



Tecnologia Assistiva: pesquisas, oportunidades e exemplos de recursos de tecnologia assistiva multimídia

Olibário J. Machado Neto
Bruna C. R. Cunha
Renata P. M. Fortes
Maria da Graça C. Pimentel

Trabalho Integrante do Livro de Minicursos
XX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e *Web*
Webmedia 2014
11/2014
João Pessoa - PB (Brasil)

Capítulo

1

Tecnologia Assistiva: pesquisas, oportunidades e exemplos de recursos de tecnologia assistiva multimídia

Olibário J. Machado Neto, Bruna C. R. Cunha, Renata P. M. Fortes e Maria da Graça C. Pimentel

Abstract

In Computer Science, Assistive Technology (AT) resources are largely associated with systems or applications that help users with disabilities to perform some activities. In this chapter, we present some fundamental concepts related to the topic and report results regarding the use of AT based on the analysis of the abstracts of 668 papers published from 2005 to 2014. We report some examples of computational resources that were presented in some works we selected and show some computational apps developed in our institute (ICMC- USP).

Resumo

Em computação, recursos de Tecnologia Assistiva (TA) podem ser associados a sistemas ou aplicações que apoiam atividades de usuários com algum tipo de deficiência. Neste capítulo, após a apresentação de conceitos fundamentais relacionados ao tema, serão reportados resultados da área de acessibilidade que compreendem o uso de TA com base na análise dos resumos de 668 artigos especializados publicados entre 2005 e 2014. Serão também apresentados exemplos de recursos computacionais de TA reportados em trabalhos selecionados, bem como de aplicações desenvolvidas no ICMC (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação) da USP.

1.1. Introdução

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade

e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social¹

A importância dos temas *Acessibilidade e Tecnologia Assistiva*, multidisciplinares, é amplamente reconhecida. Soluções de TA têm como objetivo manter ou melhorar as capacidades funcionais de indivíduos com algum tipo de deficiência (física, auditiva, visual, intelectual ou múltipla). Também chamadas de *ajudas técnicas*, tais soluções englobam produtos e serviços (adaptados ou especialmente projetados), estratégias e práticas criados e aplicados para diminuir os problemas enfrentados por indivíduos com deficiência.

Como área de conhecimento, TA resulta do avanço tecnológico obtido por pesquisas de muitas outras áreas do conhecimento. Contudo, segundo o ADA (*Americans with Disabilities Act*²), também se dá o nome “tecnologia assistiva” a qualquer recurso ou serviço que proporcione mobilidade, independência e bem-estar a pessoas com deficiência.

Embora o termo “tecnologia assistiva” seja relativamente novo [Bersch and Tonolli 2006], o uso de produtos de TA pela humanidade é bastante antigo. Existem evidências de que no século 16 já se usavam chifres e ossos de animais como amplificadores de som [Berger 1976] [Cook and Polgar 2013], por exemplo. Atualmente, o projeto, a construção e a avaliação de recursos computacionais de TA são temas que vêm sendo investigados por pesquisadores de várias áreas que incluem computação, engenharia, medicina, esportes, terapia ocupacional, entre outras. Os profissionais de todas essas áreas têm atuação fundamental por representarem o elo entre pessoas com deficiência e recursos de TA.

De modo geral, recursos computacionais de TA podem ser classificados de acordo com a funcionalidade que oferecem, como comunicação, mobilidade, aprendizagem, entre outras [Bersch and Tonolli 2006]. Azevedo et al. (1994) já classificavam os recursos de TA (de modo geral) em quatro categorias: comunicação, mobilidade, manipulação e orientação.

Mais recentemente, uma classificação mais formal foi proposta pela ISO (*International Organization for Standardization*³) por meio da ISO 9999, de 2007. Nessa classificação, os recursos de TA são organizados em três níveis. O primeiro deles é o mais genérico e inclui classes como “mobilidade”, “recreação”, “comunicação”, entre outras. O segundo é formado por subclasses, menos genéricas. Por exemplo, para a classe “mobilidade”, podem-se associar as subclasses “cadeiras de rodas elétricas”, “adaptações de carros”, etc. O terceiro nível é formado por divisões das subclasses. Para o exemplo dado, podem-se incluir “cadeiras de rodas com volante manual” e “cadeiras de rodas com volante elétrico”.

Bersch and Tonolli (2006) também propuseram uma classificação dos recursos de TA, que também leva em consideração as funcionalidades que eles possuem. Essa classificação considera doze categorias, a saber:

¹ <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/livro-tecnologia-assistiva.pdf>

² <http://www.ada.gov/>

³ <http://www.iso.org/iso/home.html>

1. Auxílios para a vida diária;
2. Comunicação Aumentativa Suplementar e Alternativa (CAA);
3. Recursos de acessibilidade ao computador;
4. Sistemas de controle de ambiente;
5. Projetos arquitetônicos para acessibilidade;
6. Órteses e próteses;
7. Adequação postural;
8. Auxílios de mobilidade;
9. Auxílios para cegos ou pessoas com visão subnormal;
10. Auxílios para surdos ou pessoas com déficit auditivo;
11. Adaptações em veículos;
12. Esportes e lazer.

A maioria das categorias supracitadas podem ser associadas a recursos de TA desenvolvidos por profissionais de computação. Na Seção 1.3 serão apontados trabalhos de computação relacionados a algumas dessas categorias.

Algumas soluções de TA são adaptações de itens que existem para pessoas sem necessidades especiais (como adaptações em talheres e elevações em bancos de carros), ao passo que outras incluem produtos especializados para um determinado grupo de pessoas (como cadeiras de rodas elétricas, por exemplo) [Campbell et al. 2006]. A grande variabilidade de deficiências existente implica na necessidade de produtos e serviços também variados – e que muitas vezes precisam ser adaptados para cada indivíduo em particular.

Os esforços para permitir que indivíduos com necessidades especiais tenham maior autonomia de vida na sociedade não são realizados apenas no âmbito acadêmico. No Brasil, existe um Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) que organiza uma agenda de trabalho com profissionais de diversas áreas e órgãos governamentais, com os objetivos principais de apresentar propostas e políticas governamentais; estabelecer parcerias entre a sociedade civil e órgãos públicos referentes à área de TA; estruturar as diretrizes da área de conhecimento; estimular nas esferas federal, estadual e municipal a criação de centros de referência; incentivar cursos e pesquisas na área. O CAT foi criado por meio da Lei número 10.098, de 19 de novembro de 2000 [Campbell et al. 2006] [Brasil 2009]. Leis semelhantes foram criadas em vários outros países do mundo, e evidenciam a importância de estudos na área de TA para proporcionar condições mais equânimes a pessoas com deficiência, ao garantir-lhes maior autonomia por meio da tecnologia.

A TA pode ser a única forma de proporcionar maior qualidade de vida a pessoas com deficiência, porque, ao contrário do que ocorre com pessoas sem deficiência, que usam a tecnologia como facilitadora de tarefas do dia a dia, as pessoas com deficiência

usam a tecnologia como possibilitadora das tarefas do dia a dia [Radabaugh 2005] . Os recursos de TA desenvolvidos por profissionais de computação são o foco deste tutorial.

Neste capítulo são apresentados: na Seção 1.2, um modelo que ilustra a diversidade de deficiências que podem ser amparadas por soluções desenvolvidas por profissionais de computação; na Seção 1.3, exemplos de recursos computacionais de TA discutidos na literatura recente; na Seção 1.4, exemplos de aplicações desenvolvidas por pesquisadores do ICMC-USP; na Seção 1.5, considerações dos autores sobre o tema.

1.2. Um modelo de classificação de deficiências no contexto de recursos computacionais de TA

A fim de criar um modelo de classificação de deficiências abrangente e identificar os trabalhos de computação sendo realizados na área de TA, uma análise de resumos de 668 artigos publicados entre os anos 2005 e 2014 na conferência ASSETS (*ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*) e no periódico TACCESS (*ACM Transactions on Accessible Computing*) foi realizada. Essa análise foi conduzida da seguinte forma:

- Importação de todos os trabalhos publicados desde 2005 na conferência ASSETS para a ferramenta Mendeley⁴;
- Importação de todos os trabalhos publicados no periódico TACCESS para a ferramenta Mendeley;
- Leitura dos resumos de todos os trabalhos importados para a ferramenta;
- Categorização de cada trabalho importado para a ferramenta:
 - Anotação da deficiência/limitação descrita no trabalho;
 - Anotação do propósito da solução de TA descrita no trabalho;
 - Anotação do dispositivo computacional utilizado.

Dos 668 trabalhos – todos disponíveis em versão digital na biblioteca da ACM⁵ – 240 são artigos completos, 371 são artigos resumidos e 57 são trabalhos em periódicos.

As anotações das limitações revelaram que os trabalhos analisados têm foco em uma ampla gama de deficiências: deficiência auditiva, deficiência cognitiva, deficiência de fala/comunicação, deficiência motora e deficiência visual. A frequência com que cada uma delas aparece nos artigos selecionados é ilustrada na Figura 1.1. Note-se que deficiência visual foi separada de cegueira total e que deficiência auditiva foi analogamente distinguida de surdez, porque alguns artigos tratavam especificamente de um desses casos. Por exemplo, o uso de ampliadores de fontes, reportados em alguns artigos analisados, são úteis para pessoas com determinada deficiência visual, mas não ajudam pessoas cegas.

⁴Mendeley é uma ferramenta para organização de gerenciamento de trabalhos científicos. Disponível para download em <http://www.mendeley.com/>

⁵<http://dl.acm.org/>

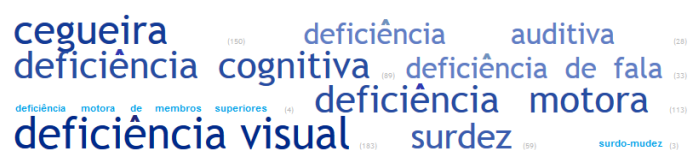


Figura 1.1. Incidência de deficiências tratadas nos artigos analisados.

A leitura dos resumos dos artigos permitiu que alguns deles fossem selecionados para leitura na íntegra, a fim de se realizar o levantamento bibliográfico. Um desses trabalhos, de autoria de Feng et al. (2010), mostrou-se bastante útil para a elaboração do modelo de classificação de deficiências desejado. Feng et al. elaboraram um questionário online que foi respondido por aproximadamente 600 pais de crianças com síndrome de Down nos Estados Unidos, a fim de se verificarem as principais dificuldades que os portadores da síndrome enfrentam ao usar computadores pessoais. As dificuldades informadas foram analisadas pelos autores e classificadas graficamente por meio de uma árvore de diferentes níveis, a qual pode ser visualizada na Figura 1.2.

Cada subcategoria de problema indicada na Figura 1.2 está associada a uma categoria pai. O primeiro nível é representado por um termo genérico: “limitação humana”. Ele abrange as limitações fisiológicas do portador de síndrome de Down, as quais podem ser cognitivas, físicas e perceptuais. A deficiência cognitiva causa problemas de entendimento, limitações de memória, incapacidade de resolver problemas em tempos determinados e incapacidade de entender determinados materiais. Ela também pode ser a causa de problemas de linguagem, relacionados à leitura, escrita e comunicação, além de poder causar alterações no humor do indivíduo com relativa facilidade.

A estrutura da árvore mostrada foi criada por Feng et al. apenas para sumarizar os resultados que eles obtiveram. Ela se baseia na interpretação subjetiva desses pesquisadores acerca das respostas à pesquisa e não deve, portanto, ser utilizada como um modelo definitivo de classificação de problemas de pessoas com síndrome de Down. Contudo, a variabilidade de problemas (Figura 1.2) é expressiva e os problemas apresentados, embora sejam relativos a crianças com síndrome de Down, podem também ser associados a muitas outras deficiências, síndromes e doenças.

A análise dos artigos permitiu verificar que a classificação da Figura 1.2 pode ser usada para classificar a maioria das deficiências abordadas no ASSETS e TACCESS de 2005 a 2014. Algumas adaptações foram feitas ao modelo para permitir a classificação de outras deficiências que não afetam crianças com síndrome de Down (Figura 1.3).

As alterações realizadas em relação ao modelo anterior podem ser visualizadas em negrito. Alguns artigos tratam de deficiências de aprendizagem, causada por deficiência cognitiva. Outras soluções visam garantir maior autonomia a pessoas com deficiência física que os impedem de exercer atividades básicas do dia a dia, como andar, vestir-se, entre outras.

Os problemas de fala, em particular, podem ser causados por deficiência cognitiva ou por deficiência física. No primeiro caso, o indivíduo pode ter dificuldade para formular respostas ou para externá-las de forma oral. Nos artigos analisados, esse quadro esteve presente em pessoas com mal de Alzheimer, afasia, síndrome de Down e esquizofrenia.

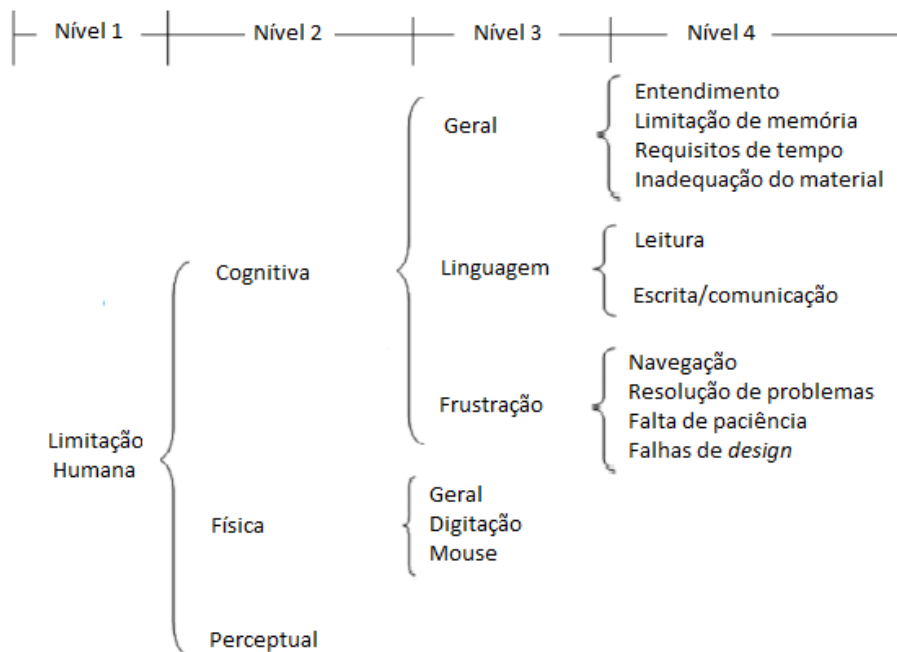


Figura 1.2. Dificuldades experimentadas por crianças com síndrome de Down ao usarem o computador [Feng et al. 2010].

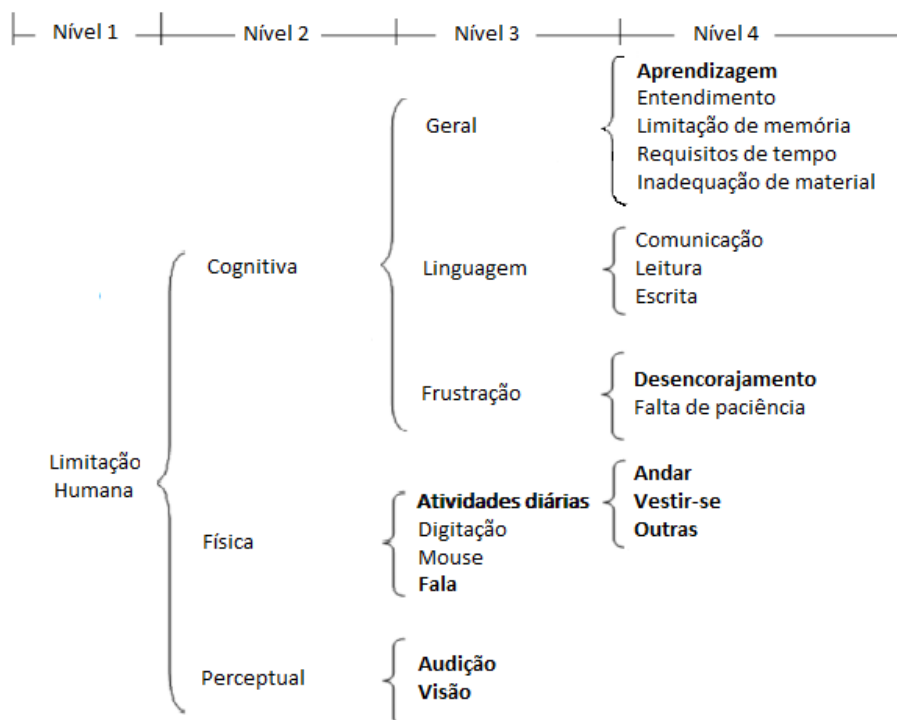


Figura 1.3. Dificuldades amparadas por soluções computacionais de TA (Modelo de Feng et al. (2010) estendido).

No caso de pessoas com deficiência física, a fala é dificultada quando os movimentos da face estão comprometidos, por trauma, doença ou outros fatores. A limitação perceptual está relacionada a dificuldades sensoriais, como audição e visão.

O modelo apresentado na Figura 1.3 é útil para direcionar pesquisadores que desejam trabalhar com soluções de TA, não só na área de computação, mas também em outras áreas. Ao saber que um determinado indivíduo possui um determinado problema (síndrome, doença ou deficiência específica), o especialista pode usar o modelo de classificação como guia inicial para identificar as limitações desse indivíduo, por meio de entrevistas, questionários ou acompanhamento participativo.

1.3. Exemplos de recursos computacionais de TA

Os exemplos que serão mostrados nesta Seção estão classificados de acordo com a classificação proposta de Bersch e Tonolli, exposta na Seção 1.1. Essa classificação foi criada para fins didáticos e, no Brasil, é utilizada pelos Ministérios da Fazenda e de Ciência e Tecnologia e Inovação e pela Secretaria Nacional de Direitos Humanos da Presidência da República na publicação da Portaria Interministerial número 362, que trata sobre crédito subsidiado para aquisição de bens e serviços de TA a pessoas com deficiência [Bersch and Tonolli 2006].

1.3.1. Auxílios para a vida diária

As soluções de TA enquadradas nessa categoria facilitam que o indivíduo com deficiência execute atividades rotineiras de seu dia a dia, como vestir-se ou escovar os dentes.

No caso de soluções que auxiliam indivíduos com deficiência motora severa, normalmente se buscam alternativas que identifiquem a movimentação de partes do corpo que ainda são minimamente funcionais. Tratam-se de sistemas com sensores para detecção de movimento muscular, fixados à pele sobre um músculo que não tenha perdido totalmente a movimentação. Felzer et al. (2010) utilizaram essa técnica em usuários com deficiência motora grave e permitiu que eles telefonassem e executassem outras atividades diárias em casas inteligentes, como abrir portas.

Os sensores também auxiliam usuários com deficiência visual. Yuan (2010) desenvolveu um recurso de TA para deficientes visuais que usa uma câmera para identificar cores e formatos de roupas, que são ditadas para auxiliar esses usuários a se vestirem. Ohnishi et al. (2013) usaram uma câmera para auxiliar deficientes visuais a identificarem informações de produtos em prateleiras de supermercados, como descrição e preço, permitindo que eles fizessem compras. Parlouar et al. (2009) haviam usado técnica semelhante para permitir a esses usuários a identificação de valores de faturas.

Recentemente Peters et al. (2014) desenvolveram um sistema que utiliza uma câmera para monitorar pessoas com deficiências cognitivas enquanto elas escovam os dentes. O sistema identifica velocidades e movimentos e exibe em uma tela orientações ao usuário para que ele consiga completar a escovação.

1.3.2. Comunicação Aumentativa Suplementar e Alternativa (CAA)

Nessa categoria o objetivo é atender pessoas com problemas de comunicação verbal e/ou escrita. Normalmente, os usuários de soluções de TA de CAA não possuem fala ou escrita funcional, ou apresentam defasagem entre a necessidade comunicativa e a emissão e/ou escrita de palavras [Bersch and Tonolli 2006].

Algumas soluções de TA usam informações de contexto para prover CAA⁶, como a sugestão automática de termos do dialeto local e identificação do assunto de conversas [Magee et al. 2009] [Kane et al. 2012] . Outros recursos de TA funcionam como compensadores de limitações, como a utilização de detector de faces para identificar pessoas em ambientes por deficientes visuais, que muitas vezes não se comunicam simplesmente por não verem que há alguém próximo a elas [Hub et al. 2006] [Krishna:2005] .

Outra solução para CAA bastante comum é a substituição de interações visuais e táteis por interação sonora. O dispositivo que realiza a síntese e/ou reprodução do áudio, nesse caso, é chamado de “vocalizador”. Hoje é comum o uso de *captchas* sonoros para usuários com dificuldade de identificar o padrão de texto apresentado na tela, por exemplo [Holman et al. 2007] . Veaux et al. (2011) desenvolveram um vocalizador para pessoas com doenças neurodegenerativas que possuem problemas de fala, e destacam que em casos de pessoas que estão em processo de desgaste ou perda de voz, é possível gravar amostras de áudio do próprio indivíduo para criar vocalizadores no seu próprio timbre de voz. Os vocalizadores são bastante utilizados para entrada de dados por pessoas com deficiência motora [Frost et al. 2008] [Harada et al. 2006], deficiência visual [Holman et al. 2007] [Patel et al. 2006] [Remy 2013] [Yuan 2010] e deficiências cognitivas ou motoras que comprometem a comunicação verbal [Fried-Oken et al. 2009] [Parnandi et al. 2013] [Piper et al. 2011] [Trinh 2011] .

1.3.3. Recursos de acessibilidade a dispositivos computacionais

Os recursos de acessibilidade a dispositivos computacionais⁷ se referem a qualquer solução de TA que confira maior acessibilidade a dispositivos computacionais, como computadores pessoais, celulares, tablets, entre outros. Podem ser tanto dispositivos de entrada quanto de saída de dados.

Usuários com deficiência motora costumam ter dificuldades para usarem computadores pessoais, porque os dispositivos de entrada de dados convencionais, tais como teclado e mouse, não são adequados às suas necessidades [Trewin and Pain 1999] . Estudos são realizados para prover formas alternativas de interação para tais usuários: Fowler et al. (2013) desenvolveram um teclado operado por uma interface cérebro-máquina, que traduz sinais cerebrais em comandos de computador; Norte and Lobo (2007) desenvolveram um teclado especial para profissionais de computação com problemas motores conseguirem desenvolver programas de computadores.

Uma técnica de interação usada para substituir a interação tradicional do teclado é

⁶Informações de contexto são informações identificadas automaticamente enquanto o usuário utiliza um recurso computacional.

⁷Originariamente essa categoria envolve apenas acessibilidade no computador. Ela foi generalizada para dispositivos em geral porque muitos esforços têm sido realizados para melhorar a acessibilidade de outros dispositivos, especialmente dispositivos móveis.

a de varredura das teclas em teclado virtual por meio de algum estímulo do usuário. Essa técnica é uma alternativa para pessoas com problemas de comunicação e para deficientes motores. Al-Wabil et al. (2012) propuseram um teclado virtual operado por rastreamento do olho para escrita no idioma árabe. Os caracteres eram selecionados quando o usuário olhava para eles fixadamente por um período curto de tempo. No mesmo ano, Honye e Thinyane usaram um apontador acoplado à cabeça do usuário para efetuar a varredura em um teclado virtual em Inglês, por meio dos movimentos da cabeça.

O teclado e o mouse também podem ser dispositivos de entrada impossíveis de serem operados por deficientes visuais, que podem valer-se de fornecimento de dados a sistemas computacionais por meio de comandos de voz. O uso de dispositivos móveis por esses usuários também é limitado, por conta de uma série de fatores peculiares a esses dispositivos, como tamanho e proximidade de teclas, espaçamento e tamanho de elementos na tela inadequados e falta de customização de determinadas interfaces [Hurst and Tobias 2011] .

No caso de soluções que visam prover maior independência de pessoas cegas, é comum o uso de dispositivos em braile para interação com sistemas computacionais. Kahol et al. (2006) desenvolveram um display por meio do qual cores e formas são desenhadas em braile por meio de um display especial. Visando auxiliar pessoas cegas a aprenderem a utilizar gráficos matemáticos, Goncu and Marriott (2008) desenvolveram uma aplicação em Java que desenha automaticamente gráficos no padrão braile. Dois anos depois, Azenkot and Fortuna (2010) conseguiram acoplar um display braile a dispositivos móveis para permitir que usuários cegos usassem o dispositivo móvel com mais facilidade. O uso de leitores de tela, que emitem áudio acerca do conteúdo sendo exibido em dispositivos computacionais também é comum para amparar pessoas com deficiência visual [Aizpurua et al. 2013] [Norman et al. 2013] [Parente and Clippingdale 2006] [Ghahari et al. 2012] ou com limitações de aprendizagem, como a dislexia [Rello et al. 2013] .

Por fim, técnicas de compensação dinâmica de cores e luzes já são bem-sucedidos para amparar tanto pessoas com certas deficiências visuais quanto pessoas sem deficiência que estão em locais com muita luminosidade [Huang et al. 2012] .

1.3.4. Sistemas de controle de ambiente

Usuários com deficiência podem controlar objetos do ambiente ao redor por meio de soluções de TA, como controles remotos codificados para apagar a acender luzes ou abrir e fechar portas. Felzer et al. (2010) utilizaram a técnica de identificação de movimento muscular por meio de sensores para permitir que deficientes motores abrissem e fechassem portas em casa.

Alesii et al. (2013) desenvolveram um sistema de sensores que interagem com visitantes de uma casa inteligente por meio de interfaces que os permitem executar atividades dentro da casa, como por exemplo obter orientações e localização de cômodos. O sistema dispara alarmes de aviso ao usuário caso alguma atividade tenha sido realizada de forma incorreta por ele.

As soluções podem ainda ser usadas na segurança de casas, ao permitir o controle de sensores de segurança a distância, por exemplo. No Brasil o interesse por soluções

desse tipo é notório, mas as pesquisas na área ainda estão em estágio inicial. Nakagawa et al. (2013) destacam que essa é uma oportunidade para a vanguarda da pesquisa brasileira acerca dessas soluções, visto que sistemas de segurança em casa não são foco de pesquisa em outros lugares do mundo, como a Europa, por exemplo.

1.3.5. Adequação postural

A má postura causa danos à saúde, como deformações corporais, hematomas e contraturas musculares. Soluções de TA para adequação postural buscam permitir que o usuário realize suas atividades em uma postura estável, correta e confortável. Arteaga et al. (2008) utilizaram um acelerômetro que, fixado às costas do usuário, gera sinais vibratórios e sonoros caso postura inadequada seja identificada. Lin (2012) verificou por meio de um celular fixado junto à camiseta de crianças com autismo que elas tendem a curvar as costas quando não interagem com outras pessoas.

Algumas soluções visam preservar a condição física do usuário e, dessa forma, evitar lesões que o impeçam de executar tarefas do dia a dia. Ketabdar and Polzehl (2009) desenvolveram uma solução usando sensores de dispositivos móveis para identificar situações de emergência, como quedas de usuários. Quando uma emergência ocorre, o sistema automaticamente informa o ocorrido ao centro médico ou ao cuidador do usuário. Krishnaswamy and Kuber (2012) usaram sensores para identificar a postura de deficientes motores em cadeiras de rodas a fim de evitar que hematomas ou contraturas ocorressem.

1.3.6. Auxílios de mobilidade

Os recursos e serviços para mobilidade visam permitir que pessoas com deficiência se locomovam. Hockey and Miller (2007) associaram um sistema de reconhecimento de voz a uma cadeira de rodas elétrica, para que ela fosse comandada por voz por usuários com deficiência motora. Em 2012, Paladugu et al. desenvolveram um sistema para deficientes visuais que, dado o nome do prédio em que o usuário se encontra, um mapa interno do local é buscado. Caso este mapa seja encontrado, o sistema dita informações sobre o ambiente ao usuário, como posicionamento de entradas e saídas e presença de obstáculos.

Ivanchenko et al. (2008) utilizaram técnicas de visão computacional para identificar obstáculos em ambientes e, dessa forma, permitir que usuários de cadeiras de rodas com deficiência visual trafegassem nesses ambientes. O reconhecimento é feito por um sensor em uma bengala usada pelo usuário. Quando um obstáculo é encontrado, um alerta sonoro é emitido ao usuário. Em soluções como essa, avisos vibratórios também podem ser usados adicionalmente (ou substitutivamente) aos avisos sonoros [Sánchez and Espinoza 2011]. Em 2010, John Hinkel desenvolveu um sistema que permite que cadeiras de rodas sejam movimentadas apenas pelo movimento da cabeça do usuário.

1.3.7. Auxílios para surdos ou pessoas com déficit auditivo

As soluções visam ampliar a independência de pessoas com déficit auditivo, surdez ou surdo-mudez. As soluções de TA nessa linha substituem sons por outras modalidades de interação. Sladek et al. (2004) usaram uma tecnologia que transforma sons capturados em conversas, encontros, entrevistas e reuniões, em textos em Inglês. Mais tarde, Lamel et al. (2009) desenvolveram uma ferramenta parecida para conversão do árabe oral para textual.

Outros pesquisadores pesquisam formas de melhorar a inclusão de legendas em tempo real por pessoas escribas, que nem sempre conseguem digitar o conteúdo na velocidade com que a informação é falada [Lasecki et al. 2013] .

A linguagem de sinais é uma alternativa muito efetiva para que pessoas surdas se comuniquem. Alguns pesquisadores estudam formas de melhorar a experiência desses usuários enquanto usam dispositivos computacionais por meio da disponibilização do conteúdo sonoro sendo exibido na linguagem de sinais americana. Huenerfauth and Lu (2010), por exemplo, desenvolveram uma técnica que aprimora a transformação de textos em animações de linguagens de sinais, feitas automaticamente por personagens virtuais (chamados de “avatares”). Posteriormente, Schnepf et al. (2012) aprimoraram expressões faciais de avatares para tornar a comunicação mais realista. No Brasil, Madeo (2011) desenvolveu um sistema para estimular pessoas com ou sem deficiência auditiva a aprenderem a linguagem de sinais brasileira.

1.3.8. Lazer

Nesta seção estão inclusas soluções que permitem que usuários com deficiência pratiquem atividades de lazer. Allman et al. (2009) criaram uma versão do jogo Rock Vibe substituindo as interações visuais por interações vibratórias e de voz. A substituição por interações táteis também foi realizada por Yuan and Folmer (2008), quando eles criaram uma versão do jogo Guitar Hero para deficientes visuais.

Nanayakkara et al. (2012) usaram padrões e intensidade de vibração em uma cadeira para permitir que usuários com deficiência auditiva pudessem tirar proveito de músicas sendo tocadas. Os estímulos eram gerados em vários pontos diferentes da cadeira. Felzer and Rinderknecht (2011) usaram um controle de videogame para permitir que usuários com problemas neuromusculares fornecessem dados a sistemas computacionais. A técnica proposta por eles traz benefícios educativos a crianças sendo alfabetizadas, além de permitir independência a usuários que já dominam a escrita.

Morelli et al. (2010) associaram respostas táteis (vibratórias) e auditivas para permitirem que usuários deficientes visuais jogassem boliche no video game. O objetivo dos autores era incentivar essas pessoas a praticarem exercícios físicos por meio de uma atividade lúdica. Norte and Lobo (2008) desenvolveram um aplicativo com o jogo Sudoku que era acessível a pessoas com deficiências motoras, por ser operado por meio de comandos de voz ou por movimentação em um switch físico.

1.4. Exemplos da experiência dos autores

Um sistema acadêmico de agendamento de bancas, o **AgendAloca**, foi desenvolvido com um método para avaliar, comparar e melhorar a acessibilidade e a usabilidade de sistemas web existentes, o método ACCESSA . Os elementos de interface de usabilidade e acessibilidade que foram implementados no sistema AgendAloca foram: (a) barra inicial apresentando o nome do sistema para que os usuários possam identificar rapidamente a intenção do sistema; (b) logotipo da universidade e/ou empresa para que o usuário se familiarize rapidamente; (c) campo de busca do sistema, para o usuário pesquisar o que desejar; (d) help para orientar o usuário em caso de qualquer dúvida; (e) informações sobre o sistema, que devem estar sempre disponíveis; (f) o menu dropdown *superfish* foi

escolhido como um menu acessível, uma vez que tem aspectos que o torna mais acessível e utilizável; (g) características básicas que podem ajudar as pessoas em geral devem ser implementadas, tais como: botões que podem mudar a cor do conteúdo, alterar o tamanho da fonte de conteúdo e mudar o idioma da interface do sistema (Inglês ou Português); e (h) área central para o conteúdo principal, o qual o usuário usará para navegar no sistema. É importante observar que o padrão de interface elaborado no sistema AgendAloca não consiste apenas na definição e na organização das diretrizes em uma interface, mas também um padrão de código aberto disponível para ser usado por qualquer desenvolvedor. Isso permite que os desenvolvedores se concentrem na lógica de negócios e os principais recursos do seu problema específico, garantindo ainda mais a acessibilidade e usabilidade. Para validar a utilidade do padrão de interface, o sistema **AWMo** (*Accessible Web Modeler*), que visa alavancar a colaboração entre os desenvolvedores de software com e sem deficiência visual nas atividades de modelagem, foi desenvolvido [Grillo and Fortes 2014] .

Vega-Oliveros et al. (2010) desenvolveram um modelo de um componente de *software* que permite entrada de texto em TVs digitais por meio de diferentes modalidades de entrada: teclado virtual, teclado de celular e comando de voz. Os autores elaboraram um questionário, distribuído a 153 usuários de TV digital que utilizavam texto como modalidade de entrada, a fim de identificar requisitos para um sistema que permitisse validar o modelo. O sistema foi criado e validado por meio de métodos de inspeção de usabilidade, e os resultados indicaram melhoria de usabilidade da interface. Este é um exemplo de sistema que, projetado para melhorar a usabilidade da interação, corresponde a um recurso que pode beneficiar usuários com diferentes tipos e níveis de deficiência.

O DuoGrapher, um método de entrada de texto, e a SwingingFoot, uma técnica de interação, compõem uma solução de TA para melhorar o poder de comunicação de usuários com deficiência motora severa que não conseguem falar nem movimentar os membros superiores. Para utilizá-la, o usuário precisa ter o movimento parcial de um dos pés e pernas. A ideia é acoplar um dispositivo com um acelerômetro ao pé do usuário, que faz movimentos laterais de rotação usando o calcanhar como apoio. Os movimentos são transmitidos para outro dispositivo, posicionado na frente dos olhos do usuário, via *Bluetooth*, e interpretados pelo DuoGrapher como caracteres de acordo com a codificação em uso. Cada caractere a ser escrito na tela possui um padrão de movimentação específico do pé [Pedrosa and Pimentel 2014] .

Watanabe et al. (2011) utilizaram uma técnica que fornece ao usuário de dispositivos com telas sensíveis ao toque informações sobre links na tela quando o usuário os seleciona. Essas informações são metadados com estrutura de metadados de aplicações *Web* comum, mas a informação em telas sensíveis ao toque ajuda na usabilidade de pessoas com limitações cognitivas de entendimento ou de aprendizagem, por conter informações adicionais acerca dos links.

Freire et al. (2010) elaboraram um método para que usuários cegos consigam acompanhar aulas sendo ministradas em uma lousa eletrônica digital (*electronic white-board*). Informações textuais acessíveis são disponibilizadas por meio de um mediador e transmitidas ao usuário, que usa um leitor de tela para acompanhar o conteúdo sendo ministrado.

O aplicativo *Give.Me.a.Hand* implementa exercícios lúdicos que têm por objetivo auxiliar usuários com problemas motores a treinarem a coordenação motora fina. O aplicativo Android controla o oferecimento de um conjunto de caminhos que devem ser cobertos por meio de toque na tela de um dispositivo móvel. Os exercícios começam com complexidade baixa e tornam-se mais complexos à medida que o usuário termina cada exercício corretamente. O aplicativo, atualmente em fase de desenvolvimento, foi avaliado informalmente por profissionais de Terapia Ocupacional e de Gerontologia: a avaliação foi positiva e os profissionais irão colaborar no desenvolvimento das novas versões do protótipo.

1.5. Considerações Finais

Pelos trabalhos apresentados neste capítulo, ficam claras a relevância e a oportunidade da realização de pesquisas em computação aplicada a área de Tecnologia Assistiva. Entretanto, quando da identificação dos diferentes requisitos dos usuários, requisitos esses que reflitam suas necessidades especiais, é importante considerar os cenários de suas experiências de modo a proporcionar soluções de acessibilidade, inovadas com propostas tecnológicas, que os auxiliem a vivenciar seus direitos de uma vida social ativa. Entretanto, é importante observar que tais trabalhos devem ser realizados por equipe multidisciplinar, que permita o projeto de sistemas e aplicações que efetivamente melhorem as experiências de seus usuários-alvos.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências CAPES, FAPESP e CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

- Aizpurua, A., Arrue, M. and Vigo, M. (2013) “Uncovering the Role of Expectations on Perceived Web Accessibility”, In: Proc. ACM ASSETS '13, p. 74:1–74:2.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513411>
- Al-Wabil, A., Al-Issa, A., Hazzaa, I., Al-Humaimedi, M., Al-Tamimi, L. and Al-Kadhi, B. (2012) “Optimizing Gaze Typing for People with Severe Motor Disabilities: The iWriter Arabic Interface”, In: Proc. ACM ASSETS '12, p. 261–262.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384983>
- Alesii, R., Graziosi, F., Marchesani, S., Rinaldi, C., Santic, M. and Tarquini, F. (2013) “Short range wireless solutions enabling ambient assisted living to support people affected by the Down syndrome”, In: Proceedings of Eurocon 2013, International Conference on Computer as a Tool, Zagreb, Croatia, July 1-4, 2013, p. 340–346.
URL: <http://dx.doi.org/10.1109/EUROCON.2013.6625006>
- Allman, T., Dhillon, R. K., Landau, M. A. E. and Kurniawan, S. H. (2009) “Rock Vibe: Rock Band® Computer Games for People with No or Limited Vision”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 51–58.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1639642.1639653>
- Arteaga, S., Chevalier, J., Coile, A., Hill, A. W., Sali, S., Sudhakhrisnan, S. and Kur-

- niawan, S. H. (2008) “Low-cost Accelerometry-based Posture Monitoring System for Stroke Survivors”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 243–244.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414519>
- Azenkot, S. and Fortuna, E. (2010) “Improving Public Transit Usability for Blind and Deaf-blind People by Connecting a Braille Display to a Smartphone”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 317–318.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1878803.1878890>
- Azevedo, L., Féria, H., Nunes da Ponte, M., Wänn, J. and Zato Recellado, J. (1994), “European curricula in rehabilitation technology training”, *Report E 3*.
- Berger, K. W. (1976), “Early bone conduction hearing aid devices”, *Archives of Otolaryngology* **102**(5), 315–318.
- Bersch, R. and Tonolli, J. C. (2006), ‘Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva’.
URL: <http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>
- Brasil (2009), “Tecnologia assistiva. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas”, p. 1–138.
- Campbell, P. H., Milbourne, S., Dugan, L. M. and Wilcox, M. J. (2006), “A review of evidence on practices for teaching young children to use assistive technology devices”, *Topics in Early Childhood Special Education* **26**(1), 3–13.
- Cook, A. M. and Polgar, J. M. (2013), *Cook and Hussey’s assistive technologies: principles and practice*.
- Dias, A. L., Fortes, R. P. M., Masiero, P. C., Watanabe, W. M. and Ramos, M. E. (2013) “An Approach to Improve the Accessibility and Usability of Existing Web System”, In: Proc. ACM SIGDOC ’13, ACM, p. 39–48.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2507065.2507074>
- Felzer, T. and Rinderknecht, S. (2011) “Using a Game Controller for Text Entry to address Abilities and Disabilities Specific to Persons with Neuromuscular Diseases”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 299–300.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2049536.2049616>
- Felzer, T., Rinderknecht, S. and Vateva, T. (2010) “Using the Phone with a Single Input Signal Only: Evaluation of 3Dscan’s Telephone Module”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 293–294.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1878803.1878877>
- Feng, J., Lazar, J., Kumin, L. and Ozok, A. (2010), “Computer Usage by Children with Down Syndrome: Challenges and Future Research”, *ACM TACCESS* **2**(3), 13:1–13:44.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1714458.1714460>
- Fowler, A., Roark, B., Orhan, U., Erdogmus, D. and Fried-Oken, M. (2013) “Improved Inference and Autotyping in EEG-based BCI Typing Systems”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 15:1–15:8.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513453>

- Freire, A. P., Linhalis, F., Bianchini, S. L., Fortes, R. P. and da Graça C. Pimentel, M. (2010), "Revealing the whiteboard to blind students: An inclusive approach to provide mediation in synchronous e-learning activities", *Computers & Education* **54**(4), 866 – 876.
URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131509002565>
- Fried-Oken, M., Rowland, C., Baker, G., Dixon, M., Mills, C., Schultz, D. and Oken, B. (2009), "The Effect of Voice Output on AAC-Supported Conversations of Persons with Alzheimer's Disease", *ACM TACCESS* **1**(3), 15:1–15:11.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1497302.1497305>
- Frost, R. A., Karaki, A., Dufour, D. A., Greig, J., Hafiz, R., Shi, Y., Daichendt, S., Chandon, S., Barolak, J. and Fortier, R. J. (2008) "MySpeechWeb: Software to Facilitate the Construction and Deployment of Speech Applications on the Web", In: Proc. ACM ASSETS '08, p. 249–250.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414522>
- Goncu, C. and Marriott, K. (2008) "Tactile Chart Generation Tool", In: Proc. ACM ASSETS '10, p. 255–256.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414525>
- Grillo, F. D. N. and Fortes, R. P. M. (2014), Tests with Blind Programmers Using AWMo: An Accessible Web Modeling Tool, In: C. Stephanidis and M. Antona, eds, Universal Access in Human-Computer Interaction. Design and Development Methods for Universal Access, Vol. 8513, Springer International Publishing, p. 104–113.
URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-07437-5_11
- Harada, S., Landay, J. A., Malkin, J., Li, X. and Bilmes, J. A. (2006) "The Vocal Joystick:: Evaluation of Voice-based Cursor Control Techniques", In: Proc. ACM ASSETS '08, p. 197–204.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1168987.1169021>
- Hockey, B. A. and Miller, D. P. (2007) "A Demonstration of a Conversationally Guided Smart Wheelchair", In: Proc. ACM ASSETS '07, p. 243–244.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1296843.1296893>
- Holman, J., Lazar, J., Feng, J. H. and D'Arcy, J. (2007) "Developing Usable CAPTCHAs for Blind Users", In: Proc. ACM ASSETS '09, p. 245–246.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1296843.1296894>
- Honye, S. and Thinyane, H. (2012) "Wiims: Simulating mouse and keyboard for motor-impaired users", In: Proc. Conference of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists, p. 188–195.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2389836.2389859>
- Huang, J., Barreto, A. and Adjouadi, M. (2012) "Evaluation of Dynamic Image Pre-compensation For computer Users with Severe Refractive Error", In: Proc. ACM ASSETS '12, p. 175–182.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384947>

- Hub, A., Hartter, T. and Ertl, T. (2006) “Interactive Tracking of Movable Objects for the Blind on the Basis of Environment Models and Perception-oriented Object Recognition Methods”, In: Proc. ACM ASSETS ’06, p. 111–118.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1168987.1169007>
- Huenerfauth, M. and Lu, P. (2010) “Modeling and synthesizing spatially inflected verbs for american sign language animations”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 99–106.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1878803.1878823>
- Hurst, A. and Tobias, J. (2011) “Empowering individuals with do-it-yourself assistive technology”, In: Proc. ACM ASSETS ’11, ACM, p. 11–18.
- Ivanchenko, V., Coughlan, J., Gerrey, W. and Shen, H. (2008) “Computer Vision-based Clear Path Guidance for Blind Wheelchair Users”, In: Proc. ACM ASSETS ’08, p. 291–292.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414543>
- Kahol, K., French, J., Bratton, L. and Panchanathan, S. (2006) “Learning and Perceiving Colors Haptically”, In: Proc. ACM ASSETS ’06, p. 173–180.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1168987.1169017>
- Kane, S. K., Linam-Church, B., Althoff, K. and McCall, D. (2012) “What We Talk About: Designing a Context-aware Communication Tool for People with Aphasia”, In: Proc. ACM ASSETS ’12, p. 49–56.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384926>
- Ketabdar, H. and Polzehl, T. (2009) “Fall and Emergency Detection with Mobile Phones”, In: Proc. ACM ASSETS ’09, p. 241–242.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1639642.1639695>
- Krishna, S., Little, G., Black, J. and Panchanathan, S. (2005) “A Wearable Face Recognition System for Individuals with Visual Impairments”, In: Proc. ACM ASSETS ’05, p. 106–113.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1090785.1090806>
- Krishnaswamy, K. and Kuber, R. (2012) “Toward the Development of a BCI and Gestural Interface to Support Individuals with Physical Disabilities”, In: Proc. ACM ASSETS ’12, p. 229–230.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384967>
- Lamel, L., Messaoudi, A. and Gauvain, J.-L. (2009), “Automatic speech-to-text transcription in arabic”, **8**(4), 18:1–18:18.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1644879.1644885>
- Lasecki, W. S., Miller, C. D., Kushalnagar, R. and Bigham, J. P. (2013) “Real-time Captioning by Non-experts with Legion Scribe”, In: Proc. ACM ASSETS ’13, p. 56:1–56:2.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513401>

- Lin, S.-H. (2012) “Detecting Hunchback Behavior in Autistic Children with Smart Phone Assistive Devices”, In: Proc. ACM ASSETS ’12, p. 293–294.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2385000>
- Madeo, R. C. B. (2011) “Brazilian Sign Language Multimedia Hangman Game: A Prototype of an Educational and Inclusive Application”, In: Proc. ACM ASSETS ’11, p. 311–312.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2049536.2049623>
- Magee, J. J., Kwan, C., Betke, M. and Hietpas, F. (2011) “Enhancing Social Connections Through Automatically-generated Online Social Network Messages”, In: The Proc. ACM ASSETS ’11, p. 241–242.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2049536.2049587>
- Morelli, T., Foley, J. and Folmer, E. (2010) “Vi-bowling: A Tactile Spatial Exergame for Individuals with Visual Impairments”, In: Proc. ACM ASSETS ’10, p. 179–186.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1878803.1878836>
- Nakagawa, E. Y., Antonino, P. O., Becker, M., Maldonado, J. C., Storf, H., Villela, K. B. and Rombach, D. (2013), “Relevance and perspectives of {AAL} in brazil”, *Journal of Systems and Software* **86**(4), 985 – 996. {SI} : Software Engineering in Brazil: Retrospective and Prospective Views.
URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212002841>
- Nanayakkara, S., Wyse, L. and Taylor, E. A. (2012) “Effectiveness of the Haptic Chair in Speech Training”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 235–236.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384970>
- Norman, K., Arber, Y. and Kuber, R. (2013) “How Accessible is the Process of Web Interface Design?”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 51:1–51:2.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513385>
- Norte, S. and Lobo, F. G. (2007), “A virtual logo keyboard for people with motor disabilities”, *SIGCSE Bull.* **39**(3), 111–115.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1269900.1268818>
- Norte, S. and Lobo, F. G. (2008) “Sudoku Access: A Sudoku Game for People with Motor Disabilities”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 161–168.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414502>
- Ohnishi, N., Matsumoto, T., Kudo, H. and Takeuchi, Y. (2013) “A System Helping Blind People to Get Character Information in Their Surrounding Environment”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 34:1–34:2.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513389>
- Parente, P. and Clippingdale, B. (2006) “Linux Screen Reader:: Extensible Assistive Technology”, In: Proc. 8th ACM ASSETS, p. 261–262.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1168987.1169045>

- Parlouar, R., Dramas, F., Macé, M. M.-J. and Jouffrais, C. (2009) “Assistive Device for the Blind Based on Object Recognition: An Application to Identify Currency Bills”, In: Proc. ACM ASSETS '09, p. 227–228.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1639642.1639688>
- Parnandi, A., Karappa, V., Son, Y., Shahin, M., McKechnie, J., Ballard, K., Ahmed, B. and Gutierrez-Osuna, R. (2013) “Architecture of an Automated Therapy Tool for Childhood Apraxia of Speech”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 5:1–5:8.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513450>
- Patel, R., Everett, M. and Sadikov, E. (2006) “Loudmouth:: Modifying Text-to-speech Synthesis in Noise”, In: Proc. ACM ASSETS '06, p. 227–228.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1168987.1169028>
- Pedrosa, D. and Pimentel, M. d. G. C. (2014) “Text entry using a foot for severely motor-impaired individuals”, In: Proc. ACM SAC '14, ACM, p. 957–963.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2554850.2554948>
- Peters, C., Hermann, T., Wachsmuth, S. and Hoey, J. (2014), “Automatic Task Assistance for People with Cognitive Disabilities in Brushing Teeth - A User Study with the TE-BRA System”, *ACM TACCESS* 5(4), 10:1–10:34.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2579700>
- Piper, A. M., Weibel, N. and Hollan, J. D. (2011), “Write-N-Speak: Authoring Multimodal Digital-Paper Materials for Speech-Language Therapy”, *ACM TACCESS* 4(1), 2:1–2:20.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2039339.2039341>
- Radabaugh, M. (2005), Technology for Access and Function, In: N. R. Agenda, ed., NIDRR's Long Range Plan-Technology for Access and Function Research.
- Rello, L., Baeza-Yates, R., Saggion, H., Bayarri, C. and Barbosa, S. D. J. (2013) “An iOS Reader for People with Dyslexia”, In: Proc. ACM ASSETS '13, p. 37:1–37:2.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513419>
- Remy, S. L. (2013) “Extending Access to Personalized Verbal Feedback About Robots for Programming Students with Visual Impairments”, In: Proc. ACM ASSETS '13, p. 49:1–49:2.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2513383.2513384>
- Rohani Ghahari, R., Ferati, M., Yang, T. and Bolchini, D. (2012) “Back Navigation Shortcuts for Screen Reader Users”, In: Proc. ACM ASSETS '12, p. 1–8.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384918>
- Sánchez, J. and Espinoza, M. (2011) “Audio Haptic Videogaming for Navigation Skills in Learners Who Are Blind”, In: Proc. ACM ASSETS '11, p. 227–228.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2049536.2049580>

- Schnepp, J. C., Wolfe, R. J., McDonald, J. C. and Toro, J. A. (2012) “Combining Emotion and Facial Nonmanual Signals in Synthesized American Sign Language”, In: Proc. ACM ASSETS, p. 249–250.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2384916.2384977>
- Sladek, J., Zschorn, A. and Hashemi-Sakhtsari, A. (2004) “Speech-to-text transcription in support of pervasive computing”, In: Proceedings of the 2002 Conference on Pervasive Computing - Volume 25, CRPIT '02, Australian Computer Society, Inc., Darlinghurst, Australia, Australia, p. 3–8.
URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1151679.1151680>
- Trewin, S. and Pain, H. (1999), “Keyboard and mouse errors due to motor disabilities”, *Intl. Journal of Human-Computer Studies* **50**(2), 109–144.
- Trinh, H. (2011) “Using a Computer Intervention to Support Phonological Awareness Development of Nonspeaking Adults”, In: Proc. ACM ASSETS '11, p. 329–330.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2049536.2049632>
- Veaux, C., Yamagishi, J. and King, S. (2011) “Voice Banking and Voice Reconstruction for MND Patients”, In: Proc. ACM ASSETS '11, p. 305–306.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2049536.2049619>
- Vega-Oliveros, D. A., Pedrosa, D. d. C., Pimentel, M. d. G. C. and Fortes, R. P. M. (2010) “An approach based on multiple text input modes for interactive digital tv applications”, In: Proc. ACM SIGDOC '10, ACM, p. 191–198.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1878450.1878483>
- Watanabe, W., de Mattos Fortes, R. and da Graça Campos Pimentel, M. (2011), The link-offset-scale mechanism for improving the usability of touch screen displays on the web, In: P. Campos, N. Graham, J. Jorge, N. Nunes, P. Palanque and M. Winckler, eds, Proc. INTERACT 2011, Vol. LNCS 6948, Springer Berlin Heidelberg, p. 356–372.
URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-23765-2_25
- Yuan, B. and Folmer, E. (2008) “Blind Hero: Enabling Guitar Hero for the Visually Impaired”, In: Proc. ACM ASSETS '08, p. 169–176.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414503>
- Yuan, S. (2010) “A System of Clothes Matching for Visually Impaired Persons”, In: Proc. ACM ASSETS '10, p. 303–304.
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1878803.1878883>