

# Sensores Inteligentes em Sistemas Assistivos para Surdos: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Caio César Sabino Soares  
caio.soares@edu.univali.br  
Universidade do Vale do Itajaí  
Itajaí, Santa Catarina

Eduardo Alves da Silva  
eas@univali.br  
Universidade do vale do Itajaí  
Itajaí, Santa Catarina

Anita Maria da Rocha Fernandes  
anita.fernandes@univali.br  
Universidade do vale do Itajaí  
Itajaí, Santa Catarina

Wemerson Delcio Parreira  
parreira@univali.br  
Universidade do vale do Itajaí  
Itajaí, Santa Catarina

## ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) describes a network of physical objects – embedded in sensors, software, and other technologies to connect and exchange data with other devices and systems over the Internet. IoT technologies include various communication standards, operating systems, and data usage. Devices use several communication methods, which are selected based on communication distance, speed, and power consumption. We present initial results about the function of the smart sensors for IoT to be used in assistive technologies.

## KEYWORDS

Smart sensors, assistive technology, hearing impaired, deafness, internet of things;

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde [1], cerca de 1,5 bilhão de pessoas ao redor do mundo possuem algum tipo de deficiência auditiva, e este número pode subir para 2,5 bilhões até 2050. Além disso, 1,1 bilhão de jovens estão em risco de perda permanente da audição, por ficarem expostos a alto volume de sons, como músicas, por prolongados períodos de tempo.

Como apoio a melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência auditiva, tem-se as *hearing aid techniques*, que são uma das técnicas utilizadas em Tecnologias Assistivas (TA).

As TAs compõem uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços, com o objetivo de promover a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com algum tipo de deficiência [2].

Exemplos clássicos de TA para deficientes auditivos são os aparelhos auditivos e os implantes cocleares [3–5]. Muito se tem pesquisado a fim de permitir uma melhor interação do deficiente auditivo, e com o uso cada vez maior das tecnologias de comunicação e da Internet das Coisas (*IoT*), tecnologias como os sensores inteligentes são cada vez mais exploradas [6–9].

Dentro deste contexto, os sensores inteligentes e a Internet das Coisas podem ser usadas como soluções que se adaptem a necessidade dos usuários e forneçam apoio a melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência auditiva.

Neste sentido, este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura (RSL), a fim de identificar como os sensores inteligentes

vêm sendo utilizados como parte das tecnologias assistivas para deficientes auditivos, bem como, quais os tipos de sensores mais utilizados, protocolos de comunicação, seus custos e viabilidade de uso. Apresenta-se como resultado inicial a resposta à seguinte pergunta de pesquisa: Quais as principais funções dos sensores encontrados aplicados às TAs?

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa se apoiou na lista de verificação *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) [10]. Além disso, esta revisão se baseou no conceito de planejamento, condução e relatório com uso da plataforma Parsifal<sup>1</sup>.

Na primeira etapa, denominada planejamento, foi identificado um protocolo inicial, fornecendo o objetivo da pesquisa, definição da população (quem: deficientes auditivos), intervenção (o que ou como: tecnologia assistiva), comparação (comparado ao que: RSL, mapeamento sistemático), saída (o que se pretende comprovar: sensores, hardware, protocolos), contexto (em que tipo de circunstâncias: estudos primários, *iot*, *internet of things*), definição das questões que se almejava responder com a leitura dos artigos, palavras-chave e sinônimos, *string* de busca para inserir nas bases de busca ("*deafness*"OR "*hard to hear*"OR "*hearing impaired*"OR "*hearing impairment*"OR "*sensorineural loss*"OR "*conductive loss*") AND ("*assistive technology*") AND ("*sensor*"OR "*intelligent sensor*") AND ("*IoT*"OR "*internet of things*"), seleção das bases de busca de acordo com a Tabela 1. Os critérios de inclusão e exclusão são dados por: (i) inclusão: sensores em tecnologia(s) assistiva(s) para deficiência auditiva; (ii) exclusão: estudo fora do escopo/área; não apresenta as especificações técnicas do sensor; periódicos classificados nos quartis Q3 e Q4 do SJR – *SCImago Journal Rank*; artigos com estudos secundários e estudos indisponíveis.

Na etapa protocolar, definiu-se as palavras-chave, gerando a *string* que foi inserida nas bases de busca para retornar os artigos dentro do contexto esperado.

Na etapa seguinte deste processo, organizou-se os achados.

## 3 RESULTADOS

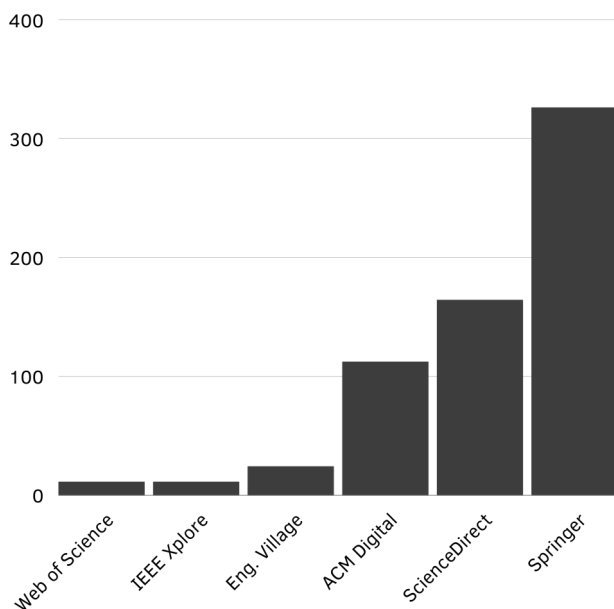
Ao buscar nas bases *Begell Digital*, *Journal Citation Report*, *MathSciNet*, *The Lancet*, *Scopus* e *PubMed*, não se obteve o que se esperava. Os resultados retornados ficaram fora do escopo almejado ou até

<sup>1</sup>Disponível em <https://parsifal>

Tabela 1: Bases de busca utilizadas.

Bases	Link
ACM Digital	<a href="http://dl.acm.org/">http://dl.acm.org/</a>
Begell Digital	<a href="http://dl.begellhouse.com/">http://dl.begellhouse.com/</a>
Engineering Village	<a href="https://engineeringvillage.com/">https://engineeringvillage.com/</a>
IEEE Xplore	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/">http://ieeexplore.ieee.org/</a>
Journal Citation	<a href="https://jcr.incites.thomsonreuters.com/">https://jcr.incites.thomsonreuters.com/</a>
MathSciNet®	<a href="http://ams.org/mathscinet/">http://ams.org/mathscinet/</a>
PubMed	<a href="http://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">http://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a>
ScienceDirect	<a href="http://sciencedirect.com/">http://sciencedirect.com/</a>
Scopus	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Springer	<a href="http://springer.com/">http://springer.com/</a>
The Lancet	<a href="https://thelancet.com/">https://thelancet.com/</a>
Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>

mesmo não apresentaram artigos após a busca com a *string*, então estas bases foram descartadas. Ao final desta primeira etapa, obteve-se 701 periódicos através das seis bases restantes. Os artigos passaram por uma verificação automática (pelo Parsifal) para eliminar resultados duplicados, gerando 47 duplicatas. Posteriormente, os estudos restantes foram analisados para aceite ou exclusão. A Figura 1 apresenta um sumário com o número total de artigos por base.

Figura 1: Total de periódicos extraídos a partir da *string* de busca nas bases indicadas.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão obteve-se uma listagem preliminar de 10 artigos aceitos, dos quais os trabalhos [11] e [12] foram descartados. Os estudos acabaram sendo removidos pois abordaram muito superficialmente a questão dos sensores

inteligentes em tecnologias assistiva, trazendo muito mais um apanhado de informações sobre o que se tem hoje do que especificações de um eventual sensor.

Dos artigos selecionados, verificou-se que os seguintes apresentam uma solução para permitir ou facilitar a comunicação com não falantes da língua de sinais: (i) [13] e [14] abordam sensores de tensão ou flexão para mensurar o movimento dos músculos das mãos, possibilitando decifrar palavras e permitir a comunicação destas pessoas; (ii) [15] e [16] abordam sensores utilizados como braçadeira, ambos para reconhecimento gestual.

Além desses, a pesquisa apresentada no trabalho [6] utiliza de uma plataforma multi-FPGA (*field programmable gate array*) de rádio reprogramável com feixes de ondas milimétricas de 60 GHz e com antenas em fase para detecção do movimento do usuário sem utilizar sensores vestíveis, permitindo uma comunicação mais livre.

O trabalho [7] sugere o uso combinado de um anel e um *smartwatch* para rastreamento de gestos e [8] utiliza sensores de medidas inerciais para dedos e mão com suporte do Arduino, aliando os hardwares para traduzir os gestos dos usuários não falantes.

Por fim, o artigo [9] apresenta uma solução baseada em lentes de contato inteligentes que são capazes de emitir código morse com a troca de sua coloração através da visão, o que permite a conjuntura de um sistema de alarme e comunicação a distância com pessoas surdas que possam estar vulneráveis a algum acidente.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o presente, obteve-se a partir dos artigos selecionados algumas soluções científicas para produção de dispositivos para o auxílio a pessoas surdas. Notou-se que essas soluções vão além dos aparelhos auditivos e que essas podem compor novas soluções de forma combinada.

Como continuidade da pesquisa, espera-se explorar soluções tais como: o *XRAI Glass* – que, comunicando com o óculos de realidade aumentada da empresa *Nreal Air* e um smartphone, possibilita a transformação instantaneamente de qualquer fala em texto, exibindo-o no interior das lentes, facilitando a comunicação para deficientes auditivos [17, 18]; as pulseiras *Mi Band*, da *Xiaomi* – que podem se conectar a babás eletrônicas e informar quando o bebê está chorando, por exemplo [19] e a partir da inteligência artificial, o aplicativo *Hand Talk* realiza a tradução do Português para a Língua Brasileira de Sinais e do Inglês para ASL (Língua de Sinais Americana), entre outras soluções.

Espera-se, como continuidade da pesquisa, uma análise em termos de complexidade e de requisitos das soluções apresentadas. Além disso, uma avaliação das lacunas existentes. É importante a sequência desta pesquisa para o aprimoramento dos dispositivos encontrados, levantando seu consumo, custos e possibilidade de adaptação a tecnologias existentes ou novas propostas.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina e a UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí pelo incentivo à pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- [1] WHO. Hearing loss, Set 2019. URL [https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab_1).

## XIV Computer on the Beach

30 de Março a 01 de Abril de 2023, Florianópolis, SC, Brasil

---

- [2] Brigitte Rohwerder. Assistive technologies in developing countries. 2018.
- [3] Diego Marques do Carmo, Ricardo Augusto Borsoi, and Márcio Holsbach Costa. Robust parameter strategy for wiener-based binaural noise reduction methods in hearing aids. *Biomedical Signal Processing and Control*, 74:103461, 2022.
- [4] Renata C Borges, Wemerson D Parreira, and Márcio H Costa. Concurrent acoustical feedback and occlusion-effect cancellation in hearing aids: A simulation-based analysis. In *XXVI Brazilian Congress on Biomedical Engineering*, pages 129–135. Springer, 2019.
- [5] Renata C Borges, Wemerson D Parreira, and Márcio H Costa. Design guidelines for feedforward cancellation of the occlusion-effect in hearing aids. In *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pages 607–610. IEEE, 2019.
- [6] Panneer Selvam Santhalingam, Al Amin Hosain, Ding Zhang, Parth Pathak, Huzefa Rangwala, and Raja Kushalnagar. mmasl: Environment-independent asl gesture recognition using 60 ghz millimeter-wave signals. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 4(1):1–30, 2020.
- [7] Yilin Liu, Fengyang Jiang, and Mahanth Gowda. Finger gesture tracking for interactive applications: A pilot study with sign languages. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 4(3):1–21, 2020.
- [8] Boon Giin Lee, Teak-Wei Chong, and Wan-Young Chung. Sensor fusion of motion-based sign language interpretation with deep learning. *Sensors*, 20(21): 6256, 2020.
- [9] Moobum Kim, Yeongae Kim, Jeonghun Yun, Caitian Gao, Hyun-Wook Lee, Seok Woo Lee, et al. An electrochromic alarm system for smart contact lenses. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 322:128601, 2020.
- [10] PRISMA. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses, 2021. URL <https://www.prisma-statement.org/>.
- [11] Mari Carmen Domingo. An overview of the internet of things for people with disabilities. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(2):584–596, 2012.
- [12] Helen T Sullivan and Shrirang Sahasrabudhe. Envisioning inclusive futures: Technology-based assistive sensory and action substitution. *Futures*, 87:140–148, 2017.
- [13] Sushmitha Veeralingam, Parikshit Sahatiya, Anand Kadu, Venkat Mattela, and Sushmee Badhulika. Direct, one-step growth of nise2 on cellulose paper: a low-cost, flexible, and wearable with smartphone enabled multifunctional sensing platform for customized noninvasive personal healthcare monitoring. *ACS Applied Electronic Materials*, 1(4):558–568, 2019.
- [14] Feng Wen, Zixuan Zhang, Tianyi He, and Chengkuo Lee. Ai enabled sign language recognition and vr space bidirectional communication using triboelectric smart glove. *Nature communications*, 12(1):1–13, 2021.
- [15] Shigeyuki Tateno, Hongbin Liu, and Junhong Ou. Development of sign language motion recognition system for hearing-impaired people using electromyography signal. *Sensors*, 20(20):5807, 2020.
- [16] Rinki Gupta and Arun Kumar. Indian sign language recognition using wearable sensors and multi-label classification. *Computers & Electrical Engineering*, 90: 106898, 2021.
- [17] Mais Autonomia. Óculos inteligentes dão aos surdos legendas de conversas em tempo real, Ago 2022. URL <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/oculos-inteligentes-dao-aos-surdos-legendas-de-conversas-em-tempo-real/>.
- [18] Simon Hill. An app wants to subtitle life for deaf and hearing-impaired users, Dez 2022. URL <https://www.wired.com/story/xrai-glass-caption-ar-glasses-first-look/>.
- [19] Loja do SURDO. Kit alerta sobre choro do bebê para pais surdos e/ou def. aud. intel5. URL <https://www.lojadosurdo.com.br/pd-8f9470-kit-alerta-sobre-choro-do-bebe-para-pais-surdos-e-ou-def-aud-intel5.html?ct=&p=1&s=1>.