sobre cada característica física e talvez comportamental do robô.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Para pesquisas futuras na área de IHR sugere-se a investigação de outros aspetos do robô (e.g., diferentes morfologias, como por exemplo *machine-like* vs. *human-like*; diferentes expressões faciais e corporais; diferentes designs do olho do robô, como sobrancelhas, por exemplo. As *affordances* ambientais também desempenham um papel importante na confiança entre o humano e o robô. Recomenda-se, portanto, o estudo de diferentes cenários (não só de risco de incêndio) e *affordances* com mais impacto. Para o caso das *affordance* de iluminação apresenta-se um exemplo (disponíveis no apêndice H) do ambiente virtual que começou a ser desenvolvido para a segunda fase de testes que foi interrompida devido à pandemia do COVID-19, onde se utilizam novas mecânicas para tornar o mapa virtual mais leve (torna o movimento mais suave) e utilizando técnicas de iluminação pré-renderizada mais realistas.

Referências Bibliográficas

- "interação", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/intera%C3%A7%C3%A3o> [consultado em 17-05-2021].
- "interatividade", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/interatividade> [consultado em 17-05-2021].
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., Preece, J. (2004) User-Centered Design. In Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. *Thousand Oaks: Sage Publications*.
- Acks, W., LaCroix, S., Costrel, F. & Wood, M. (Produtores), & Costrel, F. (Diretor). (19 de Agosto, 2020). "This is War" (Episódio). High Score [Documentário]. Netflix. Disponível em: <https://www.netflix.com/pt-en/title/81019087>
- Admoni, H., & Scassellati, B. (2017). Social eye gaze in human-robot interaction: a review. *Journal of Human-Robot Interaction*, 6(1), 25-63
- Admoni, H., Bank, C., Tan, J., Toneva, M., & Scassellati, B. (2011). Robot gaze does not reflexively cue human attention. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 33, No. 33).
- Aitchison, J. (2000). The seeds of speech: Language origin and evolution. *Cambridge University Press*.
- Alvesson, M., & Sandberg, J. (1985). 01. Alvesson, Sandberg, 2011. Generating research questions through problematization. *Daft & Lewin Hargens*, 36(2), 247-271.
- Amano, H.: Present status and problems of firefighting robots. *Proceedings of the 41st SICE Annual Conference*. SICE 2002, pp. 880-885. IEEE, Osaka, Japan (2002).
- Andrist, S., Tan, X. Z., Gleicher, M., & Mutlu, B. (2014, March). Conversational gaze aversion for humanlike robots. In *2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR)* (pp. 25-32). IEEE.
- Argyle, M., Ingham, R., Alkema, F., & McCallin, M. (1973). *The Different Functions of Gaze. Semiotica*, 19-32.
- Asimov, I. (1988). Entrevista pessoal com Bill Moyers [Vídeo]. World of Ideas.

- Baek, E. O., Cagiltay, K., Boling, E., & Frick, T. (2008). User-centered design and development. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 14(1), 659-670. <https://doi.org/10.1145/1273961.1273973>
- Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., Keijsers, M., & Sabanovic, S. (2020). Human-Robot Interaction - An Introduction. *Cambridge: Cambridge University Press*.
- Bartneck, C., Croft, E., & Kulic, D. (2008). Measuring the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence and perceived safety of robots. *Proceedings of the Metrics for Human-Robot Interaction Workshop in affiliation with the 3rd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR 2008)*, Technical Report 471, Amsterdam pp. 37-44
- Bartneck, C., Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., & Kato, K. (2005). *Cultural differences in attitudes towards robots*. AISB.
- Bartneck, C., Hirst, D., & Kulic, D. (2008). Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots. *International Journal of Social Robotics*. 1. 71-81. [10.1007/s12369-008-0001-3](https://doi.org/10.1007/s12369-008-0001-3).
- Battarbee, K., & Koskinen, I. (2005). *Co-experience: user experience as interaction*. *CoDesign*, 1(1), 5-18.
- Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., Kocsis, V., Barrera, M., Cook, J. & Hancock, P. A. (2012). Human-animal trust as an analog for human-robot trust: A review of current evidence.
- Bongers, B. (2000). Physical interfaces in the electronic arts. *Trends in gestural control of music*, 41-70.
- Bozgeyikli, E., Raij, A., Katkooi, S., & Dubey, R. (2016). *Point & Teleport Locomotion Technique for Virtual Reality*. 205-216. <https://doi.org/10.1145/2967934.2968105>
- Breazeal, C. Designing sociable robots. (2002). MIT Press; Cambridge, MA: 2002.
- Breazeal, C. (2003). Toward sociable robots. *Robotics and autonomous systems*, 42(3-4), 167-175.
- Card, S. K. (Ed.). (2018). *The psychology of human-computer interaction*. Crc Press.
- Carlson, M. S., Drury, J. L., & Yanco, H. A. (2014). *Identifying Factors that Influence Trust in Automated Cars and Medical Diagnosis Systems*. (Lin 2008), 20-27.

- Charalambous, G., Fletcher, S., & Webb, P. (2016). The development of a scale to evaluate trust in industrial human-robot collaboration. *International Journal of Social Robotics*, 8(2), 193-209.
- Choi, J., & Kim, M. (2009). The Usage and Evaluation of Anthropomorphic Form in Robot Design. In: *Undisciplined! Design Research Society Conference*, pp.1-14. Sheffield Hallam University, Sheffield, UK.
- Collins, E. C. (2019). Drawing parallels in human-other interactions: a trans-disciplinary approach to developing human-robot interaction methodologies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1771), 20180433.
- Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D., & Noessel, C. (2014). *About face: the essentials of interaction design*. John Wiley & Sons.
- Corkery, M. (2020, 26 de fevereiro). Should Robots have faces? The New York Times. Disponível em <https://www.nytimes.com/2020/02/26/business/robots-retail-jobs.html>
- Coulson, M. (2004). Attributing emotion to static body postures: Recognition accuracy, confusions, and viewpoint dependence. *Journal of nonverbal behavior*, 28(2), 117-139.
- Crawford, C. (2002). *The art of interactive design: a euphonious and illuminating guide to building successful software*, June 2002.
- Darley, J., & Latané, B. (1968). Bystander Intervention in Emergencies: Diffusion of Responsibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, 8(4 PART 1), 377-383. <https://doi.org/10.1037/h0025589>
- De Graaf, M., & Allouch, S. (2013): Exploring influencing variables for the acceptance of social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 61, 1476-1486.
- Desai, R., Yuan, Y., & Coros, S. (2017, May). Computational abstractions for interactive design of robotic devices. In *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 1196-1203). IEEE.
- DeSteno, D., Breazeal, C., Frank, R. H., Pizarro, D., Baumann, J., Dickens, L., & Lee, J. J. (2012). *Detecting the trustworthiness of novel partners in economic exchange*. *Psychological science*, 23(12), 1549-1556.
- Diogo, A., Ayanoglu, H. & Duarte, E. (2019). Designing robotic safety assistants: A survey on the influence of morphology and appearance on social robots. In *Senses & Sensibility'19: Lost in (G)localization. Proceedings of the UNIDCOM 10th International Conference*. Lisbon: EDIÇÕES IADE, Universidade Europeia. (pp. 438-442).

- Diogo, A., Ayanoglu, H., Teles, J., & Duarte, E. (2020, July). Trust on Service Robots: A Pilot Study on the Influence of Eyes in Humanoid Robots During a VR Emergency Egress. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 580-591). Springer, Cham.
- Duarte, E., Rebelo, F., & Wogalter, M. S. (2006). Virtual Reality and its potential for evaluating warning compliance. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 20(6), 526-537. <https://doi.org/10.1002/hfm>
- Dunford, A. (2016). The Interaction Design Competency Framework. *A tool to understand what industry wants from interaction design education*. (October), 133.
- Edwards, C., Edwards, A., Spence, P. R., & Westerman, D. (2016). *Initial interaction expectations with robots: Testing the human-to-human interaction script*. *Communication Studies*, 67(2), 227-238.
- Evers, V., Maldonado, H., Brodecki, T., & Hinds, P. (2008). Relational vs. group self-construal: untangling the role of national culture in IHR. In *2008 3rd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR)* (pp. 255-262). IEEE.
- Fallman, D. (2003). Design-oriented human-computer interaction. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 225-232).
- Fine, A. H. (2002). Animal-assisted therapy. *Encyclopedia of Psychotherapy*, 1, 49-55.
- Fischer, G. (2001). User modeling in human-computer interaction. *User modeling and user-adapted interaction*, 11(1-2), 65-86.
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2002). *A Survey of Socially Interactive Robots: Concepts, Design, and Applications*. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3), 143-166. [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00372-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00372-X)
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and autonomous systems*, 42(3-4), 143-166.
- Fong, Terrence, Charles Thorpe, and "harles Baur (2003). "Collaboration, dialogue, human-robot interaction." *Robotics Research*. Springer, Berlin, Heidelberg. P. 255-266.
- Freed, L., & Ishida, S. (1995). *History of computers*. Ziff-Davis Publishing Co..
- Glas, D., Satake, S., Kanda, T., & Hagita, N. (2012, June). An interaction design framework for social robots. In *Robotics: Science and Systems* (Vol. 7, p. 89).
- Goodrich, M. A., & Schultz, A. C. (2008). *Human-robot interaction: a survey*. Now Publishers Inc.

- Groom, V., Srinivasan, V., Bethel, C. L., Murphy, R., Dole, L., & Nass, C. (2011, May). Responses to robot social roles and social role framing. In *2011 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 194-203). IEEE.
- Haghani, M., & Sarvi, M. (2016). Pedestrian crowd tactical-level decision making during emergency evacuations. *Journal of Advanced Transportation*, 50(8), 1870-1895.
- Haith, M.M., Bergman, T., Moore, M.J. (1977). Eye contact and face scanning in early infancy. *Science* 198, 853-855.
- Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y. C., De Visser, E. J., & Parasuraman, R. (2011). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human Factors*, 53(5), 517-527.
<https://doi.org/10.1177/0018720811417254>
- Hancock, Pe, Billings, D. & Schaefer, K. (2011). Can You Trust Your Robot? *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications* (19). 24-29.
- Hari R, Kujala MV (2007). Brain basis of human social interaction: from concepts to brain imaging. *Physiol Rev*, 89(2), 453-479. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041>.
- Harrison, Y., & Horne, J. A. (2000). The impact of sleep deprivation on decision making: a review. *Journal of experimental psychology: Applied*, 6(3), 236.
- Harte, R., Glynn, L., Rodríguez-Molinero, A., Baker, P. M., Scharf, T., Quinlan, L. R., & ÓLaighin, G. (2017). A human-centered design methodology to enhance the usability, human factors, and user experience of connected health systems: a three-phase methodology. *JMIR human factors*, 4(1), e8.
- Hassenzahl, M. (2013). User experience and experience design. *The encyclopedia of human-computer interaction*, 2.
- Havig, P., McIntire, J., & Geiselman, E. (2011). Virtual reality in a cave: limitations and the need for HMDs? *Head- and Helmet-Mounted Displays XVI: Design and Applications*, 8041(May 2011), 804107. <https://doi.org/10.1117/12.883855>
- Hegel, F., Muhl, C., Wrede, B., Hielscher-Fastabend, M., & Sagerer, G. (2009, February). Understanding social robots. In *2009 Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions* (pp. 169-174). IEEE.
- International Organization for Standardization (2018). Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts (ISO Standard No. 9241-11:2018). Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en> Consultado a 8 de julho de 2019.

- Janlert, L., Stolterman, E. (2017). *Things That Keep Us Busy: The Elements of Interaction*. The MIT Press. 47.
- Jerald, J. (2015). The VR Book. In *The VR Book*. <https://doi.org/10.1145/2792790>
- Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 766-774.
- Kaheki, T., UX Collective. Discover of the Uncanny Valley (2019). Disponível em: <https://uxdesign.cc/discovery-of-the-uncanny-valley-a2048b5c43ac> Consultado a 18/07/2019 8/07/2019
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807572>.
- Kendon, A. Exploring the Utterance Roles of Visible Body Action: A personal account (2013). In Müller, C., Cienki, A., Fricke, E., Ladewig, S., McNeill, D., & Tessendorf, S. (Eds.). *Body-language-communication* (Vol. 1). Walter de Gruyter.
- Kidd, P.T. (1992). Design of human-centred robotic systems in Mansour Rahimi and Waldemar Karwowski (Eds.) *Human Robot Interaction*. Taylor and Francis: London. 225-241.
- Kim, J., Park, S., Hassenzahl, M., & Eckoldt, K. (2011, July). The essence of enjoyable experiences: the human needs. In International Conference of Design, User Experience, and Usability (pp. 77-83). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kim, M., Oh, K., J. Choi, J. Jun, & Kim, Y. (2011). User-Centered IHR: IHR Research Methodology for Designers. *Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)*, Republic of Korea.
- Kim, S. (1990) Interdisciplinary cooperation. In *The Art of Human-Computer Interface Design*. B. Laurel (ed.) Reading, MA: Addison-Wesley.
- Kim, Y. D., Kim, Y. G., Lee, S. H., Kang, J. H., & An, J. (2009, October). Portable fire evacuation guide robot system. In *2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 2789-2794). IEEE.
- Kinateder, M., & Warren, W. H. (2016). Social Influence on Evacuation Behavior in Real and Virtual Environments. *Frontiers in Robotics and AI*, 3 (July), 1-8. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00043>
- Kinateder, M., Comunale, B., & Warren, W. H. (2018). Exit choice in an emergency evacuation scenario is influenced by exit familiarity and neighbor behavior. *Safety Science*, 106 (March), 170-175. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.03.015>

- Ko, A. J. (s.d.). A history of user interfaces. In *User Interface Software and Technology*. Disponível em: <https://faculty.washington.edu/ajko/books/uist/history.html> Consultado a 25 de Agosto de 2020.
- Kobes, M., Helsloot, I., De Vries, B., Post, J. G., Oberijé, N., & Groenewegen, K. (2010). Way finding during fire evacuation; an analysis of unannounced fire drills in a hotel at night. *Building and Environment*, 45(3), 537-548.
- Ku, A., Motion Sickness in VR. UX Planet (2018). Disponível em: <https://uxplanet.org/motion-sickness-in-vr-3fa8a78216e2> Consultado a 13 de agosto de 2019.
- Law, E. L. C., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A. P., & Kort, J. (2009, April). Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 719-728).
- Lazar, A., Thompson, H. J., Piper, A. M., & Demiris, G. (2016, June). Rethinking the design of robotic pets for older adults. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 1034-1046).
- Li, D., Rau, P. P., & Li, Y. (2010). A cross-cultural study: Effect of robot appearance and task. *International Journal of Social Robotics*, 2(2), 175-186.
- Li, R., van Almkerk, M., van Waveren, S., Carter, E., & Leite, I. (2019, March). Comparing human-robot proxemics between virtual reality and the real world. In *2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR)* (pp. 431-439). IEEE.
- Litzenberger, G., & Hägele, M.: Why service robots boom worldwide. *Presentation, IFR Press Conference*. Brussels, Belgium (2017).
- Liu, P., Glas, D. F., Kanda, T., & Ishiguro, H. (2016). Data-driven IHR: Learning social behaviors by example from human-human interaction. *IEEE Transactions on Robotics*, 32(4), 988-1008.
- Ljungblad, S., Nylander, S., & Norgaard, M. (2011). Beyond speculative ethics in IHR? Ethical considerations and the relation to empirical data. *Human-Robot Interaction (IHR), 2011 6th ACM/IEEE International Conference On*, 191-192. <https://doi.org/10.1145/1957656.1957726>
- Looije, R., Neerincx, M. A., & Cnossen, F. (2010). Persuasive robotic assistant for health self-management of older adults: Design and evaluation of social behaviors. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(6), 386-397.

- Lopes, G. (15 de janeiro, 2018). Good design is_. UX Collective. Disponível em: <https://coletivoux.com/good-design-is-f2948187ae42> Consultado a 25 de agosto de 2020
- Löwgren, J., & Stolterman, E. (2004). *Thoughtful Interaction Design: A Design Perspective on Information Technology*. Mit Press.
- Lyons, J. (1972). Non-verbal communication. In *Hinde, R. A. (Ed.). Human Language* (p. 49-74). Cambridge University Press.
- Mattelmäki, T., & Battarbee, K. (2002, January). Empathy probes. In *PDC* (Vol. 7, pp. 266-271).
- Matthews, P. C., Lomas, C. D. W., Armoutis, N. D., & Maropoulos, P. G. (2006). Foundations of an agile design methodology. *International journal of agile manufacturing.*, 9(1), 29-38.
- Moreira, J. (2006). Investigação quantitativa: fundamentos e práticas. Em Lima, J. & Pacheco, J. (Ed.), *Fazer investigação: contributos para a elaboração de dissertações e teses*. Porto Editora.
- Mori, M., MacDorman, K. F., & Kageki, N. (2012). The uncanny valley [from the field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19(2), 98-100.
- Murphy, R. R., & Burke, J. L. (2005, September). Up from the rubble: Lessons learned about IHR from search and rescue. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 49, No. 3, pp. 437-441). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Mutlu, B., Yamaoka, F., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2009, March). Nonverbal leakage in robots: communication of intentions through seemingly unintentional behavior. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (pp. 69-76).
- Navarro, J. (Março, 2020). The Power of Non-Verbal Communication. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fLaslONQAKM> Consultado a 23 de agosto de 2020.
- Nayyar, M., Zoloty, Z., McFarland, C., & Wagner, A. R. (2020, November). Exploring the Effect of Explanations During Robot-Guided Emergency Evacuation. In *International Conference on Social Robotics* (pp. 13-22). Springer, Cham.
- Newman, I., & Ridenour, C. (1998). Qualitative-Quantitative Research Methodology: Exploring the Interactive Continuum Qualitative-Quantitative Research: A False Dichotomy. *Educational Leadership Faculty Publications*, 122. Retrieved from

http://ecommons.udayton.edu/eda_fac_pub%0Ahttp://ecommons.udayton.edu/eda_fac_pub/122

- Nomura, Tatsuya & Kanda, Takayuki & Suzuki, Tomohiro. (2006). Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction. *AI Soc.* 20. 138-150. <https://doi.org/10.1007/s00146-005-0012-7>.
- Noonan, C. F. (2020). Emotional Infant-Directed Faces Influence Sensitivity to Gaze Cues in Infancy (Doctoral dissertation, Tulane University School of Science and Engineering). <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1220609>.
- Norman DA, Draper SW, editors (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. Basic Civitas Books.
- Nourbakhsh, I. R., Sycara, K., Koes, M., Yong, M., Lewis, M., & Burion, S.: Human-robot teaming for Search and Rescue. In: Weyns, D., Parunak H. V., Michel F. (eds.) Second International Workshop, E4MAS 2005. *IEEE Pervasive Computing*, 4(1), pp. 72-77. Utrecht, The Netherlands (2005).
- Obaid, M., Barendregt, W., Alves-Oliveira, P., Paiva, A., & Fjeld, M. (2015, October). Designing robotic teaching assistants: interaction design students' and children's views. In *International conference on social robotics* (pp. 502-511). Springer, Cham.
- Ogreten, S., Lackey, S., and Nicholson, D. (2010). "Recommended roles for uninhabited team members within mixed-initiative combat teams," In *Proc. Int. Symp. Collaborative Technologies and Syst.*, Chicago, IL, 2010, pp. 531-536.
- Paton, D., & Flin, R. (1999). Disaster stress: an emergency management perspective. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*.
- Pereira, A., Oertel, C., Fermoselle, L., Mendelson, J., & Gustafson, J. (2020, March). Effects of different interaction contexts when evaluating gaze models in IHR. In *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 131-139).
- Phillips, E., Schaefer, K. E., Billings, D. R., Jentsch, F., & Hancock, P. A. (2016). Human-animal teams as an analog for future human-robot teams: Influencing design and fostering trust. *Journal of Human-Robot Interaction*, 5(1), 100-125.
- Piçarra, N., Giger, J. C., Pochwatko, G., & Gonçalves, G. (2015). Validation of the Portuguese version of the Negative Attitudes towards Robots Scale. *Revue Europeenne de Psychologie Appliquee*, 65(2), 93-104. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2014.11.002>

- Preece, J., Sharp, H., & Rogers, Y. (2011). Interaction design: beyond human-computer interaction. "John Wiley" & Sons.
- Rau, P. P., Li, Y., & Li, D. (2009). Effects of communication style and culture on ability to accept recommendations from robots. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 587-595.
- Rebelo, F., Noriega, P., Duarte, E., & Soares, M. (2012). Using virtual reality to assess user experience. *Human Factors*, 54(6), 964-982.
- Robinette, P., Li, W., Allen, R., Howard, A. M., & Wagner, A. R. (2016, March). Overtrust of robots in emergency evacuation scenarios. In *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 101-108). IEEE.
- Saffer, D. (2008). *Designing gestural interfaces: touchscreens and Interactive devices*. O'Reilly Media, Inc.
- Salem, M., Lakatos, G., Amirabdollahian, F., & Dautenhahn, K. (2015). Towards safe and trustworthy social robots: Ethical challenges and practical issues. *Lecture Notes in Computer Science* (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 9388 LNCS, 584-593. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5_58
- Saunderson, S., & Nejat, G. (2019). How robots influence humans: A survey of nonverbal communication in social human-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 11(4), 575-608.
- Schaefer, K. (2013). *The perception and measurement of human-robot trust*. (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, University of Central Florida Orlando, Florida).
- Schmidt, A. (2000). Implicit human computer interaction through context. *Personal technologies*, 4(2), 191-199.
- Scholtz, J. (2003, January). Theory and evaluation of human robot interactions. In *36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2003. Proceedings of the* (pp. 10-pp). IEEE.
- Schouwstra, S. J., & Hoogstraten, J. (1995). Head position and spinal position as determinants of perceived emotional state. *Perceptual and Motor Skills*, 81, 673-674.
- Scopelliti, M., Giuliani, M. V., & Fornara, F. (2005). Robots in a domestic setting: a psychological approach. *Universal access in the information society*, 4(2), 146-155.
- Shibata, T., Wada, K., Ikeda, & Sabanovic, S.: Cross-cultural studies on subjective evaluation of a seal robot. *Advanced Robotics*, 23, 443-458 (2009).

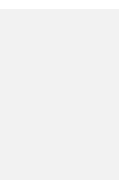
- Sousa, A. B. (2009). *Investigação em Educação*. (2ª ed.). Lisboa: Horizonte.
- Spexard, T., Haasch, A., Fritsch, J., & Sagerer, G. (2006). Human-like person tracking with an anthropomorphic robot. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006*, 1286-1292. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2006.1641886>
- Stanton C., & Stevens C.J.: Robot Pressure: The Impact of Robot Eye Gaze and Lifelike Bodily Movements upon Decision-Making and Trust. In: *Beetz M., Johnston B., Williams MA. (eds) Social Robotics. ICSR 2014, vol 8755, pp. 330-339. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham, Sydney, NSW, Australia (2014).
- Stanton, C., & Stevens, C. J. (2014, October). Robot pressure: the impact of robot eye gaze and lifelike bodily movements upon decision-making and trust. In *International Conference on Social Robotics* (pp. 330-339). Springer, Cham.
- Strachan JW, Tipper SP. (2006). Examining the durability of incidentally learned trust from gaze cues. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2017 Oct, 70(10), 2060-2075. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1220609>.
- Syrdal, D. S., Dautenhahn, K., Koay, K. L., & Walters, M. L. (2009). The negative attitudes towards robots scale and reactions to robot behaviour in a live human-robot interaction study. *Adaptive and emergent behaviour and complex systems*.
- Syrdal, D. S., Lee Koay, K., Walters, M. L. and Dautenhahn, K. (2007): "A personalized robot companion? - The role of individual differences on spatial preferences in IHR scenarios," *RO-MAN 2007 - The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Jeju, pp. 1143-1148, <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2007.4415252>.
- Tang, B., Jiang, C., He, H., & Guo, Y. (2016). Human mobility modeling for robot-assisted evacuation in complex indoor environments. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(5), 694-707.
- Tarr, M. J., & Warren, W. H. (2002). *Virtual reality in behavioral neuroscience and beyond*. (November 2017). <https://doi.org/10.1038/n948>
- Thomsen, C. E. (1974). Eye contact by non-human primates toward a human observer. *Animal Behaviour*, 22(1), 144-149.
- Tschöpe, N., Reiser, J. E., & Oehl, M. (2017, March). Exploring the uncanny valley effect in social robotics. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 307-308).
- Vilar E., Noriega P., Rebelo F., Galvão I., Semedo D., Graça N. (2014). Exploratory Study to Investigate the Influence of a Third Person on an Individual Emergency Wayfinding Decision. In: *Rebelo F., Soares M. (eds.) Advances in Ergonomics in Design. AHFE*

2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 955, pp. 452-461. Springer, Cham.
- Vilar, E. B. P. (2012). *Using virtual reality to study the influence of environmental variables to enhance wayfinding within complex buildings*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Vilar, E., Rebelo, F., Noriega, P., Duarte, E. & Mayhorn, C. B (2014). Effects of competing environmental variables and signage on route-choices in simulated everyday and emergency wayfinding situations, *Ergonomics*, 57(4), 511-24.
- Wallis, L. J., Range, F., Müller, C. A., Serisier, S., Huber, L., & Virányi, Z. (2015). Training for eye contact modulates gaze following in dogs. *Animal behaviour*, 106, 27-35.
- Wang, S., Lilienfeld, S. O., & Rochat, P. (2015). The uncanny valley: Existence and explanations. *Review of General Psychology*, 19(4), 393-407.
- Weiss, A., Mirnig, N., Buchner, R., Förster, F., & Tscheligi, M. (2011, September). Transferring human-human interaction studies to IHR scenarios in public space. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 230-247). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wijnen, L., Lemaignan, S., & Bremner, P. (2020, March). Towards using Virtual Reality for replicating IHR studies. In *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 514-516).
- Williams, T., Tran, N., Rands, J., & Dantam, N. T. (2018, July). Augmented, mixed, and virtual reality enabling of robot deixis. In *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality* (pp. 257-275). Springer, Cham.
- Wright, P., & McCarthy, J. (2008, April). Empathy and experience in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 637-646).
- Yagoda, R. E., & Gillan, D. J. (2012). You want me to trust a ROBOT? The development of a human-robot interaction trust scale. *International Journal of Social Robotics*, 4(3), 235-248.
- Zhang, S., & Guo, Y. (2015). Distributed multi-robot evacuation incorporating human behavior. *Asian Journal of Control*, 17(1), 34-44.
- Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007, April). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 493-502).
- Złotowski, J. A., Sumioka, H., Nishio, S., Glas, D. F., Bartneck, C., & Ishiguro, H. (2018). Persistence of the uncanny valley. In *Geminoid Studies* (pp. 163-187). Springer, Singapore.

Zlotowski, J., Proudfoot, D., & Bartneck, C. (2013). More human than human: does the uncanny curve really matter?

Złotowski, J., Proudfoot, D., Yogeeswaran, K., & Bartneck, C. (2015). Anthropomorphism: Opportunities and Challenges in Human-Robot Interaction. *International Journal of Social Robotics*, 7(3), 347-360. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0267-6>

Zuckerman, M., DePaulo, B. M., & Rosenthal, R. (1981). Verbal and nonverbal communication of deception. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 14, pp. 1-59). Academic Press.



Apêndice

Apêndice A

Revisão de Literatura das IHR

Tabela 14: Resumo da revisão de literatura sobre as IHR

Experiência do utilizador nas interações entre humanos e robôs			
Categoria	Autores	Referência	Descrição
Ferramentas UX IRH	Lindblom e Andreasson (2016)	Lindblom, J., & Andreasson, R. (2016). Current challenges for UX evaluation of human-robot interaction. In <i>Advances in ergonomics of manufacturing: Managing the enterprise of the future</i> (pp. 267-277). Springer, Cham.	- Algumas ferramentas e métodos de UX para serem aplicados especificamente às IHR. - Boas práticas do UX design nas IHR.
UX	Kaplan (2005)	Kaplan, F. (2005, October). Everyday robotics: robots as everyday objects. In <i>Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence: innovative context-aware services: usages and technologies</i> (pp. 59-64).	- Análise da experiência a curto prazo e a longo prazo do robô e o quanto depressa este se torna obsoleto para o utilizador.
Planeamento	Bethel & Murphy (2010)	Bethel, C. L., & Murphy, R. R. (2010). Review of human studies methods in IHR and recommendations. <i>International Journal of Social Robotics</i> , 2(4), 347-359.	- Recomendações de como planejar, estruturar e aplicar um estudo na área das IRH.
Características físicas do robô e confiança			
Categoria	Autores	Referência	Descrição
Geral	Hancock <i>et al.</i> (2011)	Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E. J., & Parasuraman, R. (2011). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. <i>Human factors</i> , 53(5), 517-527.	- Análise dos fatores que afetam a confiança numa IHR demonstra que o aspeto físico do robô tem impacto na confiança.
Geral	Groom <i>et al.</i> (2011)	Groom, V., Srinivasan, V., Bethel, C. L., Murphy, R., Dole, L., & Nass, C. (2011, May). Responses to robot social roles and social role framing. In <i>2011 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)</i> (pp. 194-203). IEEE.	- Importância da confiança nos robôs em situações de emergência. - Dar contexto do robô aumenta a confiança das pessoas nele.
Tamanho do robô	Charalambous <i>et al.</i> (2016)	Charalambous, G., Fletcher, S., & Webb, P. (2016). The development of a scale to evaluate trust in industrial human-robot collaboration. <i>International Journal of Social Robotics</i> , 8(2), 193-209.	- Estudo que mostra que as pessoas acham os robôs grandes intimidantes, estando receosas de interagir com eles (robôs industriais).
Olhos/olhar	Admoni & Scassellati (2017).	Admoni, H., & Scassellati, B. (2017). Social eye gaze in human-robot	- Artigo que faz um estudo profundo e um apanhado da

		interaction: a review. Journal of Human-Robot Interaction, 6(1), 25-63	revisão de literatura sobre o papel do olhar nas IHR.
Olhos/olhar	Andrist et al. (2016)	Andrist, S., Tan, X. Z., Gleicher, M., & Mutlu, B. (2014, March). Conversational gaze aversion for humanlike robots. In 2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR) (pp. 25-32). IEEE.	- Neste estudo tentou-se replicar a aversão que se cria naturalmente no olhar para controlar a intimidade numa interação. - Descobriu-se que o robô parece mais pensativo e consegue controlar de facto essa intimidade.
Olhar	Stanton & Stevens (2014)	Stanton, C., & Stevens, C. J. (2014, October). Robot pressure: the impact of robot eye gaze and lifelike bodily movements upon decision-making and trust. In International conference on social robotics (pp. 330-339). Springer, Cham.	- O olhar é importante nas IHR, podendo ter consequências positivas e negativas: se a tarefa a completar for difícil o olhar do robô transmite mais confiança, se for fácil transmite menos confiança.
Olhos/olhar	Mutlu et al. (2009)	Mutlu, B., Yamaoka, F., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2009, March). Nonverbal leakage in robots: communication of intentions through seemingly unintentional behavior. In Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction (pp. 69-76).	- O olhar ajudar o robô a mostrar o seu estado mental e as suas intenções, sendo um fator importante para as IHR.
Olhos/olhar	Pereira et al. (2020)	Pereira, A., Oertel, C., Feroselle, L., Mendelson, J., & Gustafson, J. (2020, March). Effects of different interaction contexts when evaluating gaze models in IHR. In Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (pp. 131-139).	- O olhar aumenta a presença social do robô. Os adultos têm mais atenção ao olhar do robô que as crianças, que se focam mais na tarefa.
Olhos/Olhar	DeSteno et al. (2012)	DeSteno, D., Breazeal, C., Frank, R.H., Pizarro, D., Baumann, J., Dickens, L., Lee, J.J (2012). Trustworthiness of novel partners in economic exchange. Psychological Science, 23, 1549-1556.	- As pessoas respondem a sinais relevantes para a confiança (olhar e gestos) quando efetuados por robôs, da mesma forma que respondem a outros humanos.
Olhos/olhar Braços/Gestos	Saunderson & Nejat (2019)	Saunderson, S., & Nejat, G. (2019). How robots influence humans: A survey of nonverbal communication in social human-robot interaction. International Journal of Social Robotics, 11(4), 575-608.	- Os gestos usados pelos braços aumentam a simpatia percebida, antropomorfismo, presença social e a capacidade de execução percebida. - O olhar (quando bem usado) aumenta a percepção, a gentileza e a confiança.
Braços/gestos Emergência	Robinette et al. (2014).	Robinette, P., Wagner, A. R., & Howard, A. M. (2014, August). Assessment of robot guidance modalities conveying instructions to humans in emergency situations. In The	- Os braços têm influência na confiança e os gestos podem servir para comunicar melhor com vítimas em pânico durante uma emergência.

Braços/gestos	Salem et al. (2011)	Salem, M., Eyssel, F., Rohlfing, K., Kopp, S., & Joubin, F. (2011, November). Effects of gesture on the perception of psychological anthropomorphism: a case study with a humanoid robot. In International conference on social robotics (pp. 31-41). Springer, Berlin, Heidelberg	- Os gestos resultam numa interação mais positiva. - Os robôs que fazem gestos, mesmo que inapropriados para o discurso, são favoráveis aos que não fazem gestos.
Braços/gestos	Aly & Tapus (2016)	Aly, A., & Tapus, A. (2016). Towards an intelligent system for generating an adapted verbal and nonverbal combined behavior in human-robot interaction. <i>Autonomous Robots</i> , 40(2), 193-209.	- A interação é mais envolvente quando o robô discursa combinando o diálogo e os gestos.
Braços/gestos	Riek et al. (2010)	Riek, L. D., Rabinowitch, T. C., Bremner, P., Pipe, A. G., Fraser, M., & Robinson, P. (2010, March). Cooperative gestures: Effective signaling for humanoid robots. In 2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR) (pp. 61-68). IEEE.	- As pessoas interpretam gestos rápidos mais rapidamente do que gestos suaves. - As pessoas que são mais rápidas a decodificar emoções nas IHH são mais rápidas a decodificar emoções nas IHR. - As pessoas com atitudes negativas em relação a robôs também são menos habilidosas a decodificar emoções humanas.
Braços/gestos Emergência	Nayyar & Wagner (2019)	Nayyar, M., & Wagner, A. R. (2019, October). Effective robot evacuation strategies in emergencies. In 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 1-6). IEEE.	- A estratégia de evacuação onde um robô aponta para uma saída nem sempre visível para o participante é eficiente. - Ainda que nem toda a gente siga o robô, há uma grande parte que o faz, reduzindo assim o congestionamento.

Robôs Sociais			
Categoria	Autores	Referência	Descrição
Análise Sociedade	Fortunati & Lugano (2015)	Fortunati, L., Esposito, A., & Lugano, G. (2015). Introduction to the special issue "Beyond industrial robotics: Social robots entering public and domestic spheres".	- Análise do crescimento dos robôs industriais e sociais. - Análise dos robôs sociais no contexto social.
História	Mayor (2020)	Mayor, A. (2020). <i>Gods and robots: myths, machines, and ancient dreams of technology</i> . Princeton University Press.	- Mostra que os robôs e a inteligência artificial já eram contemplados nos tempos antigos.

Análise	Kawatsuma <i>et al.</i> (2012)	Kawatsuma, S., Fukushima, M., & Okada, T. (2012). Emergency response by robots to Fukushima-Daiichi accident: summary and lessons learned. <i>Industrial Robot: An International Journal</i> .	- A importância de testar os robôs para emergências para não serem inúteis na sua função.
Emergência	Tang <i>et al.</i> (2016)	Tang, B., Jiang, C., He, H., & Guo, Y. (2016). Human mobility modeling for robot-assisted evacuation in complex indoor environments. <i>IEEE Transactions on Human-Machine Systems</i> , 46(5), 694-707.	- Estudo que mostra que os robôs podem contribuir para uma evacuação mais rápida e mais segura na evacuação de um edifício complexo.

Características do humano que influenciam a confiança nas IHR			
Categoria	Autores	Referência	Descrição
Idade	Scopelliti <i>et al.</i> (2005)	Scopelliti, M., Giuliani, M. V., & Fornara, F. (2005). Robots in a domestic setting: a psychological approach. <i>Universal access in the information society</i> , 4(2), 146-155.	- As pessoas mais jovens tendem a confiar mais em robôs.

Apêndice B

Ferramentas para estudar o utilizador nas IHR

Tabela 15: Ferramentas de estudo do utilizador aplicadas às IHR

Método	Descrição	Autor(es)	Tipos de dados
Avaliações com base no cenário	Os robôs são testados em ambientes simulados, que podem ser medidos consoante a sua interatividade e a fidelidade da apresentação.	Lindblom e Andreasson (2016); Montebelli <i>et al.</i> (2017); Xu <i>et al.</i> (2015). Weiss <i>et al.</i> (2009).	Quantitativo/Qualitativo
Inquéritos por questionário	Fáceis de usar e podem ser usados sem um laboratório. Úteis para suplementar dados concretos com dados subjetivos.	Lindblom e Andreasson (2016); Hartson e Pyla (2012); Weiss <i>et al.</i> (2009).	Quantitativo/Qualitativo
Entrevistas	Usa uma participação mais ativa do utilizador, permitindo perceber as suas necessidades, expetativas e medos.	Lindblom e Andreasson (2016); Hartson e Pyla (2012); Prati <i>et al.</i> (2021); Weiss <i>et al.</i> (2009).	Qualitativo
Wizard of OZ	Usado para testar comportamentos de robôs de forma segura ou, por exemplo, aspetos do design que ainda não foram implementados no robô. O robô é normalmente controlado remotamente.	Lindblom e Andreasson (2016); Riek (2012); Saulnier <i>et al.</i> (2010); Weiss <i>et al.</i> (2009).	Quantitativo/Qualitativo
Focus Groups	Útil para ajudar a perceber problemas mais complexos. Usa uma participação mais ativa do utilizador, permitindo perceber as suas necessidades, expetativas e medos.	Lindblom e Andreasson (2016); Hartson e Pyla (2012); Prati <i>et al.</i> (2021); Weiss <i>et al.</i> (2009).	Qualitativo
Avaliações por especialistas	É usada para examinar o robô quanto à sua usabilidade e detetar os todos problemas de usabilidade possíveis, propondo soluções.	Lindblom e Andreasson (2016); Weiss <i>et al.</i> (2009).	Qualitativo
Observação	Estudo do utilizador no seu meio natural, sem que o seu comportamento normal e ações sejam afetadas pelo investigador.	Hartson e Pyla (2012); Prati <i>et al.</i> (2021)	Qualitativo
Questionários pré-teste ou pós-teste (avaliações psicológicas)	Dados do impacto emocional, procurando perceber as opiniões dos participantes sobre os aspetos predefinidos específicos da experiência do utilizador.	Hartson e Pyla (2012); Weiss <i>et al.</i> (2009).	Quantitativo

Referências

- Hartson, R., & Pyla, P. S. (2012). *The UX Book: Process and guidelines for ensuring a quality user experience*. Elsevier.
- Lindblom, J., & Andreasson, R. (2016). Current challenges for UX evaluation of human-robot interaction. In *Advances in ergonomics of manufacturing: Managing the enterprise of the future* (pp. 267-277). Springer, Cham.
- Montebelli, A., Billing, E. A., Lindblom, J., & Messina Dahlberg, G. (2017). Reframing IHR education: a dialogic reformulation of IHR education to promote diverse thinking and scientific progress. *Journal of Human-Robot Interaction*, 6(2), 3-26.
- Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M., & Raffaeli, R. (2021). How to include User eXperience in the design of Human-Robot Interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 68, 102072.
- Riek, L. D. (2012). Wizard of oz studies in IHR: a systematic review and new reporting guidelines. *Journal of Human-Robot Interaction*, 1(1), 119-136.
- Saulnier, P., Sharlin, E., & Greenberg, S. (2010, March). Exploring interruption in IHR using Wizard of Oz. In *2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (IHR)* (pp. 125-126). IEEE.
- Weiss, A., Bernhaupt, R., Lankes, M., & Tscheligi, M. (2009, April). The USUS evaluation framework for human-robot interaction. In *AISB2009: proceedings of the symposium on new frontiers in human-robot interaction* (Vol. 4, No. 1, pp. 11-26).
- Xu, Q., Ng, J., Tan, O., Huang, Z., Tay, B., & Park, T. (2015). Methodological issues in scenario-based evaluation of human-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 7(2), 279-291.

Apêndice C

Guião do inquérito por questionário do primeiro estudo

O questionário sobre a morfologia e características físicas do robô guia pode ser encontrado através do seguinte link:

https://uemp Portugal.eu.qualtrics.com/jfe/form/SV_1B0ZqrMvesSX5n7?fbclid=IwAR10EkqaLNAmTLqlcAYZWOES7cctN7ufZpyF1q4Oge2eb1SZ8q-3_r1Uy2Q

Tabela 16: Organização do inquérito por questionário do primeiro estudo

Parte	Tipo de questões	Objetivo
a - Consentimento informado	-	Dar a conhecer ao participante o âmbito do estudo e o propósito dos dados recolhidos
b - Recolha de dados demográficos	- Idade ou grupo etário, sexo, habilitações literárias	Relacionar estes fatores com a escolha da morfologia do robô.
c - Experiências passadas com robôs	- Utilizar o questionário NARS	Relacionar as atitudes negativas contra robôs (experiências passadas) com a escolha da morfologia do robô.
d1 - Cenário	- Introduzir um cenário de uma emergência num edifício complexo e questionário se o inquirido o considera perigoso ou não.	Perceber se o inquirido está imerso no cenário e se lhe parece uma situação séria.
d2 - Escolha do robô para auxiliar no cenário apresentado (escolha da morfologia)	- Escolha entre 12 robôs (4 de cada tipo)	Perceber qual o inquirido considera ser o melhor robô para o auxiliar no cenário.
e - Escolha das características físicas	- O questionário deve segmentar-se dependendo da morfologia selecionada pelo participante, mostrando imagens com a morfologia correspondente. - O participante deve escolher entre o modelo A, B ou marcar como irrelevante. - Deve-se inquirir sobre as principais características identificadas: os olhos, a boca, os braços, as pernas, o género e o tamanho.	Perceber quais são, aos olhos dos inquiridos, as principais características responsáveis por transmitir confiança no cenário descrito.

Guião/estrutura do questionário:

a) Consentimento informado:

"Bem vindo!

O questionário é realizado no âmbito de uma investigação em Design de Robôs de Serviço, no mestrado de Design de Interação do IADE, focado na confiança dos utilizadores no robô. As suas respostas permitirão a identificação das características que afetam a confiança nos robôs de serviço. O questionário demora cerca de 4-5 minutos a responder.

Pede-se que responda com o máximo de franqueza possível. Todas as respostas serão anónimas e confidenciais.

Obrigado por participar neste projeto!"

Q1 - Termos de participação:

☐ - *Ao selecionar esta opção confirmo que fui devidamente esclarecido sobre o que envolve a minha participação neste estudo e a minha vontade de participar.*

b) Recolha de dados demográficos:

Q2 - Género:

☐ - *Masculino*

☐ - *Feminino*

☐ - *Outro*

Q3 - Idade:

☐ - *Menos de 12 anos*

☐ - *12 - 17 anos*

☐ - *18 - 24 anos*

- ☐ - 25 - 34 anos
- ☐ - 35 - 44 anos
- ☐ - 45 - 54 anos
- ☐ - 55 - 64 anos
- ☐ - 65 - 74 anos
- ☐ - Maior do que 74 anos

Q4 - Educação:

- ☐ - *Ensino básico*
- ☐ - *Ensino secundário*
- ☐ - *Licenciatura*
- ☐ - *Mestrado*
- ☐ - *Doutoramento*

Q5 - Emprego:

- ☐ - *Desempregado*
- ☐ - *Estudante*
- ☐ - *Empregado*

c) Experiências passadas com robôs

Utilizou-se a versão portuguesa do questionário NARS (Negative Attitudes Towards Robots), validada por Piçarra *et al.*, (2015).

Q6 - A ideia dos robôs terem emoções é desagradável.

- ☐ - *Concordo completamente*
- ☐ - *Concordo*
- ☐ - *Indiferente*
- ☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q7 - Se os robôs se transformassem em seres vivos poderia ser mau

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q8 - Sentir-me-ia confortável a falar com robôs

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q9 - Seria desagradável trabalhar num local em que tivesse de usar robôs

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q10 - Seria desagradável trabalhar num local onde tivesse de usar robôs

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q11 – Se os robôs tivessem emoções, poderíamos ser amigos

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q12 – Sinto-me bem na presença de robôs com emoções

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q13 – A palavra “robô” não me diz nada

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q14 – Ficaria nervoso a operar um robô perante outras pessoas

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q15 - Detestaria ver decisões serem tomadas por robôs ou inteligências artificiais

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q16 - Ficaria muito nervoso perante um robô

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q17 - Receio que algo de mal possa acontecer, se depender demasiado dos robôs

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q18 - Seria-me-ia "paranóico" a falar com um robô

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q19 – Receio que os robôs sejam uma má influência para as crianças

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

Q20 – Penso que no futuro a sociedade será dominada por robôs

☐ - *Concordo completamente*

☐ - *Concordo*

☐ - *Indiferente*

☐ - *Discordo*

☐ - *Discordo Completamente*

d1) Cenário

Cenário de Contexto:

Imagine-se num prédio algo complexo, em Lisboa. É a primeira vez que se encontra no edifício, ainda não conhece as instalações.

Está numa sala de reuniões no terceiro andar, sozinho(a), a aguardar a chegada dos restantes membros para dar início à reunião quando nota que há algo estranho: fumo a sair por baixo da porta da sala.

Poucos segundos depois ouve um alarme e decide levantar-se para investigar, dirigindo-se à porta. Ao abrir, depara-se com um corredor repleto de fumo. A sua visão é cada vez mais limitada, a respiração cada vez mais difícil.

De entre o fumo aparece um robô guia, dirigindo-se à sua posição.

Q21 - O cenário acima descrito parece-lhe uma situação de risco (antes do aparecimento do robô)?

- ☐ - *Concordo completamente*
- ☐ - *Concordo*
- ☐ - *Indiferente*
- ☐ - *Discordo*
- ☐ - *Discordo Completamente*

d2) Escolha do robô para auxiliar no cenário apresentado (escolha da morfologia)

Q22 - Que robô guia escolheria para o auxiliar nesta situação?

- ☐ - *Aibo (zoomórfico)*
- ☐ - *Relay (funcional)*
- ☐ - *LGD-PIRSC8 (funcional)*
- ☐ - *Roomba (funcional)*
- ☐ - *Pepper (antropomórfico)*
- ☐ - *Atlas (antropomórfico)*
- ☐ - *Wakamaru (antropomórfico)*
- ☐ - *SpotMini (zoomórfico)*
- ☐ - *Asimo (antropomórfico)*
- ☐ - *M1 (funcional)*
- ☐ - *Hexa (zoomórfico)*
- ☐ - *Paro (zoomórfico)*

e) Escolha das características físicas

Aqui o questionário ramificava, apresentando os ícones nas questões para a morfologia selecionada pelo utilizador na questão anterior.

"Tendo em conta o tipo de robô, responda agora a algumas questões relacionadas com a confiança transmitida pelas suas características.

Q23 - Prefere a versão do robô com ou sem olhos?

☐ - *Com olhos*

☐ - *Sem olhos*

☐ - *Não considero relevante*

Q24 - Prefere a versão do robô com ou sem boca?

☐ - *Com boca*

☐ - *Sem boca*

☐ - *Não considero relevante*

Q25 - Prefere a versão do robô com ou sem braços?

☐ - *Com braços*

☐ - *Sem braços*

☐ - *Não considero relevante*

Q26 - Prefere a versão do robô com ou sem pernas?

☐ - *Com pernas*

☐ - *Sem pernas*

☐ - *Não considero relevante*

Q27 - Qual é a versão do robô (masculina vs feminina) que lhe transmite mais confiança?

☐ - *Masculina*

☐ - *Feminina*

☐ - *Não considero relevante*

Q28 - Prefere um robô maior, mais pequeno ou do seu tamanho?

☐ - *Mais pequeno que eu*

☐ - *Do mesmo tamanho que eu*

☐ - *Maior do que eu*

Apêndice D

Consentimento informado e cenário de contexto (segundo estudo)



Faculdade de Design,
Tecnologia e Comunicação
Universidade Europeia

Consentimento Informado para estudo em realidade virtual

Informação

Foi convidado(a) a participar num estudo em realidade virtual, que irá ter lugar no laboratório do IADE designado para testes. Este teste é realizado no âmbito do mestrado de design de interação e os seus resultados serão usados para a análise, podendo ser apresentados em artigos ou jornais. O nome e objetivo do projeto ser-lhe-ão revelados no final do teste, de modo a não enviesar o seu comportamento durante o mesmo.

O teste terá a duração de ~10 minutos, sendo seguido por um questionário posterior à experiência. Os resultados desta experiência são anónimos.

Riscos

Há estudos que demonstram que os testes em realidade virtual podem causar náuseas ou desconforto, se esse for o caso, pode parar o teste a qualquer momento. Caso sofra de condições como epilepsia, é aconselhado a não participar neste teste.

Consentimento

Eu li e compreendi a informação descrita acima. Eu concordo que a análise dos meus resultados neste teste sejam usadas em artigos ou apresentações científicas. Eu compreendo que posso retirar-me do estudo a qualquer momento sem qualquer penalização. Eu aceito participar neste estudo.

Assinatura do participante _____ Data _____

História:

Foi convocado(a) para uma reunião com uma empresa em Lisboa, num edifício que não conhece, nunca tendo estado dentro do mesmo. Ao entrar no edifício, nota que chegou muito cedo à reunião. Mesmo assim, segue até ao elevador, saindo no segundo andar.

Nesta experiência vão acontecer eventos inesperados, pede-se que reaja da forma mais natural possível.

Figura 27: digitalização da página do consentimento informado utilizada no segundo estudo

Apêndice E

Documento de registo de análise e apontamentos da experiência do segundo estudo

Experiência nº: _____ Data: _____

Tabela de secções:

Intersecção	Robô	Participante	Hesitou?	Viu o robô?
C1	Direita	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C2	Esquerda	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C3	Esquerda	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C4	Esquerda	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C5	Direita	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C6	Esquerda	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C7	Direita	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C8	Esquerda	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C9	Esquerda	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C10	Direita	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C11	Direita	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não
C12	Direita	☐ Esquerda ☐ Direita	☐ Sim ☐ Não	☐ Sim ☐ Não

Observações:

Figura 28: digitalização da página utilizada na recolha de dados durante a experiência do segundo estudo.

Apêndice F

Modelo dos questionários aplicados no segundo estudo



Faculdade de Design,
Tecnologia e Comunicação
Universidade Europeia

Formulário de recolha de dados

nome ☐

idade ☐

sexo ☐

Confiança em robôs de serviço: estudo na influência dos olhos em robôs humanoides durante uma evacuação em realidade virtual

Tese de mestrado em design de interação

Obrigado por participar neste projeto!

A experiência em ambiente virtual foi realizada no âmbito de uma investigação em Design de Robôs de Serviço, no mestrado de Design de Interação do IADE, focado na confiança dos utilizadores no robô, tendo em conta o seu aspeto físico, testando, neste caso, os olhos.

Pede-se agora ao participante que preencha um questionário com a duração de 5 minutos, respondendo com o máximo de franqueza possível. Toda as respostas serão anónimas e confidenciais.

Dados demográficos

Género:

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Outro

Idade: _____

Habilitações literárias:

- ☐ Ensino Básico
- ☐ Ensino Secundário
- ☐ Licenciado
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutoramento

Figura 29: digitalização da primeira página do questionário pós-teste do segundo estudo. Recolha de dados demográficos.

O robô presente na simulação tinha olhos?

☐ Sim

☐ Não

☐ Não reparei

Durante a evacuação, sentiu-se obrigado(a) a seguir o robô?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, pode referir porquê? (deixar em branco caso tenha respondido "não")

Dados demográficos

Género:

☐ Masculino

☐ Feminino

☐ Outro

Idade:

☐ 18-24 anos

☐ 25-34 anos

☐ 35-44 anos

☐ 45-54 anos

☐ 55-64 anos

☐ 65+

Figura 30: digitalização da segunda página do questionário pós-teste do segundo estudo. Inquérito para saber se o participante percebeu se o robô tinha ou não olhos e se se sentiu obrigado a seguir o robô durante a experiência (e porquê).

Questionário Godspeed

Por favor, avalie agora as impressões com que ficou do robô durante a experiência no ambiente virtual, assinalando com um círculo o número referente à sua resposta.

Antropomorfismo

Por favor, avalie a sua impressão sobre as características humanas do robô nas seguintes escalas:

Falso	1	2	3	4	5	Natural
Com aspeto mecânico	1	2	3	4	5	Com aspeto natural
Inconsciente	1	2	3	4	5	Consciente
Artificial	1	2	3	4	5	Realista
Move-se com rigidez	1	2	3	4	5	Move-se com fluidez

Expressão de vida

Por favor, avalie a sua impressão sobre as características humanas do robô nas seguintes escalas:

Morto	1	2	3	4	5	Com vida
Parado	1	2	3	4	5	Energético
Mecânico	1	2	3	4	5	Orgânico
Artificial	1	2	3	4	5	Realista
Estático	1	2	3	4	5	Interativo
Apático	1	2	3	4	5	Participativo

Simpatia

Por favor, avalie a sua impressão sobre as características humanas do robô nas seguintes escalas:

Não gosto	1	2	3	4	5	Gosto
Hostil	1	2	3	4	5	Amigável
Antipático	1	2	3	4	5	Gentil
Desagradável	1	2	3	4	5	Agradável
Horrível	1	2	3	4	5	Simpático

Figura 31: digitalização da terceira página do questionário pós-teste do segundo estudo.

Questionário NARS (parte 1).

Por favor, avalie a sua impressão sobre as características humanas do robô nas seguintes escalas:

Insensato	1	2	3	4	5	Sensato
Insensato	2	4	6	8	10	Sensato
Insensato	2	4	6	8	10	Sensato

Por favor, avalie a sua impressão sobre as características humanas do robô nas seguintes escalas:

Serenio	1	2	3	4	5	Surpreendido
Quanto mais eu penso, mais eu me sinto perdido. Quanto mais eu penso, mais eu me sinto perdido. Quanto mais eu penso, mais eu me sinto perdido.						

Questionário NARS (parte 2).

Apêndice G

Respostas ao questionário pós-teste efetuado no segundo estudo

Como as respostas compreendiam múltiplos documentos com várias páginas cada um foram compilados e guardados numa drive para uma melhor leitura, podendo ser acedidas através do seguinte link:

https://drive.google.com/drive/folders/1uJxT9IDE9STM3vpd0mGtZnbEEEnB0nxgZ?usp=s_haring

Apêndice H

Exemplos do ambiente virtual recomendado para investigações futuras

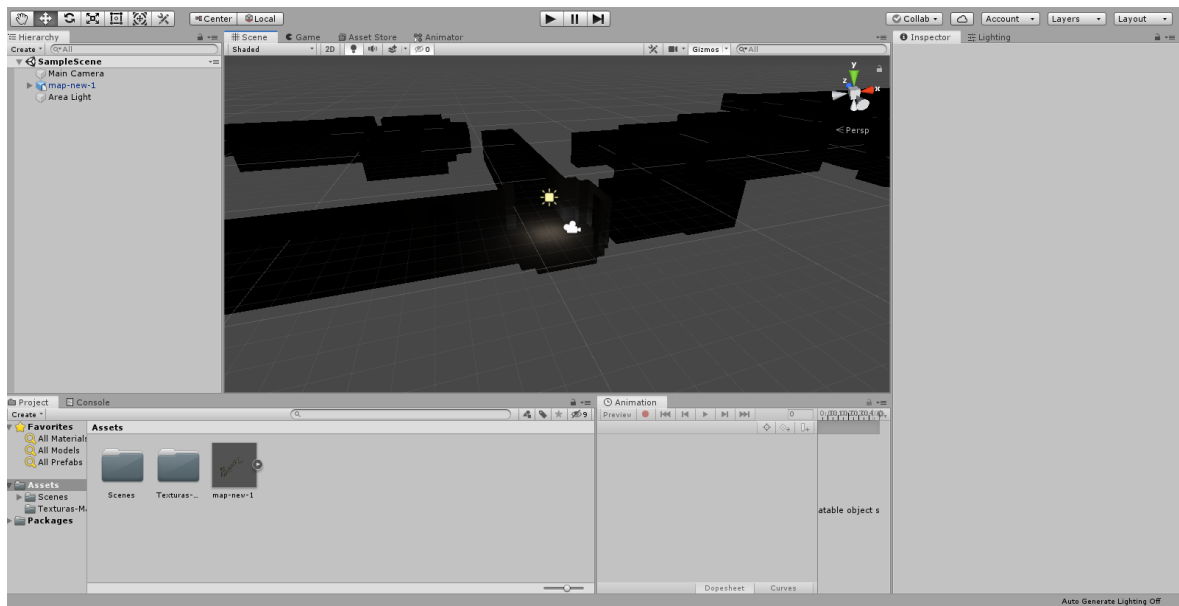


Figura 33: Ambiente virtual com iluminação realista (baked illumination) no Unity.



Figura 34: Print Screen dentro do ambiente virtual a testar a iluminação realista.