



CASAS INTELIGENTES PARA PESSOAS COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA (ELA): UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Humberto Rabelo^(1,2), Antonio Manuel Rochette Cordeiro⁽¹⁾, Aliete Cunha Oliveira⁽¹⁾, Felipe Ricardo dos Santos Fernandes⁽²⁾, Hertz Wilton de Castro Lins⁽²⁾, Ingridy Marina Pierre Barbalho⁽²⁾, Janaína Luana Rodrigues da Silva Valentim⁽²⁾, Karla Mônica Dantas Coutinho⁽²⁾, Luciana Protásio de Melo⁽²⁾, Ricardo Alexandro de Medeiros Valentim⁽²⁾.



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p47-64>

Artigo recebido em 02 de Junho e publicado em 02 de Julho de 2025

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

RESUMO

Introdução: Pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) enfrentam desafios severos de mobilidade e comunicação, exigindo soluções tecnológicas que promovam maior autonomia em seu ambiente domiciliar. As casas inteligentes emergem como uma alternativa promissora, utilizando dispositivos automatizados e interfaces assistivas para facilitar a interação com o ambiente. Esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) teve como objetivo identificar, analisar e sintetizar estudos sobre o uso de casas inteligentes para pessoas com ELA, destacando as principais tecnologias empregadas e suas contribuições para a autonomia desses indivíduos. **Métodos:** A revisão foi conduzida seguindo as diretrizes PRISMA e Kitchenham, abrangendo artigos publicados entre 2019 e 2023, nas bases ACM Digital Library, IEEE Digital Library, PubMed, Science Direct e Scopus. Os artigos foram analisados com base nos critérios PICOC e em quatro critérios de qualidade, avaliando Meios de interação, Dispositivos utilizados, características dos Experimentos e de Participantes. **Resultados:** A triagem inicial identificou 290 estudos, dos quais 11 estudos atenderam aos critérios de inclusão e qualidade. Os meios de interação mais utilizados foram Interface cérebro-computador (BCI) e Controle ocular, cada um utilizado em 45,45% dos estudos. Os dispositivos utilizados mais descritos foram lâmpadas inteligentes em 45,45% dos estudos, enquanto interruptores, sensores de movimento e TVs/eletrodomésticos em 18,18% dos estudos. Apenas 36,36% dos estudos incluíram efetivamente pessoas com ELA nos experimentos, enquanto os demais estudos utilizaram voluntários saudáveis ou simulações. **Discussões/Conclusões:** Os resultados indicam que as casas inteligentes podem melhorar significativamente a autonomia e o bem-estar de pessoas com ELA. No entanto, a falta de testes clínicos com pacientes e a descrição reduzida dos dispositivos conectados são limitações consideráveis. Trabalhos futuros devem priorizar a avaliação prática dessas tecnologias e ampliar a participação de pessoas com ELA nos estudos para validar a



efetividade das soluções propostas.

Palavras-chave: Casa inteligente; Esclerose Lateral Amiotrófica, Revisão sistemática da Literatura.

SMART HOMES FOR PEOPLE WITH AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS): A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Introduction: People with Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) face severe mobility and communication challenges, requiring technological solutions that promote greater autonomy in their home environment. Smart homes emerge as a promising alternative, using automated devices and assistive interfaces to facilitate interaction with the environment. This Systematic Literature Review (SLR) aimed to identify, analyze, and synthesize studies on the use of smart homes for people with ALS, highlighting the main technologies employed and their contributions to the autonomy of these individuals. **Methods:** The review was conducted following the PRISMA and Kitchenham guidelines, covering articles published between 2019 and 2023, in the ACM Digital Library, IEEE Digital Library, PubMed, Science Direct, and Scopus databases. The articles were analyzed based on the PICOC criteria and four quality criteria, evaluating Means of Interaction, Devices Used, Experiment Characteristics, and Participants. **Results:** The initial screening identified 290 studies, of which 11 studies met the inclusion and quality criteria. The most commonly used means of interaction were Brain-Computer Interface (BCI) and Eye Control, each used in 45.45% of the studies. The most commonly described devices were smart bulbs in 45.45% of the studies, while switches, motion sensors and TVs/appliances in 18.18% of the studies. Only 36.36% of the studies effectively included people with ALS in the experiments, while the remaining studies used healthy volunteers or simulations. **Discussion/Conclusions:** The results indicate that smart homes can significantly improve the autonomy and well-being of people with ALS. However, the lack of clinical trials with patients and the limited description of connected devices are considerable limitations. Future work should prioritize the practical evaluation of these technologies and increase the participation of people with ALS in the studies to validate the effectiveness of the proposed solutions.

Keywords: Smart home; Amyotrophic Lateral Sclerosis, Systematic review;

Instituição afiliada:

1. Centro de Estudos Interdisciplinares - CEIS20, Universidade de Coimbra – Rua Augusto Filipe Simões 33, 3000-457 Coimbra, Portugal
2. Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal – RN. 59010-090, Brasil

Autor correspondente: Humberto Rabelo; hrabeloufrn@gmail.com

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





INTRODUÇÃO

Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) (1–3) é uma doença neurodegenerativa rara, crônica e progressiva que afeta os neurônios motores resultando em atrofia dos músculos respiratórios e esqueléticos (4). Mediante o rápido e progressivo declínio funcional dos que possuem essa enfermidade (5), torna-se crucial o desenvolvimento de soluções que proporcionem mais autonomia, melhora no bem-estar e na sobrevivência destes indivíduos à medida que a doença avança (6). Neste contexto, as Casas Inteligentes surgem como uma alternativa promissora, oferecendo tecnologias assistivas que possibilitam o controle de dispositivos domésticos de forma remota ou automatizada, promovendo maior independência, autonomia e bem-estar (7,8).

Nos últimos anos o ramo de Casas Inteligentes (*Smart Home*) tem evoluído significativamente (9,10), impulsionado pela evolução da tecnológica e pela necessidade de conforto e eficiência nas residências. Com destaque para a adoção de Interface cérebro-computador (BCI), equipamentos conectados à Internet das Coisas (IoT), sistemas de controle por voz, e através simplesmente do movimento dos olhos. Essas inovações têm potencial para melhorar a interação de pessoas (inclusive com ELA) com o ambiente doméstico, ao permitir o controle de dispositivos tais como lâmpadas, interruptores, câmeras, aparelhos de climatização, e outros, utilizando comandos simples ou até automatizados (11,12).

Apesar dos avanços recentes a adoção de casas inteligentes por pessoas com ELA ainda enfrenta desafios significativos. Barreiras como custo elevado, complexidade de uso e resistência psicológica (13–15) dificultam a implementação dessas tecnologias em larga escala (16). Ademais, a aceitação de novas interfaces, como as baseadas em eletroencefalografia (EEG) e controle ocular, permanece como uma área de estudo em desenvolvimento, com grande parte das soluções ainda em fase experimental (17–19).

Os desafios a serem enfrentados (20) são inúmeros e abrangem não apenas o campo das ciências da saúde, mas também o desenvolvimento de tecnologias avançadas que possam garantir maior autonomia aos usuários (21,22). No contexto de casas inteligentes, essas inovações tecnológicas em saúde apresentam uma solução promissora para atender as necessidades cotidianas de pessoas com ELA, possibilitando que gerenciem dispositivos domésticos e acessem serviços de saúde de forma mais autônoma e eficiente (23,24).

A interseção entre tecnologia assistiva, engenharia e ciências da saúde desempenha um papel essencial na criação de soluções digitais para a saúde (9,15,20,21), garantindo que sejam eficazes e acessíveis (25,26) e têm se mostrado fundamentais para melhorar a acessibilidade e reduzir as desigualdades enfrentadas pelas pessoas com ELA (27,28). Além de permitir maior autonomia, promovem inclusão social e propiciam um ambiente mais sustentável para pessoas com deficiências (PcD) (10,13–15,29,30).

Nesse contexto, reconhecer que essas inovações não são apenas ferramentas auxiliares, mas segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) são facilitadores ambientais (31,32) para o desenvolvimento de uma sociedade mais inclusiva, que valorize o bem-estar de indivíduos com ELA (7,8,13–15). A aplicação dessas soluções em ambientes domésticos tem potencial de transformar significativamente a vida destas pessoas, proporcionando maior autonomia, conforto, segurança e facilidade no controle de dispositivos eletrônicos e sistemas automatizados (7,13).



Diante da crescente relevância das tecnologias assistivas, o presente trabalho realiza uma revisão sistemática sobre estudos relacionadas ao uso de casas inteligentes para pessoas com ELA, publicados em cinco anos, a fim de identificar as principais tecnologias empregadas nos meios de interação, nos dispositivos conectados e os fatores que tornam acessíveis essas inovações. Em paralelo, descobrir eventuais lacunas existentes na literatura e contribuir para o avanço da pesquisa na área de tecnologias assistivas aplicadas a casas inteligentes para pessoas com ELA.

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o objetivo de identificar e analisar publicações relacionadas ao uso de casas inteligentes voltadas para pessoas com ELA ou com condições semelhantes. A investigação foi orientada por quatro questões de pesquisa (QPs), que direcionaram a seleção, extração e análise dos dados dos estudos primários.

O estudo seguiu as diretrizes metodológicas de elaboração de revisão sistemática propostas por Kitchenham (33–35), utilizando o Checklist PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (36–38) para garantir a transparência e a replicabilidade dos achados (1,2,5,6,21,25,39). A seleção dos estudos foi orientada pelo acrônimo PICOC (40,41), considerando a população-alvo, as intervenções tecnológicas aplicadas, a comparação com ambientes tradicionais, os resultados obtidos e o contexto de aplicação.

A questão norteadora da pesquisa investiga como as casas inteligentes e as tecnologias assistivas podem influenciar a autonomia de pessoas com ELA. O processo metodológico foi conduzido em seis etapas, conforme Figura 1.

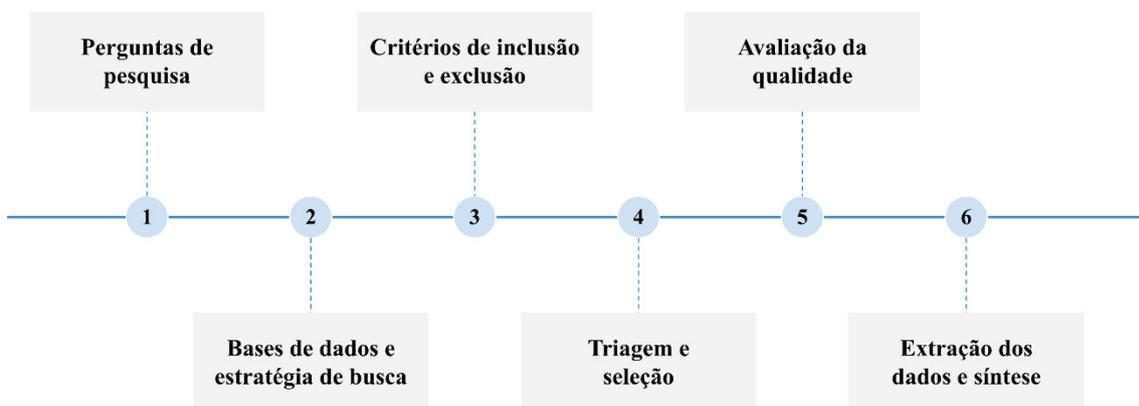


Figura 1: Etapas da Metodologia da Revisão Sistemática

2.1. Perguntas de Pesquisa

As questões de pesquisa foram elaboradas de acordo com a metodologia PICOC (40,41). Como parte fundamental do protocolo da revisão a investigação foi orientada por quatro questões de pesquisa, formuladas para direcionar a seleção, extração e análise dos dados dos estudos primários. As questões são apresentadas na Tabela 1 a seguir:



Tabela 1. Questões de Pesquisa.

| QP | Descrição das questões de pesquisa estabelecidas |
|------|---|
| QP01 | Qual o Meio de interação é adotado para a comunicação entre o usuário e a interface dos sistemas da Casa Inteligente nos estudos revisados? |
| QP02 | Quais Dispositivos são utilizados ou integrados aos sistemas da Casa Inteligente apresentados nos estudos analisados? |
| QP03 | Quais são as Características dos Experimentos dos estudos: teórico, prático, simulação, protótipo funcional? |
| QP04 | Quais são as características dos participantes envolvidos nos estudos, considerando perfis e condições clínicas? |

2.2. Bases de Dados e Estratégia de Busca

A busca pelos estudos primários foi realizada por dois pesquisadores em cinco bases de dados selecionadas pela sua relevância, abrangência e pela cobertura de publicações nas áreas de tecnologia em saúde e intervenções tecnológicas assistivas. As bases de dados utilizadas foram: *ACM Digital Library*, *IEEE Digital Library*, *PubMed*, *Sciencedirect*, e *Scopus*. A combinação dessas bases de dados visa garantir que a revisão abranja tanto aspectos tecnológicos quanto clínicos, que são essenciais para melhor compreensão do tema em questão.

As pesquisas nas bases de dados foram realizadas no mês de setembro de 2023, a cadeia de pesquisa (*string* de busca) foi montada para garantir a inclusão de termos sinônimos e variações ortográficas para cobrir a literatura de forma abrangente (42,43). A *string* de busca utilizada foi:

("Smart home" OR "Smart house" OR "Intelligent home" OR "Intelligent house") AND ("amyotrophic lateral sclerosis" OR ALS OR "motor neuron disease" OR "Lou-Gehrig" OR "Charcot")

Para atender particularidades de buscas específicas, na base de dados ACM Digital Library, a *string* de busca foi adaptada e utilizada da seguinte forma:

[[All: "smart home"] OR [All: "smart house"] OR [All: "intelligent home"] OR [All: "intelligent house"]] AND [[All: "amyotrophic lateral sclerosis"] OR [All: ALS] OR [All: "motor neuron disease"] OR [All: "Lou-Gehrig"] OR [All: "Charcot"]]

2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Para a elegibilidade dos estudos nesta revisão, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão e exclusão, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Critérios de Inclusão e Exclusão.

| ID | Critérios de Inclusão | Critérios de exclusão |
|----|--|---|
| 01 | CI1: Estudos publicados entre 2019 e 2023. | CE1: Estudos duplicados nas bases de dados. |
| 02 | CI2: Estudos primários de pesquisa publicados em periódicos. | CE2: Artigos de revisão de literatura, resumos de conferências ou trabalhos incompletos. |
| 03 | CI3: Estudos nas áreas de tecnologia assistiva, engenharia, ciência da computação ou neurociências, com foco no escopo. | CE3: Estudos fora do escopo da pesquisa, que não tratassem de casas inteligentes. |



2.4. Triagem e Seleção dos Estudos

A triagem e seleção dos artigos foi realizada em três etapas: a primeira foi a leitura dos títulos, palavras-chave e resumo para identificar estudos que atendiam aos critérios de inclusão. Em seguida, a aplicação dos critérios de exclusão e, então, se definem os estudos que devem (inclusão) ou não devem (exclusão) ser considerados no escopo da revisão. Por fim realizar a leitura completa dos artigos elegíveis para extração de dados e para confirmar sua relevância para as questões de pesquisa desta revisão.

Durante essa etapa foi utilizada a ferramenta computacional Rayyan (*Rayyan QCRI® tool*) (44,45), para triagem e organização dos artigos, possibilitando uma análise criteriosa das publicações indexadas entre 2019 e 2023. Trata-se de uma ferramenta de apoio para revisões sistemáticas que auxilia no gerenciamento dos estudos coletados e facilita o processo de filtragem, permitindo que os revisores façam marcações de inclusão ou exclusão do estudo, de modo colaborativo. Isso foi essencial para garantir a organização e a visualização dos artigos, facilitando a triagem de estudos relevantes com base nos critérios definidos.

2.5. Avaliação da Qualidade dos Estudos

Para determinar o conjunto final de artigos elegíveis desta revisão e buscar respostas para as questões de pesquisa, a triagem foi realizada. Os artigos incluídos foram avaliados com base em critérios de qualidade estabelecidos, adaptados de PRISMA (36–38) e Kitchenham (33–35), para garantir a relevância e a robustez metodológica dos estudos. Os critérios de qualidade considerados (QAs) são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3. Critérios para Avaliação da Qualidade

| QA | Descrição dos critérios de qualidade estabelecidos |
|------|--|
| QA01 | O estudo aborda o meio de interação com a interface do sistema da casa inteligente para pessoas com ELA? |
| QA02 | O estudo descreve os dispositivos conectados ao sistema da casa inteligente? |
| QA03 | O estudo aborda o tipo dos experimentos ou simulações? |
| QA04 | O estudo descreve as características dos participantes? |

Cada critério de qualidade foi pontuado com 1,0 ponto para atendimento completo do critério, 0,5 ponto para atendimento parcial, e 0 ponto para ausência. Com isso um revisor atribuiu as pontuações, ou score ao conjunto final de estudos. O score de um estudo foi obtido pela média aritmética dos pontos atribuídos a estes quatro critérios de qualidade do estudo. Para ser incluído na análise final, o artigo deve atingir pontuação mínima de 0,5 ponto (21).

2.6. Extração de Dados e Síntese

Os dados foram extraídos dos estudos selecionados com base nas questões de pesquisa. As informações extraídas incluíram os meios de interação com as interfaces das casas inteligentes, os dispositivos conectados ao sistema, o tipo dos estudos (se teóricos ou práticos) e as características dos participantes. A síntese dos resultados foi organizada de acordo com as questões de pesquisa e critérios de avaliação de qualidade, permitindo identificar lacunas e oportunidades para futuras investigações (4,19).



RESULTADOS

Os resultados quantitativos da execução do protocolo desta RSL foram sumarizados na Figura 2, mostrando que após realizar as buscas nas bases de dados, 290 registros foram identificados. A realização da triagem consistiu na aplicação dos critérios de inclusão (211 estudos não foram incluídos), dos critérios de exclusão (67 estudos foram excluídos) e critérios de avaliação da qualidade (01 estudo foi excluído (17)), restando um conjunto com os 11 estudos primários (4,11,12,16,18,19,42,43,46–48), considerados elegíveis e que fizeram parte desta revisão sistemática para responder às perguntas de pesquisa (Tabela 1).

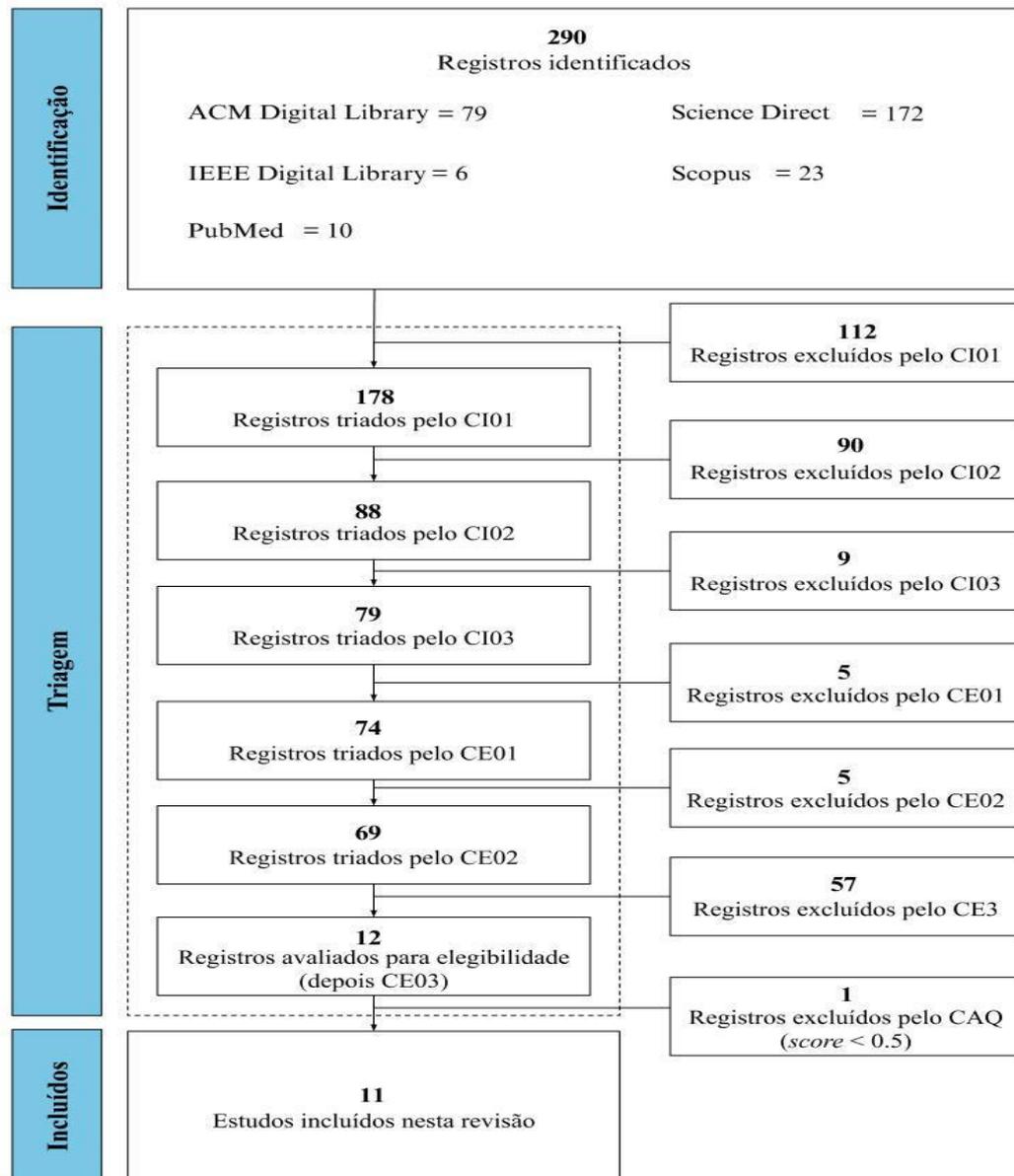


Figura 2. Resultado do processo de busca e triagem, de acordo com o PRISMA.

Os resultados mais relevantes, foram organizados e apresentados na mesma sequência das questões de pesquisa. A análise é baseada nos dados extraídos dos 11 artigos elegíveis e encontra-se descrita na Tabela 4, organizada de acordo com a pontuação obtida, ano de publicação, dispostos em ordem decrescente de escore.



Tabela 4: Resumo das principais características dos artigos incluídos.

| ID | Ano | Score | QP01: Meio de Interação | QP02: Dispositivos Utilizados | QP03: Características dos Experimentos | QP04: Características dos Participantes |
|--|------|-------|---|--|---|--|
| 1 - (46) CHEN et al. 2022 | 2022 | 1 | Controle por voz e movimentos oculares | Detalha dispositivos IoT, lâmpadas inteligentes, sensores de movimento | Implementação e teste de protótipo em ambiente experimental com voluntários saudáveis | Inclui pessoas com ELA e voluntários saudáveis |
| 2- (11) DE OLIVEIRA JÚNIOR et al. 2020 | 2020 | 1 | BCI baseada em EEG | Descreve integração de TVs, iluminação, e outros dispositivos | Experimentos controlados com um protótipo de smart home usando sinais EEG | Menciona testes com pessoas com ELA e voluntários |
| 3 - (43) SHUKLA et al. 2021 | 2021 | 0,88 | Controle de dispositivos via sinais P300 e BCI | Menciona aparelhos domésticos, mas sem detalhamento | Experimentos controlados focados em classificação de sinais BCI | Utiliza voluntários saudáveis |
| 4 - (42) AYLETT et al. 2022 | 2022 | 0,75 | Controle ocular | Menciona lâmpadas inteligentes, mas com pouco detalhamento | Experimentos com voluntários saudáveis | Testes com voluntários saudáveis, simulando pessoas com limitações motoras |
| 5 - (4) VERBAARSCHOT et al. 2021 | 2021 | 0,75 | BCI visual para comunicação e controle de dispositivos | Menciona dispositivos como luzes e ventiladores | Descreve experimentos controlados com a interface BCI visual | Inclui pessoas com ELA |
| 6 - (47) WANG et al. 2021 | 2021 | 0,75 | Sensores de sinergia comportamental (Kinect®) para automatizar o controle de dispositivos | Menciona lâmpadas e interruptores, mas com pouco detalhamento | Simulações de sinergias comportamentais e testes em ambientes controlados | Menciona simulações com voluntários saudáveis |
| 7 - (12) HANSEN et al. 2023 | 2023 | 0,63 | Controle ocular | Menciona dispositivos conectados, mas com descrição parcial | Experimentos controlados com foco em usabilidade | Utiliza voluntários, sem inclusão de pessoas com deficiências |
| 8 - (18) BOLAÑOS et al. 2021 | 2021 | 0,63 | Controle de dispositivos por EEG via BCI | Descreve parcialmente os dispositivos conectados em um ambiente inteligente | Experimentos controlados com sinais EEG | Utiliza voluntários saudáveis, sem inclusão de pessoas com ELA |
| 9 - (19) ZHANG et al. 2023 | 2023 | 0,63 | Controle ocular usando óculos com base em EMG | Menciona dispositivos domésticos conectados, mas sem detalhamento | Experimentos controlados com voluntários saudáveis | Utiliza voluntários saudáveis, sem inclusão de pessoas com ELA |
| 10 - (16) WALLOCK et al. 2021 | 2021 | 0,63 | Menciona tecnologias assistivas, mas com descrição limitada | Não descreve os dispositivos utilizados | Menciona testes de usabilidade, mas com poucos detalhes | Inclui pessoas com ELA |
| 11 - (48) SAHAL et al. 2021 | 2021 | 0,63 | BCI e realidade aumentada | Menciona dispositivos conectados via BCI e realidade aumentada, mas sem detalhamento | Experimentos controlados com BCI e realidade aumentada | Utiliza voluntários saudáveis, sem inclusão de pessoas com ELA |

BCI = Interface cérebro-computador, IoT = Dispositivos conectados à Internet das Coisas, EEG = Eletroencefalograma. P300 =Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (P300)



A tabela 4 oferece uma visão detalhada e estruturada de como os 11 artigos abordaram os diferentes aspectos da qualidade estabelecida. Destes, 02 estudos foram publicados na base de dados *ACM Digital Library* (12,42), 04 estudos foram publicados na *Sciencedirect* (4,18,19,43) e 05 estudos foram publicados na *Scopus* (11,12,16,47,48) e nenhum foi publicado nas bases de dados da *IEEE Digital Library* ou na *PubMed*.

Observa-se que a maioria dos estudos utiliza BCI, controle ocular, ou sensores como meios de interação. Apenas alguns estudos fornecem detalhes sobre os dispositivos conectados, como por exemplo os estudos (11,46). Experimentos controlados, realizados em ambientes de testes controlados foram relatados pela maioria dos estudos, enquanto a inclusão direta de pessoas com ELA foi mais limitada, vários estudos utilizaram apenas voluntários saudáveis.

3.1 - Questão de Pesquisa 01 – Meios de Interação

A questão de pesquisa 01 trata dos meios ou interfaces de interação dos artigos incluídos na revisão sistemática e avalia como cada estudo aborda o meio de interação utilizado, como por exemplo, BCI (interface cérebro-computador), controle ocular, controle por voz, Internet das coisas (IoT), tecnologias vestíveis (46) (como relógios, pulseiras e óculos inteligentes, são alguns dos principais exemplos dessa tecnologia *wearables*), etc, conforme Figura 3.

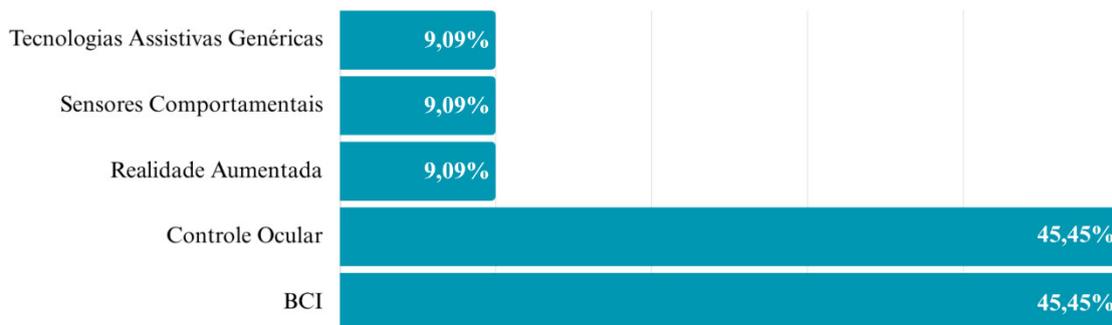


Figura 3. Resultado da Questão de Pesquisa 01 – Meios de Interação

Interface cérebro-computador (BCI) é utilizada em 45,45% (5 de 11) dos estudos (4,11,18,43,48), com variações em como os sinais cerebrais são utilizados, por exemplo Eletroencefalograma (EEG) ou Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (P300) que mede a atividade cerebral em resposta a estímulos auditivos. Da mesma forma, o Controle ocular também é utilizado em 45,45% (5 de 11) nos estudos (12,18,19,42,46), é uma das interfaces mais comuns para pessoas com ELA, pois permite a interação dos indivíduos com dispositivos da casa inteligente sem a necessidade de realizar movimentos físicos que exijam utilizar grandes grupos musculares, pois pode ser realizado através do movimento dos olhos.

Sensores comportamentais, Tecnologias Assistivas de modo genérico, Realidade aumentada, cada um destes tem ocorrência de 9,09% (1 de 11) nos estudos analisados e tem abordagem menos comum. Os Sensores comportamentais, no estudo (47) utiliza sensores para monitorar o comportamento diário de usuários e automatizar dispositivos com base nas atividades e no comportamento destes. O uso de Tecnologias Assistivas de modo genérico, mesmo com pouca descrição é o meio de interação utilizado no estudo (16). Enquanto que Realidade aumentada é mencionada no estudo (48), combinada com BCI é utilizada para permitir que pessoas controlem dispositivos com base na visualização em ambientes de realidade virtual.



Os meios de interação são projetados para dar um pouco mais de autonomia às pessoas com ELA, permite o controle do ambiente de forma independente. A abordagem encontrada nesta questão de pesquisa pode variar entre o uso direto de sinais cerebrais, movimentos oculares e sistemas de automação baseados no comportamento do usuário.

3.2 Questão de Pesquisa 02 - Dispositivos Utilizados

A questão de pesquisa 02 avalia como cada estudo descreve os dispositivos conectados a casa inteligente, como por exemplo, lâmpadas inteligentes, interruptores, sensores, eletrodomésticos nos artigos incluídos na revisão, conforme Figura 4.

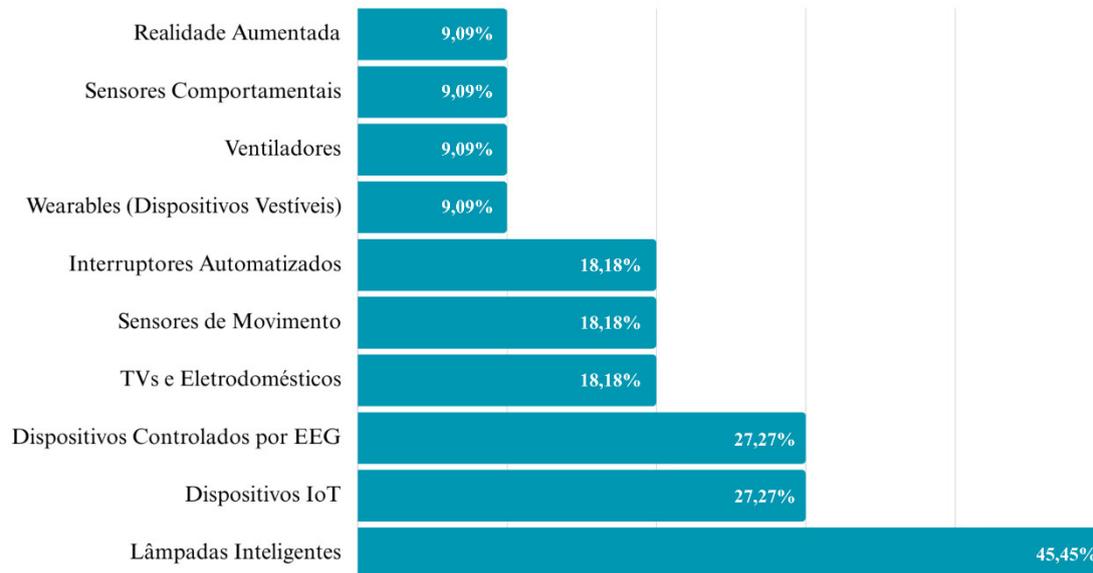


Figura 4. Resultado da Questão de Pesquisa 02 – Dispositivos utilizados

As Lâmpadas inteligentes são utilizadas em 45,45% (5 de 11) dos estudos, é o dispositivo mais utilizado desta revisão, presente nos estudos (4,11,42,46,47), frequentemente são utilizadas de forma integrada com BCI, controle ocular e sensores. Os dispositivos IoT, com 27,27% (3 de 11) dos estudos, são mencionados em (11,12,46) e mostram que essa tecnologia é um componente essencial na automação residencial para pessoas com ELA. Os dispositivos controlados por EEG, também com 27,27% dos estudos são mencionados em (11,18,43) e utilizam BCI para controle de dispositivos.

Interruptores automatizados, *Smart TVs* e outros eletrodomésticos, bem como sensores de movimento, cada um destes dispositivos tem ocorrência de 18,18% (2 de 11) nos estudos analisados. Os interruptores automatizados foram mencionados nos estudos (11,47), destacando-se como uma solução eficiente para controle de iluminação e de outros dispositivos domésticos. Já as TVs e eletrodomésticos, são mencionados nos estudos (11,48), sendo frequentemente integrados a sistemas BCI para permitir que os usuários interajam com esses dispositivos sem a necessidade de realizar movimentos físicos. Os sensores de movimento, foram utilizados nos estudos (18,46) e tem um papel relevante na automação assistiva ao detectar a presença do usuário e ativar dispositivos automaticamente, reduzindo a necessidade de comandos manuais ou interfaces complexas. Esses dispositivos, quando combinados, podem oferecer soluções robustas para trazer um pouco mais de conforto e melhorar a independência e autonomia de pessoas com ELA dentro de ambientes de casas inteligentes.



Os ventiladores (4), dispositivos vestíveis (*wearables*) (46), realidade aumentada (48) e sensores comportamentais (47) aparecem apenas em um estudo cada e tem 9,09% de ocorrências, indicando que essas tecnologias ainda são menos comuns na literatura analisada, mas podem representar tendências futuras para interação de pessoas com ELA no ambiente das casas inteligentes. Apenas os estudos (11,46) descrevem de forma detalhada os dispositivos conectados, como IoT, lâmpadas inteligentes, sensores e outros eletrodomésticos, sendo bastante completos na descrição dos dispositivos. Os estudos (4,42,43,47) mencionam dispositivos como lâmpadas inteligentes, ventiladores, mas fornecem descrições limitadas ou parciais dos dispositivos conectados. Por fim os estudos (12,16,18,19,48) são menos específicos ainda quanto aos dispositivos conectados, embora mencionem dispositivos com tecnologias assistivas de modo geral, falta clareza sobre quais dispositivos estão integrados ao sistema da casa inteligente.

3.3 - Questão de Pesquisa 03 - Características dos Experimentos

A questão de pesquisa 03 avalia se o estudo apresenta os tipos dos experimentos realizados no sistema da casa inteligente para determinar se os estudos são simulações, experimentos teóricos, práticos ou protótipos em funcionamento, conforme Figura 5.

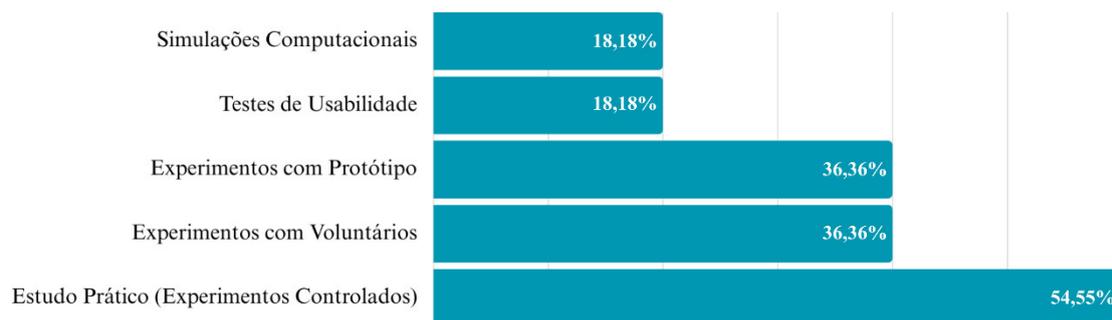


Figura 5. Resultado da Questão de Pesquisa 03 - Características dos experimentos

Os Estudos Práticos em Experimentos Controlados são 54,54% (6 de 11) estudos (4,11,18,46–48), sendo o tipo de experimento mais presente nesta revisão, indicando predominância deste tipo de estudo. Os estudos avaliaram o uso das tecnologias assistivas em ambientes de testes controlados (simulados e bem estruturados), garantindo controle e a reprodutibilidade dos experimentos.

Os Experimentos com Protótipos são mencionados em 36,36% (4 de 11) estudos (4,11,19,46). Os estudos testaram protótipos funcionais de sistemas inteligentes em seus experimentos, verificando sua viabilidade antes da implementação real, para testar a sua viabilidade. Também com 36,36% temos os Experimentos com voluntários, mencionados nos estudos (11,19,42,46). Os estudos (19,42) utilizaram voluntários saudáveis sem a participação direta de pessoas com ELA, o que pode limitar a aplicabilidade dos resultados. O estudo (42) utilizou voluntários para testar controle ocular e interação homem-máquina.

Simulações Computacionais e Testes de Usabilidade, têm 18,18% (2 de 11) ocorrências nos estudos analisados. Os estudos (43,47) utilizaram Simulações computacionais para prever como os dispositivos respondem aos hábitos dos usuários, e como os sistemas inteligentes se comportam sem a necessidade de testes com usuários reais (pessoas com ELA). Já os estudos (12,16) utilizaram Testes de usabilidade, para avaliar a experiência do usuário, a eficácia da tecnologia e a aceitação da tecnologia assistiva para casas inteligentes para melhorar o bem-estar das pessoas com ELA.



Os estudos com Experimentos práticos controlados (4,11,18,46–48), bem como estudos focados em protótipos funcionais (4,11,19,46) e Experimentos com voluntários (11,19,42,46) são os tipos de experimentos mais adotados. Isso mostra que grande parte dos estudos encontrados está em um nível avançado, com testes experimentais sendo conduzidos, o que fortalece a robustez dos resultados. Respectivamente, protótipos estão sendo testados, mas ainda não são aplicados em larga escala, com isso encontramos uma lacuna entre teoria e implementação prática, uma vez que poucos estudos apresentam soluções ou produtos em funcionamento efetivo.

Testes de usabilidade (12,16) e Simulações (43,47) foram os tipos menos frequentes, porém são essenciais para analisar como as pessoas aceitam as tecnologias assistivas, o que mostra outra lacuna e sugere que ainda há espaço para realizar investigações sobre a experiência do usuário. A pequena inclusão de voluntários com ELA nos estudos restringe a aplicabilidade dos resultados de forma ampla, reforçando a necessidade de realizar investigações mais detalhadas com esta população.

3.4 - Questão de Pesquisa 04 – Participantes

A questão de pesquisa 04 avalia se cada estudo inclui informações sobre os participantes do sistema casa inteligente para determinar se os participantes mencionados nos estudos são pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), conforme Figura 6.

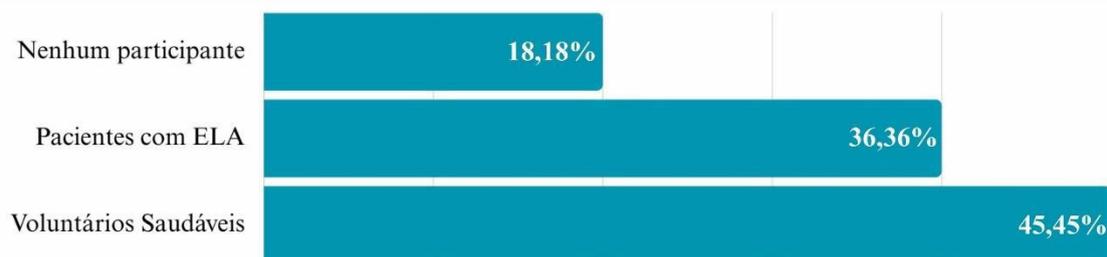


Figura 6. Resultado da Questão de Pesquisa 04 – Participantes dos experimentos

Participantes que são voluntários saudáveis aparecem em 45,45% (5 de 11) estudos (11,19,42,46,48). A maioria dos estudos utilizou voluntários saudáveis para testar as tecnologias, o que limita a generalização dos resultados das investigações. Estudos como (19,42) testaram interfaces de interação com voluntários, simulando algumas condições de limitação física semelhantes a pessoas com limitações motoras.

Pacientes com ELA foram incluídos em apenas 36,36% (4 de 11) dos experimentos, o que contribui para maior aplicabilidade dos resultados para a população alvo da pesquisa. Pessoas com ELA foram efetivamente incluídos nos estudos (4,11,16,46), sendo que o estudo (4) tem foco direto na interação de pessoas com ELA com os sistemas das casas inteligentes.

Em dois estudos (12,47), ou seja, em 18,18% dos estudos não foram incluídos participantes com ELA, baseando-se em simulações computacionais ou análises teóricas para validar suas abordagens.

Observa-se que a inclusão de pacientes com ELA ainda é bem limitada, estando presente em menos da metade dos estudos analisados (4,11,16,46). A predominância de voluntários saudáveis nos experimentos (11,19,42,46,48) indica outra lacuna e a necessidade de realizar mais testes clínicos e avaliações práticas para validar a eficácia das tecnologias propostas.



Os estudos baseados em simulações computacionais e experimentos teóricos (12,47) podem ser úteis para validação inicial, mas precisam ser complementados com testes reais para garantir que possam ser efetivamente aplicados.

DISCUSSÃO

O presente estudo analisou o impacto das tecnologias de casas inteligentes na autonomia de pessoas com ELA, a partir da leitura completa e análise de 11 estudos primários triados dentre 290 da seleção inicial, identificou-se que a adoção de sistemas automatizados e interfaces assistivas nas casas, pode oferecer melhorias significativas e promissoras para a melhoria do bem-estar dessas pessoas.

Dentre as principais descobertas desta revisão, destaca-se o uso de Interfaces cérebro-computador (BCI) e Controle ocular como os principais meios de interação (QP01) para permitir o controle do ambiente domiciliar por pessoas com limitações motoras severas (11,46). Essas tecnologias possibilitam a realização de tarefas cotidianas sem a necessidade de assistência contínua, o que ajuda a promover a autonomia. Mas apesar da eficácia dessas soluções, os resultados revelam que a adoção dessas interfaces enfrenta alguns desafios, especialmente no que se refere à adaptação do usuário e à aceitação das tecnologias (4,14,30).

Os dispositivos (QP02) mais comumente utilizados são as lâmpadas inteligentes (4,11,42,46,47), sensores de movimento (11,18,43) e dispositivos IoT (11,12,46). Esses dispositivos quando integrados a sistemas de automação permitem o controle do ambiente de modo intuitivo e adaptado às necessidades das pessoas com ELA, o que pode melhorar sua autonomia e bem-estar. No entanto, a descrição limitada da integração dos dispositivos nos estudos revisados dificulta a compreensão de como esses sistemas operam na prática, e qual seu real impacto no bem-estar e na qualidade de vida destas pessoas (8,16).

No que diz respeito aos tipos de experimentos (QP03) analisados, a maioria consistiu realizar em experimentos controlados, ou simulações computacionais (19), com protótipos ou com voluntários saudáveis, e pequena inclusão de indivíduos com ELA. O que compromete a aplicabilidade dos resultados na utilização real das tecnologias, já que as necessidades e obstáculos que pessoas com ELA enfrentam podem ser bem diferentes dos cenários simulados (43,47).

Quanto aos participantes (QP04), devido à condição rara da doença e ao avanço progressivo e rápido da degradação dos neurônios motores, a inclusão de pessoas com ELA em estudos de longo prazo é complexa. Isso ocorre em função das características da doença e da dificuldade em reunir um número significativo de pacientes, o que torna a participação ativa de pessoas com ELA em testes e experimentos, restrita e desafiadora. Este fato, é o que faz com que a maioria dos estudos analisados utilize voluntários saudáveis como participantes, o que compromete a aplicabilidade dos resultados para o público alvo dessas inovações (18,19). Poucos estudos (apenas 36,36%) incluem efetivamente pessoas com ELA, porém é imprescindível a ampliação das investigações desta categoria de participantes para validar a usabilidade e a efetividade das casas inteligentes no seu contexto prático cotidiano.

Sobre a questão norteadora da pesquisa de “Como as casas inteligentes e as tecnologias assistivas podem afetar a autonomia de pessoas com Esclerose Lateral



Amiotrófica (ELA) no ambiente domiciliar?”, os resultados obtidos indicam que casas inteligentes desempenham um papel fundamental na autonomia de pessoas com ELA. Interfaces cérebro-computador (BCI) e Controle ocular possibilitam a utilização de dispositivos domésticos sem a necessidade de realizar movimentos físicos que exijam utilizar grandes grupos musculares, podendo ser realizado através do piscar dos olhos, o que possibilita certa autonomia em atividades diárias (4,46). Além disso, a integração de dispositivos IoT, sensores e sistemas automatizados melhora a acessibilidade e o conforto dentro do ambiente domiciliar, reduzindo a dependência de cuidadores (12). No entanto, (16) afirmam que, desafios significativos como alto custo dessas tecnologias, a necessidade de interfaces mais intuitivas e a carência de avaliações clínicas com pacientes reais para validar a eficácia das soluções, limita sua aplicação em larga escala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dessas evidências, conclui-se que as casas inteligentes representam uma alternativa promissora para autonomia de pessoas com ELA, evidencia a importância das tecnologias assistivas na promoção da autonomia e bem-estar delas. Os achados indicam que interfaces cérebro-computador (BCI) e controle ocular são as principais formas de interação utilizadas no momento, enquanto dispositivos como lâmpadas inteligentes, sensores de movimento e IoT são amplamente empregados para facilitar a interação com o ambiente domiciliar. A integração dessas tecnologias ajuda a reduzir a dependência de cuidadores e melhora a autonomia de pessoas com ELA em suas residências.

Apesar dos benefícios identificados a revisão também apontou desafios na adoção dessas soluções. O alto custo das tecnologias assistivas e a necessidade de validação clínica mais robustas são barreiras significativas, além disso, a baixa participação de pessoas com ELA nos estudos compromete a representatividade dos resultados e a aplicabilidade das soluções. A elevada taxa de artigos excluídos na triagem dos registros iniciais, reflete a escassez de pesquisas focadas diretamente em casas inteligentes para pessoas com ELA, embora essa tecnologia assistiva seja uma área de crescente interesse, o que reforça a necessidade da continuação de investigações nessa área.

A contribuição deste estudo reside na análise de soluções tecnológicas voltadas para casas inteligentes e sua aplicabilidade na rotina de pessoas com ELA. Revisões anteriores abordam tecnologias assistivas, entretanto este estudo vai além ao destacar a necessidade de utilizar essas tecnologias de maneira acessível e sustentável. Sugere que o desenvolvimento de soluções intuitivas e economicamente viáveis pode facilitar a implementação dessas inovações e ampliar seu alcance para um número maior de pessoas. Melhorar a capacidade funcional de pessoas com deficiência motora e propiciar autonomia para elas é essencial para mitigar os efeitos do isolamento social e promover o exercício dos direitos e da cidadania.

Para expandir o uso dessas tecnologias, trabalhos futuros devem dar prioridade à participação direta do maior número possível de indivíduos com ELA para validar a efetividade das soluções criadas. O avanço das pesquisas na área, juntamente com a implementação de políticas públicas de estímulo à adoção de tecnologias assistivas mais acessíveis e ajustáveis às demandas individuais, pode contribuir para um futuro mais inclusivo e acessível para aqueles que convivem com a ELA.



REFERÊNCIAS

1. Barbalho I, Valentim R, Júnior MD, Barros D, Júnior HP, Fernandes F, et al. National registry for amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review for structuring population registries of motor neuron diseases. *BMC Neurol*. 2021 Dec 1;21(1).
2. Coutinho KMD, Fernandes F, Medeiros KC, Coutinho KD, Dias A de P, Valentim RA de M, et al. Data Report: Educational pathway addressing food and nutrition in amyotrophic lateral sclerosis on the AVASUS platform. *Front Digit Health*. 2024;6.
3. Masrori P, Van Damme P. Amyotrophic lateral sclerosis: a clinical review. Vol. 27, *European Journal of Neurology*. Blackwell Publishing Ltd; 2020. p. 1918–29.
4. Verbaarschot C, Tump D, Lutu A, Borhanazad M, Thielen J, van den Broek P, et al. A visual brain-computer interface as communication aid for patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Clinical Neurophysiology*. 2021 Oct 1;132(10):2404–15.
5. Vilar MDDC, Coutinho KMD, Vale SHDL, Medeiros GCBS, Piuvezam G, Leite-Lais L, et al. Nutritional therapy in amyotrophic lateral sclerosis: Protocol for a systematic review and meta-analysis. Vol. 12, *BMJ Open*. BMJ Publishing Group; 2022.
6. Cunha PS da, Barbalho IMP, Fernandes FR dos S, Romão MH, Rodrigues da Silva Valentim JL, Dantas Coutinho KM, et al. Interculturality in the Development of Technology-Mediated Courses for Massive Health Education: A Systematic Review. Vol. 14, *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024. p. 2754–71.
7. Duarte P, Fernandes S. Autonomia e bem-estar na população idosa: aplicações para casas inteligentes. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina) – Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2018. [Internet]. 2018 [cited 2025 Mar 15]. Available from: <https://hdl.handle.net/10316/90009>
8. Rosa Silva JP, Santiago Júnior JB, dos Santos EL, de Carvalho FO, de França Costa IMP, Mendonça DMF de. Quality of life and functional independence in amyotrophic lateral sclerosis: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2025 May 21];111:1–11. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763418309448>
9. Fernandes F. Solução de saúde digital para a comunicação alternativa de pessoas com esclerose lateral amiotrófica. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação), UFRN. [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 15]. Available from: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/56749>
10. Ding D, Morris L, Messina K, Fairman A. Providing mainstream smart home technology as assistive technology for persons with disabilities: a qualitative study with professionals. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2023;18(7):1192–9.
11. de Oliveira Júnior WG, de Oliveira JM, Munoz R, de Albuquerque VHC. A proposal for Internet of Smart Home Things based on BCI system to aid patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Neural Comput Appl*. 2020 Aug 1;32(15):11007–17.
12. Hansen JPP, Bækgaard P, Valgeirsdottir D, Beier S. Universal Design of Gaze Interactive Applications for People with Special Needs. In: *Eye Tracking Research and Applications Symposium (ETRA)*. Association for Computing Machinery; 2023.
13. Rosa Nascimento D. A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO DA CASA INTELIGENTE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. 2021.
14. Rosa Nascimento D, Fettermann D. Quais os fatores que interferem na aceitação das tecnologias da casa inteligente pelo usuário: uma revisão Which factors interfere with the acceptance of smart home technologies by the user: a review [Internet]. Vol. 22. 2021. Available from: <https://orcid.org/0000-0003-4079-9892><https://orcid.org/0000-0001-9210-8622>
15. Anastacio M, Flor Da Rosa B, Cesar C, Freitas G, Flor Da Rosa V. Tecnologia assistiva e tecnologia social: análise dos limites da relação entre ambas. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v 14, n 35, p 1-16 [Internet]. 2018; Available from: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts>



16. Wallock KE, Cerny SL. Voices from the Field Benefits of Smart Home Technology for Individuals Living with Amyotrophic Lateral Sclerosis [Internet]. Vol. 15. 2021. Available from: www.atia.org/atob
17. Al-Masri E, Singh A, Soury A. IoBCT: A Brain Computer Interface using EEG Signals for Controlling IoT Devices. In: Proceedings of the 2022 5th IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention, ICKII 2022. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2022. p. 18–23.
18. Sanchez Bolaños CD, Rodriguez ND, Perdomo CAC. Non-invasive control of a intelligent room using EEG signals. In: IFAC-PapersOnLine. Elsevier B.V.; 2021. p. 25–30.
19. Zhang S, Song Z, Zhao W, Sun X, Xu L, Jin B, et al. An EMG-based wearable multifunctional Eye-control glass to control home appliances and communicate by voluntary blinks. *Biomed Signal Process Control*. 2023 Sep 1;86.
20. Barbalho IMP, Fonseca ALA, Fernandes F, Henriques J, Gil P, Nagem D, et al. Digital health solution for monitoring and surveillance of Amyotrophic Lateral Sclerosis in Brazil. *Front Public Health*. 2023;11.
21. Fernandes F, Barbalho I, Bispo Júnior A, Alves L, Nagem D, Lins H, et al. Digital Alternative Communication for Individuals with Amyotrophic Lateral Sclerosis: What We Have. Vol. 12, *Journal of Clinical Medicine*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
22. Coimbra TM, Ezequiel CT, Moreira DS, Morita MDP, Castiglioni L, Bianchin MA. Comunicação Alternativa Ampliada na Esclerose Lateral Amiotrófica: A Tecnologia a Favor da Reabilitação. *Arquivos de Ciências da Saúde*. 2018 Dec 20;25(3):22.
23. Da Câmara M, Dantas R. Sistema de Telemonitoramento para Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica.
24. Gomes de Souza e Silva EM, Tomaz da Silva S, Januário de Holanda L, Tezoni Borges D, Mendonça Fernandes AP, Evangelista Rodrigues da Silva K, et al. Effects of a self-care educational program via telerehabilitation on quality of life and caregiver burden in amyotrophic lateral sclerosis: a single-blinded randomized clinical trial protocol. *Front Psychol*. 2023;14.
25. Fernandes F, Barbalho I, Barros D, Valentim R, Teixeira C, Henriques J, et al. Biomedical signals and machine learning in amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review. Vol. 20, *BioMedical Engineering Online*. BioMed Central Ltd; 2021.
26. LoPresti EF, Mihailidis A, Kirsch N. Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art. Vol. 14, *Neuropsychological Rehabilitation*. 2004. p. 5–39.
27. Vansteensel MJ, Klein E, van Thiel G, Gaytant M, Simmons Z, Wolpaw JR, et al. Towards clinical application of implantable brain–computer interfaces for people with late-stage ALS: medical and ethical considerations. Vol. 270, *Journal of Neurology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2023. p. 1323–36.
28. Vansteensel MJ, Pels EGM, Bleichner MG, Branco MP, Denison T, Freudenburg Z V., et al. Fully Implanted Brain–Computer Interface in a Locked-In Patient with ALS. *New England Journal of Medicine*. 2016 Nov 24;375(21):2060–6.
29. Cunha Maia J, Fonseca Victor Coutinho J, Ribeiro de Sousa C, Gabriel Bastos Barbosa R, Rochelly do Nascimento Mota F, Braga Marques M, et al. Assistive technologies for demented elderly: a systematic review *Tecnologías assistivas para idosos com demência: revisão sistemática* *Tecnologías de asistencia para ancianos con demencia: revisión sistemática*. Available from: <http://orcid.org/0000-0002-1982-0186>
30. Dantas Filho CA, Braz D da S, Zwipp GN, Santos LGA dos, Melo TC de, Benites C da S. Domótica como auxílio para pessoas com deficiência e idosos. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. 2021;
31. Araujo ES, Buchalla CM. The use of the international classification of functioning, disability and health in health surveys: A reflexion on its limits and possibilities. Vol. 18, *Revista Brasileira de Epidemiologia*. Associação Brasileira de Pós, Graduação em Saúde Coletiva; 2015. p. 720–4.
32. Buchalla CM. A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. *Acta Fisiátrica*. 2003 Apr 9;10(1):29–31.



33. Kitchenham B. Procedures for Performing Systematic Reviews. 2004.
34. Brereton P, Kitchenham BA, Budgen D, Turner M, Khalil M. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*. 2007 Apr 1;80(4):571–83.
35. Kitchenham B, Pearl Brereton O, Budgen D, Turner M, Bailey J, Linkman S. Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Inf Softw Technol*. 2009 Jan 1;51(1):7–15.
36. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*. 2022;46.
37. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. *J Clin Epidemiol*. 2021 Jun 1;134:103–12.
38. GALVÃO TF, PANSANI T de SA, HARRAD David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2015 Jun;24(2):335–42.
39. de Carvalho Vilar MD, Coutinho KMD, de Lima Vale SH, Dourado Junior MET, de Medeiros GCBS, Piuevam G, et al. Evidence-Based Nutritional Recommendations for Maintaining or Restoring Nutritional Status in Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Systematic Review. Vol. 17, *Nutrients*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2025.
40. Petticrew M. *Systematic Reviews In The Social Sciences: A Practical Guide*. 2008.
41. Eriksen MB, Frandsen TF. The impact of patient, intervention, comparison, outcome (Pico) as a search strategy tool on literature search quality: A systematic review. *Journal of the Medical Library Association*. 2018 Oct 1;106(4):420–31.
42. Aylett MP, Shapiro A, Prasad S, Nachman L, Marcella S, Scott-Morgan P. Peter 2.0: Building a Cyborg. In: *ACM International Conference Proceeding Series*. Association for Computing Machinery; 2022. p. 169–75.
43. Shukla PK, Chaurasiya RK, Verma S. Performance improvement of P300-based home appliances control classification using convolution neural network. *Biomed Signal Process Control*. 2021 Jan 1;63.
44. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016 Dec 5;5(1).
45. Johnson N, Phillips M. Rayyan for systematic reviews. *J Electron Resour Librariansh*. 2018 Jan 2;30(1):46–8.
46. Chen X, Fu Z, Song Z, Yang L, Ndifon AM, Su Z, et al. An IoT and Wearables-Based Smart Home for ALS Patients. *IEEE Internet Things J*. 2022 Nov 1;9(21):20945–56.
47. Wang KJ, Mao ZH. LAZYnergy: Controlling Smart Home Devices as Lazily as Possible Using Human and Environment Behavioral Synergies in Daily Activities. In: *2021 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia, ICCE-Asia 2021*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2021.
48. Sahal M, Dryden E, Halac M, Feldman S, Heiman-Patterson T, Ayaz H. Augmented Reality Integrated Brain Computer Interface for Smart Home Control. In: *Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2021. p. 89–97.