

Um sistema de aprendizagem interativo para deficientes visuais utilizando o modelo brasileiro de TV Digital

Marcelo Lima de Almeida

Mestrado Profissional em
Computação Aplicada (MPCOMP)
Universidade Estadual do Ceará
Fortaleza-CE-Brasil
+55 85
marceloalmeida85@gmail.com

Ronaldo Fernandes Ramos,

Antonio Mauro Barbosa de
Oliveira, Agebson Rocha
Façanha

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Ceará
Fortaleza-CE-Brasil
+55 85
{ronaldo@ifce.edu.br,
mauro.oliveira@fortalnet.com.br,
agebson@ifce.edu.br}

Marcos Vinicius de Andrade

Lima

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE-Brasil
+55 85
marcos.engsoft@gmail.com

ABSTRACT

This article presents Teleduca, an interactive learning mechanism for the visually impaired on the Brazilian Digital TV platform (DTV). The Teleduca uses concepts and established accessibility guidelines found in literature. Google Voice and Espeak synthesizers were used to allow interaction between the user and Teleduca. For a successful proof of concept, a prototype of the proposed system has been developed for use with the Ginga, a Brazilian DTV middleware, also adopted in several Latin American countries. Tests for effective colour contrast were performed on the prototype's interface, confirming Teleduca's accessibility features.

RESUMO

Este artigo apresenta o Teleduca, um mecanismo de aprendizagem interativo baseado no sistema brasileiro de TV Digital (TVD), acessível a pessoas com deficiência visual. O Teleduca utiliza conceitos e recomendações de acessibilidade clássicos encontradas na literatura especializada. Os sintetizadores de voz do Google e do Espeak foram utilizados para facilitar a interação entre o usuário e o Teleduca. Como prova de conceito do sistema proposto, um protótipo foi desenvolvido para ser utilizado com o Ginga, middleware brasileiro de TVD, hoje adotado em diversos países da América Latina. Testes de contraste de cores na interface do protótipo foram realizados, reforçando o Teleduca como mecanismo de tecnologia assistiva.

Categories and Subject Descriptors

H.5.2 [Information Interfaces and presentation]: User Interfaces— Interaction styles, Screen design, User-centered design.

General Terms

Experimentation, Human Factors, Measurement, Performance, Verification.

Keywords

Teleduca, Visually Impaired, Brazilian Digital TV, Ginga.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o [11], a televisão está presente em 97% dos lares brasileiros. A TV tem auxiliado na formação das pessoas. O uso do televisor no campo da aprendizagem ocorre com a utilização de materiais educativos em programas de televisão.

A maneira como se interage com a televisão está mudando conforme a tecnologia, que está proporcionando a conversão para a TV digital. Os benefícios da TV Digital vão além de uma melhor qualidade de imagem e de som [19].

Na TV Digital é possível definir que uma de suas qualidades mais importantes é a possibilidade de integrar uma capacidade computacional significativa no equipamento receptor, possibilitando o aparecimento de vários novos serviços, como guias eletrônicos de programação, a disponibilização de serviços bancários (T-banking), serviços de saúde (T-health), serviços educacionais (T-learning), serviços de governo (T-government) entre outros. Esses serviços são disponibilizados através da interatividade presente no Ginga, middleware do Sistema Brasileiro de TV Digital [19].

É importante verificar como a TV Digital pode melhorar a acessibilidade para pessoas com deficiência visual, pois dados do [12] indicam que o Brasil possui mais de 35 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência visual. Essa parcela da população com deficiência visual terá o acesso a televisão comprometido.

Trabalhar a acessibilidade na televisão é algo imprescindível, pois cresce o número de deficientes que se interessam no aprendizado a distância através da televisão. É o que garante [14] quando cita que o programa Telecurso 2000 atrai vários deficientes visuais, mas que infelizmente o mesmo não disponibiliza recursos que o torne mais acessível.

Pensando nesses problemas enfrentados pelo deficiente visual, no ano de 1994, a ONU, por meio do Decreto de Salamanca, deixa explícito que o desenvolvimento de tecnologias deve possuir recursos que facilitem a vida dos deficientes [15]. No Brasil, o decreto nº 5296, de 2004, define algumas orientações sobre a acessibilidade na comunicação da televisão [1]. A norma estabelece que acessibilidade é a possibilidade de um deficiente

usufruir o meio físico, meios de comunicação, produtos e serviços.

O objetivo deste trabalho é fornecer um sistema de avaliação interativo para os deficientes visuais na televisão digital, através do Ginga, middleware brasileiro. Ginga é atualmente adotado na América Latina, através de países como Peru, Chile, Equador, Paraguai, Uruguai e Argentina. Vários outros países da América Central e da África também utilizam o Ginga [17].

Dessa forma, este artigo foi organizado em 6 seções, de modo que na seção 2 está o sistema Teleduca [2], sistema com o objetivo de auxiliar aos deficientes visuais na aprendizagem. Ainda na seção 2 são descritas as ferramentas utilizadas para sua concepção e implementação, a metodologia utilizada durante o seu desenvolvimento, elicitação de requisitos funcionais e não funcionais, a arquitetura e as telas desenvolvidas. Na seção 3 são os resultados, que apresentam um comparativo no uso do Teleduca com os sintetizadores de voz Espeak e Google, testes de contraste de cores na interface das telas. Na seção 4 são relatados alguns trabalhos relacionados. Na seção 5 são apresentados a conclusão e os trabalhos futuros. Por fim, na seção 6 estão os agradecimentos ao CNPQ.

2. TELEDUCA

O Teleduca é um sistema de aprendizagem destinado aos deficientes visuais, que tem como finalidade a disponibilização avaliações em forma de questionários com perguntas objetivas e suas respectivas alternativas, sendo criadas pelo professor no ambiente WEB. O sistema Teleduca está dividido em dois módulos: WEB e TV.

O ambiente WEB destina-se aos perfis administrador e professor. O primeiro é responsável pelo cadastro de professores, já o segundo é responsável pelo cadastro de alunos e questionários. No ambiente da TVD, os alunos deverão responder as avaliações através da televisão, no fim de cada resposta, o sistema mostrará se o usuário acertou ou errou a questão.

O Teleduca poderá ser utilizado em ambiente escolar, com o apoio do educador como professor e como mediador. Como professor ele irá lecionar uma determinada disciplina para uma turma de alunos. Já como mediador, ele irá solicitar que os alunos respondam as perguntas do Teleduca conforme os ensinamentos daquela disciplina, através de um televisor. Outra forma de utilização será por meio de aulas na televisão, no qual o professor de acordo com os ensinamentos irá solicitar aos alunos, em seus respectivos domicílios a responder aos questionários no Teleduca por meio de um televisor.

Vale ressaltar que o Teleduca é um sistema de t-learning, no qual os questionários vão se apresentando na medida em que a aula for sendo ministrada.

2.1 Ferramentas utilizadas

O Ginga, middleware brasileiro de TVD, foi utilizado durante o desenvolvimento do sistema Teleduca no módulo TVD. A camada lógica escolhida do Ginga para o desenvolvimento do Teleduca foi o Ginga-NCL com as linguagens NCL e Lua (linguagem de script).

Na execução e validação do Teleduca foi utilizado o Virtual Ginga-NCL STB, uma máquina virtual desenvolvida pela PUCRJ que trabalha com Ginga e seu respectivo subsistema Ginga-NCL.

O Eclipse, com os plug-ins NCLEclipse e LUAEclipse, foi escolhido como ambiente de desenvolvimento, pelo fato de ser um ambiente bastante difundido e utilizado em conjunto com diversas linguagens de programação. Outro ponto positivo do Eclipse é a fácil instalação, configuração e utilização em conjunto com o emulador (máquina virtual instalada e configurada no computador) através da conexão SSH (*Secure Shell*).

2.2 Metodologia utilizada

A metodologia proposta e adotada neste trabalho foi adaptada do Processo de desenvolvimento Iterativo explicado em [20]. A seguir, são descritas brevemente as principais etapas da metodologia utilizada e as atividades correspondentes:

- Primeira Etapa: Identificação das necessidades dos usuários e elicitação de requisitos

Excelentes trabalhos na área da TV Digital como em [21] é possível verificar a ausência de acessibilidade para deficientes visuais. A partir dessas constatações surge a motivação de buscar requisitos necessários para criar sistemas acessíveis para o uso de deficientes visuais.

Requisitos do Teleduca foram coletados nos trabalhos de [18] e [13] que aplicaram questionários e entrevista com deficientes visuais com o objetivo de obter os anseios e dificuldades deles perante a televisão. Recomendações e diretrizes de acessibilidade foram consultadas em [10] (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico) e [5] (emissora pública de rádio e televisão do Reino Unido). No caso do [10] as recomendações projetadas para a WEB foram adaptadas neste trabalho para a realidade da TV Digital. Em [3] foram colhidos requisitos para trabalhar com a aprendizagem pela TV Digital. Já no caso da tecnologia assistiva para a televisão, os sintetizadores de voz Google e Espeak foram selecionados.

- Segunda Etapa: Análise e Design

Foram criados protótipos em papel, que são considerados protótipos de baixa fidelidade, mas que permitem um rápido entendimento sobre o que se pretende fazer. Alguns requisitos mais complexos foram construídos em protótipos funcionais para testar a arquitetura, por exemplo, a integração do sistema com os sintetizadores de voz do Google e do Espeak.

- Terceira Etapa: Validação e Testes

Os testes na implementação foram realizados para verificar se os protótipos funcionais do sistema estavam funcionando corretamente. Os testes funcionais foram realizados no emulador do Ginga para a TVD, desenvolvido pela PUCRJ, Ginga-NCL Virtual STB. Na validação foi verificado se todos os requisitos funcionais e não funcionais estavam em conformidade com a especificação do sistema. Testes nas funcionalidades foram realizados com o intuito de identificar se todas estavam funcionando conforme planejado.

2.3 Requisitos do Teleduca

Os requisitos foram separados em requisitos funcionais e requisitos não funcionais. Ambos os requisitos foram coletados durante a primeira fase da metodologia utilizada neste trabalho. Nas demais etapas os requisitos foram aprimorados. Os requisitos funcionais foram selecionados e organizados de acordo com o nível de dificuldade de implementação de cada um, ou seja, dos

mais complexos para os mais simples. Esses requisitos foram elencados na tabela 1 com relação aos requisitos necessários no módulo de TVD. Na tabela 2 estão elencados os requisitos presentes no módulo WEB. Já na tabela 3 estão representados os requisitos utilizados em ambos os módulos.

Tabela 1. Requisitos funcionais – Módulo TVD.

| Requisito | Descrição |
|--|--|
| Realizar leitura através de voz artificial | Toda e qualquer ação executada por meio do controle remoto deverá ser lida ao usuário, por meio de uma voz robotizada (artificial). |
| Selecionar botão de interatividade para acessar o Teleduca (TVD). | O botão “info” do controle remoto, quando acionado irá apresentar o Teleduca ao usuário. |
| 1.1 Sair do sistema no Teleduca (TVD) | O usuário deverá pressionar o botão “menu” para sair do sistema Teleduca. |
| Acessar os questionários disponíveis no Teleduca (TVD) | Após a tela de login, um menu estará à disposição com as opções de questionários disponíveis. Depois o sistema informará ao usuário, por meio de uma voz artificial, em qual parte do sistema ele está e como deverá proceder para selecionar um questionário. Ele poderá navegar nas opções com as setas “para cima” e “para baixo” |
| Selecionar uma pergunta no Teleduca (TVD) | Após selecionar a opção de questionário e apertar o botão “ok” na tela de questionários, será mostrada a primeira pergunta com suas respectivas alternativas de respostas. Depois o sistema, por meio de voz artificial, informará ao usuário a parte do sistema em que ele está e como selecionar uma pergunta. Para navegar entre as perguntas disponíveis os botões setas “para direita” e “para esquerda” do controle remoto devem ser utilizados. |
| Escolher uma alternativa de uma pergunta escolhida no Teleduca (TVD) | Após a escolha de uma determinada pergunta, o usuário deverá escolher uma alternativa. |
| Acessar resultado no Teleduca (TVD) | Caso o usuário esteja na tela de perguntas, será possível visualizar e escutar como está seu desempenho em relação a erros e acertos pressionando o botão losango de cor verde do |

| |
|---|
| controle remoto. |
| Acessar Ajuda no Teleduca (TVD) |
| Acessar leitura da legenda no Teleduca (TVD) |
| Usabilidade do sistema |
| Navegação |
| Uso de cores no sistema |
| Uso de outras características sensoriais para diferenciar elementos |
| Navegação entre os campos |

Tabela 2. Requisitos Funcionais – Módulo WEB

| Requisito | Descrição |
|--|--|
| Permitir o cadastro de professores no Teleduca (WEB) | O sistema deve possibilitar que sejam realizadas as operações de inclusão, alteração e exibição dos professores, com os atributos: nome, CPF e senha. |
| Permitir o cadastro de alunos no Teleduca (WEB) | O sistema deverá permitir que sejam realizadas as operações de inclusão, alteração e exibição dos alunos, com os seguintes atributos: nome, CPF e Senha e os respectivos questionários que cada aluno poderá utilizar. |
| Permitir o cadastro de questionários no Teleduca (WEB) | Permitir que sejam realizadas as operações de inclusão, alteração, remoção e exibição dos questionários, com o atributo: nome do questionário. |
| Permitir o cadastro de perguntas no Teleduca (WEB) | Possibilitar as operações de inclusão, alteração e exibição das perguntas, com os atributos: nome da pergunta, nome referente a cada uma das cinco alternativas e a indicação da alternativa correta. |

Tabela 3. Requisitos Funcionais – Aplicáveis aos dois módulos

| Requisito | Descrição |
|---|---|
| Texto | Utilizar os textos Tiresias ou Gill Sans Bold. |
| Oferecer um título descritivo e informativo | Em todas as telas, deverá haver um título que defina onde o usuário está, acompanhado do nome do sistema. |

No caso dos requisitos não funcionais, foram elencados alguns requisitos relacionados algumas recomendações sobre acessibilidade, que podem ser visualizados na tabela 4.

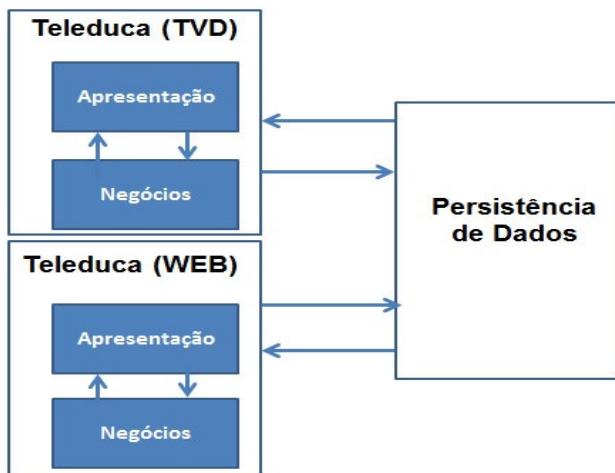
Tabela 4. Requisitos Não Funcionais

| Requisito | Descrição |
|------------------|--|
| Segurança | Não devem ser informados dados que comprometam a privacidade dos telespectadores. |
| Middleware Ginga | O Middleware Ginga permite o desenvolvimento de aplicações interativas para a TV Digital de forma independente da plataforma de hardware dos |

| | |
|-----------------------|--|
| Canal de Interação | fabricantes de terminais de acesso (<i>Set-Top-Box</i>). |
| Público-alvo | Responsáveis pelo transporte das informações fornecidas pelos telespectadores, criados dentro do receptor, até serem decodificados pelo difusor. Os canais de interação a serem utilizados podem ser o cabo, o satélite ou a internet. |
| 1.2 Tempo de Resposta | Atender ao aluno com deficiência visual, desde que ele detenha recursos de hardware e software que lhe dão suporte, como o <i>Set-Top-Box</i> e o acesso à internet. |

2.4 Arquitetura do Teleduca

A Figura 1 mostra a arquitetura do sistema tem o objetivo de ilustrar, em uma visão geral, como funciona o Teleduca.

**Figura 1. A arquitetura do Teleduca**

A arquitetura do sistema Teleduca é composta de dois módulos: "TVD" e "WEB". Neste caso foi utilizada a arquitetura de três camadas: apresentação, negócios e persistência.

No módulo WEB, a camada de apresentação do Teleduca (WEB) poderá ser utilizada através de qualquer navegador de internet que esteja instalado em qualquer computador. Na camada de negócio do Teleduca (WEB), está a implementação das funcionalidades. Por último, a camada de persistência, que é onde fica o banco de dados. O acesso será realizado através do protocolo HTTP. A regra de negócio no módulo WEB é realizada com a linguagem PHP.

No módulo Teleduca (TVD), as camadas de apresentação e negócio são acessadas por meio de qualquer *Set-Top-Box* ou televisor que possua o middleware Ginga instalado. No acesso à camada de persistência, será utilizado um WebService para realizar a comunicação com o banco de dados. O WebService foi

desenvolvido no módulo Web com a linguagem PHP para a disponibilização das informações que serão lidas pelo módulo TVD. No módulo TVD, a linguagem LUA foi utilizada para consumir o WebService.

Duas formas para a utilização do módulo Telededuca (TVD): instalando o módulo TVD no *Set-Top-Box* (STB) da casa do aluno ou na própria escola, ou, ainda, enviando o sistema Telededuca por meio do sinal da antena por meio de “*broadcast*”. Para enviar o sistema para a casa do aluno, seria necessário o apoio de uma emissora de TV. Já o módulo Telededuca “WEB”, pode ser instalado em qualquer servidor WEB.

O uso do canal de retorno é requisito obrigatório, para que o aluno possa emitir as informações que o sistema solicita para quem está transmitindo. Com relação a camada de persistência, o SGBD utilizado foi o Mysql, que é gratuito.

A figura 2 mostra a topologia física do sistema Telededuca. A utilização do sistema Telededuca, módulo WEB, pelo professor ou administrador é realizada com o auxílio de um computador com acesso a internet. No uso do sistema Telededuca, módulo TV, pelos alunos a interação é realizada com o apoio de um Set-Top-Box conectado a TV.

A interação do aluno deficiente visual e a TV deverá ocorrer por meio do controle remoto da TV, caso possua conversor de TVD, ou do Set-Top-Box. As informações fornecidas pelo aluno devem ser enviadas utilizando o canal de interatividade, com uma chamada ao WebService, responsável por armazenar essas informações no Banco de Dados.

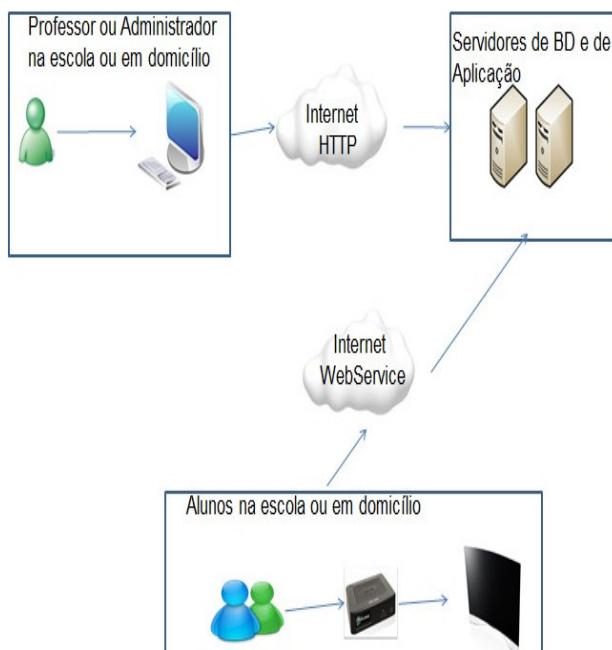


Figura 2. Topologia física do sistema Telededuca.

2.5 Telas do Telededuca

A Figura 3 apresenta a tela inicial da interação do usuário com o sistema, o usuário deverá fornecer suas informações de acesso aos campos de login e senha, para que o usuário utilize às

funcionalidades do sistema. Durante o acesso, uma voz artificial irá saudar o usuário e, logo depois, irá instruir como o usuário deverá inserir informações nos campos login e senha. Uma voz artificial informará que o login foi executado com êxito. Depois o usuário será avisado, através da voz sintetizada, em qual seção do sistema ele está e como ele selecionará um dos itens exibidos. Na figura 4, a tela de questionários, onde o aluno escolherá um item para visualizar as respectivas perguntas do questionário selecionado.



Figura 3. Tela inicial do sistema Telededuca (TVD).



Figura 4. Tela de questionários do Telededuca (TVD)

Na Figura 5 é apresentada a tela de perguntas. Nessa tela o aluno escolherá uma alternativa dentre as listadas. Uma voz artificial informará ao usuário a alternativa selecionada. Logo depois será apresentada a mensagem para o usuário, informando se ele acertou ou errou o item selecionado de uma determinada pergunta. Essa mensagem é informada ao usuário através de uma voz artificial.



Figura 5. Tela de perguntas do Teleduca (TVD).

3. RESULTADOS

3.1 Comparativo no uso dos sintetizadores de voz Google e Espeak no Teleduca

O Espeak foi escolhido como um dos sintetizadores de voz escolhido. Ele foi escolhido porque ele será utilizado localmente, tem suporte a língua portuguesa e é gratuito. O Espeak foi instalado no simulador Ginga-NCL Virtual STB. O software Lame foi utilizado junto com o Espeak para que a integração tivesse êxito. A ideia de utilizar o Lame surgiu da necessidade de converter arquivos de formato “WAV” para “MP3”. Essa necessidade surgiu pelo fato da linguagem NCL só trabalhar com áudios no formato “MP3”. No caso o Espeak só transforma texto para o formato “WAV”.

Os softwares Espeak e Lame são nativos do Linux. A instalação manual desses softwares foi necessária, pois ambos os softwares não vêm instalados por padrão. A instalação de ambos os softwares foi realizada no simulador. É importante frisar que o simulador utiliza o sistema operacional Maverick 10, que é um tipo de distribuição Linux. A seguir, na Figura 6, será apresentado um passo a passo na utilização do Espeak como sintetizador de voz na integração com o Teleduca. No primeiro passo o sistema envia o texto a ser transformado para o Espeak.

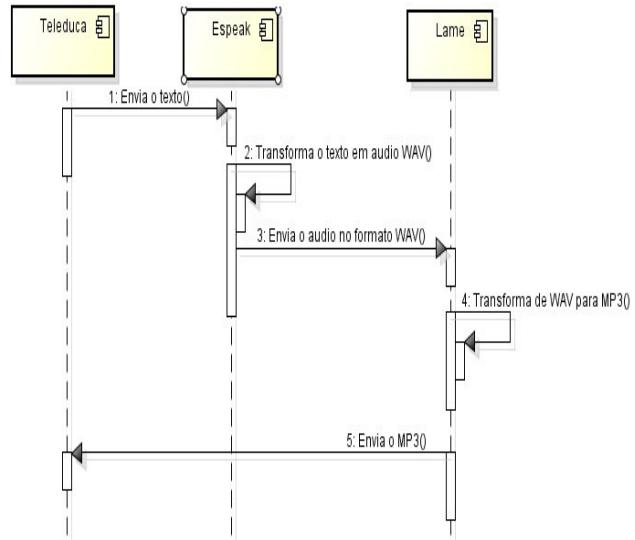


Figura 6. Diagrama de sequência do Teleduca utilizando o Espeak como sintetizador de voz

No segundo passo, o Espeak faz a conversão do texto para o formato do tipo “WAV”. No terceiro passo o Espeak envia o arquivo no formato “WAV” para o software Lame. No quarto passo, o Lame realizou a conversão do arquivo para o formato “MP3”. No quinto passo o programa Lame enviou o arquivo final para o sistema Teleduca. O link a seguir exibe um vídeo com a execução do Teleduca com o sintetizador de voz Espeak: <https://goo.gl/fi0vAl>.

O outro sintetizador de voz escolhido foi o escolhido o Google TTS, que é acessado via internet. Foi importante a validação no uso do Teleduca com os dois sintetizadores de voz distintos para uma avaliação criteriosa para a realização de um comparativo no uso de ambos os softwares. A seguir será demonstrado o passo a passo da integração do Google TTS com o sistema Teleduca na Figura 7.

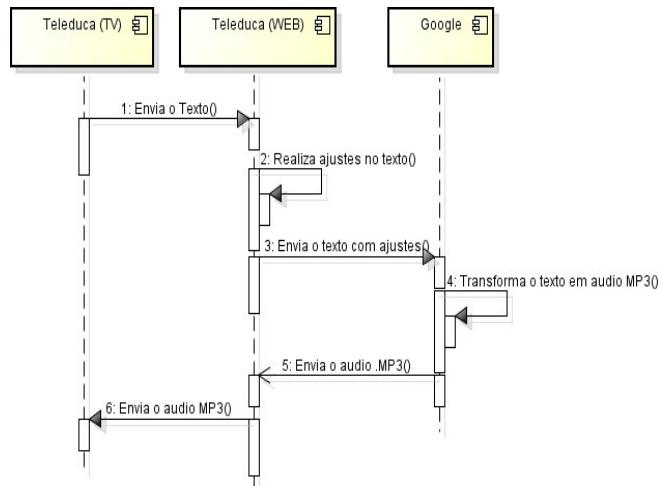


Figura 7. Diagrama de sequência do Teleduca utilizando o Google como sintetizador de voz

No primeiro passo, o sistema Teleduca enviou o texto para o módulo Web. Logo após o envio, o módulo WEB efetuou algumas alterações no texto recebido. Uma dessas alterações foi a quebra do texto em pequenos textos, para facilitar o envio e a conversão de texto para o formato “MP3”.

No terceiro passo, o módulo Web encaminhou o texto modificado para o sintetizador do Google. No quarto passo, o sintetizador do Google converteu o texto para o formato “MP3”. No quinto passo, o TTS do Google conduziu o arquivo “MP3” para o módulo Web. Por último o módulo Web encaminhou o arquivo “MP3” para o módulo TVD. Um vídeo da execução do Teleduca com o sintetizador do Google encontra-se disponível em: <https://goo.gl/zCDF2j>.

Na imagem disposta na Figura 8, é demonstrado o comparativo entre os sintetizadores utilizados neste trabalho. Nos testes realizados, ambos ficaram próximos do tempo de 1 segundo. Vale ressaltar que, no caso do Google, o tempo de resposta variou bastante, pois a internet que foi utilizada não manteve a mesma qualidade de conexão durante os testes.

| | Google | Espeak |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| Acesso | Internet | Local |
| Suporte ao Idioma Português | Sim | Sim |
| Mudança na velocidade | Não | Sim |
| Mudança na voz Fem/Masc | Não | Sim |
| Possui boa fonética | Sim | Não |
| Gratuito | Sim | Sim |

Figura 8. Comparativo entre os sintetizadores Google e Espeak.

O acesso do Teleduca ao Espeak, localmente, é uma grande vantagem, pois o usuário não depende de internet para usufruir da síntese de voz. Porém, o Espeak deve ser instalado no *set-top-box* antes.

Na escolha dos dois sintetizadores, Espeak e Google, que fariam a integração com o Teleduca, os principais critérios estabelecidos foi o suporte ao idioma português e o fato de serem gratuitos. Outros idiomas estão disponíveis no Espeak e no sintetizador de voz do Google, por exemplo, o inglês, espanhol entre outros.

A mudança na velocidade é um diferencial e imprescindível para o Espeak, mas o mesmo não pode ser dito para o sintetizador do Google, pois a velocidade padrão do Google é o suficiente para ser entendível. Para o Espeak, a mudança na velocidade traz mudanças na síntese de voz, pois o Espeak não possui uma voz com boa pronúncia. A qualidade na voz do Google é menos robotizada.

A mudança na voz, de masculino para feminino no Espeak não fez diferença durante os testes. Essa característica foi levantada porque pode fazer a diferença no futuro em outros projetos.

O tempo de resposta dos dois sintetizadores com o Teleduca foi razoável. O Espeak pelo fato de ser acessado localmente, sempre ficou conseguiu responder com menos de um segundo. Já o Google depende da velocidade e da qualidade da conexão de quem está solicitando. Mesmo com essa adversidade da qualidade e da velocidade o sintetizador de voz do Google se apresentou na maioria das vezes antes de um segundo.

3.2 Testes de interface

No final foi encontrado o software sistema de análise de contraste de cores (“Colour Contrast Analyser”), que de acordo com [16] esse software serve para identificar se as cores dispostas nas telas dos sistemas são contrastantes o suficiente para serem identificadas e distinguidas pelos deficientes visuais. Diante disso, testes foram realizados no sistema para verificar se o sistema estava dentro dos padrões estabelecidos pelo software para ser acessível aos deficientes visuais de baixa visão.

Na figura 9 é possível visualizar uma das telas que foi testada. Diante dessa figura é possível aferir que as cores do sistema foram aprovadas, pois conseguiu o contraste desejável para que a pessoa com baixa visão, daltonismo ou ainda catarata possa utilizar o sistema sem que ocorra perda de informação por causa das cores. A cor da letra escolhida foi a “Navy Blue”, enquanto que a cor do fundo de tela foi uma variação da cor “Ivory2”.

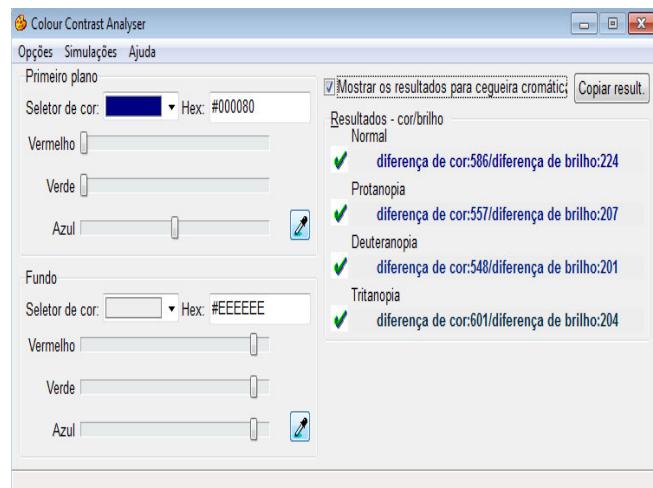


Figura 9. Diferença de brilho entre a cor da escrita e a cor do fundo de tela.

4. TRABALHOS RELACIONADOS

São encontradas na literatura algumas iniciativas de auxílio ao ensino e à acessibilidade na televisão digital, porém não foram encontrados trabalhos que unissem as duas esferas: acessibilidade e educação em televisão digital interativa (TVDI). Sendo assim, os trabalhos serão mostrados em dois campos: educação e acessibilidade. Por exemplo, no campo do ensino, o trabalho de [6] Viva Mais é um dos primeiros trabalhos apresentados que utiliza o conceito de T-Learning.

O programa “Viva Mais” desenvolvido por [6] é um programa de auditório, com especialistas em saúde que discutem diversos temas do cotidiano, por exemplo, o stress. A medida que os assuntos vão surgindo, os telespectadores participam do programa fornecendo suas respectivas opiniões pelo controle remoto. As vezes, o fluxo de apresentação do programa muda conforme as opções selecionadas pelo telespectador. Outra versão do trabalho “Viva Mais” de Becker está presente em [7], que trata sobre a escolha do prato de comida. Nesse caso o apresentador do programa solicita ao telespectador que escolha um tipo de prato de comida, através do controle remoto, que ele (apresentador) está mostrando. Ao selecionar o tipo de comida, o programa “Viva Mais” informa ao telespectador quais nutrientes aquele prato

possui e se o prato escolhido é saudável ou não. A expectativa do programa “Viva Mais” é fornecer ao telespectador a chance de acompanhar as discussões como se ele (telespectador) estivesse no estúdio.

No campo da acessibilidade é possível destacar o trabalho “Estendendo a NCL para promover interatividade vocal em aplicações GINGA” de [8]. Os autores propõem uma arquitetura de software focada na interação entre o usuário e a televisão através de sua voz. Esse trabalho foi realizado com o intuito de facilitar a inclusão de deficientes físicos ou visuais no uso da TVD. A voz do usuário será retida para a interação do usuário com o sistema da televisão digital. Dessa forma a voz irá substituir o controle remoto.

Outro trabalho a ser destacado na esfera da acessibilidade é o “TV Applications for the elderly” de [9]. Os autores desenvolveram um projeto que tem o intuito de facilitar o uso do idoso com as aplicações de TV. A ideia é elaborar interfaces baseadas em um modelo de usuário, que se adaptem às necessidades dos usuários. Eles avaliaram a acessibilidade com base na aplicação de inicialização do usuário (UIA), que é uma aplicação que pode produzir as interfaces com base em um modelo de usuário. A avaliação desse trabalho foi realizada com 40 idosos no Reino Unido e na Espanha.

Por último, desenvolvido no campo da acessibilidade o trabalho “LIBRASTV” é um trabalho para deficientes auditivos, que tem a funcionalidade de geração automática da janela de LIBRAS para o SBTVD. O objetivo desse projeto foi possibilitar a geração, codificação, transmissão e decodificação automática das legendas de LIBRAS [4].

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo apresentou os primeiros esforços de desenvolvimento de um sistema interativo, no campo da educação, para os deficientes visuais na TV Digital. O Teleduca mostrou que o middleware Ginga é adequado ao desenvolvimento de sistemas acessíveis e interativos devido as suas características de interoperabilidade. Os testes de interface realizados no Teleduca mostraram que as informações apresentadas nas telas podem ser identificadas sem problema.

Por fim, é possível concluir que o Teleduca pode ajudar no desenvolvimento de outros trabalhos que envolvam os campos da acessibilidade, educação e TV Digital.

Como trabalhos futuros, ficam as sugestões:

- Disponibilizar avaliações utilizando imagens e animações;
- Implementar mecanismo que torne o Teleduca adaptativo ao perfil do deficiente visual, ou seja, sugerir outras avaliações aos alunos que não tenham sido destinadas a eles;
- Disponibilizar outros tipos de avaliações objetivas;
- Disponibilizar uma opção para o deficiente visual solicitar uma explicação mais detalhada sobre a resposta da pergunta escolhida;
- Adicionar funcionalidade de tempo disponível para a realização da prova escolhida;

- Realizar testes do sistema Teleduca com alunos deficientes visuais na TVD.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi executado em parceria com o IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Foram fomentadas pelo CNPq, através do Projeto de Pesquisa do CNPq, sob o número de concessão 458825/2013-1, elaborado para execução dentro da Chamada MCTI-SECIS/CNPq Nº 84/2013 – Tecnologia Assistiva, sob o Título: Pesquisa e desenvolvimento de soluções digitais para a educação, cultura e interação com sistemas móveis para pessoas com deficiência visual.

7. REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR 15290, Acessibilidade em Comunicação na Televisão. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 15290 - 30/11/2005, Rio de Janeiro.
- [2] ALMEIDA, Marcelo Lima de. TELEDUCA: Um Sistema Interativo de Aprendizagem para Deficientes Visuais Baseado No Middleware Ginga. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2015.
- [3] ANDREATA, J. A. Interatv: Um Portal para Aplicações Colaborativas em TV Digital Interativa Utilizando a Plataforma MHP. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006. Disponível em:<http://www.das.ufsc.br/~montez/publications/2006%20J_omar.Andreata.pdf>. Acesso em: 20/09/2014.
- [4] ARAÚJO, T. M. U. Uma solução para geração automática de trilhas em língua brasileira de sinais em conteúdos multimídia. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/15190>>.
- [5] BBC. Designing for interactive television v 1.0 BBCi & Interactive tv programmes. 2006. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/guidelines/futuremedia/desd/itv/itv_design_v1_2006.pdf>. Acesso em: 20/07/2014.
- [6] BECKER, V. Concepção e desenvolvimento de aplicações interativas para televisão digital. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89260/229311.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15/05/2015.
- [7] BECKER, V.; SOARES, L. F. G.. Viva Mais - Healthy Eating. 2009. Disponível em: <<http://club.ncl.org.br/node/28>>. Acesso em: 15/05/2015.
- [8] CARVALHO, L.; MACEDO, H. Estendendo a NCL para promover interatividade vocal em aplicações Ginga. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídias e Web. 2010. Belo Horizonte, MG. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Evento?id=345>>. Acesso em: 17/06/2014.
- [9] COELHO, J.; GUERREIRO, T.; DUARTE C.; BISWAS, P.; ASLAN, G.; LANGDON, P. TV Applications for the Elderly: Assessing the Acceptance of Adaptation and Multimodality. In Proceedings of the 6th International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, Nice, France, 24. 2013.

- [10] EMAG. eMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico. 2014. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/#s3.6>>. Acesso em: 14/07/2014.
- [11] IBGE. Pesquisa nacional por amostra de domicílios. 2013.
- [12] IBGE. Censo Demográfico 2010: Pessoas com deficiência – Amostra. 2010.
- [13] ISHIKAWA, M. I. G. Audiodescrição: Um recurso de acessibilidade na televisão digital. Dissertação (Mestrado Profissional em Televisão Digital). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2014. 107f.
- [14] OLIVEIRA, H. S. de. O ensino profissional, a pessoa com deficiência e o rótulo que culpabiliza a vítima. 2010. 105f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Sorocaba.
- [15] ONU – Organização das Nações Unidas. Regras padrões sobre equalização de oportunidades para pessoas com deficiências – Declaração de Salamanca. A/RES/48/96, Resolução das Nações Unidas adotada em Assembléia Geral. 1994.
- [16] PACIELLO. Colour Contrast Analyser. Paciello Group. 2014. Disponível em: <<http://www.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/>>. Acesso em: 15/03/2015.
- [17] SILVA, D. M. F.; ALVES, K. C. KULESZA, R.; SOUZA FILHO, G. L. de. A Tecnologia Ginga como Elemento de Integração Latino-Americana. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXXV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. 2012. Fortaleza, CE. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/sis/2012/resumos/R7-2122-1.pdf>>. Acesso em: 15/03/2015.
- [18] SILVA, G. G. da. Diretrizes de acessibilidade para deficientes visuais a programação da tv digital interativa: contribuições. 2011. 222f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
- [19] SOARES, L. F. G.; BARBOSA, S. D. J. Programando em NCL 3.0. 2. Ed. Rio de Janeiro: PUCRJ. 2012.
- [20] SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 8. ed. Pearson Education do Brasil, 2007.
- [21] ZANATTA, Alexandre; SILVA, Lucas Modler da. Usabilidade em Interfaces para TV Digital: Cores vs. Direcionais. Nuevas Ideas en Informática Educativa. TISE 2013. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/719-722.pdf>>.