



AcaaS: Acessibilidade como um Serviço (*Accessibility as a Service*)

Robson de Sousa Martins

Tema: Gestão Pública Inovadora

Folha de Rosto

Título do Trabalho: AcaaS: Acessibilidade como um Serviço
(*Accessibility as a Service*)

Tema: Gestão Pública Inovadora

Autor: Robson de Sousa Martins

Currículo: Robson de Sousa Martins é MBA em Desenvolvimento de Soluções Corporativas em Java/SOA, pela Faculdade de Informática e Administração Paulista (FIAP) e Bacharel em Sistemas de Informação, pela Faculdade Batista de Administração e Informática (FBAI). Atuou durante sete anos como Técnico Eletrônico, em projetos como sinalização metroferroviária e manutenção eletrônica, e dez como Analista Programador, no desenvolvimento de *softwares* comerciais. Desde 2010 é Analista no SERPRO, lotado no Departamento de Ferramentas e Ambientes de Desenvolvimento da Superintendência de Suporte a Tecnologias (SUPST/STDFA), em São Paulo (Luz), onde participou de projetos como o ALM (*Application Lifecycle Management*) e ECM Alfresco (Processo Verde).

Resumo

O Serpro (Serviço Federal de Processamento de Dados) é uma empresa responsável por desenvolver soluções que visam uma melhor interação entre o cidadão e o governo. Além disso, também participa de programas que têm como foco a responsabilidade social, tais como projetos de inclusão digital e de acessibilidade. Dentro desse contexto, um dos importantes papéis da empresa é garantir aos cidadãos o direito de acesso à informação (seja ela tributária, fiscal, governamental ou de outra natureza), independente de suas possíveis limitações físicas ou necessidades especiais. Para suprir essa demanda, algumas tecnologias assistivas têm sido empregadas em vários sistemas, como programas leitores de tela (TTS – *Text To Speech* – Texto para Fala), de reconhecimento de voz, tradução por meio de intérpretes para Libras (Linguagem Brasileira de Sinais), reconhecimento gestual, etc. Este trabalho se propõe a demonstrar como agregar essas tecnologias assistivas, através de conceitos já estabelecidos no Governo Brasileiro e no mercado de tecnologia, como SOA (*Service-Oriented Architecture* – Arquitetura Orientada a Serviços) e Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), encarando a acessibilidade como um serviço reutilizável, escalável, multiplataforma, e disponível para o funcionamento de quaisquer aplicações que queiram ter os benefícios dessas tecnologias assistivas. Essa abordagem deve ampliar o uso de acessibilidade digital dentro de sistemas corporativos ou governamentais, na internet ou em dispositivos móveis, ou ainda em aplicações de TV Digital, minimizando custos com intérpretes ou *softwares* específicos para tradução ou transcrição.

Palavras-chaves: Acessibilidade. Inclusão Digital. Tecnologias Assistivas. Serviço. Arquitetura. Computação em Nuvem.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Lupa de Tela.....	8
Figura 2 – Tecnologias de TTS e Vocalizador.....	9
Figura 3 – Como funciona um <i>software</i> de ASR.....	10
Figura 4 – Representação Braille e Linha Braille.....	11
Figura 5 – Alfabeto em Libras.....	12
Figura 6 – Tecnologias de Reconhecimento Gestual.....	13
Figura 7 – Tecnologias de Rastreamento de Íris e de Interface Cérebro/Computador.....	14
Figura 8 – Acessibilidade como um Serviço (AcaaS).....	19

Lista de abreviaturas e siglas

3G: Terceira Geração.

ADA: *Americans with Disabilities Act.*

Anatel: Agência Nacional de Telecomunicações.

ASR: *Automatic Speech Recognition.*

CEDI: Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil.

CGI.br: Comitê Gestor da Internet no Brasil.

ConSerpro: Congresso Serpro de Tecnologia e Gestão Aplicadas a Serviços Públicos.

CORDE: Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência.

e-MAG: Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico.

e-PING: Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico.

HTTP: *Hyper Text Transfer Protocol.*

HTTPS: *Secure Hyper Text Transfer Protocol.*

JSON: *JavaScript Object Notation.*

Libras: Linguagem Brasileira de Sinais.

MEC: Ministério da Educação e Cultura.

MPOG: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

NIC.br: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR.

OASIS: *Organization for the Advancement of Structured Information Standards.*

OCR: *Optical Character Recognition.*

PNE: Portador de Necessidades Especiais.

PoC: *Proof of Concept.*

REST: *Representational State Transfer.*

SBTVD: Sistema Brasileiro de TV Digital.

Serpro: Serviço Federal de Processamento de Dados.

SOA: *Service-Oriented Architecture.*

SOAP: *Simple Object Access Protocol.*

SSL: *Secure Sockets Layer.*

STT: *Speech To Text.*

TIC: Tecnologia de Informação e Comunicação.

TTS: *Text To Speech.*

TV: Televisão.

URI: *Uniform Resource Identifier.*

W3C: *World Wide Web Consortium.*

WSDL: *Web Services Definition Language.*

XML: *eXtensible Markup Language.*

Sumário

1	Introdução.....	6
2	Deficiências de Comunicação.....	7
3	Recursos e Tecnologias para Acessibilidade.....	7
3.1	Formatação de Elementos em Tela.....	8
3.2	Texto para Fala.....	8
3.3	Reconhecimento de Fala.....	9
3.4	Sistema Braille.....	11
3.5	Libras (Linguagem Brasileira de Sinais).....	11
3.6	Reconhecimento Gestual.....	12
3.7	Novas Tecnologias.....	13
4	Cenário Atual.....	14
5	Tecnologias Envolvidas com a Proposta.....	16
5.1	Arquitetura Orientada a Serviços.....	16
5.2	<i>Web Services</i>	16
5.3	Serviços REST.....	17
5.4	Computação em Nuvem.....	17
5.5	Mobilidade.....	17
5.6	TV Digital.....	18
6	Acessibilidade como um Serviço (AcaaS).....	18
6.1	Aplicações <i>Web e Desktop</i>	20
6.2	Aplicações Móveis.....	20
6.3	Aplicações na TV Digital.....	21
7	Desafios na implementação de AcaaS.....	21
8	Prova de Conceito (PoC) de AcaaS.....	22
9	Conclusão.....	22
10	Referências.....	24

1 Introdução

De acordo com o Art. 17 da Lei n.º 10.098, de 19 de dezembro de 2000:

O poder público promoverá a eliminação de barreiras na comunicação e estabelecerá mecanismos e alternativas técnicas que tornem acessíveis os sistemas de comunicação e sinalização às pessoas portadoras de deficiência sensorial e com dificuldade de comunicação, para garantir-lhes o direito de acesso à informação, à comunicação, ao trabalho, à educação, ao transporte, à cultura, ao esporte e ao lazer. (BRASIL, 2000).

O Art. 2 dessa mesma lei (BRASIL, 2000) define *acessibilidade* como sendo “a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos [...] sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida”; e *barreira na comunicação* como: “qualquer entrave ou obstáculo que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens por intermédio dos meios ou sistemas de comunicação, sejam ou não de massa”.

Desta forma, entidades e órgãos públicos devem garantir ao cidadão o acesso à informação, sem oferecer barreiras àquele que possua alguma deficiência de comunicação.

Para cumprir essa diretriz, cada sistema governamental pode se utilizar de alguns padrões e tecnologias voltadas à acessibilidade. Várias dessas tecnologias têm um alto custo de implantação, pois são agregadas isoladamente nas mais diferentes aplicações, sem foco no reúso e na qualidade de sua implementação. Muitas vezes, a acessibilidade é tratada como uma funcionalidade secundária ou de pouca importância, durante o desenvolvimento de um sistema.

O objetivo deste trabalho é propor uma solução de arquitetura que permita encarar a acessibilidade como um serviço reutilizável, multiplataforma e escalável, de modo a facilitar a implementação de aplicações “acessíveis”, aumentando a sua qualidade e reduzindo o custo de desenvolvimento.

2 Deficiências de Comunicação

De acordo com o censo 2010 do IBGE (BRASIL, IBGE, 2010), mais de quarenta e cinco milhões de brasileiros (cerca de 24% da população), apresentam algum tipo de deficiência, em diferentes níveis de severidade.

Muitas dessas deficiências afetam diretamente a capacidade de comunicação, tornando esses PNE (portadores de necessidades especiais) dependentes de algum tipo de recurso de acessibilidade para realizar a comunicação com outros indivíduos de forma satisfatória.

As principais deficiências que afetam a comunicação são as visuais, auditivas e de fala, motoras e mentais, as quais podem se apresentar em diferentes graus de comprometimento (parcial ou total), ou combinadas entre si.

Este trabalho leva em consideração apenas as deficiências que afetam a comunicação entre as pessoas, e que criam barreiras na disseminação de informação. Aspectos como dificuldade de mobilidade (deslocamento geográfico), deficit no aprendizado, dentre outros, não serão abordados.

3 Recursos e Tecnologias para Acessibilidade

Alguns recursos (nem todos tecnológicos) são largamente utilizados para facilitar a interação com pessoas que têm necessidades especiais. Além disso, laboratórios espalhados pelo mundo conduzem diversas pesquisas, a fim de criar e aprimorar novas tecnologias assistivas.

Segundo a CORDE (Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência), em seu documento sobre acessibilidade:

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 social. (BRASIL, 2006).

A seguir são descritos alguns dos recursos e tecnologias assistivas mais comuns para suprir as necessidades especiais de comunicação.

3.1 Formatação de Elementos em Tela

Uma tecnologia assistiva muito comum em sistemas computacionais, consiste em alterar a visualização de elementos na tela para auxiliar pessoas com dificuldades visuais. A *lupa de tela* é uma tecnologia desse tipo, que oferece a ampliação (em tamanho) de elementos na tela do computador (Figura 1).

Outro recurso muito utilizado é o *aumento do contraste*, que possibilita um maior destaque visual entre os elementos presentes na tela.

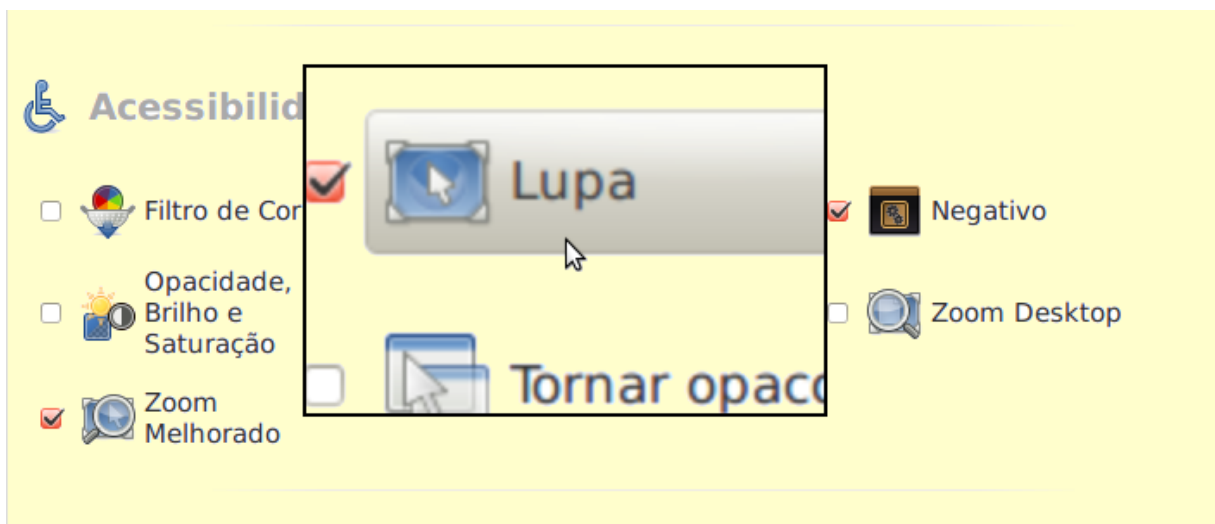


Figura 1 - Lupa de Tela

Fonte: Compiz <<http://www.compiz.org>>. Acesso em 28 jun. 2013.

Já para pessoas que possuem deficiência na sensibilidade cromática – conhecida como daltonismo – foi proposto por Silva (2012), uma solução baseada na conversão de textos coloridos para marcações identificáveis sobre os textos originais. Essa tecnologia permite a percepção das cores por pessoas que naturalmente não teriam total compreensão sobre esse tipo de informação.

3.2 Texto para Fala

Programas conversores de texto para fala, conhecidos como TTS (*Text To Speech*) ou leitores de tela, são recursos úteis para pessoas que apresentam deficiências visuais ou com dificuldades na fala. Esse tipo de tecnologia pode sintetizar a voz humana a partir de textos escritos, imagens contendo texto (com o auxílio de OCR – *Optical Character Recognition*) ou comandos pré-definidos (botões) acionados pelo usuário, conhecido como *painel vocalizador* (Figura 2).



Figura 2 - Tecnologias de TTS e Vocalizador

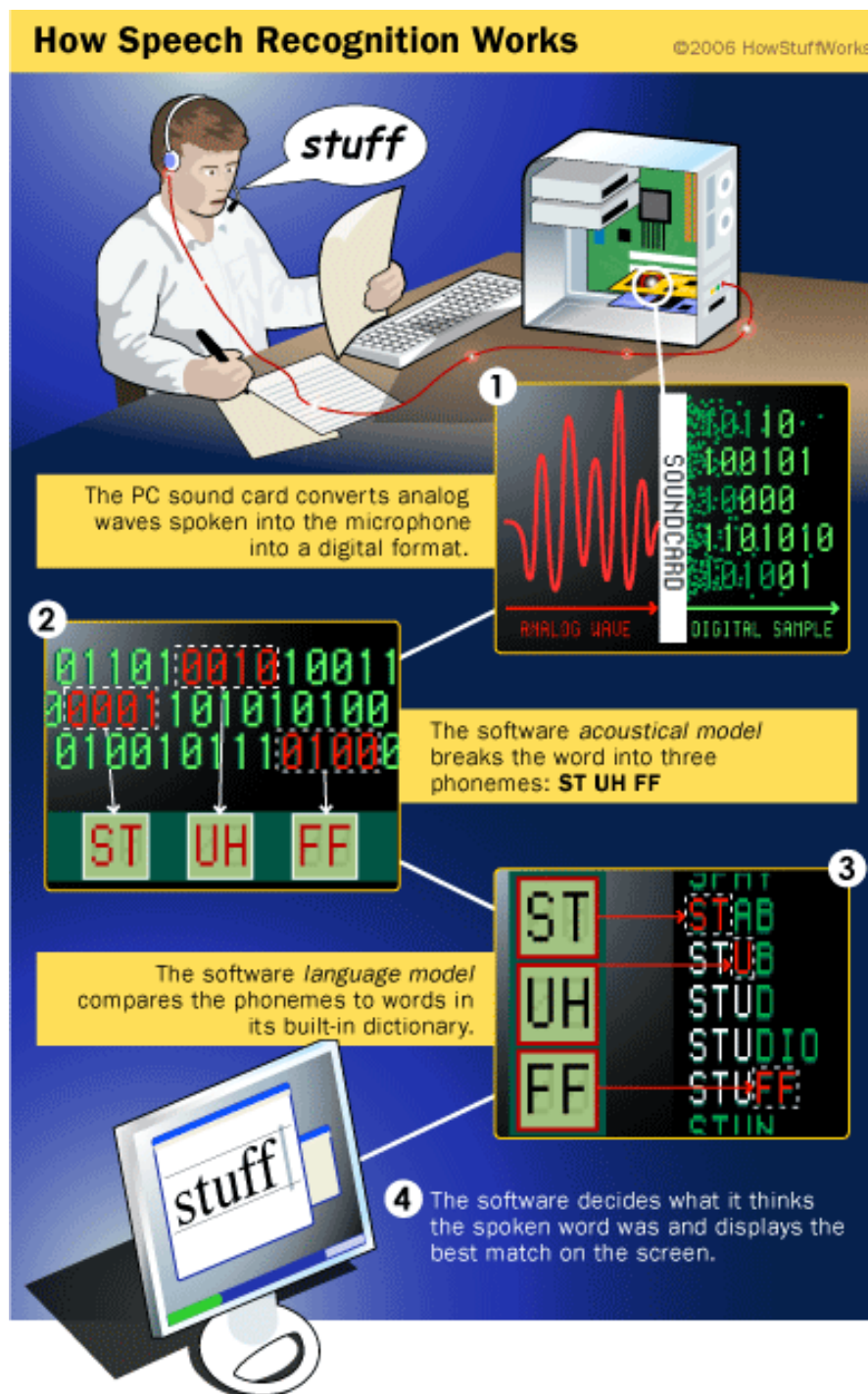
Fontes: Doublemesh <<http://doublemesh.com>> e

Blog do Ari Vieira <<http://arvieiracet.blogspot.com.br>>. Acesso em 28 jun. 2013.

3.3 Reconhecimento de Fala

Sistemas de reconhecimento de fala, conhecidos também como ASR (*Automatic Speech Recognition*), são tecnologias que começam a despontar no uso cotidiano de alguns aparelhos, como telefones celulares e televisores. Mas esse tipo de ferramenta também pode ser de grande valia para pessoas com deficiência visual ou motora. Através de comandos falados (sem uso de teclas ou botões), um operador humano pode controlar funções de um equipamento e interagir com ele.

Essa é uma tecnologia de complexa implementação (Figura 3), pois realiza cálculos matemáticos sobre a forma de onda gerada pela voz humana, além de consultar modelos acústicos e dicionários linguísticos para reconhecer as palavras. Por esse motivo, algumas ferramentas de ASR têm um índice de acerto inferior ao desejável, ou são limitadas a reconhecer somente algumas palavras pré-definidas dentro de um conjunto gramatical (SILVA, 2010).



1. A placa de som converte a voz capturada pelo microfone para um formato digital.
2. O *software*, baseado em seu modelo acústico, divide a palavra em fonemas.
3. O *software* compara os fonemas com um dicionário (modelo linguístico).
4. O *software* exibe na tela a palavra que melhor corresponde ao que foi falado.

Figura 3 - Como funciona um *software* de ASR

Fonte: HowStuffWorks <<http://www.howstuffworks.com/>> (tradução nossa).

Acesso em 28 jun. 2013.

3.4 Sistema Braille

O sistema inventado pelo francês Louis Braille, em 1825, tem como objetivo possibilitar a leitura às pessoas portadoras de deficiência visual. Através de uma impressão de sinais (pontos) em alto-relevo, o Braille oferece uma percepção tátil de cada caractere que compõe uma palavra escrita.

O Braille foi adotado no Brasil em 1854, e desde então passou por algumas adaptações para melhor representar o português falado no país. A última revisão foi realizada em 2006 pelo Ministério da Educação (BRASIL, MEC, 2006).

Existem alguns dispositivos que oferecem a leitura Braille para textos presentes em sistemas computacionais (linha Braille), bem como impressoras em Braille (Figura 4).

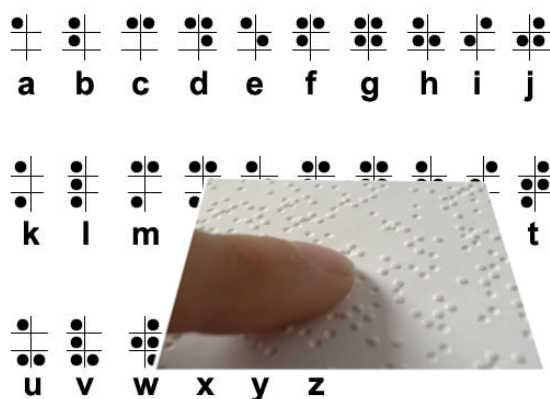


Figura 4 - Representação Braille e Linha Braille

Fontes: Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> e TecAssistiva <<http://www.tecnologia-assistiva.org.br>>. Acesso em 28 jun. 2013.

3.5 Libras (Linguagem Brasileira de Sinais)

A partir da publicação da Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002 (BRASIL, 2002), a Linguagem Brasileira de Sinais (Libras) foi reconhecida oficialmente no país. Muitas pessoas com deficiências de audição e/ou de fala são instruídas a se comunicar de maneira eficiente através dessa linguagem gestual.

Libras é uma linguagem baseada no movimento das mãos (sinais) e no posicionamento espacial (em relação à posição do corpo), contextualizada para o Brasil (Figura 5). Assim como linguagens orais, Libras possui sintaxe, semântica e morfologia próprios, além de apresentar diferenças regionais (sotaques), de acordo com a localização geográfica dentro do país.

Desta forma, ao contrário do imaginado por muitas pessoas, Libras não é uma mera sinalização de palavras em português oral, mas sim uma linguagem própria. Ou seja: requer conhecimentos de sua gramática para que haja comunicação – e não somente o domínio dos possíveis sinais (FIGUEIRA, 2011).

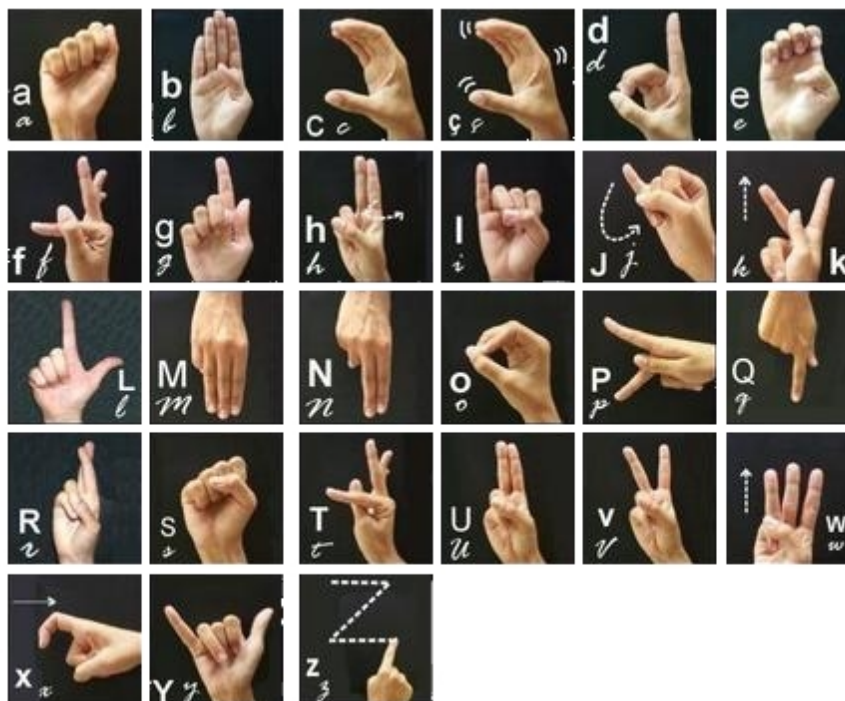


Figura 5 - Alfabeto em Libras

Fonte: Catraca Livre <<http://catracalivre.com.br>>. Acesso em 28 jun. 2013.

3.6 Reconhecimento Gestual

O reconhecimento gestual é uma aplicação da Visão Computacional. Essa área de pesquisa realiza estudos sobre o processamento de imagens captadas por dispositivos eletrônicos (como câmeras), e o reconhecimento de padrões presentes nessas imagens (pessoas, objetos, etc.).

Através do reconhecimento gestual, um equipamento pode ser controlado pelo movimento corpóreo de uma pessoa (ou de suas mãos, por exemplo).

Recentemente, o desenvolvimento de jogos de computador baseados no movimento do corpo de seus participantes tornou essa tecnologia bastante popular. Outras aplicações de interação gestual humano/computador também estão em desenvolvimento, como por exemplo, o controle de aparelhos de TV a partir de movimentos das mãos (Figura 6).

Essa é uma tecnologia que também pode ser promissora no auxílio a pessoas com deficiências auditivas e/ou de fala (CORREIA, 2013). Como um exemplo avançado, um *software* poderia reconhecer os gestos realizados na comunicação de sinais (como Libras) e interpretá-los para textos em português, ou mesmo aplicar esses textos em um sintetizador de voz (TTS), de forma a “pronunciar” as frases sinalizadas por um indivíduo completamente “mudo” (impossibilitado de falar).

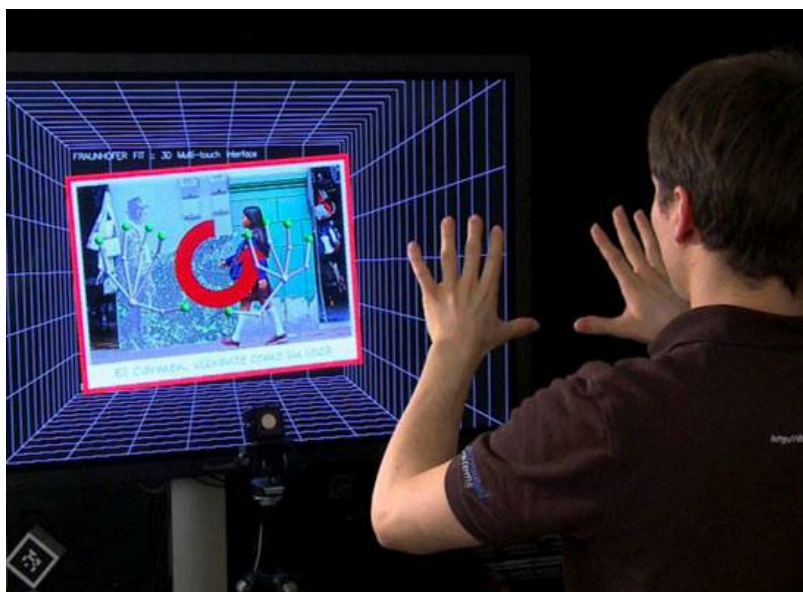


Figura 6 - Tecnologias de Reconhecimento Gestual

Fonte: InsideTechno <<http://www.insidetechno.com>>. Acesso em 28 jun. 2013.

3.7 Novas Tecnologias

Vários laboratórios ao redor do mundo têm pesquisado outras formas de interação humano/computador, muitas das quais com enorme potencial de auxílio a pessoas portadoras de deficiência (Figura 7).

Uma das tecnologias mais inovadoras consiste no controle de computadores por meio do movimento dos olhos do usuário – conhecida como rastreamento da íris. Essa aplicação de Visão Computacional processa imagens captadas dos olhos para determinar a direção para qual eles são apontados. A informação pode ser usada como fonte de comandos para a máquina, como por exemplo, o movimento de um cursor sobre a tela (“mouse visual”). Pessoas com dificuldade ou impossibilidade de movimentação das mãos, dos dedos ou dos membros superiores (incluindo tetraplégicos), poderiam controlar equipamentos somente com o olhar (ROSA; OLIVEIRA, 2011).

Outra tecnologia, conhecida como interface cérebro/computador, tem surpreendido muitas pessoas com a sua proposta: controle de equipamentos a partir de ondas cerebrais do usuário (popularmente denominadas de “força do pensamento”). Essa técnica está atraindo diversos pesquisadores, com o intuito de mapear os sinais elétricos gerados pelo cérebro humano, e aprimorar sua interpretação como uma fonte de comandos para uma máquina. Uma possível aplicação é permitir que pessoas com deficiências motoras, visuais, mentais ou de fala consigam se comunicar com outras pessoas, ou interagir naturalmente com diversos aparelhos eletrônicos (LENT, 2005).



Figura 7 - Tecnologias de Rastreamento de Íris e de Interface Cérebro/Computador

Fontes: Tobii Technology <<http://www.tobii.com>> e

Notícias Info <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia>>. Acesso em 28 jun. 2013.

4 Cenário Atual

Apesar do nível de maturidade satisfatório apresentado por algumas tecnologias assistivas, raramente elas são empregadas nas aplicações em desenvolvimento no Brasil, salvo em determinados sítios *web* – especialmente governamentais. Ainda assim, segundo pesquisa realizada pelo CGI.br / NIC.br, somente 2% das páginas *web* governamentais são consideradas acessíveis (BRASIL, CGI.br; NIC.br, 2010).

O *World Wide Web Consortium* (W3C, 2008), define algumas recomendações para acessibilidade em páginas *web*, contidas no documento *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG). Além disso, há um grupo de trabalho no W3C Brasil, denominado GT Acessibilidade, que busca consolidar algumas recomendações específicas ao desenvolvimento *web* acessível no Brasil (BRASIL, W3C, 2012).

Em conformidade com o WCAG, o governo brasileiro criou o e-MAG – Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico (BRASIL, MPOG, 2011), que descreve algumas recomendações destinadas a facilitar a implementação de sítios e portais governamentais acessíveis.

Apesar de todos esses esforços de padronização, a acessibilidade ainda fica restrita a algumas implementações específicas (somente para determinados sítios *web*, por exemplo), e é realizada de forma monolítica, não-reutilizável.

Com relação às tecnologias assistivas, algumas delas possuem limitações e desafios ainda não superados para sua implantação no Brasil. Por exemplo, a maioria das aplicações TTS e ASR são exclusivamente destinadas a alguns idiomas, predominantemente o inglês. As melhores implementações para o português brasileiro são proprietárias (não-livres), e ainda sim, não preveem os diversos regionalismos (sotaques) presentes no país. Desta forma, para que essas tecnologias de voz possam ser amplamente utilizadas no Brasil, se faz necessário um grande esforço de modelagem acústica e linguística, baseado na incorporação das características de nosso idioma, e além disso, ser publicada sob uma licença livre e gratuita (para amplo compartilhamento e aprimoramento).

Outros recursos de acessibilidade (como Braille, controle de máquinas por rastreamento de íris ou por interface cérebro/computador, etc.) dependem do desenvolvimento de equipamentos (*hardware*) e de complexos *softwares*, que devem ter um custo acessível para que a maioria das pessoas portadoras de necessidades especiais possam utilizá-los.

Quanto a utilização de Libras (Linguagem Brasileira de Sinais), ela está restrita hoje a aplicações onde se pode contar com um intérprete humano (pessoa que traduz português brasileiro oral para Libras, e vice-versa). Ainda de forma proprietária (código não-livre), existe uma implementação disponibilizada como um aplicativo gratuito para *smartphones*, capaz de traduzir textos escritos ou falados ao celular, em uma representação em Libras, sinalizada por uma animação gráfica (avatar) exibida na tela do aparelho (PROATIVA, 2013). Esse aplicativo, porém, está limitado a algumas palavras contidas em seu dicionário. A maioria das palavras e expressões são sinalizadas com uso da datilologia (técnica para soletrar palavras usando sinais do alfabeto em Libras).

5 Tecnologias Envolvidas com a Proposta

A proposta deste trabalho é apresentar uma arquitetura baseada em serviços, capaz de oferecer recursos de acessibilidade às mais diversas aplicações. Deste modo, algumas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) envolvidas com essa proposta, e recomendadas pelo e-PING – Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico (BRASIL, 2013) - serão abordadas a seguir.

5.1 Arquitetura Orientada a Serviços

Segundo a OASIS (2006): “A Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) é um paradigma para organização e utilização de competências distribuídas que estão sob controle de diferentes domínios proprietários”.

Com SOA, uma corporação pode organizar seus sistemas computacionais, de forma a melhorar seu fluxo de negócio, com o objetivo de promover o reúso e a facilidade de manutenção. Além disso, essa abordagem permite o aumento da disponibilidade e interoperabilidade entre os sistemas.

A abordagem SOA está fundamentada sobre o conceito de serviço, que é uma atividade integrante de um fluxo de negócio, e possui responsabilidade bem definida e conhecida pelos seus consumidores.

5.2 *Web Services*

O *World Wide Web Consortium* (W3C, 2004, tradução nossa), define:

O *Web Service* é uma aplicação de *software* identificada por uma URI, onde interfaces são definidas, descritas e publicadas como artefatos XML. Um *Web Service* permite interações diretas com outros agentes de software por meio da troca de mensagens XML, tráfegadas sobre protocolos baseados em *internet*.

Os *Web Services* seguem um conjunto de padrões definidos pela *World Wide Web Consortium*, tais como HTTP, XML, SOAP, WSDL (W3C, 2001, 2004, 2007), que garantem interoperabilidade, disponibilidade, reúso, dentre outras características. Por esse motivo, uma arquitetura SOA pode utilizar *Web Services* em sua implementação.

5.3 Serviços REST

Conhecidos por serem mais leves e simples do que os *Web Services*, os serviços REST (*Representational State Transfer*) utilizam protocolos de *internet* (como HTTP ou HTTPS) para integrar sistemas distribuídos. Roy Fielding propôs em sua tese de doutorado (FIELDING, 2000) uma forma de trocar mensagens entre aplicações, sem utilizar os burocráticos envelopes SOAP e sem obrigar o uso de XML. Através de REST, uma aplicação pode enviar ou receber artefatos em diversos formatos, como o popular *JavaScript Object Notation* (JSON).

5.4 Computação em Nuvem

A computação em nuvem (*cloud computing*) oferece recursos computacionais (infraestrutura, sistema básico, armazenamento ou aplicação de *software*), alocados em computadores fisicamente separados, mas conectados entre si por eficientes *links* de comunicação.

A capacidade de oferecer recursos computacionais como serviços (“*as a service*”), torna a computação em nuvem um conceito convergente ao paradigma SOA – Arquitetura Orientada a Serviços (LINTHICUM, 2010).

As principais vantagens na adoção da computação em nuvem são: alta disponibilidade, escalabilidade e reúso. Além disso, pode ser significativa a redução de custos com infraestrutura, se comparada à manutenção de *datacenters* num ambiente corporativo (VELTE et al., 2010).

5.5 Mobilidade

A recente evolução das tecnologias móveis de acesso à informação tem impactado a maneira como as pessoas se comunicam, possibilitando o desenvolvimento de novas aplicações. Segundo a Telebrasil (2013), são mais de duzentos e sessenta milhões de telefones celulares ativos no Brasil no fim de 2012, dentre os quais, mais de cinquenta milhões possuem tecnologia 3G (terceira geração) para acesso a dados. Isso posiciona a mobilidade como um importante fator a ser considerado no desenvolvimento de sistemas de informação e de comunicação – inclusive sob a ótica da acessibilidade.

5.6 TV Digital

Em 1999, a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) iniciou o processo de avaliação para implantação do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD). Desde 2007, uma grande parcela do país está sendo coberta pela transmissão de TV com formato digital (BRASIL, 2010).

O SBTVD abre novas possibilidades de interatividade e transmissão de dados entre as operadoras e os aparelhos receptores. Desta forma, aplicações visando a acessibilidade das informações devem ser consideradas – com o objetivo de alcançar toda a população brasileira, sem barreiras àqueles que possuem necessidades especiais para comunicação.

6 Acessibilidade como um Serviço (AcaaS)

Segundo a ADA (*American with Disabilities Act*), uma divisão do Departamento de Justiça e Direitos Civis dos Estados Unidos:

Recurso é todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida, utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Serviços são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos (U.S.A., 2010, tradução nossa).

Com o foco na comunicação entre pessoas, e fundamentado no direito garantido a todo cidadão de acessar as informações disponíveis e relevantes a ele, este trabalho se propõe, de forma tecnológica, a apresentar uma arquitetura de serviços capaz de oferecer recursos de acessibilidade às aplicações de *software*.

O termo AcaaS, que significa *Accessibility as a Service* (ou Acessibilidade como um Serviço) foi criado para denominar a arquitetura apresentada neste trabalho. A ideia desse acrônimo foi inspirada por outros termos semelhantes, como PaaS (*Platform as a Service* – Plataforma como um Serviço), SaaS (*Software as a Service* – Software como um Serviço), etc.

O diagrama a seguir (Figura 8) representa a arquitetura do AcaaS (Acessibilidade como um Serviço).

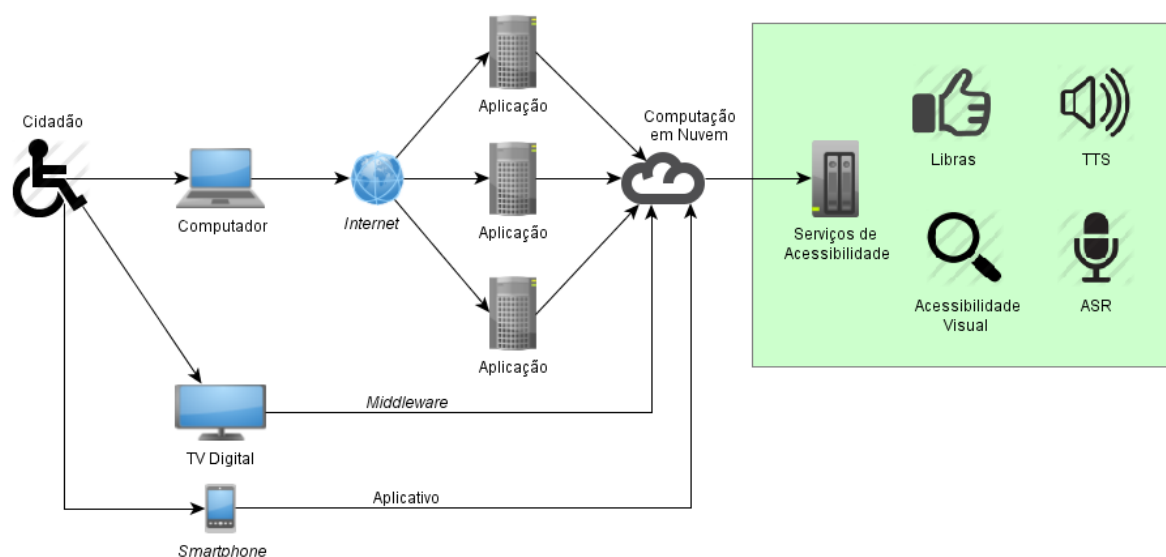


Figura 8 - Acessibilidade como um Serviço (AaaS)

A principal proposta dessa arquitetura é oferecer tecnologias assistivas na forma de um serviço, facilmente acessível pelas diversas aplicações de *software* existentes. Para tanto, as funcionalidades de implementações desses recursos de acessibilidade são expostas, levando em conta alguns aspectos descritos a seguir.

- **Disponibilidade:** Através do uso de computação em nuvem (*cloud computing*), é possível administrar, de forma transparente, itens como redundância, balanceamento de carga, acesso simultâneo, independência geográfica, etc. Desta forma, os serviços de acessibilidade podem ser acessados a partir de qualquer lugar, a qualquer momento, por qualquer usuário.
- **Multiplataforma:** O uso de padrões de implementação, como *Web Services* ou REST, garante a neutralidade de plataforma para os serviços. Assim, diferentes aplicações, escritas nas mais variadas linguagens de programação, e rodando a partir de quaisquer dispositivos (computadores, *tablets*, *smartphones*, televisores, etc.), podem acessar livremente todos os recursos de acessibilidade disponibilizados.
- **Facilidade de implementação nas aplicações:** Como toda a complexidade da implementação das tecnologias assistivas está dentro do serviço, a incorporação dos recursos de acessibilidade nas aplicações se torna simples.

- **Reuso:** A implementação das tecnologias assistivas como um serviço facilita a reutilização de código, pois as mais diversas aplicações acessam essas funcionalidades sem a necessidade de reimplementá-las cada uma de per si.
- **Colaboração:** Uma possibilidade de implementação para as tecnologias assistivas é permitir um modelo colaborativo, como o adotado no *software* livre. Desta forma, vários especialistas, entidades, organizações ou pessoas interessadas poderiam contribuir efetivamente na criação ou melhoria dos recursos disponibilizados pelo serviço.
- **Ampla leque de aplicações:** A disponibilização de serviços de acessibilidade de forma *online* pode proporcionar uma série de possibilidades de aplicação. Algumas delas são abordadas a seguir.

6.1 Aplicações *Web* e *Desktop*

Aplicações *web*, como sítios e portais, podem incorporar facilmente recursos de acessibilidade, oferecendo algumas opções de acesso através de suas páginas. Por exemplo, o texto apresentado poderá ser ditado (falado) para pessoas com dificuldades de visão. Ou ainda, permitir navegação por meio de comandos falados pelo usuário. No caso de pessoas com deficiência auditiva que dominam a Linguagem Brasileira de Sinais, mas não aprenderam a ler o português escrito, uma opção viável consiste em exibir um pequeno quadro na página, como um “intérprete virtual” (automatizado) de português para Libras. Da mesma forma, aplicações *desktop* (como por exemplo, o programa gerador de declarações de imposto de renda, da Receita Federal do Brasil) também podem agregar esses recursos, bastando para isso a conexão via *internet* com o serviço de acessibilidade proposto.

6.2 Aplicações Móveis

Com o crescente uso de telefones celulares possuindo acesso à *internet*, *smartphones* e *tablets*, um possível uso para o serviço de acessibilidade pode ser na construção de aplicativos que auxiliam os PNE (portadores de necessidades especiais) a se comunicar. Tradutores de texto ou voz para Libras (ou vice-versa), leitores de tela (TTS), ou aplicações para o reconhecimento de comandos de voz (ASR) via celular, podem ser úteis para essas pessoas.

6.3 Aplicações na TV Digital

Uma possibilidade de aplicação do serviço de acessibilidade é oferecer um intérprete automatizado de português falado para Libras. Aparelhos receptores e decodificadores da TV Digital poderiam incorporar esse recurso, de forma a apresentar um pequeno quadro com esse “intérprete virtual” sinalizando de maneira automática todas as programações transmitidas. Ou ainda, um transcritor de voz via *software*, que permitiria a geração automatizada de legendas (*closed caption*) para as programações. Essas aplicações poderiam reduzir custos com intérpretes humanos ou com operadores de transcrição (pessoas que realizam a digitação em texto dos conteúdos de áudio).

7 Desafios na implementação de AcaaS

Atualmente, há alguns desafios que precisam ser superados para que a implementação de serviços de acessibilidade possa se tornar viável. A seguir são explorados alguns deles.

- **Falta de interesse pelo tema acessibilidade:** A maioria dos desenvolvedores, analistas e clientes não se importam se as suas aplicações ou soluções criarão barreiras de acesso aos usuários portadores de necessidades especiais (PNE).
- **Baixa qualidade ou ausência de implementações livres de acessibilidade:** A maioria das tecnologias assistivas disponíveis no Brasil são proprietárias, caras ou de baixa qualidade. Desta forma, pesquisadores, especialistas, universidades e organizações deveriam unir esforços nesse tipo de implementação, especialmente seguindo um modelo colaborativo (como o do *software* livre).
- **Custos com infraestrutura:** Para que um modelo de AcaaS possa ser implementado com sucesso, alguns itens de infraestrutura devem ser mantidos, como contratação de serviços de computação em nuvem (*cloud computing*), disponibilização de *links* de velocidade razoável aos usuários (via *internet* fixa ou móvel), implementação de políticas para garantir a segurança dos dados e privacidade dos usuários, etc. Isso somente poderá ser garantido se a acessibilidade se tornar uma justificativa sólida dentro dos custos envolvidos nos projetos de *software*.

8 Prova de Conceito (PoC) de AcaaS

Para demonstrar a utilização de tecnologias assistivas em aplicações através de uma arquitetura AcaaS (Acessibilidade como um Serviço), foi construída uma prova de conceito (PoC) como parte deste trabalho. O acesso à demonstração e ao seu código-fonte pode ser realizado através do endereço <<http://acaas.robsonmartins.com>> (acesso em 01 dez. 2014).

Através dessa PoC, foi possível solicitar a alguns desenvolvedores voluntários que criassem páginas *web* bastante simples, mas que incorporassem alguns dos recursos de acessibilidade oferecidos pelo serviço.

Após o desenvolvimento dessas pequenas aplicações, os desenvolvedores (de forma unânime) declararam ser simples a utilização dos serviços propostos. Apenas um deles sugeriu a criação de um pequeno *framework* cliente em PHP, visando facilitar a manipulação dos áudios e vídeos envolvidos com as tecnologias assistivas implementadas no serviço.

9 Conclusão

Este trabalho abordou os principais tópicos sobre a necessidade de se garantir o direito de acesso à informação a qualquer cidadão, independente das suas limitações físicas. Algumas questões sobre esse tema, fortemente relacionado com inclusão digital, puderam ser expostas, especialmente sob a ótica do desenvolvimento de *software* e produção de tecnologias de informação e comunicação.

Além disso, este trabalho serve como ponto de partida para incentivar a criação de “aplicações acessíveis”, baseadas numa arquitetura AcaaS (Acessibilidade como um Serviço). Uma das primeiras ações realizadas nesse sentido, pode ser a criação de implementações totalmente nacionais (e preferencialmente livres) de algumas tecnologias assistivas, como TTS (texto para fala), ASR (reconhecimento de fala), e interpretadores automáticos de/para Libras (Linguagem Brasileira de Sinais).

Por outro lado, programas de conscientização sobre a necessidade da acessibilidade no desenvolvimento de aplicações, além da criação de padrões de recomendação, podem ser atividades iniciadas a partir da ideia apresentada.

Entretanto, muito além da proposta de uma arquitetura para facilitar a incorporação de tecnologias assistivas nas aplicações de *software*, este trabalho visa trazer à reflexão um tema abrangente e atual: o respeito ao cidadão portador de necessidades especiais (PNE). Alvo de uma série de preconceitos e descaso por parte de muitas pessoas, o PNE pertence a uma fatia representativa da sociedade brasileira, e merece, como qualquer cidadão, ser tratado com justiça e dignidade.

10 Referências

BERSCHI, Rita. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Artigo publicado no Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil. Porto Alegre: CEDI, 2008.

BRASIL. Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br); Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br). **Dimensões e características da Web brasileira: um estudo do .gov.br**. Brasília: CGI.br, 2010. Disponível em: <<http://www.cgi.br/publicacoes/pesquisas/govbr/cgibr-nicbr-censoweb-govbr-2010.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE). **Acessibilidade**. Brasília: CORDE, 2006. 138p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Ministério da Educação (MEC) - Secretaria de Educação Especial. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Brasília: SEESP, 2006. 106p.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). **e-MAG – Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico 3.0**. 2011. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/emag>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). **e-PING – Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico**. 2013. Disponível em: <<http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-ping-padroes-de-interoperabilidade>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Portal Brasil. **Indústria eletrônica digital: TV Digital**. 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/sobre/ciencia-e-tecnologia/industria-eletronica-digital/tv-digital>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Presidência da República. **Lei n.º 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial Eletrônico. Brasília, DF, 20 dez. 2000, seção 1, p. 2. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. _____. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002.** Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 abr. 2002, p. 23. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10436.htm>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. _____. **Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005.** Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Publicado no Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 dez. 2005, p. 28. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva.** Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

_____. W3C. **GT Acessibilidade.** 2012. Disponível em: <<http://www.w3c.br/GT/GrupoAcessibilidade>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

CORREIA, Miguel Medeiros. **Reconhecimento de Elementos Gestuais com Kinect.** Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, 2013.

FIELDING, Roy Thomas. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures.** Dissertação (Doctor Of Philosophy) - Information And Computer Science, University Of California, Irvine, 2000. cap. 5.

FIGUEIRA, Alexandre dos Santos. **Material de Apoio para o Aprendizado de Libras.** São Paulo: Phorte Editora, 2011. ISBN: 978-8-57-655321-2.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios:** Conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2005. ISBN: 978-8-57-379383-3.

LINTHICUM, David S. **Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise: a Step-by-Step Guide.** Boston: Pearson Education, 2010. ISBN: 978-0-13-600922-1.

OASIS Committee Specification. **OASIS Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0**. 2006. Disponível em:

<https://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=soa-rm>.

Acesso em: 20 jun. 2013.

PROATIVA Soluções em Tecnologia. **ProDeaf: Software** de tradução de texto e voz na Língua Portuguesa para Libras. 2013. Disponível em:

<<http://www.prodeaf.net>>. Acesso em 20 jun. 2013.

RABINER, Lawrence; JUANG Biing-Hwang. **Fundamentals of Speech Recognition**. USA: PTR Prentice Hall, 1993. ISBN: 978-0-13-015157-5.

ROSA, Helleno R; OLIVEIRA, Leandro Luís G. de. **Tecnologia Assistiva e Visão Computacional Controlando o Computador Com o Movimento Dos Olhos**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SILVA, Amauri Duarte da. **Conversão de Documentos para Daltônicos**. In: CONGRESSO SERPRO DE TECNOLOGIA E GESTÃO APLICADAS A SERVIÇOS PÚBLICOS (ConSerpro), 2012, Belém. *Anais eletrônicos...* Belém, Serviço Federal de Processamento de Dados, 2012. Disponível em:

<http://www.anaisdoconserpro.serpro.gov.br/modules/cadastro_de_trabalhos/trabalho.php?cod=218&ano=2012>. Acesso em 20 jun. 2013.

SILVA, Carlos Patrick Alves da. **Um Software de reconhecimento de voz para português brasileiro**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Disponível em:

<<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/2074>>. Acesso em 20 jun. 2013.

TELEBRASIL, Associação Brasileira de Telecomunicações. **Indicadores de Comunicação Móvel no Brasil**. 2013. Disponível em:

<<http://www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/consulta-a-base-de-dados>>.

Acesso em 20 jun. 2013.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Deficiência Visual**. Rede SACI – Solidariedade, Apoio, Comunicação e Informação. Programa USP Legal, Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária. São Paulo: USP, 2000. Disponível em: <<http://saci.org.br/?modulo=akemi¶metro=1682>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

U.S.A. Department of Justice. **Information and Technical Assistance on the Americans with Disabilities Act (ADA)**. 2010. Disponível em: <<http://www.ada.gov>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

VELTE, Anthony T. et al. **Cloud Computing - Computação em Nuvem: Uma Abordagem Prática**. Alta Books, 2010. ISBN: 978-85-7608-536-2.

W3C Consortium. **Simple Object Access Protocol (SOAP)**. 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/soap/>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/WCAG20>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. **Web Services Architecture Requirements**. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/wsa-reqs>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. **Web Services Description Language (WSDL)**. 2001. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/wsdl>>. Acesso em: 20 jun. 2013.