



Quem está rindo NAO? Examinando as percepções de falha em um parceiro robô bem-humorado

Haley N. Green¹, Md Mofijul Islam¹ Shahira Ali², Tariq Iqbal¹
 de Engenharia e Ciências Aplicadas, Universidade da Virgínia, Charlottesville, EUA
²Departamento de Ciências Cognitivas, Universidade da Virgínia, Charlottesville, EUA
 {hng9vf, mi8uu, sma6zw, tiqbal}@virginia.edu

Resumo—Robôs sociais estão sendo implantados para interagir com pessoas em vários cenários, onde se espera que eles o façam em estratégias de conversação semelhantes a humanos corporativos para alcançar fluência nas interações. Por exemplo, os robôs atuais são projetados para executar estratégias avançadas de comunicação (ou seja, anedotas pessoais, explicações e desculpas) para se recuperar de uma falha na tarefa. No entanto, essas táticas nem sempre são suficientes para a recuperação de falhas, pois podem ser demoradas e insuficientes para incentivar futuras interações. Nas interações humano-humano, as pessoas costumam usar o humor como um método envolvente e de baixo risco para gerenciar falhas. Assim, a execução bem-sucedida de humor humano avançado pode permitir que os robôs se recuperem de falhas de tarefas com mais eficiência. Neste artigo, apresentamos um estudo de interação de robô humano explorando como a utilização de um robô de vários tipos de humor semelhantes aos humanos (ou seja, afiliativo, agressivo, auto-aprimorado e autodestrutivo) é percebido por um companheiro de equipe humano ($n = 32$) e um observador externo da interação ($n = 256$). Além disso, exploramos os efeitos do desempenho, tipo de humor, perspectiva e experiência anterior com robôs nas percepções dos participantes sobre cordialidade, competência e o robô como companheiro de equipe. Nossos resultados indicam que os participantes diádicos classificaram o robô bem-sucedido como mais competente e um melhor companheiro de equipe do que os participantes espectadores. Além disso, os resultados indicam que os participantes com menos experiência com robôs achariam o robô de sucesso mais competente do que os participantes com altos níveis de experiência. Essas descobertas permitirão que a comunidade de interação de robôs humanos desenvolva robôs mais envolventes.

Termos de Indexação—humor; falha; recuperação; interação humano-robô

I. INTRODUÇÃO

Avanços recentes nas capacidades dos robôs sociais permitiram que eles fossem cada vez mais úteis como parceiros colaborativos. Especificamente, os robôs são capazes de interagir com humanos em vários ambientes, como saúde, atendimento ao cliente e educação [1]–[9]. O aumento nas interações homem-robô no dia-a-dia levou a um excesso de esforços para melhorar as capacidades interativas dos robôs [10]–[18]. Em particular, os robôs estão sendo projetados para empregar estratégias de comunicação mais semelhantes às humanas para facilitar as interações com agentes humanos. Um dos domínios populares para comunicação reside na recuperação de falhas [19]–[21]. Por exemplo, os robôs estão usando técnicas, como emoções expressivas, explicabilidade e anedotas pessoais para se recuperar de falhas em uma interação [22]–[27]. No entanto, quando ocorre uma falha, essas estratégias podem ser demoradas. Conseqüentemente, há necessidade de uma tática de recuperação envolvente que encoraje mais interações e comunicação.



Fig. 1. Um robô NAO joga o jogo iSpy com um humano. O participante se senta em frente ao NAO durante o jogo e instrui o robô a identificar o bloco verde, vermelho ou azul. Aqui, o robô identifica corretamente o bloco verde durante o jogo.

Nas interações humano-humano, sabe-se que os humanos utilizam o humor como uma ferramenta de recuperação de falhas [28], [29]. Especificamente, os humanos costumam empregar diferentes tipos de humor ao tentar mitigar o fracasso e o conflito. As pessoas geralmente incorporam suas experiências passadas, consciência da tarefa e contexto para gerar piadas mais relevantes para a situação. Além de neutralizar o conflito e atenuar o fracasso, essa estratégia de humor mais avançada também pode demonstrar a personalidade humana e a competência relacionada à tarefa. No entanto, a eficácia do humor para a interação humano-robô permanece uma questão de pesquisa em aberto. Em trabalhos anteriores, as capacidades de contar piadas dos robôs sociais consistem em trocadilhos e piadas “knock-knock” [30], [31]. Embora essas formas de humor tenham sido usadas para estabelecer o robô como um parceiro de interação mais humano e sociável, elas nem sempre estão relacionadas à tarefa e não necessariamente promovem laços de colaboração ou reforçam as capacidades do robô. Para tornar os robôs parceiros interativos mais fluentes, é essencial realizar investigações sistemáticas para observar como a utilização de vários tipos de humor pelos robôs é percebida como uma estratégia.

Ao desenvolver estratégias de recuperação de falhas, também é importante observar que as interações homem-robô nem sempre são ocorrências isoladas [12], [32]–[34]. Embora um robô possa ser projetado para se envolver em interações diádicas, existe o potencial para que os espectadores observem a interação e formulem suas próprias percepções sobre o robô. Portanto, a falha de um robô e a subsequente tática de recuperação podem influenciar mais do que apenas o parceiro de interação direta. Como resultado, é importante considerar como os espectadores podem perceber os robôs e se essas percepções variam de agentes que se envolvem diretamente com o robô. Que seja do nosso conhecimento, não houve uma

estudo sistemático sobre como a perspectiva afeta as percepções de um robô que emprega humor em um cenário de interação humano-robô.

Neste trabalho, estamos interessados em explorar se o uso de um humor humano mais avançado por um robô pode atenuar o fracasso da tarefa. Especificamente, pretendemos examinar se um robô com falha bem-humorada seria considerado um companheiro de equipe caloroso, competente e tão bom quanto um robô que não falha e um robô que falha, mas não emprega o humor como estratégia de mitigação. Além disso, examinamos se fatores, como a perspectiva do observador (diádico versus espectador) e a experiência anterior com o robô afetam a forma como o humor é percebido. Projetamos um cenário de interação humano-robô, modelado a partir do jogo infantil iSpy, onde um robô NAO realiza uma brincadeira em resposta a um erro cometido durante uma tarefa de identificação de blocos. Para gerar uma interação mais fluente e semelhante à humana, projetamos o robô para incorporar um tipo de humor específico (ou seja, afiliativo, agressivo, auto-aprimorado e autodestrutivo). Examinamos os efeitos do humor geral (humor vs. sem humor), tipo de humor (quatro tipos diferentes de humor), perspectiva (diádica vs. espectador), desempenho (sucesso vs. falha com e sem humor) e experiência anterior com o robô (não à experiência de nível de especialista) em avaliações de cordialidade, competência e o robô como companheiro de equipe.

Realizamos um estudo entre sujeitos no qual coletamos percepções diádicas ($n = 32$) e observadores ($n = 256$) da abordagem de mitigação de falhas do robô.

Os resultados sugerem que os espectadores acharam o robô bem-sucedido e o robô que falhou e usou humor afiliativo mais competentes do que os robôs que falharam e não usaram humor, enquanto os participantes diádicos acharam apenas o robô que nunca experimentou falha significativamente mais competente do que o robôs que falharam e não usaram humor. Além disso, os resultados sugerem que os participantes diádicos classificaram o robô bem-sucedido como mais competente e um melhor companheiro de equipe do que os participantes espectadores. Não observamos um efeito significativo do humor e da experiência anterior com o robô nas percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe. No entanto, os resultados indicam um efeito significativo da experiência anterior e do desempenho do robô nas percepções da competência do robô. Geralmente, os participantes com menos experiência com robôs acharam o robô bem-sucedido mais competente do que os participantes com altos níveis de experiência. Essas descobertas nos permitirão desenvolver robôs mais envolventes e experiências colaborativas entre humanos e robôs no futuro.

II. TRABALHO RELACIONADO

A. Humor nas interações humano-humano

O humor foi examinado nas interações humano-humano (HHI) como uma estratégia de resolução de conflitos e alívio do estresse [35]–[39]. Por exemplo, Kobel e Groeppel-Klein descobriram que o humor poderia ser empregado como um método para reduzir a frustração e a tensão no atendimento ao cliente [28]. Além disso, Mesmer Magnus et al. observaram os diferentes benefícios relacionados à saúde do humor positivo no local de trabalho [40]. Trabalhos anteriores também exploraram vários fatores que podem afetar a percepção do humor no HHI. Por exemplo, Norrick e Spitz observaram

que a gravidade do conflito e a dinâmica de poder do relacionamento afetam a percepção de humor no HHI [29]. Além disso, Bippus explorou os vários motivos internos e externos por trás do uso do humor na gestão de conflitos [41]. Finalmente, o humor também tem sido usado para promover conexões, principalmente em ambientes de escritório. Por exemplo, Warren, Barsky e McGraw examinaram se o humor poderia ser usado para atingir os objetivos do consumidor e, ao mesmo tempo, melhorar as relações de trabalho [42].

B. Robôs Humorísticos

Também houve algumas pesquisas anteriores sobre a incorporação de humor em robôs sociais. Em particular, o tempo e a adaptabilidade de um robô humorístico foram explorados no contexto da comédia stand-up [43]–[45]. Além disso, Nijholt também pesquisou um robô humanóide social no contexto da comédia stand-up para explorar os efeitos do tempo e da adaptabilidade na recepção do público [46]. Além disso, Weber et al. examinou como um robô pode analisar as reações ao humor e adaptar suas piadas para melhor se alinhar com o senso de humor humano [47]. Na HRI, o humor também tem sido utilizado como estratégia de resolução de conflitos. Por exemplo, Stoll et al. examinou as percepções do tipo de humor em um mediador de conflito robô versus humano [48].

Recentemente, os robôs sociais utilizaram o humor para atingir certos objetivos de engajamento [49], [50]. Por exemplo, Oliveira et al. destacou os vários benefícios físicos e psicológicos do humor quando usado para mitigar o efeito do fracasso [51].

Além disso, Sebo et al. explorou se um robô poderia usar o humor para encorajar expressões de comportamento relacionado à confiança [52]. Além disso, Adamson et al. humor alavancado em um fotógrafo robô para provocar sorrisos espontâneos [53].

C. Estratégias de mitigação de falhas em robôs sociais

Em qualquer interação, existem muitas variáveis externas ou ambientais imprevistas que podem levar a diferentes tipos de falha [54]. Consequentemente, em cenários do mundo real, é impossível antecipar as nuances de cada interação. Mesmo os robôs mais capazes podem sofrer falhas, e é necessário incorporar abordagens de mitigação para minimizar os efeitos negativos das falhas quando elas ocorrem. No passado, os robôs sociais foram projetados para empregar uma variedade de táticas de mitigação de falhas que eram úteis nas interações entre humanos. Abordagens incluem: explicar erros, pedir desculpas, pedir ajuda e até mesmo definir antecipadamente as expectativas do parceiro [19]–[21]. Também houve pesquisas anteriores sobre falhas de robôs e como as várias estratégias de mitigação são percebidas [55]–[61].

D. Grupos multi-humanos em interações humano-robô

Em HRI, outro campo crescente está nas equipes multi-humanas [62]–[66], e houve estudos anteriores sobre como vários humanos percebem os robôs sociais [26], [33], [52], [67]. Em particular, os robôs foram alistados em grupos para lidar com conflitos.

Por exemplo, Jung, Martelaro e Hinds examinaram os efeitos de um moderador robô nas percepções de conflito [34]. Os robôs também têm sido usados em grupos para incentivar a comunicação e o engajamento [68]. Especificamente, Trager et al. observaram como um robô social pode influenciar a comunicação intergrupal e

inspirar conversas mais uniformemente distribuídas [19]. Além disso, os robôs têm sido usados em grupos multi-humanos para encorajar a competição. Por exemplo, Vazquez et al. examinou como um robô poderia utilizar o engano para aumentar a motivação dos jogadores, reduzindo a probabilidade de perder [32].

Nas interações humano-humano, o humor como tática de mitigação fornece uma alternativa atraente para longas explicações e desculpas sem imaginação. Quando usado adequadamente, o humor pode fortalecer as relações de trabalho mesmo em casos de falha na tarefa. No HRI, o humor já foi utilizado anteriormente como uma ferramenta de conversação para promover vínculos e envolver os usuários. No entanto, tem havido menos exploração sobre como os robôs são percebidos quando empregam estratégias de humor mais matizadas e humanas para mitigar falhas. Além disso, até onde sabemos, não houve um exame anterior sobre como a perspectiva influencia a recepção de diferentes estratégias humorísticas. Neste trabalho, pretendemos examinar os efeitos do humor mais avançado e da perspectiva sobre as percepções de um robô em um cenário de falha de tarefa.

III. PERGUNTAS DE PESQUISA

Desenvolvemos um conjunto de questões de pesquisa para examinar as percepções de um parceiro de interação diádica e de

um espectador. • **QP1:** Como as percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe variam para um robô bem-humorado e não-humorado, e como essas percepções variam com a perspectiva (diádica x espectador)? Em particular, pretendemos examinar se as percepções variam para um robô que: (1) conclui com sucesso sua tarefa; (2) falha e usa o humor como estratégia de recuperação; ou (3) falha e não usa humor para se recuperar. Referimo-nos a essas três condições como o desempenho geral do robô. Além disso, pretendemos observar se a perspectiva afeta as percepções dos diferentes cenários de mitigação de falhas. • **QP2:** Qual é o efeito do tipo de humor nas percepções de cordialidade,

competência e do robô como companheiro de equipe, e como essas percepções variam com a perspectiva? Especificamente, pretendemos observar se as percepções variam para um robô que: (1) conclui com sucesso sua tarefa, (2) falha e usa um dos tipos de humor estabelecidos (afiliativo, agressivo, autodestrutivo ou autopromocional), ou (3) falha e não usa humor. Referimo-nos a essas três condições como o desempenho específico do tipo do robô. Além disso, pretendemos observar a interação de perspectiva para os cenários de mitigação de falhas mais sutis.

• **QP3:** Qual é o efeito da experiência anterior com o robô nas percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe em um robô bem-humorado e não-humorado? Em seguida, consideramos se a experiência anterior com o robô tem efeito sobre como um robô é percebido quando é bem-sucedido, falha com humor e falha sem humor. • **QP4:**

Qual é o efeito do tipo de humor e da experiência anterior com o robô nas percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe? Finalmente, estamos interessados em observar se a experiência anterior com o robô afeta a forma como os vários tipos de humor são recebidos. Para examinar isso, comparamos as classificações de calor, competência e companheiro de equipe

TABELA I

EXEMPLO DE CONJUNTO DE PIADAS PARA CADA UM DOS QUATRO TIPOS DE HUMOR.

Exemplo de piada de tipo de humor	
Afiliativo	Uh oh, eu espero que eles não cortem meu pagamento.
Agressivo	Interessante, acho que nós dois somos ruins nesse jogo.
Autodestrutivo	Deve ser por isso que os outros robôs não gostam de brincar comigo.
Auto-aprimoramento	Um para dois, isso é uma passagem em uma curva de engenharia.

para um robô que conclui a tarefa com sucesso, falha e usa um dos quatro tipos de humor, ou falha e não usa humor.

4. MÉTODO

A. Os quatro tipos de humor

Neste estudo, utilizamos os quatro tipos de humor mais comumente observados nas interações humano-humano [69]. Em particular, o humor afiliativo é um estilo que afirma a si mesmo e aos outros. Esse estilo de baixo risco e não hostil é executado com a intenção de divertir a todos e é normalmente associado à boa índole. Ao contrário, o humor agressivo costuma ser associado ao sarcasmo e à provocação. Esse estilo geralmente envolve menosprezar ou ridicularizar os outros. Além disso, o humor autodestrutivo coloca o contador de piadas como alvo de escárnio na tentativa de divertir os outros no processo. Esse estilo leva o “rir de si mesmo” um passo adiante através da autodepreciação excessiva. Finalmente, o humor de auto-aprimoramento, assim como o humor afiliativo, é de boa índole. No entanto, esse estilo lúdico de “rir de si mesmo” é mais introspectivo e menos focado em cultivar relacionamentos. Os quatro tipos de humor abrangem os objetivos conversacionais que podem surgir em uma interação. Esses objetivos incluem: melhorar o eu ou os relacionamentos com os outros, construindo ou destruindo a si mesmo ou aos outros. Um exemplo de piada de cada categoria de humor é apresentado na Tabela I.

B. O Robô

Utilizamos o robô NAO da SoftBank Robotics [70]. O robô humanoide tem aproximadamente 58 cm de altura. Neste estudo, combinamos os módulos de comportamento expressivo no pacote Choregraphe do SoftBank com a plataforma text-to-speech do Amazon Polly [71]. Optamos por usar o Amazon Polly em vez da opção de conversão de texto em fala do Chorégraphe por causa dos recursos robustos de anúncio e temporização do Amazon Polly [43]–[45]. Para reduzir qualquer viés em relação às percepções de gênero do robô, utilizamos a voz neutra de “Ivy”.

C. Testbed iSpy

O jogo incorporado ao estudo consiste na interação do parceiro solicitando ao robô NAO que identifique blocos coloridos e é vagamente baseado no jogo de adivinhação iSpy. O robô NAO foi posicionado de frente para uma pequena mesa contendo os três blocos de 1,5 polegadas (verde, vermelho e azul). Os blocos foram colocados a aproximadamente 5 polegadas de distância um do outro para evitar qualquer má interpretação de onde o NAO estava apontando. Para iniciar o jogo, o robô se apresenta e avisa o jogador para iniciar a rodada. Em seguida, o agente humano “espia” o bloco desejado. Então, o robô identifica com sucesso (ou sem sucesso) a seleção do participante. O parceiro humano ou

TABELA II

ROTEIRO DE AMOSTRA PARA A CONDIÇÃO DE CONTROLE (SEM HUMOR).

NAO: Vamos começar a terceira rodada.
Humano: Eu espio algo vermelho.
NAO: É este? [gesticula para o bloco verde]
Humano: Não.
NAO: Ok. Bom jogo.

afirma ou refuta a tentativa do robô. Em caso de falha, o robô tenta se recuperar com um dos quatro tipos de humor ou sem humor. Um script de amostra da interação está incluído na Tabela II e um visual da interação está incluído na Fig. 3.

V. ESTUDOS

A. Estudo Piloto

1) Design: Para os estudos principais, precisávamos primeiro garantir que as pessoas achassem as piadas engraçadas. Para resolver isso, realizamos um estudo piloto dentro dos sujeitos ($n = 50$) via Amazon Mechanical Turk (MTurk) para obter oito piadas engraçadas para o estudo principal [72]. Os pesquisadores elaboraram um conjunto de 20 piadas (cinco piadas para cada uma das quatro categorias de humor) e coletaram avaliações de graça para cada piada.

2) Procedimento: Os participantes foram primeiramente instruídos a revisar o documento eletrônico de informações do estudo para consentimento e as instruções da tarefa e a preencher uma breve pesquisa demográfica. Em seguida, os participantes assistiram a 20 vídeos em uma ordem aleatória. Em cada clipe, o robô identificou erroneamente um bloco e seguia o erro com uma piada de uma das quatro categorias de humor. Depois de visualizar cada interação, os participantes foram solicitados a avaliar o quanto engraçada era a piada em uma escala de Likert que variava de "nada engraçado" (1) a "muito engraçado" (5). Para as interações gravadas, o vídeo mais longo teve 20 segundos e o mais curto 12 segundos ($M = 14$). Na conclusão do estudo, os participantes foram interrogados e compensados \$ 2 por participar do estudo. Nossa pesquisa piloto foi aprovada pelo Conselho de Revisão Institucional.

3) Participantes: Um total de 50 adultos participaram do estudo piloto no MTurk (60% homens ($n = 30$), 40% mulheres ($n = 20$)). A idade média dos participantes foi de 33,76 anos ($DP = 9,73$). Todos os participantes residiam nos Estados Unidos e precisavam ser falantes de inglês, pelo menos 18 anos de idade ou mais, e ter um índice de aprovação de Tarefa de Inteligência Humana (HIT) de 99% ou mais. Também adicionamos um cronômetro aos videoclipes para garantir

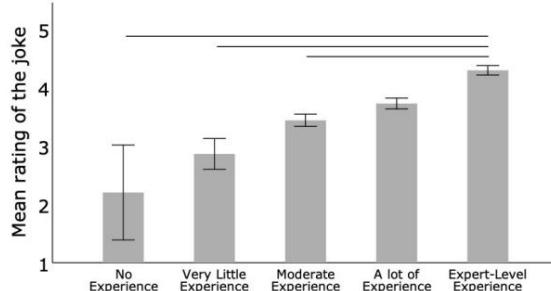


Fig. 2. Classificações médias em uma escala de 1 (nada engraçado) a 5 (muito engraçado) com base na experiência anterior com robôs escala de 1 (nenhum) a 5 (nível de especialista). Barras de erro 95% CI. Os colchetes são significativos no nível 0,05, 0,01 ou 0,001.

TABELA III

CLASSIFICAÇÕES MÉDIAS DAS PIADAS SELECIONADAS EM UMA ESCALA DE 1 (NADA DE ENGRAÇADO) A 5 (MUITO ENGRAÇADO).

Afiliativo	3,80
Agressivo	3,79
Autodestrutivo	3,68
Auto-reforço	3,78

que os participantes assistiram aos vídeos na íntegra. Os participantes consistiam em uma ampla variedade de ocupações, e o nível mais alto de educação consistia principalmente em bacharelado ($n = 36$) e mestrado ($n = 11$). Durante o estudo, os participantes também relataram sua experiência com robôs NAO ($M = 3,38$, $SD = 1,23$) e robôs em geral ($M = 3,70$, $SD = 1,06$) em uma escala Likert que varia de "sem experiência" (1) a "especialista nível de experiência" (5).

4) Resultados: Tomamos a nota média de humor para as 20 piadas. A partir daí, selecionamos as duas piadas mais bem avaliadas para cada categoria de humor para usar em nosso estudo principal. Como resultado, ficamos com um total de oito piadas para usar no componente principal de nosso estudo (Tabela III). Além disso, no estudo piloto, compararamos as avaliações de graça para as piadas nas quatro categorias de humor e examinamos como a demografia dos participantes afetava essas avaliações. Os resultados não indicaram um efeito significativo da idade ou gênero sobre como as piadas foram percebidas. No entanto, os resultados indicaram um efeito significativo da experiência anterior com o robô nas avaliações de graça $F(4, 45) = 9,22$, $p < 0,001$ (Fig. 2). Em particular, os resultados indicaram que os participantes com maior experiência com robôs acharam as piadas mais engraçadas do que os participantes com menos experiência. Como resultado, optamos por considerar também a experiência anterior com robôs como uma variável independente no estudo principal (RQ3 e RQ4).

B. Estudo 1: Interação diádica

1) Projeto: Para o Estudo 1, examinamos uma interação homem-robô diadica e pessoal. Coletamos avaliações dos participantes sobre cordialidade, competência e o robô como companheiro de equipe. Para a configuração do iSpy, adicionamos as oito melhores piadas do estudo piloto ao programa Chorograph. No Chorograph, também utilizamos os módulos de reconhecimento de fala, que permitem ao robô identificar as três cores dos blocos mediante instrução. Além disso, usamos os módulos de reconhecimento de fala para acionar respostas humorísticas após a falha da tarefa.

Dois robôs NAO foram usados para o estudo, e os participantes puderam ver os robôs sendo trocados entre os jogos. Também tivemos os robôs se apresentando para promover a distinção entre os dois. Escolhemos os nomes de gênero neutro Sam e Kris para evitar qualquer possível viés nas percepções de gênero. Além disso, modificamos a cor dos olhos do LED dos dois robôs para azul e verde, respectivamente.

A condição de falha foi programada para ocorrer sempre na terceira rodada de interação de Sam. No entanto, a ordem em que os participantes jogaram contra os dois robôs foi aleatória. Ambos os robôs utilizaram a mesma plataforma de conversão de texto em fala e condição do robô do estudo piloto. Ambos os robôs foram programados para operar de forma autônoma; no entanto, durante o teste



Fig. 3. Representação visual do cenário de interação entre um participante diádico e o robô NAO que usa humor agressivo em caso de falha. Primeiramente, o participante indica o bloco desejado. Em seguida, o robô tenta identificar o bloco. Em seguida, o participante fornece feedback ao robô sobre sua seleção. Finalmente, o robô tenta se recuperar com uma piada agressiva.

estágio, descobrimos que o módulo de reconhecimento de voz ocasionalmente lutava para processar sotaques pesados, palavras mal enunciadas e vozes baixas. Como resultado, também incluímos um método do Mágico de Oz para progredir na interação nos casos em que o módulo de reconhecimento de voz do robô não foi capaz de reconhecer os comandos do participante humano. Durante o estudo, um experimentador ficou de prontidão, fora da linha de visão do participante, para avançar as ações do NAO quando necessário.

2) Procedimento: Depois de revisar o documento de consentimento informado e as instruções da tarefa, os participantes foram solicitados a preencher uma breve pesquisa demográfica. Em seguida, os participantes foram conduzidos a uma área partitionada (Fig. 1) **e instruídos a jogar o primeiro jogo**. Após a conclusão, um experimentador instruiria os participantes a concluir a primeira pesquisa pós-tarefa. Enquanto os participantes completavam a pesquisa, outro pesquisador trocava os robôs. Em seguida, os participantes foram levados de volta à área partitionada para jogar o segundo jogo com o segundo robô. Após essa interação, os participantes foram solicitados a concluir a pesquisa final pós-tarefa. Na conclusão do estudo, os participantes foram interrogados e compensados. **Além disso, coletamos gravações dos participantes diádicos jogando os dois jogos para usar na condição de espectador no MTurk (ver VC).**

3) Medidas: Para formular nossas medidas, nos referimos à literatura acima mencionada sobre mitigação de falhas (consulte II-C). Selecionamos medidas que foram amplamente exploradas no contexto do HRI porque queríamos fundamentar nossas observações sobre os efeitos do humor em casos de falha.

Especificamente, os participantes foram solicitados a avaliar as percepções do calor e competência do robô NAO. Para nossa terceira medida, companheiro de equipe, os participantes foram solicitados a fornecer classificações subjetivas para um subconjunto relevante de percepções que foram então calculadas para fornecer uma medida holística das percepções do robô como um colega de equipe colaborativo. Especificamente, os participantes foram solicitados a refletir se o robô NAO era um bom companheiro de equipe, avaliar sua vontade de trabalhar com o robô novamente e expressar se o robô atendia às suas expectativas. Todas as medidas foram classificadas em uma escala Likert de 5 pontos. Também coletamos medidas de informações demográficas dos participantes.

4) Participantes: Um total de 32 adultos participaram do estudo (59,4% homens ($n = 19$), 37,5% mulheres ($n = 12$), 3,1% não-binários ($n = 1$)). A idade média dos participantes foi de 24 anos ($DP = 4,83$). Todos os participantes deveriam ser falantes de inglês, estar disponíveis para participar pessoalmente e ter pelo menos 18 anos de idade. Os participantes eram, em sua maioria, estudantes universitários de graduação e pós-graduação ($n = 16$ en = 15, respectivamente). Durante o estudo, os participantes também relataram sua experiência com os dois robôs NAO ($M = 1,50$,

$SD = 1,02$) e robôs em geral ($M = 2,38$, $SD = 1,04$).

Os participantes foram recompensados com um vale-presente de US\$ 10 por participar do estudo. Nossa pesquisa foi aprovada pelo Conselho de Revisão Institucional.

C. Estudo 2: Interação do espectador 1)

Projeto: No Estudo 2, examinamos a perspectiva do espectador em uma interação homem-robô. Os participantes foram instruídos a assistir e avaliar dois jogos do robô NAO jogando as três rodadas do iSpy. O estudo foi realizado no MTurk para atingir um conjunto grande e diversificado de participantes para a condição de espectador. As gravações foram apresentadas aos participantes do MTurk na mesma ordem em que foram vivenciadas pelos participantes presenciais. Na terceira rodada de um dos jogos, os participantes observariam o robô NAO identificar erroneamente um dos blocos e responder com uma piada de uma das quatro categorias de humor ou sem piada no caso da condição de controle. Também coletamos informações demográficas no início de cada estudo para examinar como esses fatores afetaram as diferentes percepções.

As gravações das 32 interações no Estudo 1 foram mostradas aos participantes do MTurk para a condição de espectador. Cada interação consistia em 2 vídeos: um com Sam e outro com Kris. Identificadores pessoais não foram incluídos nos vídeos.

2) Procedimento: Depois de revisar o documento de informação do estudo eletrônico para consentimento e as instruções da tarefa, os participantes foram solicitados a preencher uma breve pesquisa demográfica. Em seguida, foi apresentada aos participantes uma das 32 interações previamente registradas. Cada vídeo foi apresentado na mesma ordem em que foi experimentado pelos participantes presenciais. Após cada vídeo, os participantes foram instruídos a preencher uma pesquisa pós-tarefa. Na conclusão do estudo, os participantes foram interrogados e compensados.

3) Medidas: As medidas subjetivas do Estudo 1 sobre percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe, bem como medidas demográficas, também foram usadas no Estudo 2.

4) Participantes: Um total de 256 adultos participaram do estudo no MTurk (60,9% homens ($n = 156$), 39,1% mulheres ($n = 100$)). A idade média dos participantes foi de 35,7 anos ($DP = 10,8$). Todos os participantes residiam nos Estados Unidos e deveriam ser falantes de inglês, ter pelo menos 18 anos de idade ou mais e ter um índice de aprovação do HIT de 99% ou mais. Os participantes consistiam em uma ampla variedade de ocupações, e o nível mais alto de educação consistia principalmente em bacharelado ($n = 167$) e mestrado ($n = 68$). Durante o estudo, os participantes também relataram sua experiência com robôs NAO ($M = 3,52$, $SD = 1,33$) e robôs em geral

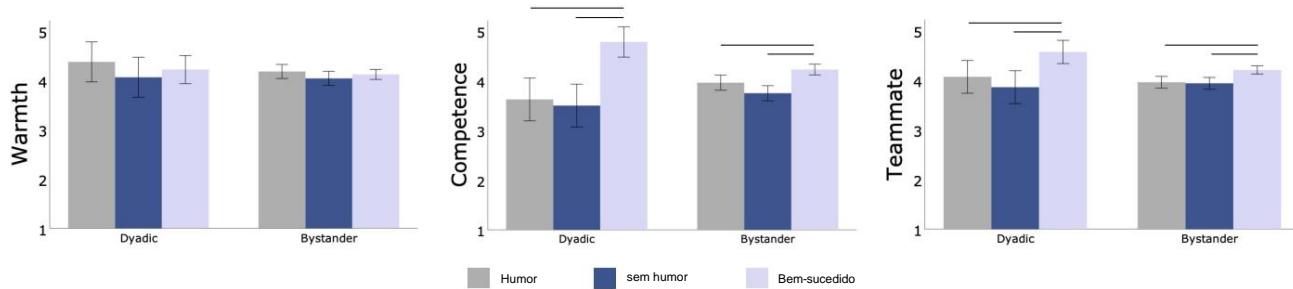


Fig. 4. Gráficos de barras que descrevem as percepções diádicas e do espectador sobre cordialidade, competência e o robô como um companheiro de equipe para o robô que falhou e usou humor, falhou e não usou humor e completou a tarefa com sucesso. Barras de erro 95% CI. Os colchetes são significativos no nível 0,05, 0,01 ou 0,001.

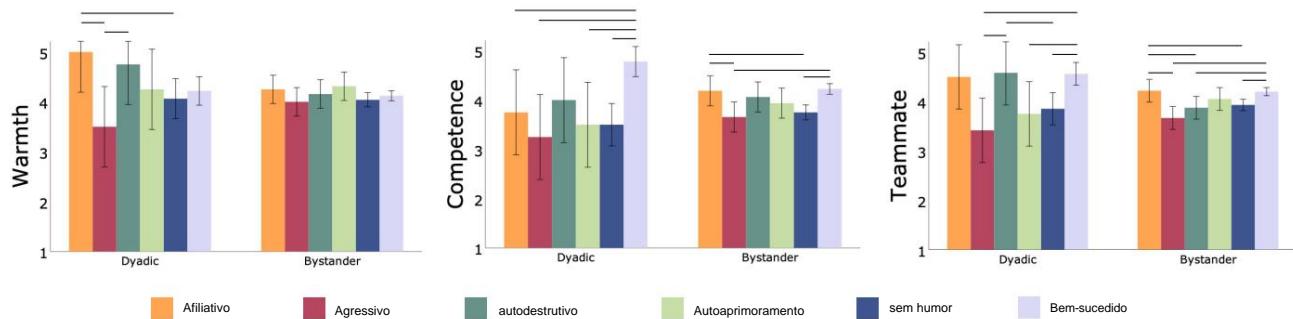


Fig. 5. Gráficos de barras mostrando as percepções diádicas e do espectador sobre calor, competência e o robô como um companheiro de equipe para o robô que falhou e usou um dos quatro tipos de humor, falhou e não usou humor e completou a tarefa com sucesso. Barras de erro 95% CI. Os colchetes são significativos no nível 0,05, 0,01 ou 0,001.

($M = 3,75$, $SD = 1,11$). Os participantes foram compensados \$ 1 para participar do estudo. Nossa pesquisa foi aprovada pelo Conselho de Revisão Institucional.

VI. RESULTADOS

Para abordar nossas questões de pesquisa, avaliamos os efeitos do humor, da perspectiva e da experiência anterior com o robô na mitigação de falhas. Especificamente, examinamos as percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe. Para a análise, a inspeção dos dados e o teste de Levene não forneceram nenhuma evidência forte contra a suposição de variância constante. Adicionalmente, usamos o teste Least Significant Difference (LSD) de Fisher para comparações post-hoc.

A. RQ1: Efeito do humor geral

1) Calor: Conduzimos uma ANOVA bidirecional para examinar o efeito do desempenho geral (conclusão bem-sucedida da tarefa, falha na conclusão da tarefa com humor e falha na conclusão da tarefa sem humor) e perspectiva (diádica vs. espectador) nas percepções de calor. Os resultados (Fig. 4) não sugeriram uma interação entre perspectiva e desempenho geral no calor ($F(2, 573) = 0,156$, $\eta^2 = 0,001$, $p = 0,856$).
2

Isso indica que o desempenho do robô não teve efeitos significativamente diferentes nas avaliações de calor para os participantes diádicos e espectadores. Além disso, os participantes diádicos não diferiram significativamente dos espectadores em suas avaliações de cordialidade ($p = 0,360$).

2) Competência: Para examinar o efeito do desempenho geral e da perspectiva nas percepções da competência do robô, realizamos uma ANOVA bidirecional. Os resultados (Fig. 4) sugerem uma interação entre perspectiva e desempenho geral

na competência ($F(2, 573) = 6,640$, $\eta^2 = ,023$, $p = ,001$).

Os resultados sugerem que tanto os participantes diádicos quanto os espectadores acharam o robô que não experimentou falhas significativamente mais competente do que o bem-humorado (diádico ($p < 0,001$), espectador ($p = 0,005$)) e não humorístico (diádico ($p < .001$), espectadores ($p < ,001$)) robôs. Além disso, as classificações de competência dos participantes diádicos foram significativamente mais altas do que as classificações de competência dos espectadores para o robô bem-sucedido ($p = 0,001$).

3) Companheiro de equipe: Finalmente, para examinar o efeito do desempenho geral e da perspectiva nas percepções do robô como companheiro de equipe, realizamos uma ANOVA bidirecional. Os resultados (Fig. 4) não sugeriram uma interação entre perspectiva e desempenho geral sobre como o robô era percebido como um companheiro de equipe ($F(2, 573) = 2,162$, $\eta^2 = 0,008$, $p = 0,116$).
2

No entanto, os resultados indicam que os participantes diádicos consideraram o robô bem-sucedido um companheiro de equipe melhor do que os participantes espectadores ($p < 0,001$).

B. RQ2: Efeito do tipo de humor

1) Calor: Conduzimos uma ANOVA de duas vias, para examinar o efeito do desempenho específico do tipo e a perspectiva sobre as percepções de calor. Os resultados (Fig. 5) não sugeriram uma interação entre a perspectiva e o desempenho específico do tipo no calor ($F(5, 570) = 1,135$, $\eta^2 = 0,01$, $p = 0,340$).

Ou seja, os participantes diádicos não diferiram significativamente dos espectadores em suas avaliações de calor para os cenários de desempenho específicos do tipo. Além disso, não encontramos evidências de que os participantes diádicos diferissem significativamente dos espectadores em suas avaliações de cordialidade ($p = 0,322$).

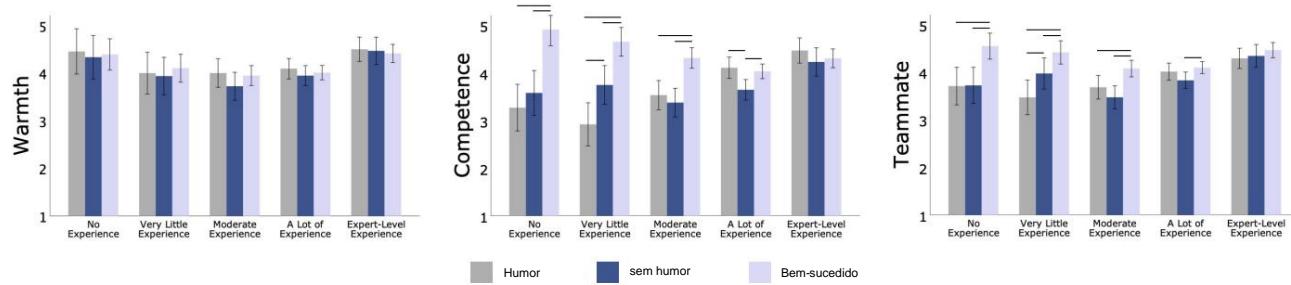


Fig. 6. Gráficos de barras que descrevem as percepções de cordialidade, competência e o robô como companheiro de equipe para os diferentes níveis de experiência do robô participante. Os gráficos mostram resultados para o robô que falhou e usou humor, falhou e não usou humor e completou a tarefa com sucesso. Barras de erro 95% CI. Os colchetes são significativos no nível 0,05, 0,01 ou 0,001.

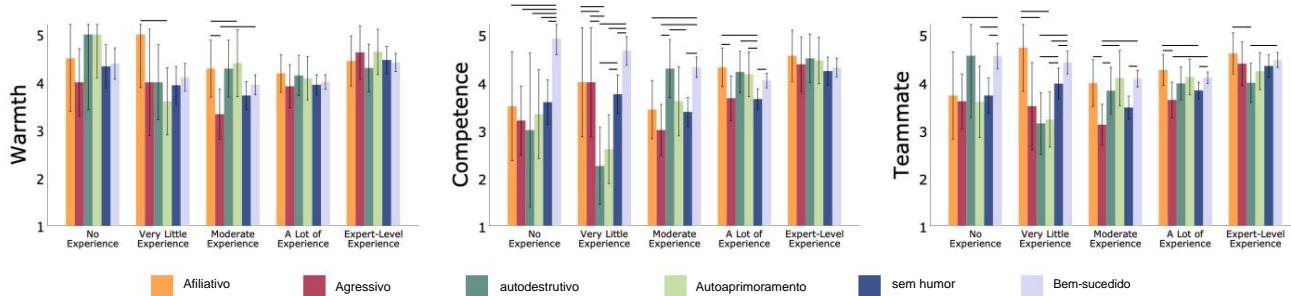


Fig. 7. Gráficos de barras mostrando as percepções de cordialidade, competência e o robô como companheiro de equipe para os níveis anteriores de experiência com o robô. Os gráficos ilustram os resultados do robô que falhou e usou um dos quatro tipos de humor, falhou e não usou humor e completou a tarefa com sucesso. Barras de erro 95% CI. Os colchetes são significativos no nível 0,05, 0,01 ou 0,001.

2) Competência: Para examinar o efeito do desempenho específico do tipo e a perspectiva sobre as percepções de competência, realizamos uma ANOVA bidirecional. Os resultados (Fig. 5) sugerem uma interação entre a perspectiva e o desempenho específico do tipo na competência ($F(5, 570) = 2,758, \bar{y} = 0,024, p = 0,018$). Em particular, os ^{participantes} diferiram significativamente dos espectadores em suas classificações de competência para os cenários de desempenho específicos do tipo. Especificamente, os participantes diádicos descobriram que o robô que completou com sucesso a tarefa era significativamente mais competente do que os robôs que usavam agregação ($p = 0,027$), agressivo ($p = 0,001$), auto-aprimoramento ($p = 0,006$) ou nenhum -humor ($p < 0,001$). Ao contrário, os espectadores acharam que o robô afiliativo e o robô bem-sucedido eram significativamente mais competentes do que os robôs que usavam agressividade (afiliativo ($p = 0,016$), sucesso ($p = 0,001$)) ou sem humor (afiliativo ($p = 0,001$), sucesso ($p < 0,001$)). Além disso, os resultados sugerem que os participantes diádicos perceberam o robô bem-sucedido como significativamente mais competente do que os participantes espectadores ($p = 0,001$).

3) Companheiro de equipe: Conduzimos uma ANOVA bidirecional para examinar o efeito do desempenho específico do tipo e a perspectiva nas percepções do robô como um companheiro de equipe. Os resultados (Fig. 5) não sugeriram uma interação entre a perspectiva e o desempenho específico do tipo nas percepções do robô como um companheiro de equipe ($F(5, 570) = 1,996, \bar{y} = 0,017, p = 0,029$). No entanto, os resultados sugeriram uma interação entre a perspectiva e o desempenho geral sobre como o robô era percebido como um companheiro de equipe ($F(8, 567) = 3,061, \bar{y} = 0,002, p = 0,042$). Por exemplo, participantes com menos experiência (não a moderada) acharam o robô bem-sucedido significativamente melhor do que o robô fracassado (para participantes sem experiência com robô humorístico ($p = 0,001$) e com robô não humorístico ($p = 0,001$), e para participantes com experiência moderada com robô humorístico ($p = 0,011$) e com robô não humorístico ($p < 0,001$)). Ao contrário, os participantes

C. RQ3: Efeito do humor geral e da experiência do robô

Conduzimos uma série de ANOVAs bidirecionais para examinar o efeito do desempenho geral e da experiência anterior com um robô nas percepções de cordialidade, competência e potencial como companheiro de equipe. Não consideramos a perspectiva como um fator nesta análise porque o número de participantes no estudo diádico não indicou todo o espectro da experiência do robô para realizar testes de significância abrangentes.

1) Calor: Os resultados (Fig. 6) não sugerem uma interação entre a experiência anterior do robô e o desempenho geral no calor ($F(8, 567) = 0,213, \bar{y} = 0,003, p = 0,989$).

Isso indica que o desempenho do robô não teve efeitos significativamente diferentes nas avaliações de calor para participantes de diferentes níveis de experiência.

2) Competência: Os resultados (Fig. 6) sugerem uma interação entre a experiência anterior do robô e o desempenho geral na competência ($F(8, 567) = 9,196, \bar{y} = 0,116, p < 0,001$).

Em particular, os participantes com moderada ou nenhuma experiência anterior com robôs acharam que o robô bem-sucedido era significativamente mais competente ($p < 0,001$) do que os robôs que falharam (tanto engraçados quanto não engraçados).

3) Companheiro de equipe: Os resultados (Fig. 6) também sugeriram uma interação entre perspectiva e desempenho geral sobre como o robô era percebido como um companheiro de equipe ($F(8, 567) = 3,061, \bar{y} = 0,002, p = 0,042$). Por exemplo, participantes com menos experiência (não a moderada) acharam o robô bem-sucedido significativamente melhor do que o robô fracassado (para participantes sem experiência com robô humorístico ($p = 0,001$) e com robô não humorístico ($p = 0,001$), e para participantes com experiência moderada com robô humorístico ($p = 0,011$) e com robô não humorístico ($p < 0,001$)). Ao contrário, os participantes

com níveis de especialista de experiência anterior com robôs não tiveram diferenças significativas nas avaliações do robô como companheiro de equipe (robô bem-humorado ($p = 0,197$), robô sem humor ($p = 0,400$)). Os resultados também sugerem que os participantes com experiência em nível de especialista consideraram o robô humorístico um companheiro de equipe significativamente melhor do que os participantes com menos experiência (sem experiência ($p = 0,011$), experiência moderada ($p < 0,001$)).

D. RQ4: Efeito do tipo de humor e experiência do robô

Para examinar o efeito do desempenho específico do tipo e da experiência anterior com o robô nas percepções de calor, competência e potencial do robô como companheiro de equipe, realizamos uma série de ANOVAs bidirecionais. Semelhante ao RQ3, não consideramos a perspectiva como um fator nesta análise, pois o número de participantes no estudo diádico não indicou todo o espectro da experiência do robô para realizar testes de significância abrangentes.

1) Calor: Os resultados (Fig. 7) não sugeriram uma interação entre a experiência anterior do robô e o desempenho específico do tipo no calor ($F(5, 570) = 0,781$, $\eta^2 = 0,028$, $p = 0,738$). Isso indica que o desempenho específico do tipo do robô não teve efeitos significativamente diferentes nas avaliações de calor para participantes de vários níveis de experiência.

2) Competência: Os resultados (Fig. 7) sugerem uma interação entre a experiência prévia do robô e o desempenho específico do tipo na competência ($F(5, 570) = 4,574$, $\eta^2 = 0,143$, $p < 0,001$). Especificamente, os participantes com menos experiência anterior com robôs acharam que o robô bem-sucedido é significativamente mais competente do que os robôs que falharam e não usaram humor ($p < 0,001$) ou um dos quatro tipos de humor (afiliativo ($p = 0,02$), agressivo ($p < 0,001$), autoaprimoramento ($p = 0,002$), autodestrutivo ($p = 0,023$)).

3) Companheiro de equipe: Finalmente, os resultados (Fig. 7) também sugerem uma interação entre perspectiva e desempenho específico do tipo sobre como o robô foi percebido como um companheiro de equipe ($F(5, 570) = 3,061$, $\eta^2 = 0,015$). Os participantes com alta experiência anterior com robôs tiveram menor variação em suas avaliações do robô como companheiro de equipe para o desempenho específico do tipo. Considerando que, os participantes com altos níveis de experiência anterior com robôs tiveram menos variação em suas avaliações do robô como companheiro de equipe.

VII. DISCUSSÃO

Em nosso estudo, examinamos os efeitos do humor como método de recuperação de falhas nas percepções do robô parceiro. Especificamente, avaliamos os efeitos do desempenho (sucesso x falha), humor geral (humor x não-humor), tipo de humor, perspectiva (diádica x espectador) e experiência anterior com o robô (não à experiência em nível de especialista) em classificações de cordialidade, competência e o robô como companheiro de equipe. Para RQ1, não observamos uma interação significativa entre humor e perspectiva nas percepções da competência do robô. No entanto, os resultados sugerem que os participantes diádicos consideraram o robô bem-sucedido significativamente mais competente do que os participantes espectadores. Além disso, observamos uma interação significativa entre o tipo de humor e a perspectiva nas avaliações

de competência (RQ2). Em particular, os espectadores encontraram o robô bem-sucedido e o robô que falhou e usou afiliação humor para ser mais competente que os robôs falhos que não usavam humor agressivo ou não; ao passo que os participantes diádicos acharam que o robô bem-sucedido era significativamente mais competente do que os robôs que falharam e usaram afiliação, agressividade, auto-aprimoramento ou falta de humor. Além disso, os participantes diádicos diferiram significativamente dos espectadores em suas avaliações da competência do robô bem-sucedido.

Os resultados também indicam que os participantes diádicos acharam que o robô que usava humor autodestrutivo era um companheiro de equipe melhor do que os espectadores observaram. Acreditamos que, para um parceiro de interação direta, o humor autodestrutivo é um método de recuperação melhor para o potencial do robô como companheiro de equipe do que para espectadores. Pode ser que a vulnerabilidade expressa no humor autodestrutivo seja mais cativante em interações diádicas íntimas do que em interações mais observacionais e de espectadores.

Para RQ3 e RQ4, exploramos o efeito da experiência anterior do robô, humor e desempenho nas avaliações de cordialidade, competência e companheiro de equipe. Os resultados sugerem uma interação significativa entre desempenho e avaliações do robô como companheiro de equipe. No geral, os participantes com moderada ou nenhuma experiência anterior com robôs consideraram o robô bem-sucedido um companheiro de equipe melhor do que os robôs mal-humorados e não-humorados.

No entanto, ao isolar o tipo de humor, os resultados sugerem que os participantes sem experiência e experiência moderada são mais diversificados em suas percepções do robô como companheiro de equipe. Ao contrário, os resultados indicam que os participantes com altos níveis de experiência anterior com robôs não diferiram significativamente nas avaliações do robô como companheiro de equipe. Postulamos que os participantes com altos níveis de experiência anterior com robôs estão mais familiarizados com o potencial e as capacidades de desempenho do robô e não consideram a falha da tarefa do robô um reflexo negativo de seu potencial como um companheiro de equipe.

VIII. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Neste artigo, apresentamos um estudo de interação humano-robô para examinar o efeito de estratégias de humor avançadas e mais humanas para mitigar falhas de tarefas empregadas por um robô.

Nosso objetivo era observar se o robô com falha humorística seria considerado tão caloroso, competente e tão bom companheiro de equipe quanto o robô bem-sucedido, examinando as três condições (sucesso, falha com humor e falha sem humor). As classificações de cordialidade, competência e companheiro de equipe para o robô bem-sucedido ilustram que o desempenho ainda afeta muito as percepções do robô parceiro. Embora certos tipos de humor possam minimizar os efeitos do fracasso nas percepções de cordialidade, competência e do robô como companheiro de equipe, ele não pode negá-los completamente.

No futuro, planejamos examinar como o humor como estratégia de recuperação de falhas se compara a outros métodos (explicações, desculpas e tentativas preventivas de definir expectativas). Também planejamos examinar a interação entre humor, gravidade da falha e confiança. Especificamente, estamos interessados em observar como o humor mais avançado afeta os níveis de confiança quando usado em resposta a falhas de gravidade variável.

REFERÊNCIAS

- [1] MC Gombolay, XJ Yang, B. Hayes, N. Seo, Z. Liu, S. Wadhwania, T. Yu, N. Shah, T. Golen e JA Shah, "Assistência robótica na coordenação do atendimento ao paciente," em Robótica: Ciência e Sistemas, 2016.
- [2] J. Wirtz, PG Patterson, WH Kunz, T. Gruber, VN Lu, S. Paluch e A. Martins, "Brave new world: Service robots in the frontline," *Journal of Service Management*, vol. 29, nº. 5, pp. 907–931, 11 2018.
- [3] I. Leite, C. Martinho e A. Paiva, "Robôs sociais para interação de longo prazo: uma pesquisa," *International Journal of Social Robotics*, vol. 5, nº. 2, pp. 291–308, 2013.
- [4] T. Belpaeume, J. Kennedy, A. Ramachandran, B. Scassellati e F. Tanaka, "Robôs sociais para educação: uma revisão," *Science Robotics*, vol. 3, nº. 21 de 2018.
- [5] A. Kubota, EI Peterson, V. Rajendren, H. Kress-Gazit e LD Riek, "Jessie: Sintetizando comportamentos de robôs sociais para neurorreabilitação personalizada e além", em Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), ser. HRI '20, 2020, pp. 121–130.
- [6] S. Valencia, M. Luria, A. Pavel, JP Bigham e H. Admoni, "Co designing socially assistive sidekicks for motion-based aac," in Proceedings of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human- Intereração do Robô (HRI), ser. HRI '21. Association for Computing Machinery, 2021, p. 24–33.
- [7] T. Iqbal e LD Riek, "Human robot teaming: Approaches from joint action and dynamics systems," *Humanoid Robotics: A Reference*, pp. 2293–2312, 2017.
- [8] SW Logan, HA Feldner, KR Bogart, B. Goodwin, SM Ross, MA Catena, AA Whitesell, ZJ Sefton, WD Smart e JC Galloway, "Tecnologias baseadas em brinquedos para crianças com deficiência, apoiando simultaneamente a mobilidade, participação e função autodirigidas: um relatório técnico," *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 4, pág. 7, 2017.
- [9] N. Randall, CC Bennett, S. Sabanović, S. Nagata, L. Eldridge, S. Collins e JA Piat, "Mais do que apenas amigos: recomendações de design e uso doméstico para detecção de robôs socialmente assistivos (sars) por adultos mais velhos com depressão," *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, vol. 10, nº. 1, pp. 237–255, 2019.
- [10] S. Chernova e AL Thomaz, "Robô aprendendo com professores humanos," *Palestras Síntese sobre Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina*, vol. 8, nº. 3, pp. 1–121, 2014.
- [11] M. Natarajan e M. Gombolay, Efeitos do antropomorfismo e responsabilidade na confiança na interação entre robôs humanos, ser. HRI '20. Association for Computing Machinery, 2020, p. 33–42.
- [12] T. Iqbal, S. Rack e LD Riek, "Coordenação de movimento em equipes humano-robô: uma abordagem de sistemas dinâmicos", *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 32, nº. 4, pp. 909–919, 2016.
- [13] T. Iqbal, S. Li, C. Fourie, B. Hayes e JA Shah, "Fast Online Segmentation of Activities from Partial Trajectories," na *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2019.
- [14] S. Javdani, H. Admoni, S. Pellegrinelli, SS Srinivasa e JA Bagnell, "Autonomia compartilhada via otimização retrospectiva para teleoperação e formação de equipes," *The International Journal of Robotics Research*, vol. 37, nº. 7, pp. 717–742, 2018.
- [15] H. Admoni, T. Weng, B. Hayes e B. Scassellati, "O comportamento não verbal do robô melhora o desempenho da tarefa em colaborações difíceis", em 2016 11ª Conferência Internacional ACM/IEEE sobre Interação Humano-Robô (HRI), 2016, pp. 51–58.
- [16] A. Saran, S. Majumdar, ES Short, A. Thomaz e S. Nieku, "Human gaze following for human-robot interaction," em 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2018, pp. 8615–8621.
- [17] MM Islam e T. Iqbal, "Hamlet: Um algoritmo de reconhecimento de atividade humana baseado em atenção multimodal hierárquica", em 2020 IEEE/RSJ Conferência Internacional sobre Robôs e Sistemas Inteligentes (IROS), 2020, pp. 10 285–10 292 .
- [18] ———, "Multi-gat: Uma abordagem de aprendizado de representação multimodal hierárquica baseada em atenção gráfica para reconhecimento de atividade humana," *IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L)*, 2021.
- [19] ML Traeger, S. Strohkor Sebo, M. Jung, B. Scassellati e NA Christakis, "Robôs vulneráveis moldam positivamente a dinâmica de conversação humana em uma equipe humano-robô", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, nº. 12, pp. 6370–6375, 2020.
- [20] DJ Brooks, DJ Curtin, JT Kuczynski, JJ Rodriguez, A. Stein feld e HA Yanco, "Um paradigma de comunicação para interação humano-robô durante cenários de falha de robôs", em *Human-Machine Shared Contextos*, WF Lawless, R. Mittu e DA Sofge, Eds. Academic Press, 2020, pp. 277–306.
- [21] S. Tellex, R. Knepper, A. Li, D. Rus e N. Roy, "Pedir ajuda usando a semântica inversa", em *Proceedings of Robotics: Science and Systems*, 2014.
- [22] T. Williams, P. Briggs e M. Scheutz, "Comunicação secreta entre robôs e robôs: percepções humanas e implicações para a interação humano-robô," *Journal of Human-Robot Interaction*, vol. 4, nº. 2, pág. 24–49, 2015.
- [23] AS Clair e M. Mataric, "How robot verbal feedback can better team performance in human-robot task HRI '15, 2015, pp. 213–220.
- [24] N. Martelaro, VC Nneji, W. Ju e P. Hinds, "Diga-me mais sobre como projetar hri para encorajar mais confiança, divulgação e companheirismo," em 2016 11ª Conferência Internacional ACM/IEEE sobre Interação Humano-Robô (HRI), ser. HRI '16, 2016, pp. 181–188.
- [25] L. Takayama, V. Groom e C. Nass, sinto muito, Dave: tenho medo de não fazer isso: aspectos sociais do conflito humano-agente. *Associação para Máquinas de Computação*, 2009, p. 2099–2108.
- [26] F. Correia, S. Mascarenhas, R. Prada, FS Melo e A. Paiva, "Emoções baseadas em grupo em equipes de humanos e robôs", in Proceedings of the 2018 ACM/ IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), ser. HRI '18. Association for Computing Machinery, 2018, p. 261–269.
- [27] Z. Han, E. Phillips e HA Yanco, "A necessidade de explicações verbais do robô e como as pessoas gostariam que um robô se explicasse," *Journal of Human-Robot Interaction*, vol. 10, nº. 4, 09 2021. See More
- [28] S. Kobel e A. Groeppel-Klein, "Sem motivo de riso, ou uma arma secreta? explorando o efeito do humor em situações de falha de serviço", *Journal of Business Research*, vol. 132, pp. 260–269, 2021.
- [29] NR Norrick e A. Spitz, "Humor como um recurso para mitigar conflitos na interação," *Journal of Pragmatics*, vol. 40, nº. 10, pp. 1661–1686, 2008.
- [30] N. Mirmig, G. Stollnberger, M. Giuliani e M. Tschelegi, "Elementos de humor: como os humanos percebem aspectos verbais e não verbais do comportamento humorístico de robôs", em *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/ Conferência Internacional IEEE sobre Interação Humano-Robô (HRI)*, ser. HRI '17. Association for Computing Machinery, 2017, p. 211–212.
- [31] IM Menne, BP Lange e DC Unz, "Meu robô humorístico: Efeitos de um robô contando piadas sobre inteligência e gosto percebidos", em *Companion of the 2018 ACM/ IEEE International Conference on Human Robot Interaction (HRI)*, ser. HRI '18. Association for Computing Machinery, 2018, p. 193–194.
- [32] M. Vazquez, A. May, A. Steinfeld e W.-H. Chen, "Um árbitro de robô enganador em um ambiente de jogo multijogador", em 2011 Conferência Internacional sobre Tecnologias e Sistemas de Colaboração (CTS), 2011, pp. 204–211.
- [33] I. Leite, M. McCoy, M. Lohani, N. Salomons, K. McElvaine, C. Stokes, S. Rivers e B. Scassellati, "Classificação e reparo de desengajamento autônomo em interação multipartidária de criança-robô," em 2016 25º Simpósio Internacional IEEE sobre Robô e Comunicação Interativa Humana (RO-MAN), 2016, pp. 525–532.
- [34] MF Jung, N. Martelaro e PJ Hinds, "Usando robôs para moderar conflitos de equipe: o caso de reparar violações", em *Anais da Décima Conferência Internacional Anual ACM/IEEE sobre Interação Humano-Robô*, ser. HRI '15. Association for Computing Machinery, 2015, p. 229–236.
- [35] WJ Smith, KV Harrington e CP Neck, "Resolvendo conflitos com humor em um contexto de diversidade," *Journal of Managerial Psychology*, vol. 15, nº. 6, pág. 606–625, 2000.
- [36] SF Dziegielewski, "Humor," *International Journal of Mental Health*, vol. 32, nº. 3, pp. 74–90, 2003.
- [37] MH Abel, "Humor, estresse e estratégias de enfrentamento," *Humor: International Journal of Humor Research*, vol. 15, nº. 4, pp. 365–381, 2002.
- [38] J.-Y. Mao, JT-J. Chiang, Y. Zhang e M. Gao, "Humor como um lubrificante de relacionamento: as implicações do humor do líder nas percepções de liderança transformacional e no desempenho da equipe", *Journal of Leadership & Organizational Studies*, vol. 24, nº. 4, pp. 494–506, 2017.
- [39] BM Savage, HL Lujan, RR Thipparthi e SE DiCarlo, "Humor, riso, aprendizado e saúde! uma breve revisão," *Advances in Physiology Education*, vol. 41, nº. 3, pp. 341–347, 2017.

- [40] J. Mesmer-Magnus, DJ Glew e C. Viswesvaran, "Uma meta-análise de humor positivo no local de trabalho," *Journal of Managerial Psychology*, vol. 27, nº. 2, pp. 155–190, 02 2012.
- [41] AM Bippos, "Motivos de humor, qualidades e reações em episódios de conflito relembrados", *Western Journal of Communication*, vol. 67, nº. 4, pp. 413–426, 2003.
- [42] C. Warren, A. Barsky e AP McGraw, "Humor, comédia e comportamento do consumidor," *Journal of Consumer Research*, vol. 45, nº. 3, pp. 529–552, 03 2018.
- [43] J. Vilk e NT Fitter, "Comediantes em cafés obtendo dados: avaliando o tempo e a adaptabilidade na performance de comédia de robôs do mundo real", em *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction (HRI)*, ser. HRI '20. Association for Computing Machinery, 2020, p. 223–231.
- [44] ———, "Comedy by Jon the robot," in *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, ser. HRI '20. Association for Computing Machinery, 2020, pp. 223–231. [45] ———, "Jon the robot goes to Hollywood," *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, ser. HRI '20. Association for Computing Machinery, 2020, p. 644.
- [46] A. Nijholt, "comédia stand-up robótica: Estado da arte", em *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: Understanding Humans (DAPI)*. Springer International Publishing, 07 2018, pp. 391–410.
- [47] K. Weber, H. Ritschel, I. Aslan, F. Lingenfelser e E. Andre, "How to shape the humor of a robot - social behavior adaptation based on reinforcement learning", in *Proceedings of the 20th ACM International Conference sobre Interação Multimodal (ICMI)*, ser. ICMI '18. Association for Computing Machinery, 2018, p. 154–162.
- [48] B. Stoll, MF Jung e SR Fussell, "Mantendo a luz: Percepções de estilos de humor em conflito mediado por robôs", em *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, ser. HRI '18. Association for Computing Machinery, 2018, p. 247–248.
- [49] MF Jung, "Fundamento afetivo na interação humano-robô", em *2017 12ª Conferência Internacional ACM/IEEE sobre Interação Humano-Robô (HRI), 2017*, pp. 263–273.
- [50] EJ de Visser, MM Peeters, MF Jung, S. Kohn, TH Shaw, R. Pak e MA Neerincx, "Towards a theory of longitudinal trust calibration in human-robot teams," *International Journal of Social Robotics*, vol. 12, pág. 459–478, 2020.
- [51] R. Oliveira, P. Arriaga, M. Axelsson e A. Paiva, "Interação humor-robô: uma revisão da escopo da literatura e direções futuras," *Jornal Internacional de Robótica Social*, 2020.
- [52] S. Strohkor Sebo, M. Traeger, M. Jung e B. Scassellati, "The Ripple Effects of Vulnerability: The Effects of A Robot's Vulnerable Behavior on Trust in Human-Robot Teams," em *Proceedings of the 2018 ACM /IEEE Conferência Internacional sobre Interação Humano-Robô (HRI)*, ser. HRI '18. Association for Computing Machinery, 2018, p. 178–186.
- [53] T. Adamson, CB Lyng-Olsen, K. Umstätt e M. Vazquez, "Projetando interações sociais com um fotógrafo de robô humorístico", em *Anais da Conferência Internacional ACM/IEEE 2020 sobre Interação Humano-Robô (HRI)*, ser. HRI '20. Association for Computing Machinery, 2020, p. 233–241.
- [54] M. Giuliani, N. Mirnig, G. Stollnberger, S. Stadler, R. Buchner e M. Tscheligi, "Análise sistemática de dados de vídeo de diferentes estudos de interação homem-robô: uma categorização de sinais sociais durante o erro situações", *Frontiers in Psychology*, vol. 6, nº. 931, 2015.
- [55] S. Honig e T. Oron-Gilad, "Entendendo e resolvendo falhas na interação humano-robô: Revisão da literatura e desenvolvimento de modelos," *Fronteiras em Psicologia*, vol. 9, pág. 861, 2018.
- [56] S. Reig, EJ Carter, T. Fong, J. Forlizzi e A. Steinfield, "Flailing, hailing, prevalecendo: Perceptions of multi-robot fail recovery strate
- gies," em *Proceedings of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, ser. HRI '21. Association for Computing Machinery, 2021, p. 158–167.
- [57] D. Cameron, S. de Saile, EC Collins, JM Aitken, H. Cheung, A. Chua, EJ Loh e J. Law, "O efeito das estratégias de recuperação sociocognitivas na simpatia, capacidade e confiança em robôs sociais," *Computers in Human Behavior*, vol. 114, pág. 106561, 2021. See More
- [58] GM Lucas, J. Boberg, D. Traum, R. Artstein, J. Gratch, A. Gainer, E. Johnson, A. Leuski e M. Nakano, "Conhecer uns aos outros: o papel da dialog in recovery from errors in social robots," em *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction (HRI)*, ser. HRI '18. Association for Computing Machinery, 2018, p. 344–351.
- [59] S. Choi, AS Mattila e LE Bolton, "To err is human(-oid): Como os consumidores reagem à falha e recuperação do serviço do robô?" *Journal of Service Research*, vol. 24, nº. 3, pp. 354–371, 2021.
- [60] P. Robinette, W. Li, R. Allen, AM Howard e AR Wagner, "Overtrust of robots in Emergency Evacuation Cenários", em *2016 11ª Conferência Internacional ACM/IEEE sobre Interação Humano-Robô (HRI)*, 2016 , pp. 101–108.
- [61] M. Salem, G. Lakatos, F. Amirabdollahian e K. Dautenhahn, "Você confiaria em um robô (defeituoso)? efeitos do erro, tipo de tarefa e personalidade na cooperação e confiança humano-robô", em *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. As sociation for Computing Machinery*, 2015, p. 141–148.
- [62] MR Fraune, Y. Nishiwaki, S. Sabanovic, ER Smith e M. Okada, "Threatening floks and mindful snowflakes: How group entitativity afeta percepções de robôs," em *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human -Robot Interaction*, ser. HRI '17. Association for Computing Machinery, 2017, p. 205–213.
- [63] T. Iqbal e LD Riek, "Um método para detecção automática de arrastamento psicomotor," *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 7, nº. 1, pp. 3–16, 2016.
- [64] MS Yasar e T. Iqbal, "Uma abordagem escalável para prever o movimento de vários agentes para colaboração humano-robô", *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 6, nº. 2, pp. 1686–1693, 2021.
- [65] ———, "Melhorando a previsão do movimento humano através da aprendizagem contínua," *ACM/IEEE Int. conf. em Interação Humano-Robô (HRI)*, LEAP-HRI Workshop, 2021.
- [66] T. Iqbal e LD Riek, "Dinâmica de coordenação em equipes multi-robô multi-humanas", *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 2, nº. 3, pp. 1712–1717, 2017.
- [67] MR Fraune, S. Sabanovi c, e ER Smith, "Alguns são mais iguais que outros: os robôs do grupo ganham alguns, mas não todos os benefícios da associação à equipe," *Interaction Studies*, vol. 21, nº. 3, pp. 303–328, 2020.
- [68] E. Short e MJ Mataric, "Moderação de robôs de um jogo colaborativo: Rumo à robótica socialmente assistida em interações de grupo", em *2017 26º Simpósio Internacional IEEE sobre Robô e Comunicação Interativa Humana (RO-MAN)*, 2017, pp. –390.
- [69] RA Martin, P. Puhlik-Doris, G. Larsen, J. Gray e K. Weir, "Diferenças individuais nos usos do humor e sua relação com o bem-estar psicológico: Desenvolvimento do questionário de estilos de humor," *Jornal de Pesquisa em Personalidade*, vol. 37, nº. 1, pp. 48–75, 2003.
- [70] SoftBank Robotics, "Nao," <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao>, 2021, acesso: 29 de julho de 2021.
- Amazon Inc, <https://aws.amazon.com/polly/>, 2021, "Amazonas Polly," acesso: junho de 2021.
- [72] HN Green, MM Islam, S. Ali e T. Iqbal, "Is my a humorous robot: Evaluating the percepções of humor types in a robot partner," in *Proceedings of AAAI Spring Symposium on Putting AI in the Critical Loop: Confiança e autonomia garantidas em equipes homem-máquina*, 2022.