

A realidade do desenvolvimento de tecnologias assistivas para pessoas cegas: explorando o cenário de um estado nordestino

Ivanda M. Gomes[†]
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará Brasil
ivandamelo@alu.ufc.br

Rossana M.C. Andrade
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará Brasil
rossana@great.ufc.br

Ticianne G.R. Darin
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará Brasil
ticianne@virtual.ufc.br

RESUMO

Tecnologias Assistivas (TA) para deficientes visuais têm sido desenvolvidas e aprimoradas desde a década de 1960, em todo o mundo, contemplando diversos tipos de dispositivos assistivos eletrônicos. No Brasil, pesquisas tem apontado que o cenário é semelhante, inclusive com o agravante de que poucos estados concentram a maior parte dos projetos relacionados a TA, especialmente no Sul e Sudeste do país. Visando compreender o que caracteriza esse cenário, especificamente, no estado do Ceará, esta pesquisa tem o objetivo de identificar dificuldades e perspectivas do desenvolvimento e distribuição de tecnologias assistivas para pessoas cegas no estado. Para isso foram realizadas entrevistas com pessoas envolvidas no processo de pesquisa e desenvolvimento de TA para esse público na iniciativa pública e privada no estado cearense. Os resultados apontam como o acesso e a distribuição de TA para o público com deficiência visual têm sido impactados por dificuldades relacionadas à colaboração entre grupos, financiamento, maturidade dos times e o caráter predominantemente acadêmico dos projetos. Por fim, discutimos possíveis formas de mitigar os obstáculos identificados nessa área.

PALAVRAS-CHAVE

• tecnologias assistivas • deficiência visual • cegueira • inclusão

1 Introdução

No Brasil, a deficiência visual se apresenta como a deficiência com mais ocorrência na população, segundo o Censo de 2010 do IBGE, afetando um total de 6,5 milhões de pessoas, sendo 582 mil cegas e seis milhões com baixa visão. Devido ao aumento da expectativa de vida da população, a projeção é que a população mundial cega aumente de 38.5 milhões em 2020 para 115 milhões em 2050 [4], o que suscita a necessidade do investimento em tecnologias assistivas que suportem a execução das atividades cotidianas dessas pessoas, tornando a seus processos cotidianos de locomoção, e acesso à informação e à educação mais independentes, seguros e confortáveis.

Contudo, frequentemente, as tecnologias ou sistemas desenvolvidos para esse propósito permanecem em estágio conceitual ou de protótipo e carecem de avaliações e testes com usuários reais (Chanana et al. 2017). No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva (2012), feita pela Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social, em parceria com

Instituto de Tecnologia Social (ITS), apenas 29,4% dos projetos de pesquisa e desenvolvimento em Tecnologias Assistivas (TA) identificados já comercializaram e/ou disponibilizaram a solução desenvolvida. Além disso, o estudo mostra a região Nordeste como pouco relevante nesse cenário, enquanto as regiões Sul e Sudeste se apresentam como maiores centros de desenvolvimento contando com mais de 75% dos projetos cadastrados.

Pesquisas mais recentes apontam os principais centros de pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologias assistivas no Brasil [1], listando, em 2017, 52 núcleos de TA expressivamente concentrados nas regiões Sudeste e Sul. Segundo o estudo, esse fato se relaciona com a concentração socioespacial da renda, que propicia a essas regiões melhores condições de sustentar a inovação tecnológica em geral, incluindo a assistiva. Anversa (2018) inclui em seus resultados estados nordestinos que não haviam tido representativos nos resultados da pesquisa anterior, citando dois centros de desenvolvimento de TA no Ceará, um em Sergipe e um na Paraíba, além de Bahia e Pernambuco. Apesar disso, o estudo aponta que somente dois pedidos de patentes foram solicitados no Nordeste por centros regionais inovativos de TA, de 2006 a 2017. Esses dados são preocupantes quanto à transferência de TA desenvolvida no Nordeste brasileiro, sublinhando a necessidade de compreender a realidade da pesquisa e desenvolvimento em TA nessa região.

Motivada por esse cenário, esta pesquisa tem por objetivo traçar um panorama da pesquisa, desenvolvimento e distribuição de tecnologias assistivas no estado cearense. Para isso, entrevistamos nove pesquisadores e desenvolvedores de diferentes grupos de pesquisa e/ou núcleos de desenvolvimento de TAs para pessoas cegas no estado. Nossa perspectiva é de identificar e discutir, junto à comunidade, as principais características, dificuldades e perspectivas desse cenário contribuindo para o processo de mitigar os obstáculos identificados.

2 Trabalhos relacionados

Bhowmick e Hazarika (2017) fizeram uma revisão sobre o estado da arte de tecnologias assistivas voltadas a pessoas cegas ou de baixa visão. O foco da pesquisa foi identificar a evolução da pesquisa e desenvolvimento dessas TAs nos últimos 20 anos, discutir tendências na área, apontar recomendações para o desenvolvimento dessas tecnologias no futuro e identificar padrões de pesquisa. Os autores identificaram um intenso

crescimento no número de publicações com a temática de TAs para pessoas cegas ou com baixa visão, tendo em média menos de 50 publicações por ano na década de 90, e alcançando uma média anual de 400 publicações no ano de 2014. Isso demonstra o interesse e o amadurecimento da pesquisa internacional na área. Além disso, a área vem se mostrando crescentemente inovadora no que diz respeito às tecnologias e paradigmas utilizados. Segundo o estudo, há crescimento no número de patentes nessa área, o que demonstra a confiança dos pesquisadores nas soluções desenvolvidas/propostas e que eles acreditam que tais soluções podem ser, de alguma forma, rentáveis no futuro.

No cenário nacional, Garcia e Galvão (2012) realizaram uma Pesquisa Nacional de Tecnologias Assistivas com o objetivo de ampliar os estudos sobre o processo de pesquisa e desenvolvimento de Tecnologias Assistivas aplicadas a qualquer tipo de deficiência no Brasil e divulgar o conhecimento adquirido com esse estudo a fim de auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas e iniciativas de incentivo e apoio à essa questão. A pesquisa buscou identificar e caracterizar as instituições de ensino superior, empresas e entidades privadas sem fins-lucrativos que realizaram projetos de inovação tecnológica em Tecnologias Assistivas nos períodos de 2005 a 2006 e 2007 a 2008.

A pesquisa em questão se apresenta, até o presente momento, como o mais relevante levantamento de informação sobre o estado das tecnologias assistivas no Brasil e vem sendo revisitada pelos autores e por outros pesquisadores em tecnologias assistivas. O levantamento de entidades pesquisadas foi feito através da listagem de instituições de ensino Estaduais e Federais, instituições com projetos em TA financiados pelo CNPq e FINEP, banco de dados do ITS e através da listagem de instituições que participaram da REATECH – Feira Internacional de Tecnologias em Reabilitação, Inclusão e Acessibilidade.

Os resultados demonstram dados importantes sobre o cenário brasileiro de pesquisa e desenvolvimento de TAs, principalmente no que diz respeito ao cenário acadêmico. Os estados que concentram a maior parte de pesquisas financiadas pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), nos anos pesquisados pelos autores, se encontram no sul e sudeste do país: Rio Grande do Sul, com 36 projetos (33%), São Paulo, com 31 projetos (28,4%) e Rio de Janeiro, com 17 projetos (15,6%). A pesquisa detectou apenas 6 projetos desenvolvidos na região Nordeste.

Em relação ao caráter dos projetos, o estudo revelou que mais da metade do que foi produzido nos anos de 2007 e 2008 se enquadra como ‘Pesquisa’ (52,2%), enquanto apenas 24,8% representam ‘Serviços’ e 23% representam ‘Produtos’. No levantamento de 2017, [9] ‘Pesquisa’ continua como o principal tipo de inovação das TAs (52,5%), ‘Produtos’ vindo em seguida (35,3%) e por último ‘Serviços’ (11,7%). Além disso, embora o Censo Demográfico de 2010 demonstre que a deficiência com mais ocorrência no Brasil é a deficiência visual, a maioria dos projetos em TA desenvolvidos no país são voltados as pessoas com deficiência motora (43,1%).

Em 2012, buscando estimular a disseminação em pesquisas em tecnologias assistivas, o Centro de Referência em Tecnologias Assistivas (CNRTA), órgão governamental, criou Núcleos de Pesquisa em Tecnologia Assistiva. Essas unidades elaboram projetos de pesquisa e desenvolvimento com o intuito de melhorar a vida de pessoas com deficiência através de inovações tecnológicas. Além dos grupos previamente identificados em Pernambuco e Bahia por Garcia e Galvão (2012), Anversa (2018) identificou também dois Núcleos de Pesquisa em Tecnologia Assistiva no Ceará, um em Sergipe e um na Paraíba, que não haviam sido representativos nos resultados da pesquisa anterior.

Apesar de mapearem tendências importantes para o futuro de tecnologias assistivas para pessoas cegas e apresentarem dados sobre o estado da inovação dessas tecnologias no Brasil, os trabalhos citados nessa seção não apresentam dados qualitativos ou uma investigação analítica sobre a perspectiva de pessoas envolvidas nesse processo. Além disso, na pesquisa de Garcia e Galvão (2012) e Garcia et al. (2017) os dados referentes ao estado cearense abrem questionamentos sobre o baixo envolvimento do mesmo em projetos de inovação em TAs.

Assim, o presente estudo se propõe a investigar aspectos mais subjetivos sobre a temática das tecnologias assistivas para pessoas cegas no contexto cearense, correlacionando os dados coletado quantitativamente em Garcia e Galvão (2012) e Garcia et al. (2017) com os dados qualitativos apresentados no estudo em questão.

3 Metodologia

O presente trabalho tem por objetivo mapear o cenário de pesquisa, desenvolvimento e distribuição de tecnologias assistivas para pessoas cegas no estado nordestino Ceará. Assim, investigamos as seguintes questões de pesquisa, quanto ao estado cearense: (i) QP1 - Onde ocorre o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas para pessoas cegas? (ii) QP2 - Qual o foco das TAs desenvolvidas e distribuídas pelos principais grupos e Núcleos de Pesquisa em Tecnologia Assistiva? (iii) P3 - Quais as principais atividades e papéis envolvidos no desenvolvimento de TA? (iv) P4 - Quais as principais dificuldades enfrentadas no desenvolvimento e distribuição de TA? (v) QP5 - Existem estratégias de facilitação do acesso das pessoas cegas às tecnologias assistivas? Quais?

Para isso, as seguintes etapas seguidas foram seguidas, como ilustrado na Figura 1: (i) Levantamento Bibliográfico; (ii) Identificação de Núcleos de Desenvolvimento; (iii) Coleta de Dados; e (iv) Análise de Dados, as quais serão detalhadas a seguir.

3.1 Levantamento bibliográfico

Foi realizada uma série de buscas em bases de publicações científica (ACM Library, Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações e Scielo), e em uma ferramenta agregadora de publicações (Google Acadêmico). A busca incluiu combinações de termos-chave e sinônimos especificados: ‘tecnologias assistivas’, ‘pessoas cegas’, ‘cenário de tecnologias assistivas’, ‘estado da arte’,



Figura 1 – Resumo das etapas seguidas na pesquisa

'revisão', 'revisão sistemática', 'deficientes visuais', 'panorama nacional', 'cenário nacional', 'distribuição de tecnologias assistivas', 'tecnologias assistivas no Brasil', 'mobilidade de pessoas cegas', 'acesso a informação de pessoas cegas', 'alfabetização em braile', 'dispositivos assistivos', 'comercialização de tecnologias assistivas', 'assistive technology', 'blind people', 'blindness', 'devices for the blind', 'technology for visual impaired', 'eletronic travel aids', 'computer vision for the blind', 'literature review' e 'assistive solutions'.

Esse levantamento possibilitou a detecção de uma publicação que analisa o estado da arte de tecnologias assistivas no mundo (Bhowmick e Hazarika, 2017) e três publicações que analisam o panorama nacional de Tecnologias Assistivas nos últimos 15 anos: Garcia e Galvão (2012), Garcia et al. (2017) e Anversa (2018). A partir da análise dessas pesquisas com foco no cenário nacional, foi detectado o baixo índice de produção de TAs no nordeste brasileiro, especialmente no estado cearense, que não apresentava projetos em TA financiados [8], contava apenas com dois núcleos de pesquisa em TA e apenas um pedido de patente [1], e representou apenas de 5% dos projetos em TA na revisão de Garcia et al. (2017).

3.2 Identificação de participantes

A partir do levantamento citado anteriormente, foram identificados os pesquisadores, com publicação e/ou projetos na área, dentro dos núcleos de pesquisa apontados por Anversa (2018). A partir do contato com estes, foi feita também a identificação de outros grupos menores com projetos em TA para pessoas cegas, bem como a indicação de potenciais participantes. Dessa forma, selecionamos participantes de acordo com a técnica classificada como amostragem seletiva ou intencional [6].

Ao final do levantamento inicial, após entrarmos em contato com os grupos e pesquisadores indicados, nove pessoas - incluindo desenvolvedores, pesquisadores, testadores e gerentes comerciais com experiência em projetos de TA - aceitaram participar de uma série de entrevistas. Todos os entrevistados fazem ou fizeram parte de grupos de pesquisa e estão ou recentemente estiveram ativamente envolvidos do desenvolvimento de alguma TA para pessoas cegas. O grupo de participantes foi composto de pesquisadores de três diferentes instituições públicas de ensino superior (duas federais e uma estadual), além de membros de uma startup que está no processo

de distribuição de sua primeira tecnologia assistiva para pessoas cegas. A Tabela 1 resume o perfil dos entrevistados, mostrando suas áreas de atuação e diversidades de experiência e papéis.

É importante salientar que grupos menores que também desenvolvem TAs foram identificados em outras cidades do interior do estado em questão, como em Quixadá, e em uma escola de educação profissionalizantes em Aracati. Contudo os responsáveis por esses grupos não tiveram disponibilidade de participar das entrevistas. Além disso, não foi obtida nenhuma resposta sobre o interesse em participar desta pesquisa por parte de grupos de pesquisa em universidades privadas no estado cearense.

3.3 Coleta de dados

Para analisar o cenário de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias assistivas no Ceará, foram coletados dados qualitativos através de uma série de entrevistas semiestruturadas, devido ao caráter descritivo do presente estudo. Esse método foi adequado ao presente estudo por captar de forma mais aprofundada as percepções e experiências dos entrevistados, permitindo perguntas que incentivam a reflexão e discussão [10].

Todos os entrevistados consentiram para a gravação em áudio das entrevistas, nas quais aspectos éticos da pesquisa e coleta de dados foram devidamente assegurados. Assim, eles participaram de forma voluntária, cientes de que todos os dados coletados seriam anonimizados e utilizados apenas para fins acadêmicos. Cada entrevista durou em média 45 minutos. Foram realizadas sete entrevistas, 7 presenciais e duas remotas, conduzidas no período de 28 de março de 2019 a 12 de abril de 2019, por um entrevistador treinado, guiado por um protocolo previamente planejado.

Para o planejamento das entrevistas, inicialmente, foram reduzidas as áreas e tópicos capazes de eliciar a conversa com os participantes. Em seguida, organizou-se os tópicos de interesse em um formato de roteiro, com uma declaração de abertura, um conjunto de perguntas gerais a serem exploradas por cada tópico e perguntas adicionais projetadas para investigar informações, nos casos em que elas não surgiram. Para guiar as entrevistas, foi desenvolvido um protocolo que foi aperfeiçoado com a consulta de especialistas na área e especialistas em pesquisa qualitativa.

ID	FORMAÇÃO ACADÊMICA	OCUPAÇÃO	CAMPOS DE PESQUISA	PAPEL NO DESENV. DE TAS	EXPERIÊNCIA NA ÁREA
P1	Mestrado em Computação	Doutorando	Tecnologias assistivas e informática na educação especial	Pesquisador responsável, desenvolvedor	12 anos
P2	Graduação em Eng. Elétrica	Professor universitário	Mobilidade urbana para deficientes visuais e alfabetização em braile	Pesquisador e coordenador do laboratório de pesquisa	15 anos
P3	Graduação em análise e desenvolvimento de sistemas	Desenvolvedora – front-end	N/A	Desenvolvedora front-end	4 anos
P4	Pós – Graduação em Eng. de Software (lato sensu)	Analista de teste	N/A	Analista de teste	5 anos
P5	Mestrado em eng. De telecomunicações	Professor universitário	Tecnologias assistivas, sistemas embarcados, aprendizagem profunda	Pesquisador responsável	3-5 anos
P6	Graduando em eng. Ambiental	Gerente comercial	N/A	Gerente comercial	6 meses
P7	Graduação em eng. Elétrica	CEO/CTO de uma startup	N/A	CEO/CTO	5 anos
P8	Doutorado em computação	Professora universitária	Avaliação de usabilidade, interação humano-computador, interações multimodais	Especialista em métodos de avaliação	6 anos
P9	Doutorado em computação	Professor universitário	Jogos sérios para educação em braile e jogos para reabilitação de orientação e mobilidade.	Orientador	9 anos

Tabela 1- Perfil dos entrevistados

Também testamos o roteiro de entrevistas para ajudar a melhorar sua instrumentação [11]. Além de nos ajudar a prestar atenção à relação entre as perguntas feitas e o conteúdo produzido durante as entrevistas, o protocolo também incluiu declarações de confidencialidade, consentimento, opções para retirada e uso pretendido dos resultados.

O protocolo estabeleceu os seguintes tópicos para a realização das entrevistas: (i) Dados demográficos, formação acadêmica e experiência na área de desenvolvimento e pesquisa de TAs (em média 5 perguntas); (ii) Processo de desenvolvimento de alguma TA da qual eles tenham participado ou presenciado (em média 7 perguntas); (iii) Processo de distribuição e/ou comercialização de TA (em média 5 perguntas); e (iv) Percepções sobre o cenário atual e perspectivas do futuro das TAs no estado (em média 5 perguntas).

3.4 Análise de dados

As gravações das entrevistas foram transcritas e analisadas utilizando a abordagem tradicional de análise de conteúdo, tomando por base as etapas propostas por Bardin (2011): 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação [2]. Esse método caracteriza-se como um estudo de natureza descritiva, i.e., que pretende expor as características de um determinado fenômeno [13], atendendo de forma mais adequada à intenção deste estudo.

Assim, na pré-análise foi realizada, primeiramente, a leitura flutuante do conteúdo a ser analisado, a qual foi seguida pela escolha dos documentos a serem analisados (transcrições de entrevistas). Após isso, foram formuladas hipóteses e objetivos iniciais advindos da leitura inicial dos dados e elaborados alguns indicadores para interpretar o material.

Na fase de exploração do material, optamos por simplificar o processo de estabelecimento do esquema final de codificação (Tabela 2) através da utilização dos tópicos da entrevista como auxílio no agrupamento e definição das categorias intermediárias. Assim, unidades de análise compostas por recortes do texto foram encaixadas nas categorias finais resultantes do roteiro das entrevistas. Ainda assim, os passos de recorte dos textos em

ETAPAS DA ENTREVISTA (CATEGORIAS FINAIS)	CATEGORIA INTERMEDIÁRIAS	
1. INFORMAÇÕES ACADÊMICAS E EXPERIÊNCIA NA ÁREA	1.1 Formação acadêmica	
	1.2 Campos de pesquisa	
	1.3 Experiência na área	
	2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA TA	2.1 Profissionais envolvidos
		2.2 Papel no desenvolvimento
		2.3 Envolvimento de deficientes
		2.4 Financiamento
		2.5 Status da tecnologia
		2.6 Avaliação
		2.7 Dificuldades
		2.8 Passos do processo
2.9 Propósito da TA		
2.10 Motivação da TA		
3. PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO OU COMERCIALIZAÇÃO	2.11 Sugestões para melhoria no processo	
	3.1 Tentativas e estratégias de distribuição	
	3.2 Dificuldades	
	3.3 Parcerias com empresas ou órgãos de fomento	
	3.4 Planos futuros	
4. PERSPECTIVAS SOBRE O CENÁRIO ATUAL E FUTURO DE TAS	3.5 Sugestões para melhoria na distribuição	
	4.1 Diferença na distribuição de TAs diferentes	
	4.2 Nível de satisfação com TAs	
	4.3 O cenário cearense de P&D	
	4.4 Cenário ideal	

Tabela 2 – Categorias utilizadas na codificação

unidades de registro e classificação e a agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas, foram mantidos. Por fim, na fase de inferência e interpretação, foi necessário fazer a identificação dos conteúdos mais relevantes contidos nos dados coletados e posteriormente fazer uma análise comparativa, justapondo categorias diversas e buscando aspectos semelhantes e diferentes entre elas.

4 Resultados

Os resultados são apresentados nessa seção seguindo a estrutura das questões de pesquisa definidas na seção de metodologia

4.1 QP1 - Onde ocorre desenvolvimento e pesquisa de Tecnologias Assistivas para pessoas cegas?

Em sua grande maioria, as pessoas envolvidas no processo de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias assistivas no cenário cearense, são professores e pesquisadores de instituições de ensino superior ligados a grupos e laboratórios de pesquisa na área. Cursos como Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e Ciências da Computação são de onde vem a maioria dos envolvidos no processo. O grupo de pesquisa do qual o entrevistado P5 fez parte, por exemplo, conta com alunos e professores dos cursos de Engenharia da Computação e Engenharia Elétrica do Núcleo de Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (Campus Sobral). O mesmo acontece com o grupo de desenvolvimento e pesquisa de P2, que conta com alunos e professores do Instituto Federal do Ceará.

Esse cenário é visto inclusive no laboratório de desenvolvimento dos entrevistados P3 e P4, que apesar de contar com o apoio financeiro de uma empresa privada, foi fruto de uma parceria com a Universidade Estadual do Ceará.

Além dessas iniciativas de grupos especializados em pesquisa e desenvolvimento de TAs, o cenário local também conta com pesquisadores individuais que desenvolvem projetos de pesquisas na graduação, no mestrado ou no doutorado, frequentemente através de dissertações, projetos de conclusão de curso e projetos ligados a bolsas de incentivo à pesquisa científica, como é o caso de P1, P8 e P9.

Já no cenário de startups e empresas, foi identificada uma startup com quase 2 anos no mercado do estado, que está em processo de comercialização de um dispositivo vestível para detecção de objetos. Nenhuma outra empresa responsável por desenvolver TAs para pessoas cegas foi identificada no estado, evidenciando a concentração do investimento em tecnologias assistivas para pessoas com deficiência está em grupos ou em inventores independentes e não sob a responsabilidade de grandes empresas (Anversa, 2018).

4.2 QP2 - Qual o foco das TAs desenvolvidas e distribuídas pelos principais grupos e Núcleos de Pesquisa em Tecnologia Assistiva?

Projetos na área de mobilidade urbana, educação, alfabetização em Braille, acesso à informação e profissionalização de pessoas com deficiência, se apresentam como o principal foco dos grupos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias assistivas no estado. De forma geral, dentre as soluções que estão sendo desenvolvidas, as tecnologias voltadas à orientação e mobilidade (O&M) de pessoas deficientes visuais se apresentam como a principal preocupação dos pesquisadores e desenvolvedores. Dentre todos os participantes entrevistados, apenas os participantes de um dos grupos não informaram o desenvolvimento de TAs voltadas à mobilidade de pessoas cegas (P3 e P4), uma vez que desenvolvem uma plataforma para oferta de cursos adaptados às deficiências dos alunos.

Um exemplo de TA voltada para O&M é a bengala de detecção de obstáculos aéreos até o nível da cintura, desenvolvida pelo grupo de pesquisa de P5, bem como o dispositivo vestível que também tem o propósito de detectar obstáculos, porém ao nível da cabeça, desenvolvido pela startup de P6 e P7. No caso de P6 e P7, a solução ainda conta com um mapa colaborativo que indica os melhores trajetos para os usuários baseados na quantidade de obstáculos pelo caminho. Os dados sobre esses obstáculos são obtidos pela bengala que é capaz de transmitir esses dados sobre coordenadas e sobre o obstáculo para um aplicativo utilizado pela pessoa cega.

Além dessas soluções, O&M tem sido trabalhada também pelo grupo de pesquisa em que trabalha P2, o qual também desenvolveu uma bengala com sensores e Arduino. Seu objetivo, no entanto, é fazer da leitura de informações em pisos táteis com *tags* de identificação, ao invés de detectar obstáculos. A solução oferece feedback sonoro das informações de localização do indivíduo ao percorrer um ponto específico do piso. Os projetos desenvolvidos por P9 e P1 tem o intuito de auxiliar na orientação de pessoas cegas e com baixa visão dentro de ambientes internos, por meio do uso de sons tridimensionais para auxiliar a localização e navegação. Além disso, o pesquisador P9 ainda coordenou projetos para o desenvolvimento de jogos sérios para reabilitação e ensino de O&M.

Além de soluções para O&M, soluções focadas em auxiliar na alfabetização e educação de pessoas cegas tem sido bastante abordada no estado. Três dos entrevistados desenvolvem ou já desenvolveram alguma TA com esse propósito. É o exemplo do dispositivo semelhante a um mouse desenvolvido por P2, que faz a leitura de conteúdos textuais e, através de células braile, faz a transcrição do material para a sua superfície que é sentida pelo o usuário cego.

Com o foco em acesso à informação, P1 participou do desenvolvimento de uma solução que identifica peças de vestuário através de um código QR (*quick response*, do inglês) na etiqueta de roupas. Além disso, coordenou um projeto que faz a adaptação de um jogo de cartas para um aplicativo móvel, permitindo que o jogo possa ser jogado por pessoas cegas. No âmbito da profissionalização/educação de deficientes visuais, o laboratório de P3 e P4 desenvolve cursos com conteúdos acessíveis adaptados à deficiência do indivíduo.

4.3 QP3 - Quais as principais atividades e papéis envolvidos no desenvolvimento de TA?

No que diz respeito a composição dos grupos de desenvolvimento de TA no estado, uma característica em comum foi observada entre os entrevistados: a maioria das equipes ou grupos são compostos por estudantes de graduação ou mestrado, sendo estes bolsistas voluntários ou remunerados. Em alguns casos, as equipes são compostas apenas por alunos e professores orientadores (P1, P5, P8 e P9). Ainda nesse cenário acadêmico, é possível observar equipes multidisciplinares dentro dos grupos, como mencionou P9, que em um dos seus projetos incluiu *game designers*, modeladores 3D e programadores, os quais, em sua maioria eram bolsistas e estagiários. P5 descreve que no caso dos grupos de

pesquisa do qual fez parte, a maioria dos projetos eram tocados por alunos da Engenharia Elétrica e Mecânica.

Ressaltando a formação de grupos fortemente baseada em alunos, P1 e P2 relatam que também contaram com o auxílio de bolsistas de graduação e pós-graduação em suas equipes, e afirmam que isso ocasiona uma grande rotação das pessoas envolvidas no projeto. Esses participantes atribuem isso ao fato de os alunos concluírem a graduação ou a pós-graduação, e abandonarem os projetos em andamento. Segundo eles, essa grande rotação de pessoas dificulta o amadurecimento da solução, já que cada novo integrante inserido na equipe necessita desenvolver o conhecimento acerca do processo e da tecnologia que está sendo desenvolvida. Interessantemente, os participantes P3 e P4 afirmam que o laboratório do qual fazem parte conta com analistas de requisitos, analistas de teste e testadores cegos em sua equipe.

Focando na multidisciplinaridade da equipe, é possível perceber que metade dos entrevistados buscaram envolver também profissionais de áreas não-correlatas à área de tecnologia no desenvolvimento da TA (Tabela 3). Por exemplo, projetos que envolvem profissionais de audiodescrição (P1, P3 e P4), professores de português para pessoas cegas (P9), especialistas em orientação e mobilidade (P9, P8 e P1), educadores especiais (P8) e especialistas em cognição de pessoas cegas (P8). No caso dos demais entrevistados, não foi mencionada a participação de outros profissionais não ligados a áreas tecnológicas. Suas equipes são compostas apenas por engenheiros elétricos e de computação e desenvolvedores (P2 e P5), além de profissionais da área de automação, sistemas embarcados e designers (P6).

Acerca do processo de desenvolvimento de TAs no estado, foram identificadas três fases comuns a todos os processos descritos pelos entrevistados: (i) fase de pesquisa; (ii) fase de desenvolvimento; e (iii) fase de testes. Contudo, dentro de cada uma das fases descritas foram relatadas etapas específicas para cada um dos grupos, como é possível observar na Tabela 4.

Um padrão observado na fase de Pesquisa foi a utilização da entrevista com pessoas cegas como a principal forma de coletar dados entre os potenciais usuários, com poucos entrevistados relatando o a utilização de outros métodos de pesquisa afim de compreender as necessidades dos usuários cegos. A fase de Pesquisa é definida por P8 como sendo crucial para entrega de um produto eficiente e satisfatório uma vez que, após o desenvolvimento da TA, é impraticável fazer alterações sem impactar o projeto.

Profissionais envolvidos	Participantes
Profissionais de automação	P2, P5, P6, P7
Bolsistas de graduação e pós-graduação	P1, P2, P5, P6, P7, P8 e P9
Pesquisadores orientadores	P1, P2, P5, P8 e P9
Desenvolvedores de software	P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8 e P9
Especialistas em deficiência visual	P1, P3, P4, P8 e P9
Analistas de requisitos	P3 e P4
Analistas de teste	P3 e P4
Especialistas em usabilidade	P8 e P9

Tabela 3 - Profissionais envolvidos no desenvolvimento

Em sua fala, P8 ainda afirma que não em geral há pouca preocupação ou esforço por parte dos times para executar pesquisas abrangentes e detalhadas no processo de investigação inicial da maioria dos projetos que já presenciou. Este participante ressalta ainda que, à medida que vão se tornando mais experientes no desenvolvimento de TAs, os grupos tendem a gastar menos tempo nessa fase por “já entenderem os usuários”, sem considerar as diferenças de contexto, aplicação e características físicas dos usuários.

Essa investigação inicial permite a identificação das características dos usuários e suas preferências e contextos, que se mostram como características críticas na avaliação da TA pelos usuários cegos [12]. Aspectos como ergonomia, robustez e simplicidade, conforto se demonstram como fatores de decisão na rejeição ou aceitação da tecnologia [14].

Alguns dos entrevistados (P7, P2 e P5), embora também apliquem métodos de coleta durante o desenvolvimento, se diferenciam dos demais pelo fato de o processo de investigação ser precedido pelo passo de ideação, fazendo com que a fase de pesquisa funcione como uma espécie de validação para uma solução pré-existente concebida em nível de protótipo antes do início do projeto. Isto indica que estes grupos não empregam processos de design centrados no usuário.

Essa espécie de validação prévia ocasionou, por exemplo, em uma alteração na solução proposta por P7, ao identificar que a bengala com sensores desenvolvida inicialmente não satisfazia aos seus usuários, o que forçou o grupo a mudar o paradigma de interação da TA para uma solução vestível, após seu desenvolvimento.

MACRO FASES	FASES	PARTICIPANTES
Pesquisa	Levantamento de requisitos	P3 e P4
	Grupos focais	P1, P8
	Entrevistas	P1, P2, P6, P7, P8 e P9
	Questionários	P1
Desenvolvimento	Observação em campo	P8
	Prototipação	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9
	Implementação	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9
	Testes de validação do protótipo	P1, P2, P6, P7, P8 e P9
Testes	Testes funcionais	P3 e P4
	Testes de usabilidade	P8 e P9
	Testes de impacto cognitivo	P8
	Testes em ambiente controlado com usuários	P2, P3, P4 e P5

Tabela 4 - Fases reportadas para o desenvolvimento de TA

Uma característica diferenciada nos processos do entrevistado P8 foi a execução de testes contínuos, incluindo testes de usabilidade, com os usuários cegos a cada nova versão prototipada da solução, em várias fases do processo. A execução de testes de usabilidade com tecnologias assistivas é vital para o desenvolvimento e adoção por parte dos usuários, pois não se pode considerar que pessoas cegas tenham sempre as mesmas características [7]. Dessa forma, ao chegar em uma versão madura da solução, o grupo a disponibiliza para mais rodadas de testes com os usuários em seus contextos de uso. Em especial, executam avaliações de impacto cognitivo que medem o desenvolvimento ou melhora cognitiva do usuário ao utilizar a solução. Especialmente nas soluções voltadas a habilidades de O&M e aprendizagem de pessoas cegas, é necessária atenção especial a aspectos cognitivos desses indivíduos, considerando sua interação com informações por meio de canais sensoriais alternativos à visão, especialmente audição e tato [3].

Uma prática comum observada nos processos dos entrevistados é o envolvimento dos usuários cegos, principalmente na fase de testes. P2 e P5, por exemplo, envolvem deficientes visuais nos testes, ao desenvolverem e avaliarem versões mais robustas de protótipos. Esse padrão é também observado em ambas as Pesquisas Nacionais de Tecnologia Assistiva [9], com 38,5% dos projetos mapeados incluindo indivíduos com deficiência na fase de testes no levantamento mais recente e 48% no levantamento de 2012 [8]. Já os participantes P3 e P4 relatam que além de envolverem os usuários nas fases de testes após cada ciclo de desenvolvimento, também incluem usuários deficientes na produção de conteúdo para a plataforma. Os demais entrevistados (P1, P8 e P9) afirmaram que a inclusão dos usuários é feita, também, nas fases de pesquisa e desenvolvimento.

Embora apenas 7,3% dos respondentes da pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva informaram que não houve participação de pessoas com deficiência em nenhuma fase do projeto no levantamento de 2012 e 10,4% no levantamento de 2017, e ainda que a maioria dos respondentes deste estudo relataram, é necessário incluir os usuários em todo o processo de desenvolvimento da TA, passando pelas fases de pesquisa, até a fase de validação [5]. Um estudo demonstrou que entre 227 pessoas com alguma deficiência, alguns motivos pelos quais os usuários abandonavam a TA estavam ligados diretamente à falta de consideração à opinião do usuário na construção da solução e a mudanças na priorização das necessidades desses usuários [11].

A respeito da avaliação dessas tecnologias assistivas, a maioria dos envolvidos na pesquisa descrevem a avaliação como parte essencial do processo e executam avaliação e testes nas fases finais do processo, com exceção dos participantes P8 e P9 que também costumam executar testes contínuos durante a fase de desenvolvimento do projeto. Ainda sobre o processo de avaliação, foi observado que apenas P2 e P8 disponibilizam as soluções para serem testadas no contexto do usuário após o período de desenvolvimento da solução. No caso de P8, performando avaliações de impacto cognitivo por até 6 meses a partir da implantação da tecnologia no ambiente. Outro método de avaliação utilizado por P8 é o desenvolvimento de checklists que

determinam que aspectos da TA devem ser testados, isso auxilia na comparação de resultados ao final dos testes, já que parâmetros são inicialmente estabelecidos para garantir a qualidade da TA.

No caso de P4, o processo de avaliação ocorre através de dois testes: um teste para validar a qualidade do conteúdo para deficientes, e outro teste funcional com a participação do usuário cego. Os testes são executados ao final de cada ciclo de desenvolvimento e ao final do projeto. Com exceção das TAs projetadas por P3 e P4, todas as soluções desenvolvidas ou em processo de desenvolvimento contaram com a disponibilidade de alunos de instituições e associações voltadas para deficientes visuais. Para P9, porém, isso pode se tornar uma dificuldade pela característica heterogênea das pessoas que frequentam esses institutos (muitas vezes com múltiplas deficiências).

4.4 QP4 - Quais as principais dificuldades enfrentadas no desenvolvimento e distribuição de TA?

As principais dificuldades listadas pelos entrevistados foram listadas em 4 categorias: dificuldades financeiras, dificuldades no processo de pesquisa, dificuldades na equipe envolvida no projeto e dificuldades relacionadas aos usuários cegos (Tabela 5).

Uma outra dificuldade apontada por P2 a respeito da fase de teste, é a falta de oferta de remuneração para os usuários fazerem parte do processo de teste, já que para ele o envolvimento do usuário de forma voluntária causa algumas reclamações entre os cegos dessas instituições já que eles são sempre procurados para avaliarem a maioria das tecnologias desenvolvidas no estado.

O participante P8 destaca a necessidade do amadurecimento no processo de avaliação da efetividade e usabilidade das soluções, além da compreensão do contexto em que a solução vai ser aplicada. Além disso, P8 frisou que a tecnologia utilizada não é o aspecto mais importante no desenvolvimento de uma TA:

...às vezes, só mudar a tecnologia não impacta em nada na vida da pessoa que está usando. É necessário que a tecnologia seja utilizada de forma que beneficie o contexto de uso e as pessoas, e não necessariamente a inovação. Porém, a inovação deveria ser buscada para melhorar o que já se tem hoje para melhor atender o público.

4.5 QP5 - Existem estratégias de facilitação no acesso das pessoas cegas às tecnologias assistivas? Quais?

Dentre todos os entrevistados, apenas os representantes [P6 e P7] buscam a comercialização da solução vestível desenvolvida, mas afirmam que a disponibilização do aplicativo para *smartphone* será feita de forma gratuita, como pode ser observado na Tabela 6. Esse cenário de disponibilização gratuita da TA é uma prática bastante comum entre os participantes, já que todas as soluções mapeadas e desenvolvidas em software foram distribuídas gratuitamente [P1, P3, P4 e P9], enquanto que a maioria das soluções em hardware foram vendidas a órgãos públicos responsáveis por financiar ou encomendá-las [P2, P5 e P8].

DIFICULDADES	EXEMPLO	CITAÇÃO
Financeiras	Falta de financiamento privado	"Por o nicho de mercado desses produtos ser pequeno, é difícil pra alguém arcar com os custos de desenvolvimento sozinho, consequentemente os preços desses produtos vão ser mais caros." [P1]
	Dificuldade de produzir soluções em escala	"Esse processo envolve muita gente, então pessoas sempre elevam o custo. Como envolve muitas pessoas especialistas, eu acredito que seria um custo bem alto no caso de uma produção em grande escala." [P8]
	Dificuldade de remunerar usuários cegos pela participação no projeto	"Querer que um deficiente visual queira participar do projeto como voluntário não funciona muito." [P2]
Processo de pesquisa	Caráter majoritariamente acadêmico dos projetos	"Existe um problema que é o jeito de se fazer pesquisa, porque em geral ele está desvinculado da ideia de transformação em produto."
	Falta de interesse dos pesquisadores em distribuir/comercializar a solução	"Muitas vezes, os pesquisadores se encantam com coisas novas e acabam preferindo fazer algo novo do que dar esse passo final para distribuir/comercializar." [P9]
Equipe	Falta de maturidade e de visão comercial das pessoas envolvidas no processo	"Eu acho que os grupos ainda estão longe da maturidade profissional." [P5]
	Alta rotatividade dos envolvidos nos projetos	"Existe uma rotação muito grande nos membros da equipe, porque a maioria das pessoas envolvidas são alunos. Isso causa um problema, porque quando se consegue formar uma equipe inteirada, eles tem que sair do projeto porque estão finalizando a graduação" [P1]
	Heterogeneidade do público cego	"Mesmo incluindo os usuários cegos no processo, nem sempre a gente acerta porque é um público muito heterogêneo. Você acaba muitas vezes escolhendo por conveniência e acaba se dando mal." [P9]
Usuários cegos	Resistência à novas tecnologias	"Usuários cegos rejeitam essa tecnologias muitas vezes por ser discriminatória" [P2]
	Frustração com as tecnologias assistivas já desenvolvidas	"Os deficientes têm resistência a esses tipos de soluções pois muitas pessoas já tentaram e a solução acabou não dando certo" [P6]
	Acesso aos usuários cegos	"Tivemos pesquisas onde avaliações contínuas eram feitas com usuários cegos nas escolas que tinham parcerias com o Instituto dos Cegos. Esse processo era difícil porque o avaliador ia no contra turno e nem sempre podia contar com a presença dos usuários cegos" [P9]

Tabela 5– Dificuldades no processo de desenvolvimento das TAs

No levantamento de Garcia et al. (2017) esse padrão também é observado ao identificarem que de todos os projetos finalizados e distribuídos mapeados pela pesquisa, 73% deles foram disponibilizados de forma gratuita para todas (os) usuárias (os). Já dentre as os projetos não comercializados listados pelos autores, 12,9% afirmaram que o principal motivo pela não comercialização da TA é a falta de financiamento da instituição. P2, relata que mesmo com o investimento na TA desenvolvida, isso não garante o sucesso na disponibilização da solução ao público final. O pesquisador relatou que participou da distribuição de 132 kits de mouse em braille desenvolvidos em seu laboratório para Prefeitura de Fortaleza, com o intuito de introduzi-los nas diversas salas de aula de educação especial da rede pública de ensino, entretanto, não foi identificado previamente que a maioria dos estudantes cegos da cidade frequentam institutos específicos, como o Instituto dos Cegos e a Associação dos Cegos do Estado do Ceará deixando boa parte dos mouses subutilizados nessas escolas.

Isso reforça um problema identificado que dificulta o sucesso, aceitação e implantação de uma TA no ambiente dos usuários cegos, que é a falta de investimento de tempo nas fases iniciais do projeto que possibilitariam que aspectos como o ambiente de uso e as necessidades do usuário sejam identificados antes da implementação da solução.

TIPO DE DISTRIBUIÇÃO	TIPO DE TECNOLOGIA	
	Hardware	Software
TA encomendada por uma instituição	P2	P1, P3, P4, P8
Disponibilizou gratuitamente	P5	P1, P6, P7, P8 e P9
Comercializou	P6 e P7	-
Vendeu o projeto para uma instituição	P2	-

Tabela 6 – Tipos de distribuição por tipos de tecnologia

No contexto de disponibilização gratuita das soluções, [P1] atribui sua escolha por esse tipo de disponibilização ao fato de boa parte dos projetos dos quais as TAs foram desenvolvidas terem sido financiados pelo governo através de verbas para a pesquisa acadêmica. O pesquisador ainda relata que recebeu propostas de compra para um software de audiodescrição desenvolvido por ele, mas que optou pelo uso do software livre e disponibilizou a solução para quem tiver interesse. P1 atribui a dificuldade de distribuição das TAs à falta de disponibilidade e empenho dos alunos e professores envolvidos nos projetos de desenvolvimento:

...O fato de os projetos serem tocados por professores e alunos e de estarem envolvidos num contexto de pesquisa e aula, faz com que essas pessoas não tenham disponibilidade para o empenho que o processo de comercialização demanda. Os alunos que não tem tanta experiência de mercado, acabam não tendo essa visão de tentar disponibilizar ou comercializar as soluções.

Essa visão de falta de maturidade ou de falta de experiência sobre comercialização ou perspectiva de mercado dos alunos e professores envolvidos nos processos também é compartilhada por P2, P5, P7 e P9.

Um relato constante entre a maioria dos entrevistados (P1, P2, P5, P8 e P9) é a falta de visão social de empresas de tecnologia a respeito das tecnologias assistivas e a falta de investimento dessas empresas no desenvolvimento de TAs. Essa situação evidencia a falta de conexão entre os núcleos de pesquisa, as instituições de ensino e a os responsáveis por tornar as soluções e patentes em produtos reais (Anversa, 2018). Alguns projetos de mobilidade e audiodescrição desenvolvidos por P1 e P2, respectivamente, despertaram o interesse de empresas, mas ao serem apresentados

ao processo e custos do projeto, foram rejeitados com a alegação de serem projetos caros que não teriam retorno financeiro.

O governo também tem um papel de extrema importância tanto no desenvolvimento, quanto na distribuição de TAs, uma vez que não só as pesquisas acadêmicas se beneficiaram de alguma forma de projetos de pesquisa e disponibilização de bolsas, como a própria startup que tem um caráter comercial, também se utilizou de editais de financiamento da FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e de outras instituições de fomento.

Dessa forma, é observado que a falta de investimento por parte do governo também dificulta, já que dentre as soluções descritas pelos entrevistados, a solução de [P8] foi descontinuada ainda na fase de protótipo por falta de investimentos.

Um padrão observado em todas as entrevistas foi a afirmação de que a maioria das soluções bem-sucedidas, no que diz respeito à distribuição, comercial ou gratuita, são soluções em software, uma vez que essas soluções podem ser disponibilizadas online de forma gratuita. Contudo, é comum observarmos soluções em hardware chamando mais atenção da mídia, não garantindo que o projeto seja financiado, finalizado e distribuído.

Além de criar linhas de crédito para facilitar a compra de TA assistivas, P1 mencionou que o papel do governo também trabalhar projetos de leis mais rígidos que provoquem uma mudança nos espaços frequentados por deficientes visuais, forçando a aquisição de TAs que auxiliem na mobilidade de pessoas por espaços públicos, por exemplo.

O participante P9, enxerga a formação de profissionais em acessibilidade como um grande passo que falta para mais soluções serem desenvolvidas e relata que mesmo com diversas tecnologias facilitando a acessibilização de ambientes e portais na internet, poucos profissionais sabem lidar com aspectos de acessibilidade dentro e fora da internet. P8 menciona a necessidade de empresas estarem envolvidas no financiamento e pontua que é preciso ter o tempo adequado para o desenvolvimento, permitindo que a solução desenvolvida seja de fato eficiente no contexto do usuário.

Um aspecto observado na maioria dos discursos foi a dificuldade de as produções acadêmicas chegarem ao mercado, e P9 vê como solução para esse problema uma mudança na forma de executar pesquisa acadêmica, as vinculando à projetos focados em desenvolvimento de produtos e não à produção de artigos.

Outra sugestão apontada pelo pesquisador é o lançamento de mais editais de financiamento voltados ao desenvolvimento de tecnologias assistivas. É possível observar um certo descontentamento dos entrevistados com o estado atual das tecnologias assistivas sendo desenvolvidas à nível nacional e dentro do estado. Boa parte desse descontentamento se deve ao fato de a maioria dessas tecnologias terem propósitos semelhantes, mas principalmente por não chegarem aos devidos interessados.

Todos os pesquisadores afirmam que o processo de distribuição depende de fatores externos que vão além do processo de desenvolvimento e atribuem ao estado e às iniciativas privadas o papel de fomentar tais soluções para que elas cheguem aos usuários cegos, contudo apontam iniciativas importantes que devem ser discutidas entre as comunidades científicas e de desenvolvimento de TAs

De forma geral, é possível identificar um foco em soluções em mobilidade que em sua maioria não foram finalizadas ou distribuídas por diversas dificuldades mencionadas anteriormente. Esses e outros aspectos que resumem os resultados dessas pesquisas podem ser observados na Tabela 7.

5 Conclusão e pesquisas futuras

Este estudo buscou dar início à um processo de mapeamento de tecnologias assistivas para pessoas cegas no estado do Ceará, buscando futuramente ampliar a investigação a outros estados da região Nordeste. Diante disso, o principal objetivo dessa ampliação futura é o de contribuir com ao conhecimento acerca do desenvolvimento e distribuição dessas tecnologias, fornecendo insumo para a construção de políticas públicas e financiamento de soluções em regiões economicamente menos estruturadas e menos desenvolvidas, como é o caso da região em questão.

O desenvolvimento econômico de uma região está relacionado à capacidade inovativa, fazendo com que região como Sul e Sudeste concentrem a maior quantidade de solução em inovação, incluindo soluções assistivas [1]. Nesse cenário, o presente estudo espera colaborar através do incentivo de um novo olhar da comunidade acadêmica para regiões menos favorecidas econômica e estruturalmente.

ID	TA foi disponibilizada (comercialmente ou gratuitamente)?	Tipo de tecnologia	Propósito da TA	Enviou usuários cegos no processo?	Fases de envolvimento de usuários cegos
P1	✓	Software	Audiodescrição e orientação	✓	Pesquisa e testes
P2	✓	Hardware e software	Orientação e mobilidade	✓	Testes
P3	✓	Software	Profissionalização de deficientes	✓	Pesquisa e testes
P4	✓	Software	Profissionalização de deficientes	✓	Pesquisa e testes
P5	x	Hardware	Orientação e mobilidade	✓	Testes
P6	Em processo de comercialização	Hardware e software	Orientação e mobilidade	✓	Pesquisa e testes
P7	Em processo de comercialização	Hardware e software	Orientação e mobilidade	✓	Pesquisa e testes
P8	✓	Software	Alfabetização de pessoas cegas	✓	Pesquisa e teste
P9	✓	Software	Orientação e mobilidade	✓	Pesquisa e teste

Tabela 7- Características gerais sobre as TAs mapeadas

REFERÊNCIAS

- [1] Marcus, V. A. Anversa. 2018. Los centros regionales innovadores de tecnología asistiva de Brasil. *Revista Geográfica de América Central*. 3, 61E (November 2018), 23 - 38. DOI:<https://doi.org/10.15359/rgac.61-3.1>.
- [2] Laurence Bardin. 2011. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- [3] Alexy Bhowmick and Shyamanta M. Hazarika. 2017. An insight into assistive technology for the visually impaired and blind people: state-of-the-art and future trends. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 11, 2 (jun 2017), 149-172.
- [4] Rupert. R. Bourne, Seth. R. Flaxman, Tasanee Braithwaite, Maria V. Cicinelli, Aditi Das, Jost B. Jonas, Jill Keeffe, John H. Kempen, Janet Leasher, Hans Limburg, Kovin Naidoo, Konrad Pesudovs, Serge Resnikoff, Alex Silvester, Gretchen A. Stevens, NinaTahhan, Tien Y. Wong and Hugh R. Taylor. 2017. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis, *Lancet Global Health* 5 (9) (2017) e888–e897
- [5] Piyush Chanana, Paul Rohan, Balakrishnan M, and Rao PVM. 2017. Assistive Technology Solutions for Aiding Travel of Pedestrians with Visual Impairment. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, (January 2017), 1-16. DOI:10.1177/2055668317725993
- [6] Imelda T. Coyne. 1997. Sampling in Qualitative Research. Purposeful and Theoretical Sampling; Merging or Clear Boundaries? *Journal of Advanced Nursing*, 26, 623-630
- [7] Ticianne G. R. Darin , Rossana M. C. Andrade , Lotfi B. Merabet and Jaime H. Sánchez. 2017. Investigating the Mode in Multimodal Video Games: Usability Issues for Learners who are Blind. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Denver, Colorado, USA, 2487-2495. DOI: 10.1145/3027063.3053177
- [8] Jesus C. D. Garcia and Teofilo G. Filho. 2012. *Pesquisa nacional de tecnologia assistiva*. São Paulo: ITS Brasil/MCTI-Secis
- [9] Jesus C. D. Garcia, Teofilo G. Filho, Martinha C. D. SANTOS, M. C. D., Vera Mendes, Roberto M. Vilma and Daniel F. B. Ribeiro. 2017. *Pesquisa nacional de inovação em Tecnologia Assistiva III (PNITA III): principais resultados, análise e recomendações para as políticas públicas*. São Paulo: ITS Brasil
- [10] Jonathan Lazar, Jinjuan H. Feng and Harry Hochheiser. 2018. *Research Methods in Human-Computer Interaction*. Wiley, Chichester
- [11] Betsy Phillips and Zhao Hongxin. 1993. Predictors of assistive technology abandonment. *Assistive technology* 5, 1 (1993), 36-45. DOI: <https://doi.org/10.1080/10400435.1993.10132205>
- [12] Uta R. Roentgen, Gert. J. Gelderblom, and de Luc P. Witte. 2012. User evaluation of two electronic mobility aids for persons who are visually impaired: a quasi-experimental study using a standardized mobility course. *Assistive Technology*, 24, (feb 2012), 110–120. DOI: <https://doi.org/10.1080/10400435.2012.659794>
- [13] Andressa H. Silva and Maria I. T. Fossá. 2015. *Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos*. *Qualitas Revista Eletrônica*, 6, 1 (may 2015). DOI:<http://dx.doi.org/10.18391/qualitas.v16i1.2113>
- [14] Pawel Strumillo. 2010. Electronic interfaces aiding the visually impaired in environmental access, mobility and navigation. In *3rd International Conference on Human System Interaction*. Rzeszow, 17-24. DOI: 10.1109/HSI.2010.5514595