

Capítulo 10

Desafios da Robótica Socialmente Assistiva para Idosos e Pessoas com TEA

Marcelo Rocha, Elaine F. Rangel Seixas, Flavio Seixas, Débora C. Muchaluat-Saade

Abstract

Socially assistive robotics has been studied as a way to support older adults with neurodegenerative diseases and people with Autism Spectrum Disorder (ASD), especially in social interaction and behavioral support. However, most studies remain small-scale, limiting their application in the real world. This work discusses the main challenges in the field, including ensuring more autonomous, accurate, and robust systems in real-world environments and developing multimodal interactions tailored to users. Barriers related to cost, accessibility, and acceptance are also addressed, along with ethics, safety, and privacy issues. The need to integrate technological advances with clinical validation and human factors is highlighted to make these solutions more effective and applicable in practice.

Resumo

A robótica socialmente assistiva tem sido estudada como uma forma de apoiar idosos com doenças neurodegenerativas e pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA), especialmente na interação social e no suporte comportamental. No entanto, a maioria dos estudos ainda é de pequena escala, o que limita sua aplicação no mundo real. Este trabalho discute os principais desafios da área, como garantir sistemas mais autônomos, precisos e robustos em ambientes reais, além de desenvolver interações multimodais adaptadas aos usuários. Também são abordadas barreiras relacionadas a custo, acessibilidade e aceitação, bem como questões de ética, segurança e privacidade. Destaca-se a necessidade de integrar avanços tecnológicos com validação clínica e fatores humanos, para tornar essas soluções mais eficazes e aplicáveis na prática.

10.1 Introdução

A robótica socialmente assistiva (do inglês, *Socially Assistive Robotics* – SAR) tem se apresentado como uma abordagem em expansão no campo da saúde, especialmente no suporte a populações que demandam acompanhamento contínuo em aspectos cognitivos, emocionais e comportamentais, como idosos com comprometimento neurodegenerativo (por exemplo, Alzheimer) e pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Diferentemente de outras abordagens, a SAR utiliza a interação social como principal mecanismo de assistência, promovendo engajamento, estímulo cognitivo e apoio às atividades terapêuticas [Karami et al. 2024, Yu et al. 2022].

No contexto do TEA, sistemas de SAR têm sido utilizados para estimular habilidades sociais e comunicação, aproveitando características como previsibilidade e consistência na interação, que podem reduzir a ansiedade associada à interação humana. Estudos mostram que robôs podem estimular comportamentos sociais em crianças com TEA, atuando como mediadores nas interações [Vagnetti et al. 2024, Kouroupa et al. 2022].

A crescente demanda por soluções inovadoras para o cuidado de idosos com doenças neurodegenerativas e para o suporte a pessoas com TEA torna a robótica socialmente assistiva um campo estratégico de pesquisa e desenvolvimento [Nichol et al. 2024, Karami et al. 2024]. No entanto, a transição dessas tecnologias do ambiente experimental para a aplicação prática enfrenta desafios relevantes que extrapolam a dimensão puramente tecnológica [Nichol et al. 2024].

No campo tecnológico, o principal desafio é garantir a autonomia, precisão e robustez dos sistemas robóticos diante da complexidade e imprevisibilidade do mundo real. Isso inclui a capacidade de adaptação a diferentes perfis de usuários, contextos dinâmicos e variações no comportamento humano, especialmente em populações heterogêneas como idosos com declínio cognitivo progressivo e indivíduos com TEA [Bradwell et al. 2021, Jung et al. 2025, Robinson and Nejat 2022].

No âmbito social e econômico, a adoção dessas tecnologias depende da superação de barreiras relacionadas ao custo, acessibilidade e aceitabilidade por parte dos usuários, familiares e profissionais de saúde. Estudos apontam que a aceitação de robôs sociais varia entre esses grupos, sendo um fator determinante para sua adoção em larga escala [Pu et al. 2019].

Por fim, questões de privacidade, transparência e ética tornam-se fundamentais, uma vez que a interação humano-robô envolve coleta e processamento de dados sensíveis, além de relações que podem impactar aspectos emocionais e comportamentais dos usuários, sendo requisitos críticos para a adoção responsável dessas tecnologias em contextos reais de saúde [Vandemeulebroucke et al. 2021].

Diante desse contexto, torna-se necessário estabelecer uma agenda de pesquisa que integre avanços tecnológicos com validação clínica, aceitação social e princípios éticos, permitindo que a robótica socialmente assistiva evolua de soluções promissoras para ferramentas efetivas no cuidado em saúde [Nichol et al. 2024].

10.2 Robótica Social como Tecnologia Assistiva

Os robôs socialmente assistivos (do inglês, *Socially Assistive Robots* – SARs) constituem uma categoria que surge da interseção entre os robôs assistivos, voltados ao suporte direto ao usuário, e os robôs sociais interativos, que se comunicam por meio de interação social e não física [Shibata 2004].

O surgimento desses robôs é um fenômeno que remete à antiguidade, refletindo o antigo fascínio da humanidade por autômatos que imitam a vida humana [Thalmann 2022]. Desde os tempos remotos, a ideia de criar seres mecânicos capazes de realizar tarefas e interagir com seres humanos tem sido um tema recorrente na cultura e na tecnologia. Os avanços na robótica e na inteligência artificial expandiram as áreas de atuação desses dispositivos. Atualmente, eles podem ser encontrados em centros comerciais, escolas e hospitais. À medida que os SARs se integram aos ambientes cotidianos, eles se consolidam como tecnologias assistivas [Bal et al. 2024].

O design desses robôs é um campo multidisciplinar que visa integrar as diversas necessidades de pacientes e terapeutas. Diferentes de assistentes virtuais puramente baseados em áudio, como a Alexa [Amazon.com, Inc. 2024], os SARs possuem um corpo físico que lhes permite utilizar pistas sociais (*social cues*) mais elaboradas. Ao emularem padrões de comportamento social por meio de mecanismos verbais e não verbais, esses robôs estabelecem uma presença social que pode potencializar a aceitação e o engajamento do usuário no ambiente físico. Esses dispositivos são projetados para interagir com pessoas de maneira apropriada em contextos sociais sendo empregados em diversas modalidades de terapias de saúde, como intervenções não farmacológicas, capazes de elevar a qualidade de vida dos pacientes e das pessoas ao seu redor [Olazarán et al. 2010]. Diferentemente das plataformas robóticas projetadas para o trabalho mecânico ou doméstico, os SARs têm como prioridade a oferta de estímulos cognitivos [Shibata 2012]. Logo, sua utilidade central não reside no suporte físico, mas na promoção do engajamento social por meio de modalidades interativas que se assemelham à dinâmica social humana.

Um dos primeiros SARs aplicados à saúde encontrados na literatura [Shibata et al. 1996], o robô PARO (*Seal Robot*), foi projetado especificamente para fins terapêuticos. Sua pesquisa e desenvolvimento tiveram início em 1993. O robô apresenta um *design* zoomórfico inspirado em um filhote de foca, com uma pelagem branca e olhos grandes e negros. Sua arquitetura inclui sensores de luminosidade, sensores de toque sob a pele artificial, microfones para reconhecimento de voz, sensores térmicos para controle da temperatura corporal e sensores de postura para identificar como está sendo segurado. Ele atende à crescente demanda de idosos, incluindo aqueles com necessidades de suporte prolongado em decorrência de declínios cognitivos ou motores. Simultaneamente, o uso do robô proporciona aos cuidadores maior liberdade para a execução de outras tarefas [Bischoff and Graefe 2002].

Segundo a *Alzheimer's Association*¹, comprometimentos cognitivos afetam uma parcela significativa dos idosos com 65 anos ou mais, com o Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) atingindo até 20% dessa população. Caracterizado como um estágio intermediário para a demência, o CCL impacta funções como memória, linguagem e habilidades

¹<https://www.alz.org/>

visuoespaciais². A progressão dessa condição sobrecarrega cuidadores e eleva riscos de institucionalização, portanto, intervenções cognitivas precoces são cruciais para retardar o declínio e reduzir os custos socioeconômicos gerados pela doença. Nesse contexto, considerando o aumento dos casos de CCL e a necessidade de ferramentas de suporte, o uso de robôs humanoides tem sido proposto como alternativa aos *tablets* na execução de jogos sérios [Manca et al. 2021].

Alguns sintomas psicológicos da demência, como ansiedade, apatia ou agressividade, representam a principal causa de angústia tanto para os pacientes quanto para os cuidadores. O *design*, a implementação e o ciclo de avaliação do robô EVA (do inglês, *Embodied Voice Assistant*) foram apresentados em uma aplicação voltada ao auxílio de pessoas com demência que apresentam comportamentos alimentares disruptivos, incluindo distração durante as refeições, arremesso de alimentos ou recusa em comer [Astorga et al. 2023]. A avaliação mostrou que o robô foi capaz de identificar distúrbios alimentares comuns em quadros de demência moderada, auxiliando pacientes que, embora sejam funcionalmente capazes de comer sozinhos, são propensos a episódios de distração. Um conjunto de jogos sérios foi desenvolvido para auxiliar o exercício cognitivo de idosos utilizando o robô EVA [da Silva et al. 2024]. Parte desses jogos foi inspirada no teste MoCA (do inglês, *Montreal Cognitive Assessment*), um dos instrumentos utilizados no diagnóstico de comprometimento cognitivo em idosos. Em contrapartida aos robôs comerciais como o PARO, NAO e Pepper, o robô EVA caracteriza-se como uma plataforma de robótica *open-source* destinada a pesquisas na área de interação humano-robô. Ele foi desenvolvido no *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada* (CICESE), na Baixa Califórnia, México [Cruz-Sandoval and Favela 2019].

O desenvolvimento e o uso dos SARs como tecnologias assistivas para indivíduos com TEA têm crescido rapidamente. Tais tecnologias podem enriquecer as práticas terapêuticas, facilitar a comunicação, apoiar a coleta de dados e aprimorar o processo de avaliação e diagnóstico de pessoas no espectro [Kientz et al. 2013]. Há evidências de que crianças com TEA demonstram maior engajamento, proximidade e contato visual em interações com robôs do que com humanos [Fachantidis et al. 2020]. Estudos sugerem uma preferência pelo uso de robôs, indicando que a interação humano-robô pode facilitar o engajamento social da criança com TEA [Robins et al. 2010, Lee et al. 2012]. Isso ocorre porque a natureza previsível do robô ajuda a criança a lidar com desafios comuns do transtorno, como a dificuldade em ler gestos, sustentar o contato visual e processar os sentimentos de outras pessoas [Fachantidis et al. 2020]. Nesse cenário, esses robôs têm sido utilizados como mediadores entre terapeutas e pacientes.

O robô NAO é, possivelmente, a plataforma de robótica social mais utilizada na literatura científica. Trata-se de um robô humanoide desenvolvido pela *Aldebaran Robotics*, que pesa cerca de 4,5 kg e possui 57 cm de altura, apresentando 21 graus de liberdade. Diversos estudos em interação humano-robô aplicados à área da saúde utilizam o NAO [Shamsuddin et al. 2012, Neerincx et al. 2023]. O robô NAO foi utilizado numa proposta de plataforma de treinamento robótico voltada ao desenvolvimento de capacidades sociais, motoras e cognitivas [Santos et al. 2021]. Por ser um robô humanoide, o NAO se

²Refere-se à habilidade de interpretar e manipular mentalmente objetos no espaço físico, envolvendo a percepção de distâncias e a organização de elementos dentro de um campo visual.

assemelha a um ser humano, sendo capaz de fornecer estímulos auditivos e visuais. Tais características são favoráveis à interação com crianças com TEA, que tendem a preferir estímulos simplificados para evitar o foco excessivo em detalhes.

As capacidades de interação multimodais do robô EVA foram aprimoradas, juntamente com a apresentação de uma proposta de jogo sério mediado pelo robô voltada à regulação emocional de crianças com TEA [Rocha et al. 2021]. O jogo era composto por três estágios e integrava comunicação verbal e elementos multissensoriais de luz, além de utilizar as capacidades do EVA de expressar estados afetivos através do olhar e de reconhecer expressões faciais por meio de uma webcam. A proposta foi avaliada por 44 profissionais da saúde utilizando o Modelo de Aceitação de Tecnologia (do inglês, *Technology Acceptance Model* – TAM). Os resultados foram promissores, indicando uma percepção positiva de utilidade e facilidade de uso do jogo sério mediado pelo EVA em contextos terapêuticos para crianças com TEA.

10.3 Grandes Desafios da Robótica Socialmente Assistiva

A consolidação dos SARs como tecnologias assistivas eficazes em contextos de saúde depende da superação de desafios que vão além do desenvolvimento do *hardware* e do *software* desses dispositivos. Embora o desenvolvimento desses sistemas tenha avançado significativamente, sua aplicação prática ainda sofre restrições por uma série de obstáculos complexos, que podem ser divididos em dimensões técnicas, socioeconômicas e éticas [Wah 2025]. No campo tecnológico, busca-se garantir a autonomia, a precisão e a robustez do sistema diante da complexidade do mundo real. No âmbito social e econômico, o objetivo é vencer barreiras de custo e de aceitabilidade por parte dos usuários. Por fim, as questões de privacidade e transparência surgem como fatores essenciais para assegurar que a interação humano-robô ocorra de forma segura e ética.

Esta seção apresenta esses aspectos, abordando os desafios da interação multimodal, as barreiras socioeconômicas e as implicações éticas, de segurança e de privacidade no uso dos SARs na área da saúde.

10.3.1 Interação Multimodal em Ambientes Clínicos e Domésticos

A computação afetiva refere-se à tecnologia utilizada para detectar, reconhecer, interpretar e simular emoções. Ela é definida como um campo interdisciplinar que integra conhecimentos da ciência da computação, psicologia e ciência cognitiva, com o objetivo de capacitar sistemas computacionais a reconhecer, interpretar e simular emoções humanas [Zhang et al. 2024]. Na interação humano-robô, essa integração é essencial para que agentes robóticos processem e respondam a estímulos afetivos, viabilizando interações mais naturais [Spitale and Gunes 2022]. Com a utilização dessas tecnologias, espera-se que o robô possa entender o que acontece ao seu redor em tempo real com o desafio de processar dados de sensores (visão, áudio, profundidade) em ambientes dinâmicos (como hospitais ou residências) sujeitos a condições de iluminação variáveis e elevados níveis de interferência acústica (ruído ambiente). Além disso, espera-se que o robô seja capaz de expressar seu estado afetivo de maneira inteligível ao usuário.

Apesar dos avanços, os sistemas de reconhecimento de voz utilizados nos SARs ainda apresentam limitações de desempenho em cenários reais. Problemas como a inter-

ferência sonora de fundo (ruído ambiente), erros de sincronia no diálogo, que ocorrem quando o usuário responde a algo antes do tempo esperado e o desafio do reconhecimento de múltiplos interlocutores simultâneos geram um impacto direto na qualidade das interações [Koh et al. 2021]. A presença de alterações vocais (tais como disartria³, ecolalia⁴ ou variações de prosódia⁵) em alguns pacientes impõe um desafio adicional à interação. Além disso, muitas ferramentas falham por não terem sido treinadas adequadamente com as vozes de populações específicas, como as crianças e idosos [Maure and Bruno 2025].

Os desafios atuais na implementação de sistemas robóticos capazes de reconhecer a emoção do usuário residem no *trade-off* entre a complexidade de modelos de redes neurais profundas e as restrições de processamento impostas pelo *hardware* utilizado nesses dispositivos (como Raspberry Pi, NVIDIA Jetson Nano ou aceleradores como o Google Coral), onde a grande quantidade de parâmetros de arquiteturas robustas de *deep learning* eleva a latência e compromete a detecção em tempo real [Tran et al. 2024]. Além das restrições de *hardware*, existem os desafios na detecção de emoções sutis e na baixa robustez dos algoritmos perante oclusões e variações de luminosidade em ambientes hospitalares e residências. Os estudos realizados ressaltam dificuldades no sistema de percepção (rastreamento da criança) em que o comportamento natural e espontâneo das crianças, especialmente as que possuem TEA, pode dificultar a manutenção de uma posição ideal para a câmera durante a captura da face da criança no processo de reconhecimento de emoções [Landowska and Robins 2020, Puglisi et al. 2022]. Esse cenário é agravado pela sub-representação de idosos e crianças nos *datasets* de treinamento atuais. Essa limitação prejudica o desempenho e a confiabilidade desses sistemas em aplicações de saúde, nas quais a fidelidade na captura de sinais emocionais é indispensável para a validade das avaliações.

Os SARs podem ser projetados para expressar emoções por meio de elementos multimodais. Tais expressões, quando devidamente projetadas, podem ser adaptadas ao contexto e ajustadas conforme o cenário de interação [Vasylykiv et al. 2021]. Diferentes modalidades de comunicação, como expressões faciais e cores de LEDs, quando combinadas, podem transmitir emoções de forma mais eficaz. Essas modalidades aumentam a aceitação do robô pelo usuário e a eficácia da comunicação [Dzhoroev et al. 2023]. Contudo, embora os robôs consigam transmitir de forma dominante emoções positivas, como "alegria", "surpresa" e "tristeza", há uma dificuldade significativa em transmitir outras emoções negativas e que expressões de "medo", "nojo" e "raiva" são frequentemente confundidas pelas pessoas com demência [Vlachos and Tan 2020]. Ressalta-se que, para que uma sessão de terapia voltada a crianças com TEA seja mais próxima da vida real, o robô deve ser capaz de expressar diversas emoções complexas, e não apenas emoções básicas, como alegria ou tristeza [Puglisi et al. 2022]. Contudo, muitos robôs atuais falham nisso, não conseguindo combinar de forma natural suas expressões faciais com gestos e movimentos corporais. Uma outra problemática é a superestimulação sensorial, que representa um fator crítico para muitas crianças com autismo. Elementos dos robôs, como luzes LED brilhantes nos olhos (presentes no robô NAO) ou interações constantemente mediadas por telas de *tablets* (usadas no robô Pepper), podem causar superestimulação.

³**Disartria:** Dificuldade física de articular palavras (comum na demência).

⁴**Ecolalia:** Repetição de palavras, frases, sons ou conversas ouvidas anteriormente (comum no autismo).

⁵**Prosódia:** Alterações no ritmo e entonação (comum no autismo e na demência).

10.3.2 Barreiras Socioeconômicas e de Acessibilidade

A implementação de soluções robóticas na gestão de saúde pode ser restringida pelos altos custos de aquisição e pela complexidade tecnológica envolvida em seu funcionamento e manutenção [Wah 2025]. O preço elevado dos robôs é apontado como uma das maiores barreiras de entrada, impedindo a sua adoção e disseminação nos locais onde seriam necessários e úteis [Macis et al. 2023]. Em certos casos, os robôs são considerados financeiramente desvantajosos em comparação a ferramentas mais simples, como *tablets* e dispositivos móveis. Deficiências estruturais básicas em países de baixa e média renda dificultam a utilização desses robôs, dada a intermitência de serviços como eletricidade e acesso à Internet. Há casos em que o uso do robô foi frequentemente prejudicado pela baixa conectividade de rede, como sinais fracos de Wi-Fi, além da dificuldade de acesso a suporte técnico, fator agravado em áreas rurais [Koh et al. 2021]. Fatores relacionados à exclusão digital e a falta de familiaridade com a tecnologia entre idosos atuam como obstáculos práticos, tornando a operação do robô dependente da assistência de outras pessoas. Usuários idosos com pouca experiência tecnológica costumam apresentar maior resistência ao uso dos sistemas, ao passo que pacientes com quadros de demência demandam auxílio constante de cuidadores durante as interações com o robô. Portanto, é essencial que o *design* dos SARs seja inclusivo e adaptado às limitações físicas e cognitivas dos pacientes.

10.3.3 Implicações Éticas, Segurança e Privacidade

O monitoramento robótico, particularmente em pacientes com demência, levanta graves questões sobre o consentimento, a segurança dos dados e o risco de manipulação emocional por parte dos robôs sociais. Além disso, os idosos muitas vezes relatam medo de vigilância e uma percepção de perda de autonomia [Wah 2025].

Profissionais de saúde frequentemente demonstram receio de serem substituídos por robôs em seus empregos, além de, em alguns casos, perceberem esses sistemas como uma sobrecarga em sua rotina de trabalho [Maure and Bruno 2025, Koh et al. 2021]. Somado a esse fator, a segurança física dos idosos também constitui um desafio central para os cuidadores, que manifestam receio quanto à possibilidade de colisões ou acidentes causados pelo robô. Além da preocupação com a integridade física, existe o medo de que o uso de robôs sociais resulte no agravamento do isolamento social, substituindo o contato humano em vez de estimulá-lo. Em contrapartida, surge um problema oposto ao medo, que é o viés de confiar cegamente no robô. Isso ocorre quando os usuários não consideram as falhas potenciais e tratam os robôs como se fossem completamente perfeitos e imunes a erros. Além disso, devido a limitações de processamento local, muitos sistemas robóticos dependem da computação em nuvem para executar funções avançadas como reconhecimento e síntese de voz. Essa transferência de dados para servidores de terceiros gera preocupações críticas sobre a segurança e a privacidade de informações sensíveis extraídas de pacientes ou crianças.

Embora crianças e idosos sejam os maiores beneficiados pela utilização dos SARs, a literatura foca em testes com adultos devido à facilidade de recrutamento. A sub-representação de grupos vulneráveis é agravada pelo rigor dos comitês de ética e pela dificuldade de adaptar métricas convencionais para perfis com restrições motoras ou cog-

nitivas [Maure and Bruno 2025].

10.4 Considerações Finais

A robótica socialmente assistiva apresenta potencial relevante para apoiar o cuidado de idosos com comprometimento neurodegenerativo e de pessoas com TEA, especialmente no estímulo à interação social, engajamento e suporte comportamental. Evidências indicam benefícios nesses aspectos, sobretudo como abordagem complementar terapêutica, com terapias para controle e reconhecimento de emoções, no caso de TEA, e terapias para melhoria de memória, no caso de doenças neurodegenerativas em idosos.

No entanto, o campo ainda apresenta limitações e desafios, com destaque para necessidade de garantia de autonomia, precisão e robustez dos sistemas no campo tecnológico. No âmbito social e econômico, a adoção depende da superação de barreiras de custo, acessibilidade e aceitabilidade por parte dos usuários e profissionais. Por fim, questões de privacidade, transparência e ética são essenciais para assegurar que a interação humano-robô ocorra de forma segura e responsável. Também persistem desafios relacionados à adaptação às diferentes necessidades dessas populações.

O fortalecimento de abordagens interdisciplinares, envolvendo computação, saúde, ciências sociais e ética, será fundamental para que a robótica socialmente assistiva evolua de uma tecnologia promissora para uma solução efetiva, confiável e amplamente adotada no contexto da saúde.

Sobre os Autores

Marcelo Rocha é doutorando no Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, Brasil. Possui Mestrado em Computação pela UFF e Graduação em Tecnologia de Sistemas de Computação pelo CEDERJ/UFF. É bolsista do Programa Nota 10 da FAPERJ e do *Google PhD Fellowship*. <http://lattes.cnpq.br/8270956126266109>

Elaine F. Rangel Seixas é pós-doutoranda no Instituto de Computação da UFF. Atua no projeto SenseGames, FINEP. Possui doutorado em Computação e Mestrado em Engenharia de Telecomunicações pela UFF. <http://lattes.cnpq.br/5794333423996429>

Flávio Luiz Seixas é professor adjunto do Instituto de Computação da UFF e jovem cientista do nosso Estado pela FAPERJ. Atua no Programa de Pós-graduação em Enfermagem da UFF. Possui doutorado em Computação e mestrado em Engenharia de Telecomunicações pela UFF. <http://lattes.cnpq.br/4319951805195534>

Débora C. Muchaluat-Saade é professora titular do Instituto de Computação da UFF. É bolsista de produtividade DT nível 1D do CNPq e Cientista do Nosso Estado (CNE) pela FAPERJ. É coordenadora do Programa de Pós-graduação em Computação da UFF. Fundou os Laboratórios MídiaCom e e-Health Lab na UFF. Possui graduação em Engenharia de Computação, mestrado e doutorado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. <http://lattes.cnpq.br/2448703093928632>

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e *Google Research*.

Referências

- [Amazon.com, Inc. 2024] Amazon.com, Inc. (2024). *Amazon Alexa*. Seattle, WA. Assistente virtual baseada em nuvem.
- [Astorga et al. 2023] Astorga, M., Cruz-Sandoval, D., and Favela, J. (2023). A social robot to assist in addressing disruptive eating behaviors by people with dementia. *Robotics*, 12(1):29.
- [Bal et al. 2024] Bal, F., Tekerek, M., Palacz, M., Gök, M., and Şimşir, R. (2024). Human robot interaction with social humanoid robots. *El-Cezeri*, 11(1):94–102.
- [Bischoff and Graefe 2002] Bischoff, R. and Graefe, V. (2002). Dependable multimodal communication and interaction with robotic assistants. In *Proceedings. 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pages 300–305. IEEE.
- [Bradwell et al. 2021] Bradwell, H. L., Noury, G. E. A., Edwards, K. J., Winnington, R., Thill, S., and Jones, R. B. (2021). Design recommendations for socially assistive robots for health and social care based on a large scale analysis of stakeholder positions: Social robot design recommendations. *Health Policy and Technology*, 10(3):100544.
- [Cruz-Sandoval and Favela 2019] Cruz-Sandoval, D. and Favela, J. (2019). A Conversational Robot to Conduct Therapeutic Interventions for Dementia. *IEEE Pervasive Computing*, 18(2):10–19.
- [da Silva et al. 2024] da Silva, P. L. P., Cecim, J. V. C., da Rocha, M. M., and Muchaluat-Saade, D. C. (2024). Jogos sérios para auxiliar o exercício cognitivo de idosos utilizando o robô social eva. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (Web-Media)*, pages 95–98. SBC.
- [Dzhoroev et al. 2023] Dzhoroev, T., Park, H., Lee, J., Kim, B., and Lee, H. S. (2023). Human perception on social robot’s face and color expression using computational emotion model. In *2023 32nd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 2484–2491. IEEE.
- [Fachantidis et al. 2020] Fachantidis, N., Syriopoulou-Delli, C. K., and Zygotoulou, M. (2020). The Effectiveness of Socially Assistive Robotics in Children With Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Developmental Disabilities*, 66(2):113–121.
- [Jung et al. 2025] Jung, H. W., Park, J. Y., Holoubek, T., Kim, W. J., and Park, J. (2025). Socially assistive robots in mental healthcare: principles and conceptual framework for user-centered design. *International Journal of Social Robotics*, 17(11):2827–2851.

- [Karami et al. 2024] Karami, V., Yaffe, M. J., Gore, G., Moon, A., and Rahimi, S. A. (2024). Socially assistive robots for patients with alzheimer’s disease: a scoping review. *Archives of gerontology and geriatrics*, 123:105409.
- [Kientz et al. 2013] Kientz, J. A., Goodwin, M. S., Hayes, G. R., and Abowd, G. D. (2013). Interactive technologies for autism. *Synthesis lectures on assistive, rehabilitative, and health-preserving technologies*, 2(2):1–177.
- [Koh et al. 2021] Koh, W. Q., Felding, S. A., Toomey, E., and Casey, D. (2021). Barriers and facilitators to the implementation of social robots for older adults and people with dementia: a scoping review protocol. *Systematic reviews*, 10(1):49.
- [Kouroupa et al. 2022] Kouroupa, A., Laws, K. R., Irvine, K., Mengoni, S. E., Baird, A., and Sharma, S. (2022). The use of social robots with children and young people on the autism spectrum: A systematic review and meta-analysis. *Plos one*, 17(6):e0269800.
- [Landowska and Robins 2020] Landowska, A. and Robins, B. (2020). Robot eye perspective in perceiving facial expressions in interaction with children with autism. In *Workshops of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, pages 1287–1297. Springer.
- [Lee et al. 2012] Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G., and Stefanov, D. (2012). Which robot features can stimulate better responses from children with autism in robot-assisted therapy? *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 9.
- [Macis et al. 2023] Macis, D., Perilli, S., and Gena, C. (2023). Employing socially assistive robots in elderly care (longer version). *arXiv preprint arXiv:2304.14944*.
- [Manca et al. 2021] Manca, M., Paternò, F., Santoro, C., Zedda, E., Braschi, C., Franco, R., and Sale, A. (2021). The impact of serious games with humanoid robots on mild cognitive impairment older adults. *International Journal of Human-Computer Studies*, 145:102509.
- [Maure and Bruno 2025] Maure, R. and Bruno, B. (2025). Autonomy in socially assistive robotics: a systematic review. *Frontiers in Robotics and AI*, 12:1586473.
- [Neerinx et al. 2023] Neerinx, A., Veldhuis, D., Masthoff, J. M., and de Graaf, M. M. (2023). Co-designing a social robot for child health care. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 38:100615.
- [Nichol et al. 2024] Nichol, B., McCready, J., Erfani, G., Comparcini, D., Simonetti, V., Cicolini, G., Mikkonen, K., Yamakawa, M., and Tomietto, M. (2024). Exploring the impact of socially assistive robots on health and wellbeing across the lifespan: an umbrella review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 153:104730.
- [Olazarán et al. 2010] Olazarán, J., Reisberg, B., Clare, L., Cruz, I., Peña-Casanova, J., Del Ser, T., Woods, B., Beck, C., Auer, S., Lai, C., Spector, A., Fazio, S., Bond, J., Kivipelto, M., Brodaty, H., Rojo, J. M., Collins, H., Teri, L., Mittelman, M., Orrell, M., Feldman, H. H., and Muñoz, R. (2010). Nonpharmacological therapies in alzheimer’s

- disease: A systematic review of efficacy. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 30(2):161–178.
- [Pu et al. 2019] Pu, L., Moyle, W., Jones, C., and Todorovic, M. (2019). The effectiveness of social robots for older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *The gerontologist*, 59(1):e37–e51.
- [Puglisi et al. 2022] Puglisi, A., Caprì, T., Pignolo, L., Gismondo, S., Chilà, P., Minutoli, R., Marino, F., Failla, C., Arnao, A. A., Tartarisco, G., et al. (2022). Social humanoid robots for children with autism spectrum disorders: A review of modalities, indications, and pitfalls. *Children*, 9(7):953.
- [Robins et al. 2010] Robins, B., Ferrari, E., Dautenhahn, K., Kronreif, G., Prazak-Aram, B., Gelderblom, G. J., Tanja, B., Caprino, F., Laudanna, E., and Marti, P. (2010). Human-centred design methods: Developing scenarios for robot assisted play informed by user panels and field trials. *International Journal of Human Computer Studies*, 68(12):873–898.
- [Robinson and Nejat 2022] Robinson, F. and Nejat, G. (2022). An analysis of design recommendations for socially assistive robot helpers for effective human-robot interactions in senior care. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 9:20556683221101389.
- [Rocha et al. 2021] Rocha, M., Valentim, P., Barreto, F., Mitjans, A., Cruz-Sandoval, D., Favela, J., and Muchaluat-Saade, D. (2021). Towards enhancing the multimodal interaction of a social robot to assist children with autism in emotion regulation. In *International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, pages 398–415. Springer.
- [Santos et al. 2021] Santos, L., Geminiani, A., Schydlo, P., Olivieri, I., Santos-Victor, J., and Pedrocchi, A. (2021). Design of a robotic coach for motor, social and cognitive skills training toward applications with asd children. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 29:1223–1232.
- [Shamsuddin et al. 2012] Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hana-piah, F. A., and Zahari, N. I. (2012). Initial response in hri-a case study on evaluation of child with autism spectrum disorders interacting with a humanoid robot nao. *Procedia Engineering*, 41:1448–1455.
- [Shibata 2004] Shibata, T. (2004). An overview of human interactive robots for psychological enrichment. *Proceedings of the IEEE*, 92(11):1749–1758.
- [Shibata 2012] Shibata, T. (2012). Therapeutic seal robot as biofeedback medical device: Qualitative and quantitative evaluations of robot therapy in dementia care. *Proceedings of the IEEE*, 100(8):2527–2538.
- [Shibata et al. 1996] Shibata, T., Inoue, K., and Irie, R. (1996). Emotional robot for intelligent system-artificial emotional creature project. In *Proceedings 5th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication. RO-MAN'96 TSUKUBA*, pages 466–471. IEEE.

- [Spitale and Gunes 2022] Spitale, M. and Gunes, H. (2022). Affective robotics for well-being: A scoping review. In *2022 10th International conference on affective computing and intelligent interaction workshops and demos (ACIIW)*, pages 1–8. IEEE.
- [Thalmann 2022] Thalmann, N. M. (2022). Social robots: Their history and what they can do for us. *Perspectives on digital humanism*, pages 9–17.
- [Tran et al. 2024] Tran, H. N., Phan, P. H., Nguyen, K. H., Hua, H. K., Nguyen, A. Q., Nguyen, H. N., and Nguyen, N. V. (2024). Augmentation-enhanced deep learning for face detection and emotion recognition in elderly care robots.
- [Vagnetti et al. 2024] Vagnetti, R., Di Nuovo, A., Mazza, M., and Valenti, M. (2024). Social robots: A promising tool to support people with autism. a systematic review of recent research and critical analysis from the clinical perspective. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, pages 1–25.
- [Vandemeulebroucke et al. 2021] Vandemeulebroucke, T., Dierckx de Casterlé, B., and Gastmans, C. (2021). Socially assistive robots in aged care: ethical orientations beyond the care-romantic and technology-deterministic gaze. *Science and Engineering Ethics*, 27(2):17.
- [Vasylkiv et al. 2021] Vasylkiv, Y., Ma, Z., Li, G., Brock, H., Nakamura, K., Pourang, I., and Gomezv, R. (2021). Shaping affective robot haru’s reactive response. In *2021 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 989–996. IEEE.
- [Vlachos and Tan 2020] Vlachos, E. and Tan, Z.-H. (2020). Can robots express facial emotions dominantly enough for use in dementia care? *International Psychogeriatrics*, 32(7):891–892.
- [Wah 2025] Wah, J. N. K. (2025). Ai, robotics, and telemedicine: Shaping the future of elderly care and global health.
- [Yu et al. 2022] Yu, C., Sommerlad, A., Sakure, L., and Livingston, G. (2022). Socially assistive robots for people with dementia: systematic review and meta-analysis of feasibility, acceptability and the effect on cognition, neuropsychiatric symptoms and quality of life. *Ageing research reviews*, 78:101633.
- [Zhang et al. 2024] Zhang, Y., Yang, X., Xu, X., Gao, Z., Huang, Y., Mu, S., Feng, S., Wang, D., Zhang, Y., Song, K., et al. (2024). Affective computing in the era of large language models: A survey from the nlp perspective. *arXiv preprint arXiv:2408.04638*.