



PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS PARA O ENVELHECIMENTO POPULACIONAL: O BENEFÍCIO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM IDOSOS

Victor Salarolli Lorencini, Guilherme Coelho Moraes, Karla Sant'Anna Cunha, Marco Antônio Lucena da Motta, Bianca Teixeira Souza, Kaynan Oliveira da Silva Cordeiro, Franklim Barboza da Silva, Sofia Boninsegna, Maria Eduarda Souza Campos, Lorena Oliveira Fontes, Bruna Silva Santos, Fabio Pessin Manzoli.

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

INTRODUÇÃO: O aumento da expectativa de vida global traz consigo o desafio crescente do envelhecimento populacional, marcado pelo aumento das doenças crônicas como demência e câncer, demandando cuidados médicos personalizados. Paralelamente, observa-se uma tendência preocupante de redução nos níveis de atividade física e aumento do sedentarismo, influenciados por políticas públicas, apoio social e fatores individuais, culturais e ambientais. O impacto social e psicológico do envelhecimento, incluindo a solidão na terceira idade, ressalta a necessidade de intervenções inovadoras como o uso de tecnologias robóticas educativas, como o "RoboLS", que visam melhorar a saúde física e mental dos idosos. Avanços na inteligência artificial clínica e robótica socialmente assistencial também são explorados como ferramentas promissoras para apoiar o envelhecimento saudável e melhorar a interação social entre os idosos. **OBJETIVO:** Analisar e destacar as perspectivas tecnológicas para promover um envelhecimento saudável na população. **METODOLOGIA:** Este estudo revisou artigos publicados entre 2018 e 2023, obtidos da base de dados PubMed usando descritores como Inteligência Artificial, Envelhecimento e tecnologia. Foram selecionados 16 artigos de um total de 63 inicialmente encontrados, após aplicação de critérios de inclusão que consideraram estudos completos em português, inglês, espanhol ou francês, incluindo revisões e meta-análises relevantes para a pesquisa. **RESULTADOS:** Os estudos destacam avanços significativos na aplicação de tecnologias como os Robôs de Assistência Social (SARs) e programas de inteligência artificial (IA) para melhorar a qualidade de vida dos idosos. O telemonitoramento e o uso de sensores avançados mostraram-se eficazes na gestão de doenças crônicas e na detecção precoce de eventos adversos. SARs equipados com sensores táteis e de luz promoveram interações sociais benéficas, reduzindo o fardo dos cuidadores. No entanto, desafios como a adaptação cultural e a segurança dos pacientes continuam a ser críticos para a aceitação generalizada dessas tecnologias. A personalização dos cuidados e o desenvolvimento ético de algoritmos são essenciais para maximizar o potencial das soluções baseadas em IA e robótica no cuidado aos idosos. **CONCLUSÃO:** Recentes avanços na IA para cuidados com idosos destacam-se pela implementação de SARs,



que melhoram saúde e qualidade de vida, embora enfrentem desafios técnicos e éticos em sua aceitação e eficácia contínuas.

Palavras-chave: Envelhecimento, Inteligência Artificial, Robótica, Robô Socialmente Assistivo.

TECHNOLOGICAL PERSPECTIVES FOR POPULATION AGING: THE BENEFIT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ELDERLY

ABSTRACT

INTRODUCTION: The increase in global life expectancy brings with it the growing challenge of population aging, marked by the increase in chronic diseases such as dementia and cancer, demanding personalized medical care. At the same time, there is a worrying trend towards a reduction in physical activity levels and an increase in sedentary lifestyle, influenced by public policies, social support and individual, cultural and environmental factors. The social and psychological impact of aging, including loneliness in old age, highlights the need for innovative interventions such as the use of educational robotic technologies, such as "RoboLS", which aim to improve the physical and mental health of the elderly. Advances in clinical artificial intelligence and socially assistive robotics are also explored as promising tools to support healthy aging and improve social interaction among older. **OBJECTIVE:** Analyze and highlight technological perspectives to promote healthy aging in the population. **METHODOLOGY:** This study reviewed articles published between 2018 and 2023, obtained from the PubMed database using descriptors such as Artificial Intelligence, Aging and technology. 16 articles were selected from a total of 63 initially found, after applying inclusion criteria that considered complete studies in Portuguese, English, Spanish or French, including reviews and meta-analyses relevant to the research. **RESULTS:** The studies highlight significant advances in the application of technologies such as Social Assistance Robots (SARs) and artificial intelligence (AI) programs to improve the quality of life of the elderly. Telemonitoring and the use of advanced sensors have proven effective in managing chronic diseases and early detection of adverse events. SARs equipped with tactile and light sensors promoted beneficial social interactions, reducing the burden on caregivers. However, challenges such as cultural adaptation and patient safety remain critical to the widespread acceptance of these technologies. Personalization of care and ethical algorithm development are essential to maximizing the potential of AI and robotics-based solutions in elderly care. **CONCLUSION:** Recent advances in AI for elderly care are highlighted by the implementation of SARs, which improve health and quality of life, although they face technical and ethical challenges in their continued acceptance and effectiveness.

Keywords: Aging, Artificial Intelligence, Robotics, Socially Assistive Robot.

Instituição afiliada – FACULDADE BRASILEIRA DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM/ES (MULTIVIX).

Dados da publicação: Artigo recebido em 20 de Maio e publicado em 10 de Julho de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n7p1072-1083>

Autor correspondente: Victor Salarolli Lorencini victor.lorencini038@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

A expectativa de vida tem aumentado exponencialmente em todo mundo e, associado a isso um dos desafios mais significativos do envelhecimento da população é o aumento da incidência de doenças crônicas como a demência, a doença de Alzheimer, a insuficiência cardíaca congestiva e o câncer, bem como a necessidade de cuidados médicos cada vez mais personalizados (SAPCI A. H. et al., 2019). As tendências de diminuição dos níveis de atividade física ao longo do tempo coincidem com o aumento do tempo sedentário, o que pode representar um risco independente para a saúde pública. A atividade física e o comportamento sedentário são afetados por políticas públicas e apoio social, bem como por fatores culturais, ambientais e individuais (WANG Z. et al., 2022). Conforme também abordado no estudo, fatores como o estatuto socioeconômico, o ambiente construído e os meios de comunicação social influenciam a atividade física ao nível da população. Paralelamente, fatores biológicos inatos (por exemplo, idade, hormonas sexuais, condições médicas pré-existent, epigenética e genética) também explicam uma proporção moderada da variabilidade interindividual na atividade física e no comportamento sedentário.

Nesse sentido, conforme o caminhar para após a sexta década de vida, a sensação concreta de solidão, por exemplo, tem como consequência de fatores sociais, psicológicos e pessoais (ABDI J. et al., 2018). Acerca disso, os idosos tendem a passar mais tempo em casa, podendo carecer de propostas interativas e educativas seja interpessoal ou alimentar. Uma das propostas do estudo retratado por Adbi J foi implementar a inserção do programa de tecnologia robótica de aprendizagem, o “RoboLS” o qual tem a pretensão de interagir com os usuários por meio de voz, reduzindo a complexidade operacional. A aplicabilidade fornecida pelo estudo, pretende melhorar a literacia em saúde dos idosos, ele ajudará a manter a sua saúde física e mental, reduzindo assim a carga médica para a família, a sociedade e o país.

Nesse viés, conforme Hogg H.D.J et al. (2022) o “uso da Inteligência Artificial (IA) clínica como complemento para tarefas restritas e simplistas”, é um importante instrumento tanto para profissionais de saúde como para melhor a qualidade e alcance seja do atendimento ou da educação senil a distância. Estudos de Wei C.W. et al. (2021) consideram que os robôs têm “grande potencial como tecnologia de aprendizagem” e



podem ser aplicados a vários tipos de fins educacionais. Tendo aplicações básicas em: educacionais básicas (ensino de idiomas, ensino robótico, assistência pedagógica, desenvolvimento de habilidades sociais e educação especial) bem como aprendizagem guiada por meio de feedback. Além disso, o estudo progride para introdução dos robôs como pares ou mentores dos alunos e podem efetivamente melhorar a cognição e o afeto dos alunos. As funções e métodos de interação dos robôs são diferentes daqueles dos computadores, tablets e telefones celulares. A maioria dos robôs usa expressões faciais, movimentos corporais e linguagem natural para interagir com os usuários de modo personalizado. Apesar de auxiliar no aspecto educacional, não é do reconhecimento que seja combatido pela IA o fardo crescente de saúde mental na população senil. Todavia, ABDI J. et al. (2018) introduz o uso de SARs - robôs socialmente assistenciais. Essa tecnologia proporciona uma interface social capaz de gerar interação social entre o humano e o programa operacional. No que se refere a operacionalização social, destaca-se: robôs de serviço (auxiliam nas atividades diárias) e robôs acompanhantes. Esse, por outro lado, apresenta perspectiva de maior socialização e aprimoramento do estado psicológico e bem-estar geral do público.

Com base em estudos anteriores, métodos de tratamento centrados na interação e conversação, em contraposição ao uso de medicamentos, têm demonstrado proporcionar alívio e estabilidade para idosos com função cognitiva comprometida. Esses métodos ajudam a fortalecer o apoio emocional e a comunicação social, contribuindo assim para a recuperação da função cognitiva. Os SARs com inteligência artificial foram desenvolvidos especificamente para promover interação e participação social entre adultos mais velhos. Independentemente da forma, pesquisas indicam que os SARs aumentam eficazmente a frequência de comunicações independentes, incentivando os idosos a iniciar conversas. O avanço de várias tecnologias, os SARs com IA evoluíram para interpretar não apenas expressões verbais, gestos, contato visual e emoções faciais, mas também métodos de comunicação não verbal. Sua capacidade de se comunicar com adultos mais velhos está se expandindo rapidamente, especialmente após a pandemia de COVID-19, que limitou as visitas domiciliares (LEE H. et al., 2022). Portanto, este estudo tem como objetivo analisar e destacar as perspectivas tecnológicas para promover um envelhecimento saudável na população.



METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma Revisão Bibliográfica realizada no período de Dezembro de 2023 a Junho de 2024. As buscas da literatura foram feitas na base de dados PubMed por meio dos seguintes Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): (Artificial Intelligence) AND (Aging) AND (technology). Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas Português, Inglês, Espanhol e Francês; publicados no período de 2018 a 2023 e que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos do tipo (revisão, meta-análise), disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão. Após a associação dos descritores utilizados nas bases pesquisadas foram encontrados um total de 63 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 20 artigos na base de dados PubMed, sendo utilizados um total de 16 estudos para compor a coletânea.

RESULTADOS

Observou-se que conforme Sapci A.H. et al. (2019) mediante um ensaio clínico randomizado que investigou os benefícios da Educação Integrada em Telessaúde e Ativação do Humor, concluindo que o telemonitoramento melhorou significativamente a capacidade dos pacientes geriátricos em gerenciar suas doenças crônicas através do aprimoramento das habilidades de resolução de problemas e autoeficácia. Além disso, sistemas avançados de rede de sensores foram capazes de detectar precocemente eventos propensos a acidentes, utilizando uma combinação de tecnologias como sensores ultrassônicos, transmissores de radiofrequência e análise inteligente de dados ambientais. Pesquisas sobre robótica também foram exploradas, com estudos utilizando robôs comerciais equipados com sensores táteis e de luz, focando em interações sociais para melhorar o bem-estar dos idosos. A introdução crescente de Robôs de Assistência Social (AI SAR) com inteligência artificial em cuidados de saúde digital representa um avanço significativo na melhoria da qualidade de vida e na assistência a idosos, especialmente aqueles com demência ou outras condições cognitivas comprometidas. Estudos mostram que AI SAR pode efetivamente reduzir o fardo dos cuidadores ao oferecer monitoramento



contínuo e realizar tarefas repetitivas, permitindo que os cuidadores humanos se concentrem em interações mais significativas e complexas (LEE H. et al., 2022).

Nesse sentido, de acordo com estudos de Sapci A.H. et al., (2019) no Japão, desenvolveu-se um robô parceiro destinado a aliviar a solidão dos idosos mediante interações como conversas e atividades cognitivas, com resultados experimentais promissores. Apesar dos avanços, é importante reconhecer que os robôs podem não ser a solução ideal para todas as atividades relacionadas aos cuidados. Por exemplo, de acordo com o prosseguimento do estudo de Sapci um estudo que utilizou um robô controlado remotamente para avaliar riscos domésticos não conseguiu concordância com avaliações presenciais por vídeo. Esses pontos destacam a necessidade contínua de refinamento e adaptação das tecnologias para garantir sua eficácia e aceitação nos cuidados aos idosos. A implementação dessas tecnologias não está isenta de desafios. A variabilidade nos resultados observados em estudos anteriores destaca a influência significativa de fatores como métodos de intervenção, características individuais dos idosos e o próprio design e capacidades dos AI SAR utilizados. Por exemplo, a eficácia da comunicação bidirecional dos AI SAR com idosos foi reconhecida como fundamental, indicando que o desenvolvimento futuro deve se concentrar em melhorar a capacidade desses robôs de compreender e responder de maneira mais intuitiva e contextualizada. Além disso, a preocupação com potenciais falhas sistêmicas que possam afetar os idosos, um grupo já vulnerável, é crucial. Erros cometidos por AI SAR podem não apenas comprometer a segurança dos pacientes, mas também minar a confiança pública na tecnologia. Para mitigar esse risco, é essencial um desenvolvimento contínuo de algoritmos e sistemas de treinamento cognitivo que não apenas melhorem a precisão das interações, mas também habilitem os AI SAR a reconhecer e corrigir seus próprios erros de maneira responsável e ética. (LEE H. et al., 2022).

Outro estudo, agora em relação à inserção e adaptação de programas de robótica destinados ao envelhecimento e doenças degenerativas, tem-se, a princípio, o Programa de Envelhecimento e Engajamento (AEP) representa um avanço significativo na aplicação de tecnologias de inteligência artificial para melhorar a comunicação social e emocional de adultos mais velhos. Utilizando computação afetiva e processamento de linguagem natural, o AEP foi projetado para engajar idosos em interações significativas, fornecendo feedback automatizado sobre aspectos cruciais da comunicação não-verbal, como contato visual, expressividade facial e conteúdo emocional do discurso. Este programa, adaptado do LISSA, demonstrou eficácia anteriormente na melhoria das



habilidades sociais em estudantes universitários, agora sendo aplicado para beneficiar diretamente a saúde mental dos idosos (ALI R. et al., 2021)

A importância de melhorar a comunicação social na terceira idade não pode ser subestimada. Idosos frequentemente enfrentam desafios como isolamento social e declínio da saúde mental devido a dificuldades em manter relacionamentos positivos ou enfrentar novas situações emocionais. Essas dificuldades podem ser exacerbadas por eventos de vida significativos, como aposentadoria, luto ou mudanças para ambientes de vida assistida. Além disso, condições como a doença de Parkinson evidenciam a necessidade de intervenções que melhorem a expressividade e a interação social, sendo o coaching baseado na web uma solução promissora para aumentar a acessibilidade desses suportes. Ali R. et al. (2021), ainda foi mais profundo e concluiu que “a melhoria na comunicação não apenas fortalece as conexões sociais dos idosos, mas também pode desempenhar um papel crucial na prevenção de situações graves”, como tentativas de suicídio. Estudos indicam que dificuldades na comunicação emocional podem dificultar a busca de ajuda e a percepção de necessidades pelos outros, aumentando o risco de isolamento e desesperança entre os idosos. Porém, enquanto os AI SAR mostram avanços promissores em funções como notificação de saúde e terapia lúdica, ainda há necessidade urgente de aprimorar a tecnologia subjacente.

Limitações atuais, como vocabulários restritos e capacidades de diálogo baseadas em algoritmos simplificados, precisam ser superadas para maximizar o potencial dos AI SAR na prestação de cuidados personalizados e eficazes (LEE H. et al., 2022). Tal fato, corrobora com Ali R. et al. (2021) em que no presente estudo ainda deverá existir um avanço significativo, desafios tecnológicos e éticos ainda precisam ser abordados. Garantir que o programa seja adaptado de maneira sensível às necessidades individuais e contextos culturais dos idosos é essencial para maximizar seus benefícios. Além disso, a confiança pública na eficácia e segurança de intervenções baseadas em IA como o AEP também requer um desenvolvimento contínuo de algoritmos e sistemas de suporte que promovam uma interação natural e responsiva.

Em outra perspectiva, os estudos revisados por Abdi J. et al. (2018), garantiram que sobre o impacto dos Robôs de Assistência Social (SAR) entre idosos revelam uma “diversidade significativa nos resultados”, dependendo do tipo de interação e do ambiente em que são implementados. A análise destes estudos sugere que SARs desempenham papéis distintos na melhoria do bem-estar emocional e social dos idosos, categorizados nesta revisão como terapia afetiva, papel de companheirismo e facilitador social. Ainda



em relação ao assistencialismo social a revisão sistemática dos estudos sobre a viabilidade, aceitabilidade e eficácia dos robôs no cuidado de pessoas com demência de Yu C. et al. (2022) revela uma ampla gama de percepções e desafios significativos a serem abordados. Diferentes categorias de robôs foram investigadas, incluindo robôs companheiros (tanto de animais quanto humanóides), robôs auxiliares de assistência domiciliar, robôs de comunicação por telepresença e robôs multifuncionais, cada um apresentando suas próprias nuances e barreiras potenciais para adoção generalizada. O estudo progride na percepção que os robôs companheiros humanóides, indicam uma aceitação geral positiva entre pessoas com demência, cuidadores e especialistas em robótica. A aparência humanóide e a voz dos robôs foram particularmente apreciadas por facilitar o engajamento e a interação, embora questões como alto custo, restrição de idioma e falta de funções específicas para cuidados domiciliares tenham sido apontadas como limitações significativas. A necessidade de melhorar as habilidades de conversação dos robôs humanóides, incluindo o reconhecimento de fala e sistemas de diálogo mais naturais, é destacada como uma área chave para desenvolvimento futuro.

No contexto da terapia afetiva, que visa melhorar o humor geral e o bem-estar dos participantes, a maioria dos estudos reportou resultados positivos, incluindo reduções nos sintomas de depressão e agitação, assim como melhorias na qualidade de vida. Notavelmente, interações em grupo mostraram resultados consistentemente positivos, promovendo uma redução significativa da agitação e da depressão, e um aumento na expressão de emoções positivas. Por outro lado, estudos de interação individual revelaram uma variação nos resultados, com alguns relatando benefícios claros e outros demonstrando desafios, como o aumento da agitação em casos específicos de demência. Além disso, SARs desempenham um papel crucial como companheiros para combater a solidão e o isolamento social entre os idosos. Os estudos revisados consistentemente demonstraram que SARs podem reduzir os sentimentos de solidão, facilitando uma maior conexão emocional e interação social entre os participantes e seus ambientes. Quanto ao papel de facilitador social, SARs foram eficazes em melhorar a sociabilidade dos idosos, promovendo interações mais fluidas entre os participantes e outros indivíduos. Especialmente em estudos envolvendo participantes com demência, a presença de SARs como o Paro e o AIBO demonstrou ser particularmente benéfica na melhoria da interação social. Os métodos de avaliação utilizados, como observações de mudanças comportamentais por meio de gravações de vídeo ou avaliações ao vivo, foram cruciais para capturar o impacto dessas interações. No entanto, é importante reconhecer que a



eficácia dos SARs pode variar com base em fatores como o tipo de robô, o ambiente de interação e as características individuais dos participantes (ABDI J. et al., 2018).

Em síntese, os avanços na integração de tecnologias como os Robôs de Assistência Social (SAR) e programas de inteligência artificial demonstram promessas significativas na melhoria da qualidade de vida dos idosos, especialmente na gestão de doenças crônicas, no apoio emocional e na mitigação do isolamento social. No entanto, os estudos revisados destacam a necessidade contínua de refinamento tecnológico e adaptação cultural para maximizar a eficácia e a aceitação dessas soluções. Questões como a complexidade das interações sociais e a segurança dos pacientes emergem como desafios críticos a serem superados para garantir o sucesso dessas inovações no cuidado aos idosos. Portanto, é fundamental um desenvolvimento contínuo e ético das tecnologias de IA e robótica, focado na personalização dos cuidados e na promoção de interações naturais e significativas, que respeitem as necessidades individuais e contextos culturais dos usuários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os avanços recentes na aplicação de Inteligência Artificial (IA) para cuidados com idosos destacam-se como uma promissora resposta aos desafios impostos pelo envelhecimento da população. A implementação de robôs de assistência social (SARs) tem mostrado potencial significativo na melhoria da saúde física e mental dos idosos, reduzindo a carga sobre cuidadores e sistemas de saúde. Estudos revelam que SARs facilitam interações sociais, combatem a solidão e melhoram a qualidade de vida, especialmente entre os idosos com demência ou outras condições cognitivas comprometidas. Contudo, a eficácia e aceitação dessas tecnologias dependem da contínua evolução em áreas como interação intuitiva, adaptação cultural e segurança, exigindo esforços contínuos para superar desafios técnicos e éticos. Assim, o futuro dos SARs na assistência a idosos promete avanços significativos, desde que sejam abordadas de maneira responsável e ética as complexidades inerentes à sua implementação.



REFERÊNCIAS

1. ABDI, Jordan et al. Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care. *BMJ open*, v. 8, n. 2, p. e018815, 2018.
2. AHMADZADEH, Maryam et al. Neuroimaging and machine learning for studying the pathways from mild cognitive impairment to alzheimer's disease: a systematic review. *BMC neurology*, v. 23, n. 1, p. 309, 2023.
3. ALI, Rafayet et al. Aging and engaging: A pilot randomized controlled trial of an online conversational skills coach for older adults. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, v. 29, n. 8, p. 804-815, 2021.
4. GÓNGORA ALONSO, Susel et al. Social robots for people with aging and dementia: a systematic review of literature. *Telemedicine and e-Health*, v. 25, n. 7, p. 533-540, 2019.
5. HOGG, Henry David Jeffry et al. Stakeholder perspectives of clinical artificial intelligence implementation: systematic review of qualitative evidence. *Journal of Medical Internet Research*, v. 25, p. e39742, 2023.
6. JIRAYUCHAROENSAK, Suwicha et al. A game-based neurofeedback training system to enhance cognitive performance in healthy elderly subjects and in patients with amnesic mild cognitive impairment. *Clinical interventions in aging*, p. 347-360, 2019.
7. LEE, Hocheol et al. The effect of cognitive function health care using artificial intelligence robots for older adults: systematic review and meta-analysis. *JMIR aging*, v. 5, n. 2, p. e38896, 2022.
8. OBAYASHI, Kazuko; KODATE, Naonori; MASUYAMA, Shigeru. Measuring the impact of age, gender and dementia on communication-robot interventions in residential care homes. *Geriatrics & gerontology international*, v. 20, n. 4, p. 373-378, 2020.
9. SAPCI, A. Hasan; SAPCI, H. Aylin. Innovative assisted living tools, remote monitoring technologies, artificial intelligence-driven solutions, and robotic systems for



aging societies: systematic review. *JMIR aging*, v. 2, n. 2, p. e15429, 2019.

10. SHISHEHGAR, Majid; KERR, Donald; BLAKE, Jacqueline. The effectiveness of various robotic technologies in assisting older adults. *Health informatics journal*, v. 25, n. 3, p. 892-918, 2019.

11. VANDEMEULEBROUCKE, Tijds; DE CASTERLÉ, Bernadette Dierckx; GASTMANS, Chris. The use of care robots in aged care: A systematic review of argument-based ethics literature. *Archives of gerontology and geriatrics*, v. 74, p. 15-25, 2018.

12. VANDEMEULEBROUCKE, Tijds; DE CASTERLÉ, Bernadette Dierckx; GASTMANS, Chris. How do older adults experience and perceive socially assistive robots in aged care: a systematic review of qualitative evidence. *Aging & mental health*, v. 22, n. 2, p. 149-167, 2018.

13. WANG, Zhe et al. Genome-wide association analyses of physical activity and sedentary behavior provide insights into underlying mechanisms and roles in disease prevention. *Nature genetics*, v. 54, n. 9, p. 1332-1344, 2022.

14. WEI, Chun-Wang et al. The influence of robot-assisted learning system on health literacy and learning perception. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 21, p. 11053, 2021.

15. YINGNAN, L. I. N. et al. Comparative effectiveness of robot-assisted training versus enhanced upper extremity therapy on upper and lower extremity for stroke survivors: a multicentre randomized controlled trial. *Journal of rehabilitation medicine*, v. 54, 2022.

16. YU, Clare et al. 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*, v. 78, p. 101633, 2022.