

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA**

**Curso Técnico em Informática**

**Claudinei José da Silva Grigorio e Juan Valle Moraes de Araújo**

**REQUISITOS DE SOFTWARE PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA  
OU SURDEZ: Uma Revisão Sistemática da Literatura**

**Seabra**

**2023**

**Claudinei José da Silva Grigorio e Juan Valle Moraes de Araújo**

**REQUISITOS DE SOFTWARE PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA  
OU SURDEZ: Uma Revisão Sistemática da Literatura**

Artigo apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Seabra, como requisito para conclusão do Curso Técnico Integrado em Informática.

Orientador: Prof. Rui Santos Carigé Júnior

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Prof<sup>a</sup>. Jessica Pereira Lacerda  
Instituto Federal da Bahia - IFBA

Prof. Jeferson Novais de Souza  
Instituto Federal da Bahia - IFBA

Prof. Rui Santos Carigé Júnior  
Instituto Federal da Bahia - IFBA

**Seabra**

## RESUMO

Parte da população mundial sofre de algum grau de perda auditiva, gerando preocupações devido à falta de tecnologias adaptadas para pessoas com essa deficiência, impactando negativamente sua inclusão em várias áreas da vida, como educação, trabalho, comunicação e lazer. A ausência de acessibilidade adequada persiste apesar dos avanços tecnológicos, destacando a necessidade de investimento em pesquisa e inovação para superar essas barreiras. Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre requisitos de software para pessoas com deficiência auditiva, visando beneficiar pesquisadores, desenvolvedores de software, profissionais de acessibilidade e demais partes envolvidas na criação de tecnologias assistivas no formato de software. A partir de uma busca em bases de dados acadêmicas, os resultados encontrados foram categorizados e separados em requisitos funcionais e não funcionais.

**Palavras-chave:** requisitos de software, acessibilidade digital, desafios auditivos, inclusão, revisão sistemática da literatura.

## ABSTRACT

Part of the world's population suffers from some degree of hearing loss, generating concerns due to the lack of technologies adapted for people with this disability, negatively impacting their inclusion in various areas of life, such as education, work, communication and leisure. The lack of adequate accessibility persists despite technological advances, highlighting the need for investment in research and innovation to overcome these barriers. This work presents a systematic review of the literature on software requirements for people with hearing impairment, aiming to benefit researchers, software developers, accessibility professionals and other parties involved in the creation of assistive technologies in software format. From a search in academic databases, the results found were categorized and separated into functional and non-functional requirements.

**Keywords:** software requirements, digital accessibility, hearing challenges, inclusion, systematic literature review.

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da acessibilidade digital na promoção da inclusão e igualdade de oportunidades é um fator crucial para garantir a participação plena daqueles com necessidades especiais (MATTOS, 2008). Nesse contexto, de acordo com a Forbes (2023), mais de 18% da população mundial, o que ultrapassa 1,5 bilhões de pessoas

em todo o mundo, enfrentam desafios auditivos, por conta disso a disponibilidade de soluções adaptadas é fundamental para sua inclusão na sociedade digital. Logo, é necessário explorar os requisitos essenciais para atender a esses usuários de forma adequada.

Uma abordagem de pesquisa estabelecida é a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que mapeia, avalia e sintetiza conhecimentos em uma área específica. Propomos uma revisão sistemática sobre requisitos de software para pessoas com desafios auditivos. Nosso 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. Sob essa ótica, foi identificada uma lacuna na literatura ao que se refere à falta de publicações científicas abordando essa temática de forma direta, dificultando a criação de tecnologias para essa população.

Para a criação desta RSL, adotamos uma estratégia de busca em bases acadêmicas considerando artigos publicados nos últimos treze anos, de 2010 até o atual momento, para garantir informações relevantes. Também estabelecemos critérios claros de inclusão e exclusão para garantir a qualidade dos estudos selecionados.

Esta RSL sobre os requisitos de software para melhorar a acessibilidade e usabilidade de pessoas com desafios auditivos identifica lacunas na pesquisa e fornece uma base sólida para projetos futuros, beneficiando pesquisadores, desenvolvedores de software, profissionais de acessibilidade e todas as partes envolvidas na criação de soluções digitais inclusivas, impulsionando avanços significativos na acessibilidade digital para essa comunidade.

Para o alcance de tais metas e sistematização da RSL, foram traçados objetivos geral e específicos.

**Objetivo geral:** 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 serão separados em funcionais e não funcionais e catalogados.

**Objetivos específicos:**

- Realizar um estudo na literatura sobre TA, requisitos de software e trabalhos correlatos;
- Pesquisar em repositórios acadêmicos artigos que apresentem requisitos de software para pessoas com deficiência auditiva ou surdez;
- Distinguir entre requisitos funcionais e não funcionais e categorias de aplicação;
- Apresentar os requisitos identificados como necessários para se criar um software para uma pessoa deficiente auditiva ou surda.

No decorrer deste estudo, abordamos as principais descobertas apresentadas na literatura relacionadas a requisitos de software para pessoas com desafios auditivos. Após isso, discutimos a metodologia adotada 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 SOFTWARE PARA PESSOAS DEFICIENTES AUDITIVAS OU SURDAS**

Na perspectiva de Amiralian (2000), a deficiência é um termo que pode ser interpretado de diversas maneiras dependendo do contexto em que é utilizado. É muito comum que essa fala seja associada a uma visão médica na qual são enfatizadas as limitações físicas ou mentais. Entretanto, essa perspectiva é muito

limitada e deixa de levar vários fatores em consideração, como as barreiras sociais e ambientais que podem chegar a impedir a participação plena das pessoas com deficiência na sociedade.

Segundo a Forbes (2023), a deficiência auditiva é a terceira mais incidente na sociedade, afetando pouco mais de 18,75% da população mundial, o que equivale a algo em torno de 1,5 bilhão de pessoas. De acordo com a American National Standards Institute (ANSI), o que caracteriza a deficiência auditiva é a diferença entre o desempenho de uma pessoa na detecção de sons e o padrão normal (FIOCRUZ, 2023).

Sob essa ótica, segundo a USP (2021) observa-se que uma das formas de abordagem para incluir pessoas com deficiência na sociedade é através da utilização de ferramentas de Tecnologia Assistiva (TA). Estima-se que um público abrangente, superior a um bilhão de usuários, dependa dessas tecnologias (WIPO, 2021). A 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, 2007).

Tendo em vista a importância destas ferramentas, ressalta-se que, para Guedes, De Bona e Lopes (2005), nos dias atuais, vivemos com a presença constante de tecnologias aplicadas em pesquisas e em ambientes educacionais, o que pode proporcionar a inclusão de vários cidadãos. Este processo de inclusão tecnológica percorre certas etapas, dentre elas, a criação de softwares, que passam por algumas fases até serem concebidos. Dentre tais processos, de acordo com Nardi e De Almeida Falbo (2006), a obtenção dos requisitos apropriados em um projeto de software é uma etapa fundamental e desafiadora no ciclo de desenvolvimento do produto. 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.

A obtenção de requisitos de software se subdivide em dois pontos fundamentais que são a distinção dos requisitos em funcionais e não funcionais. Sob a ótica de Machado (2018), os requisitos funcionais são aqueles que descrevem o comportamento do sistema e suas ações em resposta às interações do usuário, em suma, são as apresentações das funcionalidades, as quais se espera que o sistema

forneça. Já os requisitos não funcionais não estão diretamente ligados com as funções ofertadas pelo sistema. Estes, em geral, colocam a ênfase na manutenção dos padrões de qualidade, tal qual confiabilidade, desempenho, robustez, segurança, usabilidade, portabilidade, legibilidade, qualidade, manutenibilidade, dentre outros. Os requisitos não funcionais são fundamentais, pois definem se o sistema será eficiente na execução da tarefa para a qual foi criado.

Nas bases de dados acadêmicas que foram consultadas, não foram encontrados trabalhos que versam especificamente sobre a identificação de requisitos para a criação de uma TA para deficientes auditivos, demonstrando uma grande lacuna existente na abordagem dessa temática.

No entanto, foi identificado que uma forma eficiente para catalogação de requisitos de software é por meio de Revisões Sistemáticas da Literatura (RSL), pois estas fazem uma análise abrangente de trabalhos fundamentados na área, dos quais os requisitos poderiam ser extraídos. Um bom exemplo disso é o trabalho de Neto, Da Cunha e Carvalho (2020), que realizaram uma RSL sobre tecnologias assistivas voltadas para auxiliar a locomoção de deficientes visuais em ambiente externo.

Por conta disso, o presente trabalho tem o intuito de fazer uma RSL para catalogar os requisitos necessários para a criação de softwares para deficientes auditivos e surdos. Nosso trabalho busca, então, justamente preencher a lacuna encontrada e destaca-se por conta disso. O ineditismo desta abordagem, contribuirá com a identificação dos requisitos necessários à implementação de softwares para essa população.

### **3 METODOLOGIA**

Conduzimos uma Revisão Sistemática da Literatura para catalogar requisitos de software para deficientes auditivos e surdos. As subseções a seguir descrevem o desenho de pesquisa que foi adotado.

#### **3.1 PLANEJAMENTO**

Conduzimos esta RSL com base em um protocolo composto por objetivos da revisão, critérios para selecionar artigos, repositórios acadêmicos selecionados e suas strings de busca, procedimentos de seleção e critérios de exclusão, inclusão e qualidade, para selecionar os artigos os quais pretendemos utilizar para atingir os objetivos estipulados. O objetivo de pesquisa deste estudo é apresentado na Tabela 1 de acordo com a abordagem GQM (Basili e Rombach, 1988).

Tabela 1: A meta de acordo com a abordagem GQM

Analisar	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 de assistência

O Objetivo de Pesquisa (OP) é “identificar requisitos de software para deficientes auditivos e surdos”. Este OP está alinhado com o objetivo desta revisão e foi derivada de duas questões de pesquisa específicas, como segue:

Questão de Pesquisa Específica 1 (QPE1): Quais são os requisitos de software para deficientes auditivos e surdos?

Questão de Pesquisa Específica 2 (QPE2): Quais dos requisitos identificados são funcionais e não funcionais?

A motivação por trás do OP se deve à necessidade de materiais acadêmicos que identifiquem os requisitos de software para deficientes auditivos ou surdos, uma vez que esta é uma temática escassa nas bases de dados acadêmicas, fato esse que será discutido posteriormente. Consideramos os critérios PICO (Stone, 2002) para definir as strings de busca, conforme a Tabela 2. As strings de busca são baseadas nestes critérios para a seleção de artigos desta revisão.



Tabela 2: Critério PICO para *strings* de busca

(P)opulation	Artigos de engenharia de software focados em deficiência auditiva ou surdez - Deficiência auditiva
(I)ntervention	Desenvolvimento de softwares para deficientes auditivos ou surdos – Software
(C)omparison	Não se aplica
(O)utcomes	Catálogo de requisitos de software para deficientes auditivos ou surdos – Requisitos

A criação das strings de busca aplicadas nos repositórios acadêmicos é apresentada nas Tabelas 3 e 4. A Tabela 3 se refere aos principais termos que dialogam com o objetivo de pesquisa, construídos a partir dos critérios do PICO. Consideramos também o uso de termos alternativos e sinônimos dos termos principais.

Tabela 3: Principais termos para os objetivos da pesquisa

<b>Critério</b>	<b>Termos principais</b>
(P)opulation	“Deficiência auditiva” OR “Hearing Deficiency”
(I)ntervention	“Software” OR “Software”
(C)omparison	Não se aplica
(O)utcomes	“Requisitos” OR “Requirements”

Esses termos, como mostrado na Tabela 3, também são incluídos na string de pesquisa. Construímos os termos principais utilizando o boleano AND e juntando com os termos alternativos utilizando o boleano OR. As sequências de busca

formadas visam focar artigos direcionados às questões de pesquisa desta revisão sistemática. A Tabela 4 apresenta termos alternativos aos principais.

Tabela 4: Termos alternativos aos termos principais

<b>Termo Principal</b>	<b>Termos alternativos</b>
“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

A Tabela 5 apresenta as bases de dados acadêmicas das quais os artigos foram recuperados, juntamente com as respectivas *strings* de busca usadas para selecioná-los. Os repositórios acadêmicos alvo da nossa pesquisa foram Google Acadêmico e português, Google Acadêmico em inglês, A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), IEEE Xplore, ACM Digital Library e Springer Link. Todas as buscas foram feitas entre os dias 07 de junho de 2023 a 28 de junho de 2023.

Tabela 5: Repositórios acadêmicos selecionados para esta RSL

<b>Base de dados e URL de busca</b>	<b>Idioma</b>	<b>String</b>
Google Acadêmico <a href="https://scholar.google.com.br/">https://scholar.google.com.br/</a>	Português	"requisitos" + ("software" OR "aplicativo" OR "programa" OR "sistema" OR "tecnologia assistiva") + ("deficiência auditiva" OR "surdo" OR "surdez")

Google Acadêmico <a href="https://scholar.google.com.br/">https://scholar.google.com.br/</a>	Inglês	"requirements" + ("software" OR "app" OR "program" OR "system" OR "assistive technology") + ("hearing deficiency" OR "hearing impairment" OR "deaf" OR "deafness")
BDTD <a href="https://bdttd.ibict.br/">https://bdttd.ibict.br/</a>	Português	"requisitos" + ("software" OR "aplicativo" OR "programa" OR "sistema" OR "tecnologia assistiva") + ("deficiência auditiva" OR "surdo" OR "surdez")
IEEE <a href="https://www.ieee.org/">https://www.ieee.org/</a>	Inglês	"requirements" AND ( "software" OR "app" OR "program" OR "system" OR "assistive technology") AND ("hearing deficiency" OR "hearing impairment" OR "deaf" OR "deafness")
ACM <a href="https://dl.acm.org/">https://dl.acm.org/</a>	Inglês	"requirements" + ( "software" "app" "program" "system" "assistive technology") + ("hearing deficiency" "hearing impairment" "deaf" "deafness")
Springer Link <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>	Inglês	"requirements" AND ( "software" OR "app" OR "program" OR "system" OR "assistive technology") AND ("hearing deficiency" OR "hearing impairment" OR "deaf" OR "deafness")

Os critérios de exclusão e inclusão de artigos nesta revisão são apresentados na Tabela 6. O OR associado aos critérios de exclusão significa que estes são independentes, ou seja, basta atender a apenas um critério para excluir o artigo. Por outro lado, o conetivo AND nos critérios de inclusão devem ser atendidos para selecionar o artigo para análise. A Tabela 6 também apresenta os critérios de qualidade utilizados para esta revisão.

Tabela 6: Critérios de Exclusão, Inclusão e Qualidade

<b>Tipo</b>	<b>ID</b>	<b>Descrição</b>	<b>Conectivo</b>
Exclusão	E1	Publicado a partir de 2010	OR
Exclusão	E2	Quantidade de páginas	OR
Exclusão	E3	Estar disponível em português ou inglês	OR
Exclusão	E4	Ser uma publicação científica	OR
Inclusão	I1	Estar no âmbito de requisitos de pessoas com deficiência auditiva	AND
Qualidade	Q1	Objetivos bem definidos	YES/NO
Qualidade	Q2	A metodologia está clara	YES/NO
Qualidade	Q3	Resultados foram apresentados	YES/NO

Um exame crítico seguindo os critérios de qualidade estabelecidos nesta tabela foi realizado em todos os artigos restantes que passaram nos critérios de exclusão e inclusão. Todos esses critérios devem ser atendidos (ou seja, a resposta deve ser SIM para cada um) para selecionar permanentemente o trabalho, caso contrário, o trabalho deve ser excluído. Os critérios de exclusão, inclusão e qualidade foram utilizados no processo de seleção conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Etapas do processo de seleção

<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>

1	Aplicação das strings de busca para obter uma lista de artigos candidatos em bases de dados acadêmicas
2	Remoção de artigos duplicados
3	Aplicação dos critérios de exclusão nos artigos listados
4	Aplicar os critérios de inclusão após leitura superficial dos artigos
5	Aplicação dos critérios de qualidade em artigos restantes após a etapa 4

Conforme a Tabela 8, quando se encerrou o processo de seleção, os artigos selecionados foram classificados em uma das três opções: Excluídos, Não Selecionados e Selecionados.

Tabela 8: Opções de classificação para cada artigo recuperado

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
Exclusão	Os artigos preencheram os critérios de exclusão
Inclusão	Artigos não excluídos devido aos critérios de exclusão, mas não atenderam aos critérios de inclusão ou qualidade
Selecionados	Os artigos não atenderam aos critérios de exclusão e atenderam aos critérios de inclusão e qualidade.

### **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, seguindo o esquema descrito na Subseção 3.1.

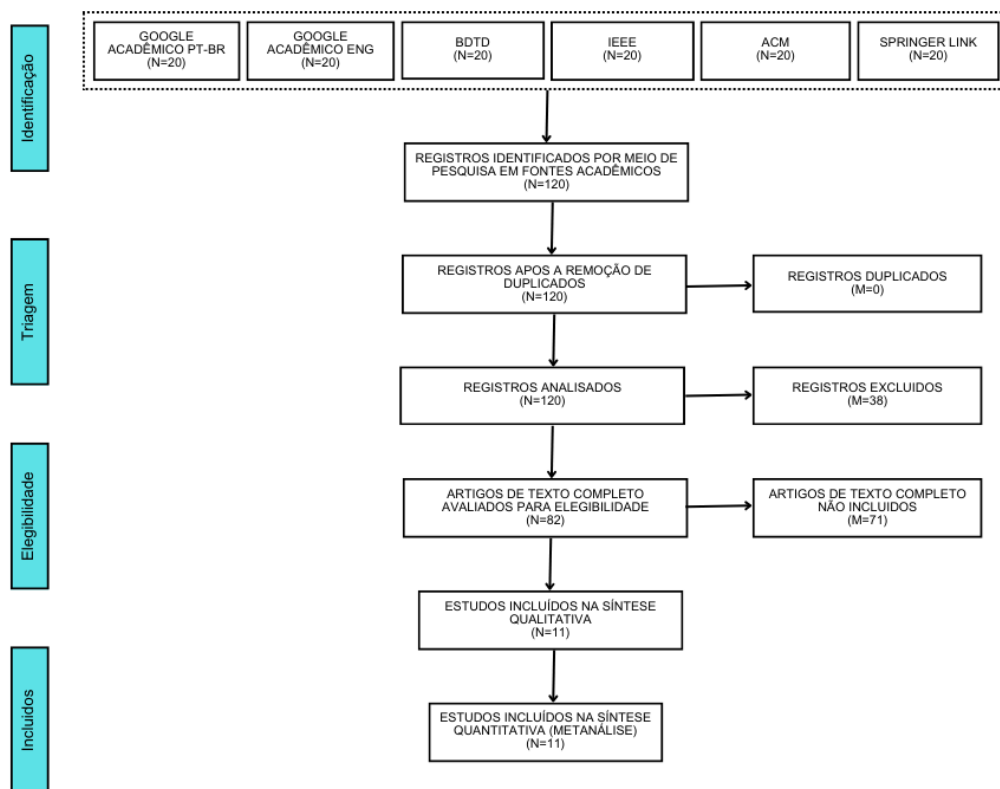


Figura 1: Procedimentos e seus resultados no processo de seleção de artigos.

A Tabela 9 apresenta a efetividade 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, o Google Acadêmico em português e o BDTD também se destacam por apresentar 10% de efetividade da string de busca utilizada. Em compensação, é válida a ressalva de que importantes bases de dados acadêmicas, tal como o Springer Link, a ACM Digital Library e o Google Acadêmico em inglês apresentaram resultados desanimadores, com nenhum ou apenas um artigo correspondente, reforçando como a temática abordada nesta RSL é escassa no meio acadêmico. Os 11 artigos selecionados representaram 9,2% de todos os 120 artigos recuperados.

Tabela 9: Eficácia de busca

<b>Repositórios</b>	<b>Artigos analisados</b>	<b>Artigos selecionados</b>	<b>Eficácia de busca</b>
Google Acadêmico (Português)	20	2	10%
Google Acadêmico (Inglês)	20	1	5%
BDTD	20	2	10%
IEEE	20	5	25%
ACM	20	1	5%
Springer Link	20	0	0%
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>11</b>	<b>9,2%</b>

#### 4 RESULTADOS

O Apêndice A apresenta a lista dos 11 artigos selecionados desta revisão sistemática. Todos os estudos são rotulados como “AS”, seguido do número de referência do artigo através do qual o artigo pode ser acessado ao final deste documento. Os artigos selecionados foram publicados em congressos e periódicos.

A Figura 2 apresenta evidências coletadas da literatura para responder a QPE1 e QPE2. Primeiramente a temática central se desdobra em duas ramificações, requisitos funcionais e requisitos não funcionais, para abordar a QPE2. Já nas pontas das ramificações, estão inseridos os requisitos coletados, juntamente com o identificador de quais artigos tais requisitos foram extraídos, isso para atender à QPE1.

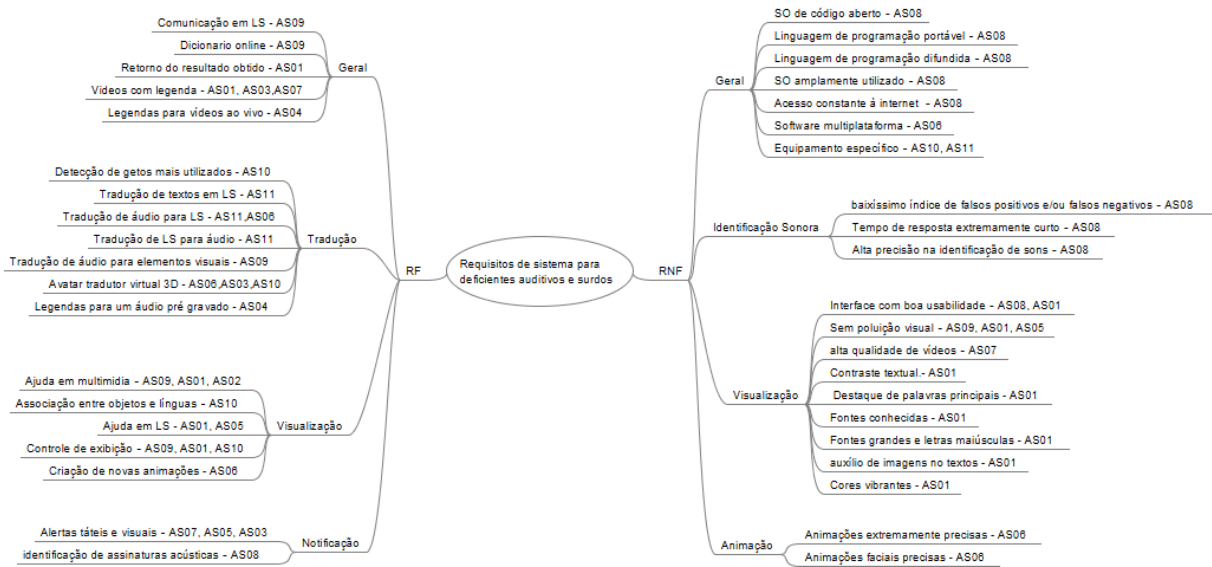


Figura 2: Mapa mental dos requisitos de software identificados nos artigos

As Tabelas 10 e 11 apresentam e sistematizam, respectivamente, os requisitos funcionais e não funcionais categorizados, ambas destacando em qual categoria eles se enquadram e de quais artigos foram extraídos. A partir desta sistematização podemos perceber que todos os 11 artigos seleccionados (AS01, AS02, AS03, AS04, AS05, AS06, AS07, AS08, AS09, AS10, AS11) trazem requisitos funcionais de alguma categoria. Enquanto isso, 8 artigos (AS01, AS05, AS06, AS07, AS08, AS09, AS10, AS11) trazem requisitos não funcionais.

Tabela 10: Requisitos Funcionais

Requisitos Funcionais		
Categoria	Identificação	Artigo
Geral	Comunicação em LS	AS09
	Dicionário online	AS09
	Retorno do resultado obtido	AS01
	Vídeos com legenda	AS01, AS03, AS07
	Legendas para vídeos ao vivo	AS04



Tradução	Detecção de gestos mais utilizados	AS10
	Tradução de textos em LS	AS09, AS02
	Tradução de áudios para LS	AS11, AS06, AS04
	Tradução de LS para áudio	AS11
	Tradução de áudio para elementos visuais	AS09
	Avatar tradutor virtual 3D	AS06, AS03, AS10
	Legenda para áudios pré-gravados	AS04
Visualização	Ajuda em multimídia	AS09, AS01, AS02
	Associação entre objetos e línguas	AS10
	Ajuda em LS	AS01, AS05
	Controle de exibição	AS09, AS01, AS10
	Criação de novas animações	AS06
Notificação	Alertas táteis e visuais	AS07, AS05, AS03
	Identificação de assinaturas acústicas	AS08

Tabela 11: Requisitos Não Funcionais

<b>Requisitos Não Funcionais</b>		
Geral	SO de código aberto	AS08
	Linguagem de programação portátil	AS08
	Linguagem de programação difundida	AS08

	SO amplamente utilizado	AS08
	Acesso constante à internet	AS08
	Software multiplataforma	AS06
	Equipamento específico	AS10,AS11
Identificação Sonora	Baixíssimo índice de falsos positivos e/ou falsos negativos	AS08
	Tempo de resposta extremamente curto	AS08
	Alta precisão na identificação de sons	AS08
Visualização	Interface com boa usabilidade	AS08,AS01
	Sem poluição visual	AS09,AS01,AS05
	Alta qualidade de vídeo	AS07
	Contraste textual	AS01
	Destaque de palavras principais	AS01
	Fontes conhecidas	AS01
	Fontes grandes e letras maiúsculas	AS01
	Auxílio de imagens no texto	AS01
	Cores vibrantes	AS01
Animação	Animações extremamente precisas	AS06
	Animações faciais precisas	AS06

Dentre os requisitos funcionais, percebeu-se que a tradução é o RF que tem mais aplicações, sendo abordado por 7 artigos (AS02, AS03, AS04, AS09, AS06, AS10, AS11) e trazendo 7 requisitos diferentes. Já no caso dos requisitos não funcionais, identificamos que a categoria de visualização é o RnF com mais utilizações práticas, sendo abordada por 5 artigos (AS01, AS05, AS07, AS08, AS09) e trazendo 9 requisitos distintos.

#### 4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS CATALOGADOS

Os requisitos funcionais catalogados, como apresentados na Tabela 10, são 19 no total e foram extraídos de todos os 11 artigos identificados na literatura. Tais requisitos estão divididos em 4 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 de sinais; Visualização, a qual engloba a parte visual das funcionalidades; Por fim, é apresentada a categoria de Notificação, que ressalta a necessidade de notificações com alternativas não sonoras.

##### **Geral:**

- **Comunicação em LS (AS09):** O sistema deve ser capaz de se comunicar na língua nativa dos surdos (Linguagem de sinais);
- **Dicionário online (AS09):** Ter uma ferramenta que forneça um dicionário online para alunos surdos com a lista de palavras atualizada mais recente;
- **Retorno do resultado obtido (AS01):** É importante a cada ação que o usuário executar que seja retornado o resultado obtido, motivando o usuário a continuar executando a atividade proposta pelo software, seja ela qual for;
- **Vídeos com legenda (AS01, AS03, AS07):** Disponibilização para qualquer vídeo, em Libras ou não, a legenda da Língua Portuguesa;
- **Legendas para vídeos ao vivo (AS04):** Legendas (Ao Vivo): São fornecidas legendas para a totalidade do áudio ao vivo existente em um conteúdo em mídia sincronizada.

##### **Tradução:**

- **Detecção de gestos mais utilizados (AS10):** A aplicação, tal como o programa VirtualSign, deve 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):** Em um software que funcione para a interlocução entre surdos e ouvintes, as palavras faladas pelo ouvinte são traduzidas ao vivo para a linguagem de sinais, que é mostrado no smartphone;
- **Tradução de LS para áudio (AS11):** Em um software que funcione para a interlocução entre surdos e ouvintes, o usuário surdo poderia sinalizar para falar com um ouvinte, sinalização essa que deve então ser traduzida para a linguagem falada e tocada pelo smartphone;
- **Tradução de áudio para elementos visuais (AS09):** Todas as informações de áudio devem ser fornecidas visualmente;
- **Avatar tradutor virtual 3D (AS06, AS03, AS10):** O software deve exibir um avatar(modelo de animação 3D) que pode traduzir em tempo real a língua falada e escrita para a língua de sinais;
- **Legendas para um áudio pré gravado (AS04):** Legendas (Pré Gravadas): São fornecidas legendas para a totalidade de um áudio pré- gravado.

#### **Visualização:**

- **Ajuda em multimídia (AS09, AS01, AS02):** O software deve fornecer, por meio de um botão de ajuda, várias representações multimídia como forma de auxiliar o súdo a compreender o conteúdo apresentado, tal como textos, imagens, linguagem de sinais e vídeo);
- **Associação entre objetos e línguas (AS10):** Quando um objeto interativo é clicado, uma imagem e uma palavra são exibidas, como em um flash card; seguido do vídeo do sinal em LS para aquele objeto, isso com objetivo de estimular que seja feita a associação entre o objeto e o sinal;
- **Ajuda em LS (AS01, AS05):** Um recurso essencial para a camada de interface é uma aba de ajuda que direcione para vídeos em LS, feitos por intérpretes fluentes em LS, explicando as funcionalidades do software;

- **Controle de exibição (AS09, AS01, AS10):** Dê ao usuário a possibilidade de controlar tudo que é representado na tela como vídeos ou animações com o avatar 3D com opções como pause, pule, repita, aumentar, diminuir e girar;
- **Criação de novas animações (AS06):** Deve haver um editor que permita aos usuários criar novas animações do avatar 3D caso sejam necessárias novas terminologias e a criação desses termos deve ser amigável ao usuário.

#### **Notificação:**

- **Alertas táteis e visuais (AS07, AS05, AS03):** Alertas táteis e visuais, como vibração ou flashes na tela;
- **Identificação de assinaturas acústicas (AS08):** Uma possível tecnologia de assistência a um usuário surdo seria 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, como mostrado na Tabela 11, foram catalogados em 21 no total, e foram extraídos de 8 dos 11 artigos extraídos da literatura. Tais requisitos estão divididos também em 4 categorias, sendo elas: Geral, que não se enquadra e nenhum das outras categorias; Identificação Sonora, que aborda os RnF necessários para a implementação de uma tecnologia de assistência que auxilia no reconhecimento de sons de interesse para o usuário; Visualização, a qual envolve a parte visual da aplicação que não envolve funcionalidades; Por fim, é demonstrada a categoria de Animação, que evidencia RnF necessários para a 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):** Para implementação de sistemas de assistência em celulares, é preferencial que seja escolhido um smartphone rodando o sistema operacional (SO) de código aberto, por exemplo o Android, devido à disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento;

- **Linguagem de programação portátil (AS08):** Deve ser utilizada uma linguagem de programação de alta portabilidade, como Java, permitindo que a aplicação seja utilizada em diversas plataformas;
- **Linguagem de programação difundida (AS08):** Deve ser utilizada uma linguagem de programação amplamente difundida, como Java, permitindo utilizar diferentes pacotes de software já disponíveis;
- **SO amplamente utilizado (AS08):** SO amplamente utilizado, tal como Android;
- **Acesso constante à internet (AS08):** O aparelho deve possuir acesso constante à internet. Possibilitando o uso de dados compartilhados online, o que tornaria o aplicativo significativamente mais leve;
- **Software multiplataforma (AS06):** O software mesmo executado em plataformas diferentes, deve possuir as mesmas funcionalidades;
- **Equipamento específico (AS10, AS11):** A depender do tipo de software, Antes de iniciar a aplicação, o usuário deve calçar luvas coloridas com acelerômetros de pulso e sentar-se em frente ao computador equipado com câmera de vídeo para o sistema de reconhecimento de visão computacional, isso permite uma interação muito mais precisa com o software.

#### **Identificação sonora:**

- **Baixíssimo índice de falsos positivos e/ou falsos negativos (AS08):** É fundamental que tecnologias de assistência para surdos tenha 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):** Em tecnologias de assistência acústica devem ter um tempo de resposta extremamente curto, principalmente ao se tratar de um dispositivo para uso em tráfego rodoviário, por exemplo;
- **Alta precisão na identificação de sons (AS08):** Em tecnologias de assistência acústica devem ter uma alta precisão, principalmente ao se tratar de um dispositivo para uso em tráfego rodoviário, por exemplo.

#### **Visualização:**

- **Interface com boa usabilidade (AS08, AS01):** A interface do usuário deve ser confortável e fácil de usar, por exemplo, no software apenas as coisas

necessárias devem estar visíveis na tela, para não confundir o usuário com informações desnecessárias;

- **Sem poluição visual (AS09, AS01, AS05):** Elimine o ruído visual que irá perturbar os alunos surdos, para evitar sobrecarga. Ou seja, a tela deve ser limpa para evitar dificultar o entendimento pleno do usuário e para não gerar no indivíduo uma sobrecarga sensorial (visão);
- **Alta qualidade de vídeos (AS07):** Em caso de um software que funcione como uma biblioteca de vídeos, a alta qualidade de vídeo é fundamental para garantir que o usuário tenha pleno entendimento da informação que está sendo transmitida;
- **Contraste textual (AS01):** A utilização de textos na cor preta colocados sobre um fundo de cor clara permite uma leitura mais agradável do que os apresentados sobre um fundo de cor mais escura ou sobre figura;
- **Destaque de palavras principais (AS01):** A utilização das palavras principais em Negrito resulta em maior destaque para as palavras;
- **Fontes conhecidas (AS01):** Nos textos devem ser utilizadas as fontes mais conhecidas como Times New Roman, Arial e Geórgia;
- **Fontes grandes e letras maiúsculas (AS01):** Utilização da fonte grande e, de preferência, maiúscula, conferindo um maior destaque a palavra;
- **Auxílio de imagens no textos (AS01):** É importante associar aos textos as imagens, assim quando ocorre a visualização da imagem com o texto ocorre uma associação melhor sobre o texto lido, deixando a leitura mais interessante e intuitiva;
- **Cores vibrantes (AS01):** Utilizar cores vibrantes para destacar atividades que merecem mais atenção como, por exemplo, o vermelho ser associado a perigo.

#### **Animação:**

- **Animações extremamente precisas (AS06):** Em uma tecnologia que mostre sinais em LS, é fundamental que o surdo compreenda de forma eficiente o significado da animação. Isso indica que a animação deve ser especialmente precisa. Uma pequena animação mal colocada pode resultar em um significado totalmente diferente;

- **Animações faciais precisas (AS06):** Na linguagem de sinais, a expressão facial é usada na conversa. Isso indica que animações devem possuir animações faciais precisas a fim de evitar mal entendimento do usuário.

Ao observar o posicionamento de Brasil (2007) 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 às 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 Guedes, De Bona e Lopes (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**

Este estudo procurou investigar os requisitos de software para deficientes auditivos e surdos. Realizamos uma Revisão Sistemática da Literatura de artigos disponíveis em seis repositórios acadêmicos eletrônicos. Além disso, também buscamos distinguir os requisitos em funcionais e não funcionais. A análise dos artigos indicou que existe uma gama de requisitos com as mais diversas aplicações na implementação de um software, que foram separados em categorias como visualização, tradução, identificação sonora, dentre outras. Por meio deste trabalho, identificamos evidências que indicam os mais apropriados requisitos para cada tipo



de tecnologia assistiva para 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 a partir da concepção deste trabalho, ressaltamos que ainda seria possível a identificação de outros requisitos de software para além dos apresentados nesta pesquisa, isso 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.

## **APÊNDICE A - Lista de Trabalhos Selecionados**

**AS01** SANTOS, Cristina Paludo; ELLWANGER, Cristiane. Educativo—Possibilidades de Interação para Pessoas com Deficiência Auditiva em Software Educacional.

**AS02** YASSUE, Thiago Yukio Murayama; DOS SANTOS OLIVEIRA, Cláudia; MARTINI, Sílvia Cristina. APLICATIVO MÓVEL: CADERNETA DE SAÚDE DO ADOLESCENTE PARA DEFICIENTES AUDITIVOS. Revista Científica UMC, v. 6, n. 2, 2021.

**AS03** NATHAN, Shelena Soosay; HUSSAIN, Azham; HASHIM, Nor Laily. Studies on deaf mobile application: Need for functionalities and requirements. Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering, v. 8, n. 8, p. 47-50, 2016.

**AS04** LUZ, Héllen Souza et al. Abordagem participativa na elicitação de requisitos em ambientes virtuais para aprendizes surdos. 2019.

**AS05** SOUSA, Caio César Silva et al. Estudo sobre requisitos e automação do teste de acessibilidade para surdos em aplicações Web. 2020.

**AS06** TIANGTAE, Narathip et al. Developing Software for the Deaf Community: Conquering an Extreme Case Scenario. In: 2017 21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC). IEEE, 2017. p. 1-5.

**AS07** CHUAN, Ngip Khean et al. Evaluating ‘Gesture Interaction’ requirements of mobile applications for deaf users: discovering the needs of the hearing-impaired in using touchscreen gestures. In: 2017 IEEE Conference on Open Systems (ICOS). IEEE, 2017. p. 90-95.

**AS08** MIELKE, Matthias; GRÜNEWALD, Armin; BRÜCK, Rainer. An assistive technology for hearing-impaired persons: Analysis, requirements and architecture. In: 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, 2013. p. 4702-4705.

**AS09** ALSHAMMARI, Anwar; ALSUMAIT, Asmaa; FAISAL, Maha. Building an interactive e-learning tool for deaf children: interaction design process framework. In: 2018 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e). IEEE, 2018. p. 85-90.

**AS10** BOUZID, Yosra; KHENISSI, Mohamed Ali; JEMNI, Mohamed. Designing a game generator as an educational technology for the deaf learners. In: 2015 5th International Conference on Information & Communication Technology and Accessibility (ICTA). IEEE, 2015. p. 1-6.

**AS11** GUGENHEIMER, Jan et al. The impact of assistive technology on communication quality between deaf and hearing individuals. In: Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. 2017. p. 669-682.

## **APÊNDICE B - Lista de Abreviaturas e Siglas**

ACM - Association for Computing Machinery;

ANSI - American National Standards Institute;

AS - Artigo Selecionado;

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações;

GQM - Goal Question Metric;

IEEE - Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos;

OP - objetivo de pesquisa;

PICO - P: população/pacientes; I: intervenção; C: comparação/controle; O: desfecho/outcome;

QPE1 - Questão de Pesquisa Específica 1;

QPE2 - Questão de Pesquisa Específica 2;

RF - Requisito Funcional;

RNF - Requisito Funcional;

RSL - Revisão Sistemática da Literatura;

SO - Sistema Operacional;

TA - Tecnologia Assistiva;

USP - Universidade de São Paulo.

## REFERÊNCIAS

AMIRALIAN, Maria LT et al. Conceituando deficiência. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, p. 97-103, 2000.

NARDI, Julio Cesar; DE ALMEIDA FALBO, Ricardo. Uma Ontologia de Requisitos de Software. In: **CibSE**. 2006. p. 111-124.

MATTOS, Fernando Augusto Mansor de; CHAGAS, Gleison José do Nascimento. **Desafios para a inclusão digital no Brasil. Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 13, p. 67-94, 2008.

GUEDES, Aníbal Lopes; DE BONA, Cristiane; LOPES, Roger Marcos. Inclusão digital de surdos: contando uma nova história. **VIDYA**, v. 25, n. 2, p. 7, 2005.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Análise e Gestão de Requisitos de Software Onde nascem os sistemas**. Saraiva Educação SA, 2018.

NETO, Ademar Lima; DA CUNHA, Mônica; CARVALHO, Lukas. Uma revisão sistemática sobre tecnologias assistivas voltadas para auxiliar a locomoção de deficientes visuais em ambiente externo utilizando soluções embarcadas. **Anais da XX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe**, p. 89-98, 2020.

PATIAS, Naiana Dapieve; HOHENDORFF, Jean Von. Critérios de qualidade para artigos de pesquisa qualitativa. **Psicologia em estudo**, v. 24, 2019.

MASINI, EFS et al. Conceituando deficiência: The concept of disability. **Revista Saúde Pública**, p. 97-103.

DA COSTA SANTOS, Cristina Mamédio; DE MATTOS PIMENTA, Cibele Andrucio; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, n. 3, 2007.

VACARI, Isaque; PRIKLADNICKI, Rafael. Desenvolvimento de software na administração pública: Uma revisão sistemática da literatura. **Relatório Técnico**, n. 082, p. 9, 2014.

JUNIOR, Rui Santos Carige; DE FIGUEIREDO CARNEIRO, Glauco. Impact of Developers Sentiments on Practices and Artifacts in Open Source Software Projects: A Systematic Literature Review. **ICEIS (2)**, p. 31-42, 2020.

MATTOS, Fernando Augusto Mansor de; CHAGAS, Gleison José do Nascimento. Desafios para a inclusão digital no Brasil. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 13, p. 67-94, 2008.

NOT, N. I. B. S.; REPEATED, N. I. B. S. PRISMA 2009 Flow Diagram.

NARDI, Julio Cesar; DE ALMEIDA FALBO, Ricardo. Uma Ontologia de Requisitos de Software. In: **CibSE**. 2006. p. 111-124.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Seção 1, p. 1. Art. 3º.

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). (2023). **Deficiência Auditiva**. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/deficiencia-auditiva.htm>. Acesso em: 24, 10, 2023.

Forber (2023). **Deafness And Hearing Loss Statistics**. Disponível em: <https://www.forbes.com/health/hearing-aids/deafness-statistics/#:~:text=More%20than%201.5%20billion%20people,when%20using%20a%20hearing%20aid>. Acesso em: 29, 10, 2023.