

Requisitos de Software para Pessoas com Deficiência Auditiva ou Surdez: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Claudinei J. da S. Grigorio¹, Juan V. M. de Araújo¹, Rui S. Carigé Júnior¹

¹Instituto Federal da Bahia (IFBA)
Estrada Vicinal para Tenda, s/n – 46.900-000 – Seabra – BA – Brazil

{claudineisilvaifba, jv811071}@gmail.com, ruicarige@ifba.edu.br

Abstract. *Part of the global population suffers from some degree of hearing loss, affected various areas due to the lack of adapted technologies. The absence of adequate accessibility persists despite technological advancements, reflecting the need for investment in research and innovations that help overcome these barriers. This work presents a systematic literature review on software requirements for individuals with hearing impairments or deafness, aiming to benefit stakeholders in the creation of inclusive digital solutions for this community. Based on a search of academic databases, the findings were categorized and separated into functional and non-functional requirements.*

Resumo. *Parte da população mundial sofre de algum grau de perda auditiva, sendo afetada em diversas áreas devido à falta de tecnologias adaptadas. A ausência de acessibilidade adequada persiste apesar dos avanços tecnológicos, refletindo a necessidade de investimento em pesquisas e inovações que contribuam com a superação das barreiras. Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre requisitos de software voltados para pessoas com deficiência auditiva ou surdez, visando beneficiar partes interessadas na criação de soluções digitais inclusivas voltadas para essa comunidade. A partir de uma busca em bases de dados acadêmicas, os resultados encontrados foram categorizados e separados em requisitos funcionais e não funcionais.*

1. Introdução

A acessibilidade digital na promoção da inclusão e igualdade de oportunidades é um fator fundamental na garantia da participação plena daqueles com necessidades especiais [Mattos 2008]. Mais de 18% da população mundial, o que ultrapassa 1,5 bilhões de pessoas em todo o mundo, enfrenta desafios auditivos [Forbes 2023]. Assim, a disponibilidade de soluções adaptadas assume um papel importante no processo de inclusão social, e requer o conhecimento dos requisitos necessários ao atendimento adequado desses usuários.

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma abordagem de pesquisa que contribui com o mapeamento, avaliação e síntese de conhecimentos em uma área específica. Propomos uma RSL sobre requisitos de software para pessoas com desafios auditivos. Nossa objetivo é analisar os principais requisitos encontrados em estudos anteriores para fornecer uma visão atualizada das necessidades dessa população.

Fomos motivados a fazer esse trabalho pois consideramos a temática de Tecnologias Assistivas (TA) para deficientes auditivos de grande relevância na sociedade contemporânea. Isso se dá, pois, segundo [Brasil 2015], o indivíduo deve ter “possibilidade

e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de [...] informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias”, o que indica que essas pessoas têm o direito de participar ativamente da sociedade e tais tecnologias podem contribuir com isso. Identificamos lacuna na literatura ao que se refere à disponibilidade de informações sistematizadas sobre a temática, o que poderia facilitar a criação de tecnologias voltadas a esta comunidade.

Então, o objetivo deste estudo foi realizar uma Revisão Sistemática da Literatura acerca dos requisitos de software voltados a indivíduos com deficiência auditiva ou surdez. Desta forma, busca-se discernir os elementos essenciais de software que contribuem para aprimorar a acessibilidade e a usabilidade digital para esse grupo de usuários. Os requisitos foram separados em funcionais e não funcionais e foram catalogados.

No decorrer do presente artigo, abordamos as principais descobertas apresentadas na literatura relacionadas a requisitos de software para pessoas com desafios auditivos. Após isso, discutimos os métodos adotados na busca de trabalhos em repositórios acadêmicos, seleção de artigos e identificação de requisitos. Também apresentamos os resultados obtidos de forma sistematizada e, por fim, discutimos a importância da implementação prática desses requisitos, considerando seu impacto positivo na vida e na participação social desses indivíduos.

2. Fundamentação Teórica

Deficiência é um termo que pode ser interpretado a depender do contexto em que é utilizado [Amiralian et al. 2000]. É comum uma percepção na qual são enfatizadas limitações físicas ou mentais. Entretanto, essa perspectiva desconsidera diversos fatores, como barreiras sociais e ambientais que podem impedir a participação plena das pessoas com deficiência na sociedade.

A deficiência auditiva é a terceira mais incidente na sociedade, afetando pouco mais de 18,75% da população mundial [Forbes 2023]. Segundo o American National Standards Institute, o que caracteriza a deficiência auditiva é a diferença entre o desempenho de uma pessoa na detecção de sons e o padrão considerado normal [Fiocruz 2023].

Uma abordagem que pode contribuir com a inclusão de pessoas com deficiência na sociedade é a utilização de ferramentas de Tecnologia Assistiva (TA). TA é uma área multidisciplinar que engloba produtos, recursos, métodos, estratégias, práticas e serviços, com o propósito de melhorar a funcionalidade relacionada às atividades e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, com o objetivo de promover a autonomia, independência, qualidade de vida e integração social [Brasil 2015].

Vivemos atualmente com a presença constante de tecnologias aplicadas em pesquisas e em ambientes educacionais, o que pode proporcionar a inclusão de vários cidadãos [Guedes et al. 2005]. O software é uma delas. Seu processo de desenvolvimento passa por diversas etapas, dentre elas, a identificação de requisitos. A obtenção dos requisitos apropriados em um projeto de software é uma etapa fundamental e desafiadora no ciclo de desenvolvimento do produto [Nardi and Falbo 2006]. Em termos gerais, os requisitos de software consistem em declarações que descrevem os serviços que o sistema deve oferecer, as restrições que deve seguir e as características que deve incorporar.

Subdivididos entre funcionais e não funcionais, os requisitos funcionais (RF)

são aqueles que descrevem o comportamento do sistema e suas ações em resposta às interações do usuário [Machado 2018]. Em suma, são as apresentações das funcionalidades, as quais se espera que o sistema forneça. Já os requisitos não funcionais (RNF), em geral, possuem ênfase na manutenção de padrões de qualidade, tal qual confiabilidade, desempenho, robustez, segurança, usabilidade, portabilidade, legibilidade, qualidade, manutenibilidade, dentre outros.

Não foram encontrados trabalhos que abordam especificamente a identificação de requisitos voltados à criação de TA para deficientes auditivos. No entanto, uma forma eficiente para catalogação de requisitos de software é por meio de Revisões Sistemáticas da Literatura, pois estas permitem realizar uma análise abrangente de trabalhos fundamentados sobre determinada temática. Um bom exemplo é o trabalho de [Neto et al. 2020], que realizou uma RSL sobre tecnologias assistivas voltadas para auxiliar a locomoção de deficientes visuais em ambiente externo.

3. Métodos

Conduzimos a Revisão Sistemática da Literatura em busca de catalogar requisitos de software para deficientes auditivos e surdos. A seguir, é descrito o desenho de pesquisa adotado.

3.1. Planejamento

A RSL foi desenvolvida com base em um protocolo composto por objetivos da revisão, critérios para selecionar artigos, repositórios acadêmicos e strings de busca, procedimentos de seleção e critérios de exclusão, inclusão e qualidade. O Objetivo de Pesquisa (OP) deste estudo é apresentado na Tabela 1 de acordo com a abordagem GQM [Basili and Rombach 1988].

Tabela 1. Objetivo de Pesquisa de acordo com a abordagem GQM

Analizar	Requisitos de software
Com a proposta de	Identificar esses requisitos de software
A respeito de	Deficientes auditivos e surdos
Do ponto de vista de	Usuários/Desenvolvedores
No contexto de	Tecnologias assistivas

O OP foi derivado de duas questões de pesquisa específicas: (1) Quais são os requisitos de software para deficientes auditivos e surdos? (2) Quais dos requisitos identificados são funcionais e não funcionais?

Consideramos os critérios PICO [Stone 2002] para definir as strings de busca de seleção dos artigos da revisão. A formação das strings considerou termos principais e alternativos aos mesmos, conforme Tabela 2.

A Tabela 3 apresenta as bases de dados acadêmicas das quais os artigos foram recuperados, juntamente com as respectivas strings de busca usadas para selecioná-los. Foram analisados os 20 primeiros artigos extraídos de cada base de dados. Todas as buscas foram feitas entre os dias 07 a 28 de junho de 2023.

Os critérios de exclusão e inclusão de artigos nesta revisão são apresentados na Tabela 4, juntamente com os critérios de qualidade. Estes subsidiaram um exame crítico

Tabela 2. Termos principais e termos alternativos das strings de busca

Termo principal	Termo alternativo
“Deficiência auditiva” OR “Hearing Deficiency”	”surdo”OR ”surdez” OR ”hearing impairment”OR ”deaf”OR ”deafness”
“Software”	”aplicativo”OR ”programa”OR ”sistema”OR ”tecnologia assistiva”OR ”app”OR ”program”OR ”system”OR ”assistive technology”
“Requisitos” OR “Requirements”	Não se aplica

Tabela 3. Repositórios e strings de busca

Repositório e endereço eletrônico	Idioma	String
Google Acadêmico https://scholar.google.com.br/	Português	”requisitos”+ (”software”OR ”aplicativo”OR ”programa”OR ”sistema”OR ”tecnologia assistiva”) + (”deficiência auditiva”OR ”surdo”OR ”surdez”)
Google Scholar https://scholar.google.com/	Inglês	”requirements”+ (”software”OR ”app”OR ”program”OR ”system”OR ”assistive technology”) + (”hearing deficiency”OR ”hearing impairment”OR ”deaf”OR ”deafness”)
BDTD https://bdtd.ibict.br/	Português	”requisitos”+ (”software”OR ”aplicativo”OR ”programa”OR ”sistema”OR ”tecnologia assistiva”) + (”deficiência auditiva”OR ”surdo”OR ”surdez”)
IEEE https://www.ieee.org/	Inglês	”requirements”AND (”software”OR ”app” OR ”program”OR ”system”OR ”assistive technology”) AND (”hearing deficiency”OR ”hearing impairment”OR ”deaf”OR ”deafness”)
ACM https://dl.acm.org/	Inglês	”requirements”+ (”softwareappprogram” ”systemassistive technology”) + (”hearing deficiencyhearing impairmentdeaf” ”deafness”)
Springer Link https://link.springer.com/	Inglês	”requirements”AND (”software”OR ”app” OR ”program”OR ”system”OR ”assistive technology”) AND (”hearing deficiency” OR ”hearing impairment”OR ”deaf” OR ”deafness”)

aplicado em todos os artigos restantes que passaram nos critérios de exclusão e inclusão. Ao final do processo de seleção, os artigos selecionados foram classificados em uma das três opções: “Excluído”, “Não Selecionado” e “Selecionado”.

Tabela 4. Critérios de Exclusão, Inclusão e Qualidade

Tipo	Id	Descrição	Conectivo/ Resposta
Exclusão	E1	Publicado antes de 2010.	OR
Exclusão	E2	Quantidade de páginas menor que quatro.	OR
Exclusão	E3	Não escrito em inglês ou português.	OR
Exclusão	E4	Não revisado por pares.	OR
Inclusão	I1	Abranger requisitos de software para pessoas com deficiência auditiva.	AND
Qualidade	Q1	Os objetivos do estudo devem estar bem definidos.	Sim/Não
Qualidade	Q2	O método da pesquisa deve ser claramente apresentado.	Sim/Não
Qualidade	Q3	Os resultados devem ser bem evidenciados.	Sim/Não

3.2. Execução

A evolução quantitativa dos artigos ao longo da execução desta RSL está resumida na Figura 1. A figura utiliza o fluxograma PRISMA [Moher et al. 2009] e mostra as etapas realizadas e o respectivo número de documentos para cada fase da RSL.

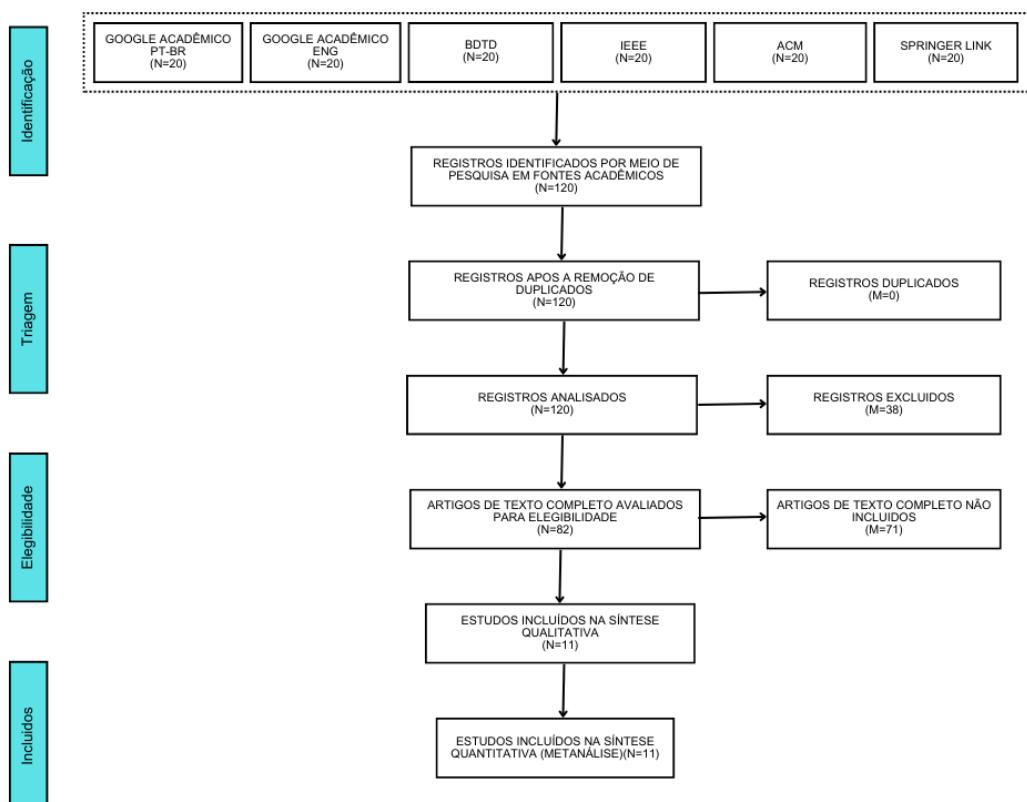


Figura 1. Procedimentos e seus resultados no processo de seleção de artigos

A Tabela 5 apresenta a eficácia da busca considerando os 120 artigos recuperados. O repositório acadêmico que mais contribuiu com os estudos selecionados foi o IEEE

Xplore, com cinco artigos, correspondendo a uma eficácia de busca de 25%. Dentre os repositórios pesquisados, Google Acadêmico em português e BDTD também se destacam por apresentar 10% de eficácia. Springer Link, ACM Digital Library e Google Acadêmico em inglês apresentaram resultados desanimadores, com nenhum ou apenas um artigo correspondente, reforçando a perspectiva de escassez de abordagem desta temática no meio acadêmico.

Tabela 5. Eficácia da busca

Repositório	Artigos analisados	Artigos selecionados	Eficácia
Google Acadêmico	20	2	10%
Google Scholar	20	1	5%
BDTD	20	2	10%
IEEE	20	5	25%
ACM	20	1	5%
Springer Link	20	0	0%
Total	120	11	9,2%

4. Resultados

A relação dos artigos selecionados desta RSL estão disponíveis publicamente ¹. Todos os estudos foram rotulados como “AS”, seguido de um número de referência. Os artigos selecionados foram publicados em congressos e periódicos. A Figura 2 apresenta evidências coletadas da literatura para responder às questões de pesquisa.

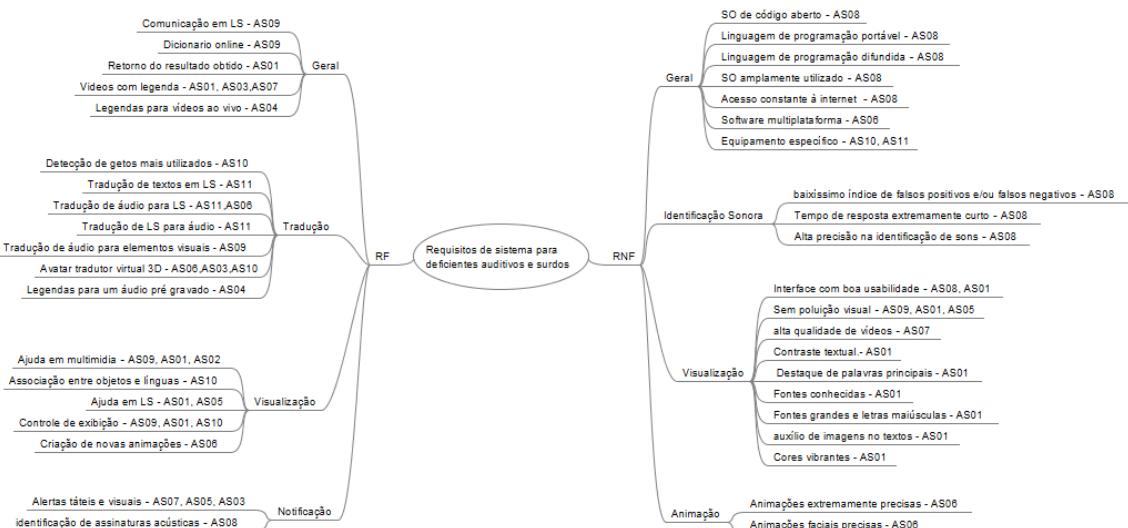


Figura 2. Requisitos de software identificados nos artigos

4.1. Requisitos Funcionais catalogados

Os requisitos funcionais catalogados foram distribuídos em quatro categorias, sendo elas: Geral, que não se enquadra e nenhum das outras categorias; Tradução, que aborda a parte funcional de todos os níveis de tradução envolvendo língua falada, língua escrita e língua

¹<https://tinyurl.com/trabalhosselecionados>

de sinais; Visualização, a qual engloba a parte visual das funcionalidades; E, por fim, é apresentada a categoria de Notificação, que ressalta a necessidade de notificações com alternativas não sonoras.

[Geral]

- **Comunicação em LS (AS09):** Comunicar-se na língua nativa dos surdos (Língua de Sinais);
- **Dicionário online (AS09):** Fornecer dicionário online com lista atualizada de palavras;
- **Retorno do resultado obtido (AS01):** Retornar o resultado obtido em cada ação realizada pelo usuário;
- **Vídeos com legenda (AS01, AS03, AS07):** Disponibilizar legendas em Língua Portuguesa nos vídeos apresentados, em Libras ou não;
- **Legendas para vídeos ao vivo (AS04):** Fornecer legendas dos áudios existentes em vídeos exibidos em tempo real.

[Tradução]

- **Detecção de gestos mais utilizados (AS10):** Detectar e traduzir os gestos que o utilizador faz, guardando aquele com maior probabilidade de ser utilizado;
- **Tradução de textos em LS (AS09, AS02):** todo o texto da aplicação deve ter disponibilidade de tradutores em língua de sinais;
- **Tradução de áudio para LS (AS11, AS06, AS04):** Traduzir as palavras ditas por ouvinte para a Língua de Sinais;
- **Tradução de LS para áudio (AS11):** Traduzir as palavras sinalizadas em Língua de Sinais para para áudio;
- **Tradução de áudio para elementos visuais (AS09):** Representar visualmente todas as informações fornecidas sonoramente;
- **Avatar tradutor virtual 3D (AS06, AS03, AS10):** Exibir um avatar (modelo de animação 3D) para tradução em tempo real da língua falada e escrita para a Ls;
- **Legendas para um áudio pré gravado (AS04):** Fornecer legendas para a totalidade de um áudio pré-gravado.

[Visualização]

- **Ajuda em multimídia (AS09, AS01, AS02):** Fornecer, por meio de um botão de ajuda, representações multimídia variadas como forma de auxiliar o surdo a compreender o conteúdo apresentado;
- **Associação entre objetos e línguas (AS10):** Ao clicar em um objeto interativo, exibir uma imagem e uma palavra, seguidas do vídeo do sinal em LS do objeto;
- **Ajuda em LS (AS01, AS05):** Disponibilizar ajuda constituída de vídeos em LS, feitos por intérpretes fluentes em LS, explicando as funcionalidades do software;
- **Controle de exibição (AS09, AS01, AS10):** Possibilitar controle do que é apresentado na tela com vídeos ou animações, com opções como pausar, pular, repetir, aumentar etc.;
- **Criação de novas animações (AS06):** Permitir a criação de novas animações do avatar 3D caso surja novos termos e a necessidade de representá-los em Língua de Sinais.

[Notificação]

- **Alertas tátteis e visuais (AS07, AS05, AS03):** Apresentar alertas tátteis e visuais, como vibração ou flashes na tela;
- **Identificação de assinaturas acústicas (AS08):** Identificar assinaturas acústicas (sons em frequências específicas) de interesse e alertar o usuário quando um desses eventos ocorrer.

4.2. Requisitos Não Funcionais catalogados

Os requisitos não funcionais, por sua vez, além Geral e Visualização, foram distribuídos em mais outras duas categorias: Identificação Sonora, que aborda os RNF necessários para a implementação de uma tecnologia assistiva que auxilia no reconhecimento de sons de interesse para o usuário; e Animação, que evidencia RNF necessários à implementação de uma aplicação que traduz a língua falada para a língua de sinais por meio de um avatar 3D.

[Geral]

- **SO de código aberto (AS08):** Deve rodar em Sistema Operacional (SO) de código aberto, devido à maior disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento;
- **Linguagem de programação portável (AS08):** Utilizar linguagem de programação de alta portabilidade, permitindo que a aplicação seja compatível com diversas plataformas;
- **Linguagem de programação difundida (AS08):** Utilizar linguagem de programação amplamente difundida, permitindo adoção de diferentes pacotes de software já disponíveis;
- **SO amplamente utilizado (AS08):** Rodar em SO amplamente utilizado;
- **Acesso constante à internet (AS08):** Possuir acesso constante à internet, possibilitando o uso de dados compartilhados online, o que tornaria o aplicativo significativamente mais leve;
- **Software multiplataforma (AS06):** Deve possuir as mesmas funcionalidades ao ser executado em diferentes plataformas;
- **Equipamento específico (AS10, AS11):** Dependendo do tipo de software, o usuário deve vestir luvas coloridas com acelerômetros de pulso e utilizar um computador equipado com câmera de vídeo e sistema de reconhecimento de visão computacional, para permitir maior precisão na interação com a aplicação.

[Identificação sonora]

- **Baixíssimo índice de falsos positivos e/ou falsos negativos (AS08):** Possuir um baixíssimo índice de falsos positivos e/ou falsos negativos – ou seja, a tecnologia deve ser de grande precisão na identificação de eventos de interesse para que não confunda ou prejudique o usuário;
- **Tempo de resposta extremamente curto (AS08):** TA de assistência acústica devem ter um tempo de resposta extremamente curto - por exemplo, quando se tratar de um dispositivo para uso em tráfego rodoviário;
- **Alta precisão na identificação de sons (AS08):** TA de assistência acústica devem ter uma alta precisão na identificação de sons - por exemplo, quando se tratar de um dispositivo para uso em tráfego rodoviário;

[Visualização]

- **Interface com boa usabilidade (AS08, AS01):** Interface com o usuário deve ser confortável e fácil de usar;
- **Sem poluição visual (AS09, AS01, AS05):** Evitar sobrecarga sensorial (visão), apenas informações necessárias devem estar visíveis na tela;
- **Alta qualidade de vídeos (AS07):** Os vídeos devem possuir alta qualidade;
- **Contraste textual (AS01):** Utilização textos de cor escura sob fundos de cor clara, evitando apresentá-los em fundos de cores mais escuras ou sobre figuras;
- **Destaque de palavras principais (AS01):** Adotar negrito em palavras importantes do texto;
- **Fontes conhecidas (AS01):** Utilizar fontes textuais mais conhecidas;
- **Fontes grandes e letras maiúsculas (AS01):** Utilizar fontes grandes ou maiúsculas;
- **Auxílio de imagens no textos (AS01):** Associar imagens aos textos;
- **Cores vibrantes (AS01):** Utilizar cores vibrantes para destacar atividades que necessitem de maior atenção - por exemplo, vermelho ser associado a perigo.

[Animação]

- **Animações extremamente precisas (AS06):** Ao mostrar sinais em LS, é fundamental que a animação seja extremamente precisa;
- **Animações faciais precisas (AS06):** Ao mostrar sinais em LS com expressões faciais, estas devem ser precisas.

Ao observar o posicionamento de [Brasil 2015] sobre requisitos de software para deficientes, incluindo os auditivos e surdos, fica evidente que a acessibilidade digital é essencial para garantir que esse grupo de pessoas tenha acesso igualitário a informações e serviços disponíveis. Isso abrange a necessidade de tradução de LS e para LS, adaptações visuais para esse público, legendas, notificações adaptadas, entre outros recursos que possam atender às necessidades específicas dessa população.

Em paralelo, a ótica de [Guedes et al. 2005] sobre acessibilidade digital destaca a importância de projetar sistemas e softwares de forma inclusiva para os mais variados ambientes. Isso não só atende a requisitos legais e regulamentações, mas também reflete uma abordagem ética e socialmente responsável para com as pessoas com deficiência.

A convergência desses fatores enfatiza a necessidade de implementação de recursos de acessibilidade em todas as etapas do desenvolvimento do software, tais quais os que foram citados nos resultados apresentados. A busca e implementação dos requisitos de software para os deficientes auditivos e surdos não apenas promove a inclusão, mas, também, contribui para a criação de produtos e serviços mais abrangentes e eficazes.

5. Conclusão

Investigamos requisitos de software para deficientes auditivos e surdos a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura de artigos disponíveis em seis repositórios acadêmicos eletrônicos. Também distinguimos os requisitos em funcionais e não funcionais. A análise dos trabalhos indicou que existe uma gama de requisitos com as mais diversas aplicações

na implementação de um software. As evidências sinalizam requisitos mais apropriados para tecnologias assistivas que possam atender surdos e deficientes auditivos e como tendem a impactar na implementação de um software.

Levando em consideração que os requisitos funcionais e não funcionais foram extraídos de literaturas num período de até 13 anos anteriores à concepção deste trabalho, e que foram analisados os 20 primeiros artigos obtidos de cada base de dados, ressaltamos que ainda seria possível a identificação de outros requisitos de software para além dos apresentados nesta pesquisa, principalmente, devido à velocidade que as tecnologias evoluem e que cada grau de deficiência auditiva pode possuir uma necessidade específica. Acreditamos também que a implementação de um software para deficientes auditivos com a utilização deste trabalho como auxílio seria de grande valia, tanto para a comunidade surda quanto para a validação prática dos requisitos outrora apresentados neste estudo.

Referências

- Amiralian, M. L. T. M., Wiese, E. B. P., Ghirardi, M. I. G., Lichtig, I., Masini, E. F. S., and Pasqualin, L. (2000). Conceituando a deficiência. *Revista de Saúde Pública*.
- Basili, V. R. and Rombach, H. D. (1988). The tame project: towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 14(6):758–773.
- Brasil (2015). Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.
- Fiocruz (2023). Deficiência Auditiva. <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/deficiencia-auditiva.htm>. [Accessed 24-10-2023].
- Forbes (2023). Deafness And Hearing Loss Statistics. <https://www.forbes.com/health/hearing-aids/deafness-statistics/>. [Accessed 29-10-2023].
- Guedes, A. L., Bona, C. d., and Lopes, R. M. (2005). Inclusão digital de surdos: Contando uma nova história. *VIDYA*, 25(2):7.
- Machado, F. N. R. (2018). *Analise E Gestao De Requisitos De Software: ONDE NASCEM OS SISTEMAS*. ERICA.
- Mattos, F. A. M. d. (2008). Desafios para a inclusão digital no brasil. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 13(1):67–94.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Group, P., et al. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. *PLoS medicine*, 6(7):e1000097.
- Nardi, J. and Falbo, R. (2006). Uma ontologia de requisitos de software. pages 111–124.
- Neto, A. L., da Cunha, M., and Carvalho, L. (2020). Uma revisão sistemática sobre tecnologias assistivas voltadas para auxiliar a locomoção de deficientes visuais em ambiente externo utilizando soluções embarcadas. In *Anais da XX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe*, pages 89–98, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Stone, P. W. (2002). Popping the (pico) question in research and evidence-based practice. *Applied Nursing Research*, 15(3):197 – 198.