



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA
MESTRADO PROFISSIONAL EM COMPUTAÇÃO APLICADA**

MARCELO LIMA DE ALMEIDA

**TELEDUCA: UM SISTEMA INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA
DEFICIENTES VISUAIS BASEADO NO MIDDLEWARE GINGA**

FORTALEZA - CEARÁ

2015

MARCELO LIMA DE ALMEIDA

TELEDUCA: UM SISTEMA INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA DEFICIENTES
VISUAIS BASEADO NO MIDDLEWARE GINGA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Computação Aplicada do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará e do Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.
Área de Concentração: Informática Educativa.

Orientador: Prof: Dr. Ronaldo Fernandes Ramos.

Coorientador: Prof: Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira.

FORTALEZA - CEARÁ

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Almeida, Marcelo Lima de.

TELEDUCA: Um sistema interativo de aprendizagem para deficientes visuais baseado no middleware Ginga [recurso eletrônico] / Marcelo Lima de Almeida. - 2015.

1 CD-ROM: il.; 4 ¼ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 124 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) Área de concentração: Informática Educativa.

Orientação: Prof. Dr. Ronaldo Fernandes Ramos.

Coorientação: Prof. Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira.

1. Televisão Digital. 2. T-learning. 3. Tecnologias Assistivas. 4. Deficientes Visuais. 5. Síntese de Voz. I. Título.

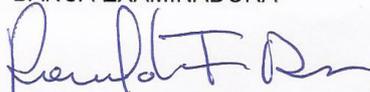
Marcelo Lima de Almeida

**TELEDUCA: UM SISTEMA INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA DEFICIENTES VISUAIS BASEADO
NO MIDDLEWARE GINGA**

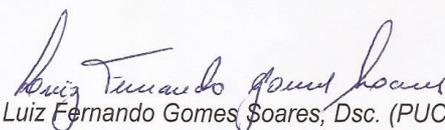
*Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
Profissional em Computação Aplicada da
Universidade Estadual do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestrado
em Computação.*

Defesa em: 01/05/2015

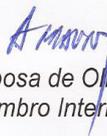
BANCA EXAMINADORA



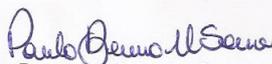
Ronaldo Fernandes Ramos, DSc. (IFCE)
Presidente (Orientador)



Luiz Fernando Gomes Soares, Dsc. (PUC/RJ)
Membro Externo



Antonio Mauro Barbosa de Oliveira, DSc. (IFCE)
Membro Interno



Paulo Benício Melo de Sousa, DSc. (FFB)
Membro Interno

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, primeiramente, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

Agradeço à minha mãe, Ângela Lucia Lima, heroína, que me deu apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai, Mauricio Ribeiro de Almeida, pela preocupação com a minha educação desde garoto.

À minha namorada, Maria Clara Peixoto Rodrigues, pelo auxílio e companheirismo.

À professora Karine Portela pelo carinho e respeito com que corrigiu, pedagogicamente, o guia do professor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ronaldo Fernandes Ramos, e ao coorientador, Prof. Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira, pela paciência, disponibilidade, incentivo e conselhos valiosos que ajudaram, de forma decisiva, na realização desta pesquisa.

Aos meus amigos José Alberto Perdigão Júnior e João Bosco Macedo Braga, que me apoiaram e me incentivaram nos momentos mais difíceis.

Ao Núcleo de Tecnologias Assistivas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, ao professor Msc. Agebson Rocha Façanha e ao professor Msc. Marcos Vinícius de Andrade Lima, pelo apoio e pelas ideias, sugestões que contribuíram para a concretização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pela paciência, disposição e contribuições.

A todos os professores do Curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta dissertação.

Aos amigos e colegas de trabalho, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela cumplicidade, ajuda e amizade.

Aos meus tios (Everardo, Marluce, Tarcísio, Dedé, Selha, Iracé, Luiz Orlando, Gilberto e Humberto) que sempre incentivaram o meu desenvolvimento profissional e acadêmico, mesmo nos momentos mais difíceis.

Essas atividades foram executadas 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.

RESUMO

A televisão digital (TVD) proporciona uma melhoria na qualidade de som e imagem transmitidos, além de oferecer interatividade ao usuário. A interatividade pode contribuir na formação de pessoas por meio do *T-learning*, serviços educacionais fornecidos através da TVD. O uso de *T-learning* junto com a acessibilidade pode favorecer alunos com deficiência visual no ensino a distância ou presencial, complementando suas atividades curriculares. Poucos são os trabalhos relacionados à acessibilidade na TVD, principalmente quando o foco é a educação inclusiva. Este trabalho apresenta o Teleduca, um sistema interativo de baixo custo para deficientes visuais baseado no Ginga, *middleware* brasileiro de TVD. O Teleduca foi desenvolvido com o objetivo de fornecer um sistema interativo de aprendizagem para deficientes visuais por meio de questionários objetivos de múltipla escolha, elaborados pelo professor, como um apoio na avaliação educacional. O Teleduca pode ser utilizado em três abordagens: banco de questões, um programa educativo do tipo PED (programas educativos que utilizam avaliações com seus usuários para medir o conhecimento), a criação ou modificação de um programa educativo para a utilização do Teleduca. Um protótipo do Teleduca foi implementado como prova de conceito da proposta deste trabalho. Entre as tecnologias estudadas, sintetizadores de voz foram utilizados para realizar a leitura dos dados dispostos na tela durante a navegação e a interação do usuário, oferecendo ao usuário o retorno sonoro por meio da síntese de voz do *E-speak* ou Google. O resultado deste trabalho poderá auxiliar profissionais na área de TI em diversas atividades do desenvolvimento de aplicações baseadas na acessibilidade para a TVDI. Por fim, espera-se que o maior beneficiado seja o deficiente visual com a utilização de novos sistemas acessíveis na TVD.

Palavras-chave: Televisão Digital. T-learning. Tecnologias Assistivas. Deficientes Visuais. Síntese de Voz.

ABSTRACT

Digital television (DTV) provides a better quality of sound and image transmitted, besides offering interactivity to the user. Interactivity can contribute to people formation through the T-learning, which provides educational services through the DTV. The use of an accessible T-learning may help visually impaired students in distance learning or in the classroom, complementing their curricular activities. There are few studies related to DTV accessibility, especially when the focus is the inclusive education. This work presents Teleduca, a low-cost interactive system for the visually impaired based on Ginga, the Brazilian DTV middleware. Teleduca was developed with the goal of providing an interactive evaluation system for the visually impaired through multiple choice objective quizzes, elaborated by the teacher, as a support in educational assessment. Teleduca can be used in three approaches: the question database, an PED educational program (educational programs using evaluations with its users to measure their knowledge), the creation or modification of an educational program for the use of Teleduca. A prototype of Teleduca was implemented as proof of concept of the proposal of this work. Among the studied technologies, speech synthesizers were used for reading data arranged on the screen during navigation and user interaction, providing them the voiced feedback through a speech synthesis tool such as E-speak or Google's synthesizer. The result of this study may help IT professionals in their various application development activities based on accessibility for iDTV. Finally, it is expected that the greatest benefit is visually impaired users with the use of the new accessible DTV systems.

Keywords: Digital Television. T-learning. Assistive Technologies. Visually Impaired. Speech synthesis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O projeto "TV Digital – Social", idealizado pela Dataprev.....	20
Figura 2 - Canal de retorno ou interatividade.....	23
Figura 3 - Arquitetura do Ginga.....	24
Figura 4 - A composição do T-Learning.....	26
Figura 5 - Frequência de utilização da TV pelos deficientes visuais.....	28
Figura 6 - Display Braille.....	32
Figura 7 - Ampliador de tela.....	32
Figura 8 - Fonte Tiresias para TVD.....	36
Figura 9 - Nível mínimo de contraste recomendado pela ISO-9241-3.....	38
Figura 10 - À esquerda, imagens vistas por pessoas com visão normal; na direita, por daltônicos.....	38
Figura 11 - Outro exemplo correto para a distinção de elementos.....	39
Figura 12 - Uso de Setas Direcionais do Controle Remoto.....	39
Figura 13 – Programa Viva Mais (escolha do prato).....	43
Figura 14 - Programa Viva Mais (prato escolhido).....	43
Figura 15 Viva Mais Saúde (pergunta).....	44
Figura 16 - Viva Mais (resultado da pergunta).....	44
Figura 17 – Jogo do lixo no programa “A turma da árvore”.....	45
Figura 18 - Sistema educacional interativo SOS Teacher.....	46
Figura 19 - Telas de execução da aplicação LIBRASTV.....	49
Figura 20 - Diagrama de componentes.....	50
Figura 21 - Abordagens de utilização do Teleduca.....	60
Figura 22 - Diagrama de casos de uso do sistema Teleduca (TVD).....	67
Figura 23 - Casos de uso do Teleduca (WEB) com o ator administrador.....	67
Figura 24 - Casos de uso do Teleduca (WEB) com o ator professor.....	68
Figura 25 - Diagrama de atividades do Teleduca (TVD).....	68
Figura 26 - Diagrama de atividades do Teleduca (WEB).....	69
Figura 27 - A arquitetura do Teleduca.....	71
Figura 28 - Topologia física do sistema Teleduca.....	73
Figura 29 - Programa VMware emulando a imagem do Ginga.....	74
Figura 30 - Imagem do Ginga-NCL criada e inicializada no VMware.....	75
Figura 31 – Teleduca no ambiente de desenvolvimento Eclipse.....	76

Figura 32 - Diagrama de sequência do Teleduca utilizando o Espeak como sintetizador	77
Figura 33 - Estrutura do Teleduca utilizando o Google como sintetizador.....	78
Figura 34 - Comparativo entre os sintetizadores Google e Espeak.....	79
Figura 35 - Tela da emissora com a logo representando que existe uma interatividade.	80
Figura 36 - Tela inicial do sistema Teleduca (TVD).....	81
Figura 37 - Tela de questionários do Teleduca (TVD).....	81
Figura 38 - Tela de perguntas do Teleduca (TVD)	82
Figura 39 – Tela de perguntas (escolha da alternativa correta).....	82
Figura 40 - Tela de perguntas (escolha da alternativa errada).....	83
Figura 41 - Tela normal de referência para os testes de contraste.....	84
Figura 42 - Diferença de brilho entre a cor da escrita e a cor do fundo de tela (Opção 1).....	84
Figura 43 - Diferença de brilho entre a cor da escrita e a cor do fundo de tela (Opção 2).....	85
Figura 44 - Visualização da tela de referência por uma pessoa com catarata	86
Figura 45 – Tela de referência vista por pessoas com o daltonismo tipo deuteranopia	87
Figura 46 - Tela de referência vista por pessoas com o daltonismo tipo protanopia	87
Figura 47 – Tela de referência vista por pessoas que com o daltonismo tipo tritanopia.....	88
Figura 48 - Comparativo do Teleduca com outros sistemas	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Serviços educacionais para a TVDI	26
Quadro 2 - Exemplos de sintetizadores de voz	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
BBC	<i>British Broadcasting Corporation</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
EAD	Educação a Distância
EDTV	<i>Enhanced Definition Television</i>
EMAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
EPG	<i>Electronic Program Guides</i>
ePWG	Cartilha de usabilidade com Padrões de desenvolvimento Web para sites governamentais.
GPS	<i>Global Position System</i>
HDTV	<i>High Definition Television</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISDB-TB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial Brazil</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
KIT	<i>Kingston Interactive Television</i>
LDTV	<i>Low Definition Television</i>
MHP	<i>Multimedia Home Platform</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	<i>Personal Computer</i>
PED	Programas Educativos Aptos a Utilizar o Teleduca
PPD	Pessoa Portadora de Deficiência
RNIB	<i>Royal National Institute for the Blind</i>
RTOS	<i>Real Time Operacional System</i>
SBTVD	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
SDTV	<i>Standard Definition Television</i>
SSH	<i>Secure Shell</i>
STB	<i>Set-Top-Box</i>
TELEDUCA	Sistema de aprendizagem para Deficientes Visuais Baseado no Ginga
TTS	<i>Text To Speak</i>
TV	Televisão

TVD	Televisão Digital
TVDI	Televisão Digital Interativa
UIA	Aplicação de Interação com o Usuário
URD	Unidade Receptora Decodificadora
WEB	<i>World Wide Web</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	MOTIVAÇÃO	15
1.2	OBJETIVO.....	16
1.3	METODOLOGIA	17
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	TV DIGITAL.....	19
2.1.1	A interatividade na TV Digital	21
2.1.2	Middleware	23
2.2	MIDDLEWARE GINGA.....	23
2.2.1	Arquitetura do Ginga	24
2.2.1.1	Ginga-NCL	25
2.3	T-LEARNING: O ENSINO ATRAVÉS DA TVDI	25
2.4	A ACESSIBILIDADE E A INCLUSÃO SOCIAL NA TVD.....	27
2.4.1	Recursos de tecnologia assistiva para deficientes visuais	31
2.4.2	O uso do sintetizador de voz para a leitura de informações na TVD	32
2.4.3	Recomendações para o <i>design</i> de <i>interfaces</i> para TVDI	35
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	40
3	TRABALHOS RELACIONADOS	42
3.1	TRABALHOS EDUCACIONAIS	42
3.1.1	Viva Mais	42
3.1.2	A turma da árvore	45
3.1.3	SOS Teacher	45
3.2	TRABALHOS DE ACESSIBILIDADE	46
3.2.1	Diretrizes de acessibilidade para deficientes visuais à programação da TV Digital Interativa	46
3.2.2	Audiodescrição: um recurso de acessibilidade na Televisão Digital	48
3.2.3	LIBRASTV	49
3.2.4	Estendendo a NCL para promover interatividade vocal em aplicações Ginga	50
3.2.5	TV Applications for the Elderly	52
3.2.6	Speech in a digital world	53

3.2.7	Talking TV	54
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	54
4	CONCEPÇÃO DO TELEDUCA	57
4.1	METODOLOGIA UTILIZADA.....	57
4.2	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	59
4.3	MÓDULOS DO TELEDUCA	61
4.4	REQUISITOS DE SISTEMA	62
4.4.1	Requisitos funcionais	62
4.4.2	Requisitos não funcionais	65
4.5	DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	66
4.6	DIAGRAMA DE ATIVIDADES	68
4.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	69
5	ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO TELEDUCA	71
5.1	ARQUITETURA DO TELEDUCA	71
5.2	TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS	73
5.3	O USO DOS SINTETIZADORES DE VOZ GOOGLE E ESPEAK NO TELEDUCA	76
5.3.1	O uso do Teleduca com o sintetizador de voz Espeak	77
5.3.2	O uso do sistema Teleduca com o sintetizador de voz Google	78
5.4	TELAS DO PROTÓTIPO FUNCIONAL DO SISTEMA TELEDUCA (TVD)	80
5.5	TESTES COM O PROTÓTIPO DO SISTEMA TELEDUCA	83
5.5.1	Contraste da tela em relação à cor da letra e à cor de fundo da tela	83
5.6	COMPARATIVO COM OUTROS SISTEMAS	88
5.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	90
6	CONCLUSÃO	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
	APÊNDICE A – GUIA DO PROFESSOR	102
	APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO	105
	APÊNDICE C –PASSOS OPERACIONAIS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO TELEDUCA	120

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o IBGE (2010), 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 TV. Um desses programas é o “TV Escola”, um programa da Secretaria de Educação a Distância, do Ministério da Educação, que, desde 1996, cobre mais de cinco mil municípios em todo o Brasil (BRASIL, 2002).

Outros programas educativos foram disponibilizados ao longo dos anos, como o Telecurso 2000 (TELECURSO, 2014) que iniciou em 1978, a TV Cultura (TV CULTURA, 2014) teve início em 1969, o Canal Futura (CANAL FUTURA, 2014) no ar desde 1997 e a TV RÁ TIM BUM (TV RÁ TIM BUM, 2014) fundada em 2004.

A maneira como se interage com a televisão está mudando conforme a tecnologia, que vem proporcionando a conversão da TV analógica para a TV digital. Os principais benefícios estão relacionados à melhor qualidade de imagem e de som (SOARES; BARBOSA, 2012).

A mudança para a televisão digital pode melhorar a disseminação do ensino pelo país. Autores, como Nascimento (2010), acreditam que a chegada da TVD (televisão digital) causará uma grande transformação na forma como se conhece e interage com a televisão. Um dos motivos dessa mudança é a forma como o telespectador vai interagir com a televisão, emitindo informações por meio de um canal de dados pelo qual serão enviadas diversas informações.

São diversos os serviços que a TVD pode proporcionar com o uso da interatividade do telespectador com o televisor. Entre os serviços oferecidos, Mota (2008) destaca o *T-Government* (serviços governamentais), o *T-Health* (serviços de saúde) e o *T-Learning* (serviços educacionais). Isso demonstra a tendência do televisor de ser transformado em mais do que um meio de entretenimento.

No campo educacional, *T-learning* representa a utilização da TV junto ao computador e à educação a distância, permitindo ao usuário utilizar a multimídia da TV com a interatividade do PC junto com a educação a distância por meio da internet (LYTRAS et al., 2002).

Diante do exposto, a TV Digital Interativa (TVDI) poderá se tornar um dos importantes meios tecnológicos de inclusão digital no País (MONTEZ; BECKER, 2005). Ao

pensar na inclusão digital, é importante pensar em tornar a televisão mais acessível para os deficientes visuais através da TVDI.

Essa preocupação com a acessibilidade na televisão é pertinente, pois, segundo dados do IBGE (2010), o Brasil possui mais de 35 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência visual. Caso a TVDI não seja acessível aos deficientes visuais, essa parcela da população perderá mais uma oportunidade de inclusão digital.

1.1 MOTIVAÇÃO

O problema da acessibilidade na TVD (televisão digital) deve ser amplamente discutido para que os programas de inclusão, promovidos pelo Governo Federal, também sejam acessíveis aos deficientes visuais. A inclusão social proporcionada por meio da TVD deve ser encarada como um direito de todos, inclusive dos deficientes.

De acordo com Berbert (2014), uma demonstração do empenho do governo brasileiro em prover essa inclusão social é a distribuição gratuita de um *Set-Top-Box* com Ginga, *middleware* da TV Digital Brasileira, para todos os usuários do programa Bolsa Família.

Silva (2011) entende que tanto o design do controle remoto, quanto o acesso à programação da TV precisam ser adaptados ao uso dos deficientes visuais, pois, atualmente, o *design* do controle remoto e a programação da TV influenciam, negativamente, no uso da TV pelos deficientes visuais.

Trabalhar a acessibilidade na televisão é algo imprescindível, pois cresce o número de deficientes que se interessam pelo aprendizado a distância por meio da televisão. É o que garante Oliveira (2010) quando cita que o programa Telecurso 2000 atrai vários deficientes visuais, mas que, infelizmente, ele não disponibiliza recursos que o torne mais acessível.

O Telecurso 2000, que, em 2008, passou a ser chamado de Novo Telecurso, apresenta o conteúdo de maneira mais acessível por meio da transcrição de materiais para o sistema de grafia braile e da ampliação de materiais impressos e livro falado (SENAI SP, 2012). Porém, Oliveira (2010) explica que a impressão de textos didáticos no sistema Braille é uma atividade de alto custo e de baixo compromisso com o calendário escolar brasileiro.

O Novo Telecurso foi citado por ser um tipo de telecurso a distância, de grande sucesso, disponibilizado pela televisão. É importante ressaltar que o telecurso também é utilizado em sala de aula, chamada de Telesala, que disponibiliza aulas para os alunos por

meio do uso do televisor. O professor, além de educador, é um mediador entre os alunos e a TV (TELECURSO, 2014).

Ainda sobre o Novo Telecurso, Thielmann (2013) enfatiza que esse programa formou mais de seis milhões de brasileiros. Sobre o sucesso desse programa com os alunos, o autor afirma: “Estimulados pelas imagens e pelo apoio do professor, eles criam, desenvolvem o raciocínio e entendem o que é o conhecimento”.

O Acre foi o estado que mais obteve êxito com o modelo de telecurso, principalmente, pelo motivo de os alunos morarem em regiões mais afastadas, onde, para chegar a uma sala de aula, é necessário atravessar o Rio Acre (THIELMANN, 2013).

O sucesso de trabalhos educacionais na televisão, como o Novo Telecurso, somado ao aumento do interesse de deficientes visuais pelo ensino a distância na TV, instiga pesquisas inovadoras e originais a contornarem as atuais limitações e dificuldades de acessibilidade no uso interativo da TV Digital, por meio dos deficientes visuais.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo de apresentar a especificação e implementação do Teleduca, uma plataforma interativa de aprendizagem como complemento didático e opção assistiva aos alunos deficientes visuais baseado no Ginga, o middleware da TV Digital Brasileira.

Os objetivos específicos são:

- 1) Avaliar aspectos de tecnologia assistiva para deficientes visuais
- 2) Analisar funcionalidades do GINGA;
- 3) Especificar e desenvolver o protótipo do sistema Teleduca;
- 4) Descrever a utilização do Teleduca como sistema de aprendizagem em três abordagens diferentes:
 - a) banco de questões;
 - b) programa educativo do tipo PED (classificação elaborada pelo autor (2015), a programas educativos que utilizam avaliações como forma de medir o conhecimento);
 - c) criação ou modificação de um programa educativo para a utilização do Teleduca;
- 5) Disponibilizar o sistema proposto em dois módulos de interfaces WEB e TVD.

O primeiro para a elaboração dos questionários por parte do professor, o

segundo para o acesso e a resolução dos questionários por parte dos alunos deficientes visuais;

- 6) Realizar testes de interface, visando à acessibilidade, para alunos deficientes visuais.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi baseada no Processo de Design Iterativo, apresentado por Sommerville (2007), com a realização das seguintes tarefas:

- a) Elicitação de requisitos: Nessa fase, foram escolhidas e analisadas as funcionalidades e os conceitos para o sistema de TVD, por meio da análise de trabalhos relacionados;
- b) Implementação do protótipo: foi elaborado um protótipo que atendesse às características escolhidas de acordo com o resultado da fase anterior, de elicitação de requisitos;
- c) Avaliação do protótipo: foram realizados experimentos no simulador do Ginga-NCL disponibilizado pela PUCRJ. A fim de comprovar a eficácia do protótipo como aplicação de TVD na área educacional;
- d) Melhorias e refinamentos: foram realizados refinamentos para que os resultados conquistados fossem melhorados.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em seis capítulos, incluindo esta introdução, descritos resumidamente a seguir:

No Capítulo 2, Fundamentação Teórica, discute-se acerca dos principais conceitos e fundamentos sobre a Educação e a acessibilidade na TV Digital.

No Capítulo 3, Trabalhos Relacionados, discute-se sobre os principais trabalhos relacionados com a dissertação, destacando-se os principais elementos de cada um.

No Capítulo 4, Concepção do Teleduca, descreve-se o ciclo de design que deu origem aos principais requisitos do sistema Teleduca.

No Capítulo 5, Aspectos de implementação do Teleduca, são descritas as principais tarefas e ferramentas relacionadas ao desenvolvimento do Teleduca conforme a especificação da arquitetura.

No Capítulo 6, Conclusão, são apresentadas as conclusões e as contribuições deste trabalho, bem como a indicação de futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresenta-se o estado da arte sobre a TV Digital com sua arquitetura, bem como a discussão concernente à temática da interatividade proporcionada por seu uso. No tópico seguinte, é apresentado o *middleware* Ginga¹. Por último, abordam-se os recursos computacionais necessários para o uso da TV digital na Educação, T-Learning e a questão de acessibilidade por pessoas com deficiência visual, em que são discutidas as principais tecnologias assistivas e as recomendações ou diretrizes dispostas na literatura.

2.1 TV DIGITAL

São inúmeras as vantagens que a TVD (televisão digital) promete. Entre elas, é possível destacar o avanço da qualidade de imagem, a melhoria do sinal, o som digital, a multiplicidade de canais, a interatividade com o telespectador etc (MONTEZ; BECKER, 2005).

Segundo Montez e Becker (2005), a melhora na qualidade de imagem e som na TVD é visualizada através das modalidades SDTV (*Standard Definition Television*), HDTV (*High Definition Television*), EDTV (*Enhanced Definition Television*) e LDTV (*Low Definition Television*). A primeira apresenta vídeo digital com a proporção de 4:3 (largura: altura da imagem) e 480 linhas de resolução horizontal. A segunda é uma imagem de alta definição que representa 1080 linhas por 1920 pontos de definição. A terceira é de média definição, em que se estabelece a utilização de aparelhos com 720 linhas de 1280 pontos. Por último, a LDTV foi idealizada para dispositivos portáteis, pelo fato de a sua definição possuir proporção de 4:3 com 240 linhas, ou seja, ideal para aplicações com telas de menor resolução (MONTEZ; BECKER, 2005).

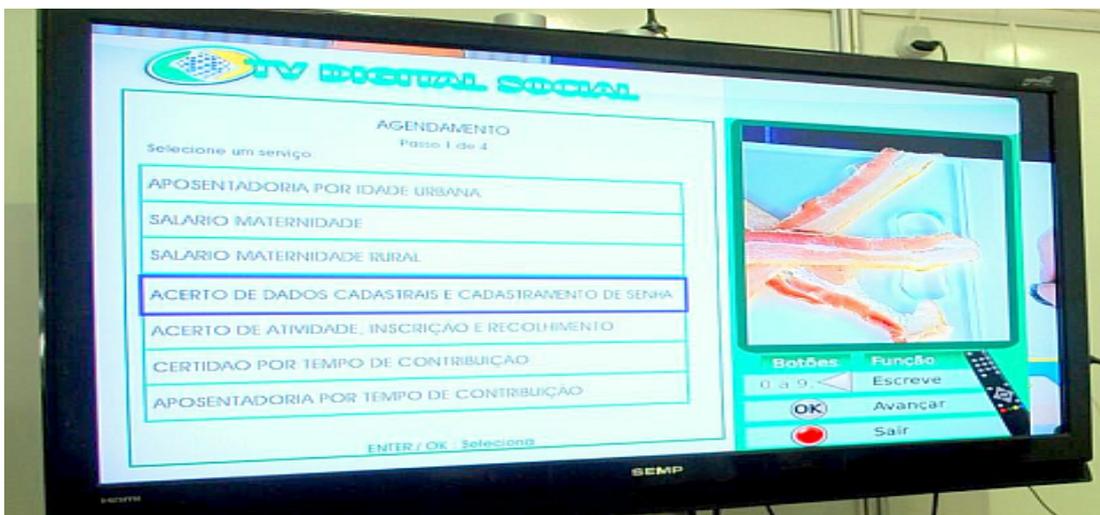
Pereira e Bezerra (2008) enaltecem que a TVD deixou evidente a melhora no sinal, pois a transmissão e a recepção ficaram mais consistentes, tornando o sinal de qualidade mais elevada em relação ao sinal emitido pela analógica. Com o som digital, foi possível perceber a redução de ruído e qualidade próxima à encontrada em cinemas e em *home theaters*, através do *Dolby Digital System*.

A TVD promete, ainda, proporcionar uma maior mobilidade ao telespectador através da TVD portátil, que está inserida em notebooks, celulares, GPS, entre outros (PEREIRA; BEZERRA, 2008).

Além dos benefícios citados, Montez e Becker (2005) destacam a interatividade como a grande vantagem da TVD. Assim, as formas antigas de interação como telefone, internet e cartas podem ficar obsoletas com o uso de sistemas interativos na TVD. Com esse novo modo de interagir, usuários poderão adquirir produtos anunciados pela TV por meio do controle remoto, voltar a uma cena anterior, rever jogadas em uma partida de futebol, acessar serviços bancários, entre outras opções. Além disso, o telespectador poderá escolher o horário de um filme ao qual gostaria de assistir. Outra opção seria a utilização da internet via TVD. Essa integração permitiria a qualquer usuário da TVD usufruir dos benefícios proporcionados pela internet. Nesse sentido, surgem projetos do governo, disponibilizados pela TV, chamados de T-Governo.

Segundo Silva *et al.* (2010), o T-Governo é a tecnologia para TVD que fornece serviços do governo através da TV. Com a implantação do T-Governo, torna-se dispensável o deslocamento de pessoas a cartórios, prefeituras, postos de saúde etc. A Figura 1 apresenta um exemplo de programa do Governo Federal para a televisão digital, por meio do projeto "TV Digital – Social", idealizado pela Dataprev². O intuito do sistema "TV Digital - Social" é oferecer serviços públicos interativos ao povo, ajudando com a inclusão digital das classes sociais menos favorecidas.

Figura 1 - O projeto "TV Digital – Social", idealizado pela Dataprev



Fonte: Campus Party (2011).

¹ *Middleware* do Sistema Brasileiro de TV Digital. Fonte: Soares (2012).

² Estatuto Social da Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social criado por meio do Decreto nº – 7.151, de 9 de abril de 2010. Fonte: <http://portal.dataprev.gov.br/2009/07/26/estatuto-social-da-dataprev/>. Acesso em: 1 out. 2014.

Em 2006, Tonieto (2006) já fundamentava e argumentava outras formas de utilização da TVDI (Televisão Digital interativa) que seria a Educacional TV, que abordam assuntos relacionados à Educação. Outra forma de utilização seria por meio do *t-commerce* relacionado a sistemas de comércio eletrônico pela televisão, que possibilita realizar compras de produtos utilizando o controle remoto da TV. Diante desse contexto, o telespectador passará a interagir mais com a televisão, pois a TV assume características próprias, juntando serviços de outras tecnologias, como a variedade de recursos da Internet (SILVA *et al.*, 2010).

Na próxima seção, discutem-se alguns tópicos sobre a proposta da interatividade presente na televisão digital.

2.1.1 A interatividade na TV Digital

Os termos interação e interatividade podem causar uma confusão ao tentar realizar a diferenciação de um para o outro. Dentro desta ótica, diversos autores procuram uma definição correta para ambos. Lemos (1999) acredita que a interatividade é realizada de três formas diferentes. A primeira é realizada entre seres humanos; a segunda, entre o homem e um objeto, como uma maçaneta, e, por último, a interação do ser humano com um meio digital, por exemplo, um computador.

Paralelamente, Montez e Becker (2005) definem que “A interação pode acontecer diretamente entre dois ou mais entes atuantes, ao contrário da interatividade, que é necessariamente intermediada por um meio eletrônico (geralmente um computador)”. Os autores também entendem que é uma tarefa difícil conceituar o termo interatividade, pois ainda existe uma discordância entre os diversos pesquisadores da área de tecnologia.

Para Montez e Becker (2005), a TVDI demonstra uma alteração de comportamento na interação, que é o relacionamento via de mão dupla, o qual possibilita ao usuário realizar compras, responder a enquetes, comentar notícias etc. Essa interatividade traz uma inovação social, uma vez que o usuário pode transparecer sua opinião por intermédio da televisão.

Porto e Cirne (2009) relataram na época, 2009, que, para obter a interação por meio dos serviços interativos na televisão, era necessário uma televisão com o conversor digital ou a compra de uma Unidade Receptora Decodificadora (URD), chamada popularmente de *set-top-box*, um aparelho parecido com os decodificadores de TV por assinatura. Ambos os casos têm que vir acompanhados do *middleware* Ginga.

A interatividade disponibilizada pelo Ginga na TVD foi classificada em três categorias: interatividade local, interatividade unidirecional e interatividade bidirecional (SOARES; BARBOSA, 2012).

Na interatividade “local”, não é necessário utilizar o canal de interatividade porque a interação ocorre somente entre o usuário e o sistema que é executado localmente no *set-top-box*. Esse tipo de sistema é inserido no *set-top-box* através da própria transmissão por difusão. Um exemplo de sistema que utiliza esse tipo de interatividade é o guia de programação da TV (SOARES; BARBOSA, 2012).

Na interatividade “unidirecional”, o telespectador, por meio do sistema interativo, envia informações a um servidor remoto através do canal de interatividade. Nesse tipo de interatividade, o servidor remoto não retorna *feedback* ao telespectador. Exemplos de sistemas que podem ser utilizados nesse tipo de interatividade são sistemas de votações e pesquisas de opinião (SOARES; BARBOSA, 2012).

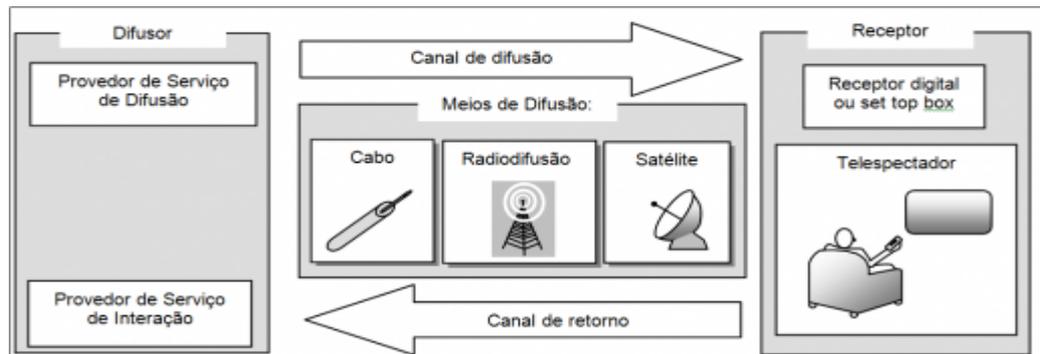
Também tem a interatividade “bidirecional assimétrico”. Com esse tipo de interatividade, é possível carregar informações utilizadas pelos sistemas interativos. Dessa forma é possível uma aplicação receber dados por difusão ou pela rede de retorno, permitindo ao usuário a navegação WEB e utilizar vários serviços que estejam disponíveis (SOARES; BARBOSA, 2012).

Por último a interatividade bidirecional pode também possibilitar o envio de dados em banda larga. Nessa interatividade, o receptor pode funcionar como uma pequena emissora. Esse nível possibilita, entre outras coisas, a “TV social” ou “TV em comunidade”, que é caracterizada por um grupo de telespectadores de um mesmo programa enviar dados entre si (SOARES; BARBOSA, 2012).

Conforme Figura 2, o canal de interatividade é um canal qualquer através do qual é possível enviar e receber informações entre o telespectador e o servidor da emissora, por meio de sistemas interativos da TV Digital. O canal de interatividade é uma característica do *middleware* Ginga (SOARES; BARBOSA, 2012).

Não há dúvidas de que, com a chegada da TV Digital interativa, a TV ficará mais atrativa. Some-se a isso o que diz Nascimento (2010), que enfatiza: “Com a chegada da interatividade, a tendência é que a audiência da TV aumente, já que isso deve prender o telespectador em frente à televisão”.

Figura 2 - Canal de retorno ou interatividade



Fonte: Becker (2009).

Na próxima seção, expõe-se a importância de um *middleware*, principalmente para a TV Digital, e seu funcionamento.

2.1.2 Middleware

Giansante *et al.* (2004) resume que “O *middleware* é um software capaz de interpretar os sistemas e traduzi-los na linguagem da plataforma que reside”.

No caso da TVD, os *middlewares*, em relação à forma de programação, eles podem ser considerados imperativos e declarativos. Os seguintes *middlewares* são utilizados para receptores fixos e móveis: europeu MHP (*Multimedia Home Platform*), Dase/Acap e Ocap (americano), o Arib (japonês) e o Ginga (brasileiro). (SOARES; BARBOSA, 2012).

Serão demonstrados mais detalhes acerca do *middleware* Ginga e sua arquitetura na próxima seção.

2.2 MIDDLEWARE GINGA

Ginga é o nome do *middleware* de código aberto do sistema brasileiro de TVD (ISDB-TB). A especificação e desenvolvimento do *middleware* brasileiro (Ginga) foram realizados pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUCRJ) (SOARES; BARBOSA, 2012).

"Ginga é uma qualidade, quase indefinível, de movimento e atitude que nós brasileiros possuímos e que é evidente em tudo o que fazemos. A forma como caminhamos, falamos, dançamos e nos relacionamos com tudo em nossas vidas." (GINGA, 2008).

2.2.1 Arquitetura do Ginga

O *middleware* Ginga é fragmentado em dois módulos somado a extensões, conforme ilustra a Figura 4. Eles são conhecidos como Máquina de Apresentação (Ginga-NCL) e Ginga-CC (Ginga Common Core). A Máquina de Execução (Ginga-J) é considerada uma extensão do Ginga (SOARES, 2008).

Ainda em Soares (2008), a máquina de execução é a responsável pelo processamento de aplicações imperativas escritas utilizando a linguagem Java. No caso da máquina de apresentação, a responsabilidade é executar aplicações declarativas NCL (Nested Context Language). No Ginga-NCL, as linguagens NCL e Lua são utilizadas para o desenvolvimento de aplicações declarativas.

De acordo com a Figura 3, na especificação do Ginga, existe uma "ponte" que liga os sistemas lógicos (Ginga-NCL e Ginga-J), disponibilizando meios para a comunicação entre os subsistemas. Essa API de ponte faz que as aplicações procedurais utilizem serviços disponíveis nas aplicações declarativas, e o contrário também ocorre. Outra possibilidade é a utilização de aplicações trabalhadas de forma híbrida, com partes declarativas e procedurais (SOARES, 2008).

Figura 3 - Arquitetura do Ginga



Fonte: Soares (2008).

O *Ginga Common Core* ou Núcleo Comum do Ginga é o sistema interno do Ginga que fornece funcionalidades de TV Digital comum para os ambientes declarativo e imperativo. As suas funções elementares são: projeção de mídias, gerenciamento de recursos do sistema (plano gráfico, canal de retorno, dispositivos de armazenamento etc.) e sintonização dos diferentes tipos de canais (SOARES, 2008).

2.2.1.1 Ginga-NCL

Ginga-NCL, produzido pela PUCRJ, é o responsável pela execução de aplicações NCL. O NCL utiliza scripts Lua como sua linguagem de script imperativa. Fundamentado em documentos hipermídia, o Ginga-NCL oferece uma estrutura de apresentação das aplicações (SOARES, 2007).

De acordo com Soares (2008), o Ginga-NCL proporcionou uma evolução importante para a linguagem *Nested Context Language* (NCL). A linguagem NCL faz uma separação delimitando a estrutura da aplicação e o conteúdo. Assim, é menos invasivo na maneira como o conteúdo é apresentado.

Conforme Soares (2007), o Formatador NCL, módulo do Ginga-NCL, é o responsável por interpretar o conteúdo declarativo. Esse formatador NCL realiza o processamento dos documentos, recebe um documento NCL, gerencia a apresentação e coordena objetos de mídia. Desse modo, esses objetos de mídia serão exibidos no momento planejado (SOARES, 2007).

Na próxima seção, detalha-se sobre o T-Learning na TV Digital.

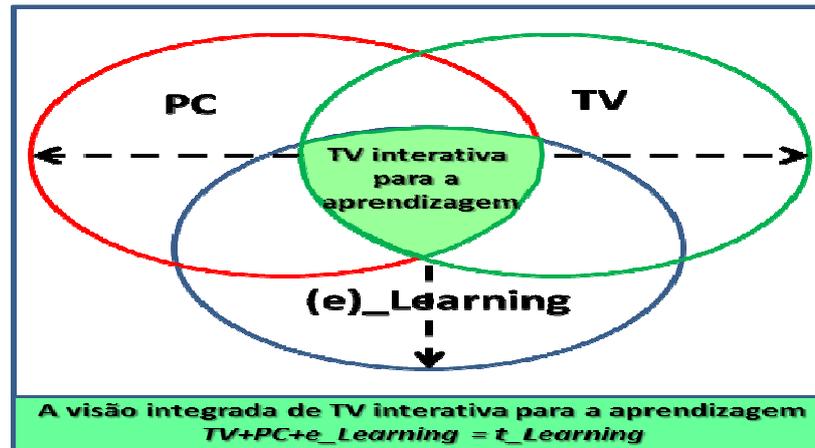
2.3 T-LEARNING: O ENSINO ATRAVÉS DA TVDI

Bates (2003) entende que *T-Learning* é a disponibilização de materiais de aprendizagem construídos em vídeo por meio de uma televisão. Disessa (2001) complementa que *T-Learning* é a combinação entre a TVDI, o computador e o *e-learning*, para que seja possível fornecer treinamento e atividades educacionais, conforme ilustra a Figura 4.

Um dos pontos a ser destacado no uso de *T-Learning* é a possibilidade de se utilizar o aprendizado “informal”. De fato, Schugurensky (2000) define aprendizagem “informal” como uma espécie de aprendizado que acontece fora de uma instituição de ensino convencional. Independentemente de ser utilizado o ensino informal ou não, Damasio (2003) defende a possibilidade da utilização da TVDI como ferramenta de aprendizagem.

Através do *T-Learning*, é possível disponibilizar sistemas educativos a distância. Para o desenvolvimento de sistemas com o uso de *T-Learning*, é necessário entender qual será o público-alvo, para que objetivos possam ser traçados no que tange aos serviços educacionais em TVDI. Pensando nisso, Andreatta (2006) lista, no quadro 1, algumas direções que podem ajudar no alcance desses objetivos.

Figura 4 - A composição do T-Learning



Fonte: Catunda, Lagarto (2012).

Quadro 1 - Serviços educacionais para a TVDI

Objetivo	Conceito
Educação informal ou programas educativos	Neste caso, as Redes públicas de TV poderiam fornecer sistemas educativos aos telespectadores para uma interação entre as redes e os telespectadores. Algumas das atividades propostas nos sistemas poderiam ser de perguntas de múltipla escolha.
Serviço de Apoio ao Professor em Sala de Aula	Sistema disponibilizado, com conteúdo multimídia, em sala de aula através de uma TVDI que possa servir de apoio ao professor. A interatividade pode ser local, com perguntas e respostas.
Serviços de Apoio ao Estudante em casa	Disponibilizaria um sistema interativo para os alunos acessá-lo em casa, através da TVDI. Esse sistema disponibilizaria: material extraclasse, multimídia, de forma que provesse um melhor aprendizado acerca do conteúdo estudado. Fica como sugestão a inserção de outras opções como envio de e-mail, fóruns de discussão, salas de bate-papo, que poderiam possibilitar uma maior interação entre os alunos.
Serviços de interação Pais-Escola	Disponibilizaria um sistema que pudesse fornecer informações escolares como notas, frequências e ainda serviços que possam oferecer integração entre pais e docentes, como serviços de e-mail, fóruns de discussão e bate-papos.
Conhecimentos específicos através de serviços interativos em canais independentes	Empresas comerciais podem oferecer sistemas interativos em canais independentes, como enciclopédias <i>online</i> .
Serviços de “aprendizado em vídeos sob demanda”.	Disponibilizar sistema que forneça vídeos em forma de tutoriais, que ensinem como fazer algo. Exemplos: ensino de idiomas, reparos em carros ou casa, entre outros.
Melhorando canais temáticos	Canais como <i>National Geographic</i> ou <i>Discovery Channel</i> poderiam fornecer sistemas interativos que disponham de informações adicionais acerca de um determinado conteúdo que esteja sendo exibido.

TV personalizada	A TV “pessoal” é a customização da programação de acordo com o perfil do usuário.
------------------	---

Fonte: Andreato (2006).

2.4 A ACESSIBILIDADE E A INCLUSÃO SOCIAL NA TVD

Silva (2011) explica acessibilidade como “Qualidade de ser acessível vem da palavra acesso, que significa ingresso, ascensão, entrada, ou seja, a pessoa pode transpor obstáculos que antes dificultavam sua entrada nos mais variados ambientes ou meio de comunicação”.

Geralmente pessoas com deficiência encontram dificuldades de acessibilidade em diversos meios. Quando se fala em deficiente, muitos discutem se esse é o termo correto para se referir a pessoas que não enxergam.

Antigamente, era utilizado o termo “PPD” (pessoa portadora de deficiência) ou somente “portador de deficiência”, mas, segundo Sasaki (2003), ambos os termos citados não devem ser utilizados, tendo em vista que o termo correto é “Pessoas com deficiência” porque elas não portam deficiência. O autor complementa ainda que a deficiência não é como um objeto que as pessoas portam, como um documento de identidade, um guarda-chuva, entre outros. Segundo Sasaki (2003), o termo “pessoas com deficiência” passou a ser utilizado a partir da metade da década de 1990, permanecendo até os dias de hoje.

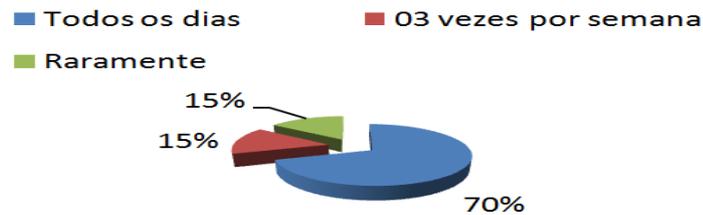
No caso de deficientes visuais, existem duas classificações: visual parcial (baixa visão ou visão subnormal) e cegueira (quando a deficiência visual é total). Com relação à terminologia correta para deficientes visuais, é correto o uso dos seguintes termos: cego, pessoa cega, pessoa com deficiência visual e deficiente visual (SASSAKI, 2003).

Muito se tem discutido, recentemente, acerca da acessibilidade à televisão, que ainda hoje é algo distante para muitos deficientes, principalmente os visuais. É o que diz Londoño (2006) sobre a televisão ser a mídia menos adequada e de maior utilização pelos cegos que já nasceram com essa deficiência.

A necessidade de adaptar o uso da televisão as necessidades dos deficientes visuais instigou Ishikawa (2014) realizar uma entrevista acerca do uso da televisão. Essa entrevista foi realizada com 20 deficientes visuais que assistem a algum tipo de programa televisivo, dos quais 10 eram homens e 10 eram mulheres. Essa entrevista foi realizada na instituição denominada Lar Escola Santa Luzia para cegos, localizada em Bauru-SP. Ishikawa (2014) observa que, ao verificar a programação de algumas emissoras de TV, poucos

programas de TV utilizam o recurso de audiodescrição. É perceptível a ausência de mais programas, com qualidade e acessibilidade desejáveis na grade televisiva, destinados ao público deficiente visual. Ainda em Ishikawa (2014), é disponibilizado um gráfico disposto na Figura 5 que mostra a frequência no acesso dos deficientes visuais entrevistados a conteúdos televisivos.

Figura 5 - Frequência de utilização da TV pelos deficientes visuais
Com que frequência



Fonte: Ishikawa (2014).

Mesmo sem acessibilidade, os deficientes visuais demonstram interesse pelo televisor, conforme demonstrado por Ishikawa (2014). O problema de acessibilidade à TV pode ser notado, principalmente, ao imaginar uma cena de um beijo em uma novela, na qual a atriz e o ator permanecem em silêncio para que o ato seja consumado. Nesse momento, o deficiente visual não entende nada do que está se passando, se não houver uma voz realizando uma narração descritiva dos acontecimentos (UTRAY, 2011).

Silva (2011) complementa que existem outros problemas de acessibilidade, como o acesso à programação da TV através da navegação entre canais. Isso se torna difícil, pois os deficientes visuais têm que decorar a numeração e os canais. Outro problema relatado é no que diz respeito ao design do controle remoto, que não está adaptado às necessidades dos deficientes visuais.

Esse problema enfrentado pelos deficientes visuais vai de encontro à proposta do Governo brasileiro, que tem a ideia de prover a inclusão social/digital por meio da TVD, de forma que o povo brasileiro fique mais próximo do poder público (SANTOS; ROVER, 2009).

Segundo Furtado *et al.* (2009), a inclusão social/digital pela TVD é vista, pelo Governo, como uma excelente oportunidade de aceitação do povo brasileiro, pois os brasileiros têm a cultura de assistir a programas televisivos. O autor complementa enfatizando que o povo sente a necessidade de obter informações (em matéria de aprendizagem, saúde e

aplicações governamentais de relevância social). Talvez isso ocorra pelo fato de a TV ser o único meio de entretenimento em muitos lares brasileiros.

De acordo com Berbert (2014), mais um passo para a realização da inclusão social/digital por meio da TVD foi dado, pois o Governo brasileiro já começou, em 2014, a disponibilizar gratuitamente o conversor (*Set-Top-Box*) da TVD com Ginga para os inscritos do Bolsa Família que residem em Samambaia, no Distrito Federal.

Vale salientar a importância de que a questão de acessibilidade existe na tentativa do Governo em realizar a inclusão social por meio da TVD, uma vez que, segundo UFC (2000), os termos acessibilidade e inclusão social estão diretamente relacionados um com o outro. Na televisão digital, a ausência de acessibilidade pode ocasionar o problema da inclusão digital.

A proposta da inclusão seria realizada com os sistemas interativos, que podem ser “aplicações de inclusão”, como o *T-Government* (portais de informação), *T-Health* e *T-Learning* (games educacionais, educação profissional etc), e *T-Care* (GINGA, 2008).

Sobre a inclusão social através da TVD, é possível destacar o Decreto nº 5.820, de 29 de junho de 2006, que aduz sobre o SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital) sobre a sua transição de transmissão analógica para transmissão digital. Entre vários artigos dispostos neste decreto, o Art. 13 merece destaque, pois relata sobre os canais que foram reservados à União. Um desses canais é o Canal de Educação, que tem como objetivo a realização do desenvolvimento e aprimoramento do ensino a distância (EAD) de alunos e a capacitação de professores. Contudo, se esse canal for acessível, é possível aferir que, além de ser auxiliado no ensino, o deficiente também estaria sendo incluído digitalmente (BRASIL, 2006).

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 (ONU, 1994). No Brasil, o decreto nº 5296, de 2004, define algumas orientações sobre a acessibilidade na comunicação da televisão (ABNT-NBR 15290, 2005). A norma estabelece que acessibilidade é a possibilidade de um deficiente usufruir o meio físico, meios de comunicação, produtos e serviços.

De acordo com Silva (2011), algumas das diretrizes expostas nessa norma podem ser facilmente aplicadas no âmbito da TVD. O autor enfatiza que a TVD possui o diferencial para prover a acessibilidade por meio da qualidade de seu sinal, que dispõe de som, imagem e

interatividade, mas, infelizmente, a televisão ainda não está acessível. Entretanto, ele defende em seu trabalho que algumas normas devem ser modificadas e outras, incluídas.

Outro ponto importante para ser abordado é o interesse dos deficientes visuais pela TV, que não está restrito somente a entretenimento, pois cresce o número de deficientes que se interessam pelo aprendizado a distância através da televisão; é o que garante Oliveira (2010) quando cita o programa Telecurso 2000, que atrai vários deficientes visuais, mas, infelizmente, ainda não disponibiliza o seu programa televisivo de modo mais acessível, principalmente para os deficientes visuais.

Desde 2012, o conteúdo mais acessível que o Novo Telecurso apresenta para deficientes visuais é a transcrição de materiais para o sistema de grafia Braille e a ampliação de materiais impressos e livro falado (SENAI SP, 2012). Entretanto, nenhuma dessas ações beneficia o telespectador que está assistindo ao programa transmitido pela TV. Possivelmente, a procura dos deficientes visuais por programas televisivos educativos, como o Novo Telecurso, ocorra pela falta de acessibilidade no âmbito escolar.

Em Faria e Vasconcelos (2009), é relatado que, além dos problemas que ocorrem nas escolas, outros problemas também afastam os deficientes como a falta de estrutura urbana, os transportes não adaptados, os calçamentos de qualidade irregular, o trânsito congestionado e a falta de segurança.

Oliveira (2013) destaca que somente 5% das crianças com deficiência que entram na escola conseguem entrar no Ensino Médio. Ela explica que isso acontece por falta de professores capacitados e de um ambiente escolar acessível.

Faria e Vasconcelos (2009) ainda enfatizam que o ensino a distância (EAD) junto com a tecnologia podem melhorar e diminuir o problema do acesso dos deficientes visuais a um ensino de qualidade.

Litto (1999, p. 5) define a EAD como:

“Educação a Distância é um sistema de aprendizagem, no qual o aluno está distante do professor ou da fonte de informação em termos de espaço, ou tempo, ou ambos, durante toda ou a maior parte do tempo da realização do curso ou da avaliação do conhecimento, sempre utilizando meios de comunicação convencionais (como material impresso, televisão e rádio) ou tecnologias mais novas, para superar essas barreiras tendo, atrás de si, uma ou mais Instituições de apoio responsáveis por seu planejamento, implementação, controle e avaliação.”

Litto (2008) ainda complementa que a EAD: “Torna possível incluir em todas as formas de educação, pessoas incapacitadas por uma série de fatores de frequentar instituições convencionais de aprendizagem”.

Entretanto, os recursos tecnológicos utilizados para a educação a distância também devem ser acessíveis aos deficientes visuais, como argumenta Queiroz (2008, p. 1):

"Também não podemos nos esquecer dos entraves que muitas vezes a EAD proporciona às pessoas com deficiência que a utiliza. Para pessoas com deficiência visual, professores em teleconferências apontando para um mapa ou gráfico mencionando qualidades de uma região sem dizerem a que região estão se referindo, páginas da internet fora dos padrões internacionais de acessibilidade, arquivos inacessíveis pelos *softwares* leitores de tela, deixam a informação perdida, materiais sem possibilidade de tradução para língua de sinais, informações acessadas somente por conexões muito rápidas e outros entraves, podem tornar a EAD também não amigável para nós."

A respeito desses problemas que a EAD ainda apresenta, Sganzerla *et al.* (2013) entendem que alguns recursos, como o sistema Braille e os leitores de tela, são importantes no dia a dia de um deficiente visual, para que seja facilitada a aprendizagem com o texto escrito.

2.4.1 Recursos de tecnologia assistiva para deficientes visuais

De acordo com o MEC (2009), "As tecnologias assistivas existem para disponibilizar recursos e serviços que possibilitem a ampliação das habilidades funcionais dos alunos com deficiência".

Proeja (2011) complementa, ao afirmar que a utilização de tecnologias assistivas pode proporcionar, em consequência de sua utilização, vida independente e inclusão.

Os recursos de acessibilidade são criados por meio de uma mesclagem de hardware com software para pessoas com restrições sensoriais e motoras (PROEJA, 2011). Logo adiante, serão descritos alguns recursos de acessibilidade.

a) Leitor de tela

Software que realiza a leitura de um texto disposto na tela de um computador e, logo em seguida, repassa essa informação ao usuário. Para isso, ele utiliza o sintetizador de voz ou o display Braille (ACESSIBILIDADE LEGAL, 2008).

b) Display Braille

É um *hardware* que mostra o texto em Braille com o auxílio de um acessório que possui os pontos com relevo para permitir a leitura, conforme ilustra a Figura 6 (ACESSIBILIDADE LEGAL, 2008).

Figura 6 - Display Braille

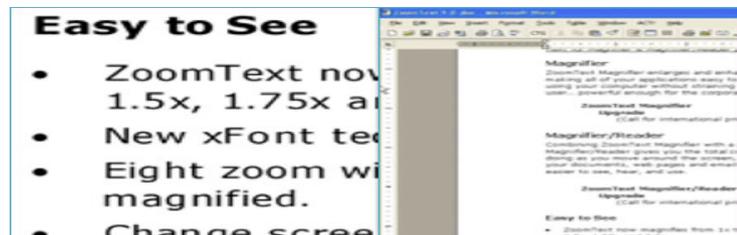


Fonte: Truta (2013).

c) Ampliador de tela

É um *software* que amplia a informação exibida na tela para que a leitura seja facilitada. Alguns desses ampliadores têm a opção de leitura da tela, tornando possível a leitura de forma ampliada. Vale ressaltar que este *software* tem sido preterido em relação à funcionalidade de aumento de letra, que está presente em páginas da internet e em navegadores, de acordo com a Figura 7 (ACESSIBILIDADE LEGAL, 2008).

Figura 7 - Ampliador de tela



Fonte: Laramara (2014).

2.4.2 O uso do sintetizador de voz para a leitura de informações na TVD

De acordo com Silva (2011), na ausência da áudioscrição, o sintetizador de voz pode realizar a leitura de algumas informações apresentadas na televisão para facilitar a compreensão de deficientes visuais.

A áudioscrição é um recurso de acessibilidade que aumenta a percepção das pessoas com deficiência visual em eventos culturais, gravados ou ao vivo, como: peças de teatro, programas de TV, exposições, mostras, musicais e outros, por meio de informação sonora. É uma atividade de mediação linguística, que transforma o visual em verbal, abrindo possibilidades maiores de acesso à cultura e à informação, contribuindo para a inclusão cultural, social e escolar. A áudioscrição amplia também o entendimento de pessoas com deficiência intelectual, idosos e disléxicos (MOTTA, 2010).

Segundo Motta (2008), a audiodescrição possibilita pessoas deficientes visuais a assistir a filmes, peças de teatro, programas televisivos, óperas, entre outros, e compreendê-los. Ishikawa (2014), apesar de ser a favor da audiodescrição na TVD, alerta sobre os audiodescritores. Para ela, faltam audiodescritores devidamente qualificados. Telaviva (2012) complementa ao afirmar que um dos motivos mais impactantes, negativamente, para a morosidade da audiodescrição na televisão é o custo, pois é um recurso que necessita de muito tempo de trabalho e de profissionais altamente especializados.

O sintetizador de voz é outro recurso utilizado para a leitura de informações. Conforme Sampaio Neto (2006), o sintetizador de voz é um tipo de programa que fornece a possibilidade de transformar um texto em áudio. Os sintetizadores de voz, geralmente, são utilizados por programas de leitura de tela para fornecimento de informações sobre elementos exibidos na tela do computador. O leitor de tela é um software utilizado principalmente por pessoas cegas (EMAG, 2014).

Com relação ao uso de sintetizador de voz, Silva (2011) defende, em sua dissertação, o uso de sintetizador e audiodescrição como elementos de descrição narrativa de programação normal, como filmes, vídeos e novelas.

Em Silva (2011), foi realizada uma pesquisa com deficientes visuais para o entendimento de problemas em relação ao acesso dos deficientes visuais à televisão e como gostariam que esse acesso fosse realizado. Entre os recursos tecnológicos mais solicitados, estava o sintetizador de voz, como uma maneira de facilitar o acesso deles à informação que é transmitida pela TV.

Silva (2011) entende que é de suma importância o uso da audiodescrição das opções de menu, como as utilizadas em DVD`s. Ele cita como exemplo o filme “Irmãos de Fé”, no qual existe uma descrição das opções de menu, sem a necessidade de ajuda de outras pessoas para o uso das opções do filme. Ele aproveita e sugere, em suas recomendações para elaboração de uma TVD mais acessível, o uso do sintetizador de voz para acessar a descrição das opções do *menu* de seleção e informações adicionais inseridas em um filme ou qualquer outro programa veiculado na televisão. O autor reforça a importância do uso da audiodescrição na TVD em Silveira e Silva (2014).

Com relação ao uso de sintetizadores de voz para TV Digital, Knill (2010) realizou um estudo sobre o empenho da indústria de televisão digital na melhora da acessibilidade. Ele defende o uso do sintetizador de voz na TV digital. Segundo ele, a motivação para esse estudo é que, no Reino Unido, 90% das pessoas cegas utilizam a

televisão a cada dois dias, mas as atuais interfaces disponíveis na TV Digital dificultam a utilização do deficiente visual.

Knill (2010) lista dois problemas relatados anteriormente por Silva (2011), que são: a impossibilidade de usar a navegação de *menu* na tela e o usuário ser obrigado a decorar os números de canais para realizar a navegação entre os canais.

Knill (2010) explica que os deficientes visuais, quando precisam verificar o guia de programação da TV, utilizam o computador para essa finalidade, pois o computador possui o sintetizador de voz que realiza a leitura do que está sendo visto na tela.

Diante dessa realidade, grupos de TV no Reino Unido e na Europa trabalham para adicionar o sintetizador de voz, embutido na televisão ou no *Set-Top-Box*. Eles acreditam que o uso de TTS (Text to Speak), ou seja, sintetizador de voz pode impulsionar ainda mais a utilização da TV por parte dos deficientes visuais, que poderão saber a que programa está assistindo e qual será o próximo, entre outros benefícios (KNILL, 2010).

Um grupo chamado *Royal National Institute for the Blind* (RNIB) realizou uma entrevista, em que 88% dos entrevistados disseram que iriam utilizar um guia sonoro, caso fosse disponibilizado. Pensando nisso, em 2009, foi criado um documento para o Reino Unido com diretrizes de implementação e recomendações para a utilização de sintetizadores de voz nos televisores (KNILL, 2010).

São vários os TTS existentes no mercado, mas esse quantitativo diminui quando se limita a apenas aqueles que são gratuitos. Melgar (2013) cita algumas dessas opções no Quadro 2.

Quadro 2 - Exemplos de sintetizadores de voz

Espeak	É um programa de código aberto que trabalha com vários idiomas, principalmente o inglês. Ele permite que a velocidade da pronúncia seja alterada. Sua voz não pode ser comparada à suavidade de uma voz humana. É compatível com Windows e Linux.
Gespeaker	Este possibilita a reprodução de um texto em vários idiomas (Inglês, italiano, francês e espanhol). Permite a alteração de volume, velocidade e outras características da voz. O texto pode ser gravado em formato wav. É compatível com Debian (um tipo de distribuição Linux).
KMouth	É um programa para ambientes KDE (ambiente gráfico do Linux) que permite o computador falar pelas pessoas que não podem falar, como aquelas que perderam a sua voz. Ele fornece um campo de entrada em que o usuário pode escrever as frases que ele deseja ouvir.
Festival	Oferece opções para a construção de sistemas de síntese de voz. Ele trabalha com vários idiomas, entre eles está o Inglês (britânico e americano) e o Espanhol. É compatível com os

	sistemas Mac e Linux.
--	-----------------------

Fonte: Melgar (2013).

Desses sintetizadores que foram ditos, os que estão entre os mais citados em diversos artigos são Festival e Espeak. Costa *et al* (2012) argumentam sobre a vantagem do Espeak em relação ao Festival, que não possui uma versão de voz gratuita para o Português do Brasil. Ao contrário do Espeak, que utiliza, de forma livre, o idioma português, em Fraga (2012), é possível encontrar outra opção livre de sintetizador de voz, que é o sintetizador de voz do Google. Ao contrário do Espeak, que é um sintetizador local, o Google utiliza a internet como meio de fornecer o serviço de síntese de voz.

Caso o recurso de audiodescrição não esteja disponível na televisão, Silva (2011) em suas considerações finais deixou um questionamento: “Como funcionará o sintetizador de voz como aplicativo para o deficiente visual interagir com as interfaces gráficas na TVD?”. O autor expõe sua indagação, caso o recurso de audiodescrição não esteja disponível.

2.4.3 Recomendações para o *design de interfaces para TVDI*

Kotler (2000) entende que “o design é uma ferramenta para a diferenciação competitiva do produto, sendo que um bom design deve ser de fácil fabricação e distribuição e, ao mesmo tempo, tem que ser, para o cliente, um produto agradável, fácil de ser desembalado, instalado, usado, consertado, revendido, abandonado ou descartado.”.

Montez e Becker (2005) complementam, ao explicar que as características do design de *interface* devem ter um nível de planejamento proporcional ao grau de interação, no uso dos elementos visuais (textos, cores, formatos, entre outros), visando ao usuário e ao contexto de uso.

Para atender às recomendações ditas anteriormente, logo mais adiante, serão listadas normas e diretrizes documentadas na literatura que podem ser utilizadas como orientação no processo de construção e validação de sistemas para TVD. As principais recomendações utilizadas foram da BBC (2006) (emissora pública de rádio e televisão do Reino Unido), Silva (2011) (dissertação de mestrado sobre recomendações de acessibilidade para TVD) e EMAG (2014) (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico). O EMAG (2014) destina-se a recomendações de acessibilidade para páginas WEB. Nesse caso foram realizadas adaptações da WEB para a TVD, utilizando o *middleware* Ginga.

Abaixo foram destacadas, apenas algumas recomendações utilizadas para a concepção do sistema proposto neste trabalho. O critério estabelecido para a escolha dessas recomendações foi baseado na verificação da viabilidade de uso dessas recomendações somado ao *middleware* Ginga. Ou seja, foi verificado se essas recomendações estavam em conformidade com a arquitetura e especificação do *middleware* Ginga, o *middleware* da TV Digital brasileira.

(I) Gráficos e Texto

Cores muito intensas, umas ao lado das outras, devem ser evitadas, pois o encontro dessas cores pode não funcionar bem. Um texto claro com fundo escuro torna mais fácil a leitura. A fonte mais recomendada é a Tiresias (Disponível em: <<http://www.tiresias.org/fonts/index.htm>>. Acesso em: 21/4/2014), criada especialmente para TV. O tamanho mínimo para a fonte deve ser 18pt, e os textos principais devem ser pelo menos 24pt. A Figura 8 demonstra um exemplo da utilização da fonte Tiresias. A fonte “Gill Sans Bold” também poderá ser utilizada para a ênfase de textos, ela geralmente é utilizada em toda a programação (BCC, 2006).

Figura 8 - Fonte Tiresias para TVD

Tiresias 36
 Tiresias 24
 Tiresias 18
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 0123456789.,;:?!@ £\$%&(*) [+]

Fonte: BCC (2006).

(II) Tempo de Resposta

A BBC (2006) entende que 8 segundos é o limite ideal para o tempo de resposta limite para um comando executado pelo usuário. Caso ocorra algum tipo de espera mais longa do que o previsto, o usuário deve ser informado para que ele perceba que está havendo algum processamento mais lento e não venha a achar que o sistema travou.

(III) Navegação

Possibilitar sempre uma maneira fácil de o usuário voltar ao ponto de partida, compreender, a qualquer momento, em qual parte do sistema ele está, como chegou lá e para onde poderá ir. Informá-lo sempre que ele executar alguma ação. Não usar dois botões para a mesma função, não usar botões de cores para propósitos que se aplicam melhor às setas e

tentar restringir, o máximo possível, as funções de navegação às setas e ao botão OK (BBC 2006).

(IV) Oferecer um título descritivo e informativo à página

O título da tela que o usuário está acessando tem que informar e descrever acerca do conteúdo nela disposto, pois essa informação será a primeira lida pelo leitor de tela, no momento em que ela for acessada pelo usuário. É importante seguir a estrutura orientada pelo ePWG³, que é [assunto principal da tela] – [nome do sistema] sem outras palavras quaisquer. Na página inicial do sistema, basta seguir a estrutura [nome do sistema] (EMAG, 2014).

(V) Utilizar cores contrastantes entre o fundo da tela e o texto

As cores do fundo da tela e das letras deverão ser contrastantes de forma que ambas possam ser visualizadas, principalmente por pessoas portadoras de baixa visão, com cromo deficiências e as que usam monitores de vídeo monocromático. Imagens não devem ser colocadas como fundo de tela, pois dificultam a leitura e desviam a atenção do usuário (EMAG, 2014).

O contraste ideal pode ser encontrado na divisão do valor da luminosidade relativa da cor mais clara do fundo de tela pelo valor da luminosidade relativa da cor mais escura do texto escrito e vice-versa. O nível 3:1 é considerado o nível mínimo de contraste sugerido pela ISO-9241-3, porém, para as pessoas que possuem baixa visão, cromo deficiência ou perda de sensibilidade ao contraste, é recomendada uma melhor relação do contraste com o mínimo de 4,5:1. Na Figura 9, é possível verificar o contraste mínimo recomendado (EMAG, 2014).

A recomendação de contraste de cores na relação da escrita com o fundo de tela pode ser validada através do programa “Analisador de Contraste de Cores”, que faz determinação da “visibilidade de cores” e baseia-se em dois conjuntos de algoritmos: índice de contraste de luminosidade e Diferença de cor e de brilho, sugeridos pelo *World Wide Web Consortium* (W3C): (MAUJOR, 2006).

O “Analisador de Contraste de Cores” simula determinadas condições visuais, incluindo daltonismo e catarata. Essa simulação demonstra como um determinado conteúdo web aparece para as pessoas com algum grau de deficiência visual (PACIELLO, 2014).

³ É a cartilha de usabilidade com Padrões de desenvolvimento Web para sites governamentais. Disponível em: <<http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/padrees-brasil-e-gov/cartilha-de-codificacao>>.

Figura 9 - Nível mínimo de contraste recomendado pela ISO-9241-3.

Exemplos de relações de contraste:

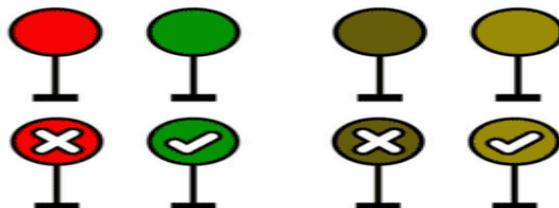


Fonte: Emag (2014).

(VI) Utilizar outras características sensoriais além das cores para diferenciar elementos

Cor, forma, tamanho, localização visual, orientação e som não podem ser usados como única maneira de prover informação ao usuário por meio da distinção de um elemento visual, conforme ilustram as imagens 10 e 11. Na primeira Figura, foram utilizados os elementos “x” e “v” para a descrição das imagens. Na segunda imagem, foi utilizada a palavra “(Recomendado)” e o link na cor vermelha para a distinção dos links (EMAG, 2014).

Figura 10 - À esquerda, imagens vistas por pessoas com visão normal; na direita, por daltônicos.



Fonte: Emag (2014).

Figura 11 - Outro exemplo correto para a distinção de elementos

Existem três procedimentos para executar a tarefa:

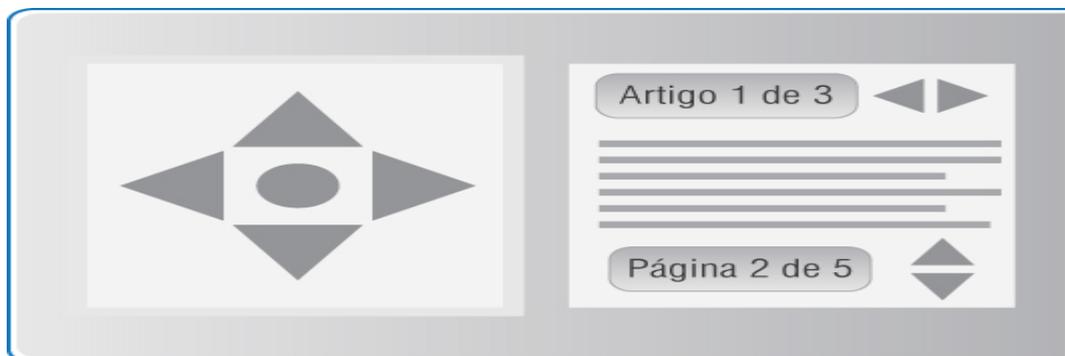
- [Procedimento A](#)
- [Procedimento B \(Recomendado\)](#)
- [Procedimento C](#)

Fonte Emag (2014).

(VII) Navegação entre elementos

Segundo Silva (2011), para se pensar em navegabilidade na televisão, é imprescindível entender que o usuário possuirá um controle remoto com poucas funções. Portanto, em sistemas que fornecerem escolha de opções, como uma listagem, é recomendável utilizar-se as setas para cima, para baixo e para os lados (direita e esquerda). Outro ponto importante é destacar a opção selecionada com uma cor diferente das demais. A Figura 12 retrata essa recomendação.

Figura 12 - Uso de Setas Direcionais do Controle Remoto



Fonte Silva (2011).

(VIII) Design do controle remoto a ser utilizado na TVD

Apesar de haver divergência entre alguns autores sobre o design ideal para um controle remoto mais acessível, o padrão adotado neste trabalho foi o mesmo utilizado no simulador da PUCRJ. Esse simulador é utilizado no desenvolvimento de sistemas para a TVD. O padrão pode ser visto na tela inicial do simulador. Uma imagem dessa tela inicial está disponível na seção “Tecnologias e ferramentas utilizadas”, do capítulo 5. Na tela inicial, as cores dos botões que interagem com o sistema de TVD são correspondentes a figuras

geométricas. O amarelo é o triângulo, o verde é o losango, o vermelho é o círculo, e o azul é o quadrado.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O propósito deste capítulo foi discorrer acerca da acessibilidade na Televisão Digital para deficientes visuais. Mostrou-se como funciona a televisão digital brasileira com suas vantagens e o grande benefício da interatividade que ela proporciona ao usuário, mas a TV Digital ainda é ineficiente no quesito acessibilidade.

Foram descritas informações relacionadas à TVD, que pode proporcionar muito mais do que melhoria de imagem e som. A TVD pode fornecer a interatividade com o usuário por meio de sistemas interativos que utilizem o canal de retorno, como uma forma de obter um *feedback* do usuário. A interatividade na TVD brasileira é disponibilizada com a utilização do *middleware* Ginga.

Para a elaboração desses sistemas interativos, é necessária a combinação das linguagens NCL com Lua ou com a linguagem Java, ou seja, mesclar o uso de NCL com Lua e com Java. O sistema proposto neste trabalho foi realizado utilizando as linguagens NCL e Lua.

Como mencionado anteriormente, a acessibilidade foi e continua sendo um problema em todos os ambientes, inclusive no ambiente televisivo. Agora, com a Televisão Digital, o Governo tem planos de incluir digitalmente quem está excluído socialmente. Mas se não houver acessibilidade, uma parcela da população brasileira continuará excluída.

A acessibilidade na TVD foi bastante discutida nas pesquisas de Silva (2011) e Ishikawa (2014), que, em suas respectivas dissertações de mestrado, revelaram que muitos deficientes visuais acessam com assiduidade a televisão e anseiam por mudanças na forma como seu conteúdo é exibido para os telespectadores. Uma parcela desses deficientes visuais entende que a televisão também pode ser uma forma de obter aprendizado a distância. Isso ocorre pelo fato de várias escolas apresentarem infraestrutura inadequada para acolhê-los. Esse último ponto foi outro motivador na elaboração do protótipo proposto, que tem, em sua essência, a finalidade educativa, com a elaboração de avaliações.

Entre os recursos computacionais avaliados e pesquisados, ressaltou-se o uso da audiodescrição. Esse recurso proporciona a possibilidade de alguém que não enxerga poder enxergar com a imaginação e tentar compreender o que está acontecendo a seu redor. Foi pensando nisso que esta dissertação propõe o uso de um sintetizador de voz como uma forma

de auxiliar o uso de audiodescrição na TVD. Na escolha pelo sintetizador de voz, foi dada preferência ao Espeak e ao Sintetizador do Google, pelo fato de ambos serem gratuitos e terem o idioma português entre suas opções.

Foi possível verificar que o sintetizador de voz conquistou o interesse dos deficientes visuais antes de ser concretizado. Isso é o que pode ser percebido pelos pesquisadores Silva (2011) e Ishikawa (2014), que defendem o uso da audiodescrição. O primeiro sugere que o sintetizador de voz faça o papel da audiodescrição em algumas tarefas no meio televisivo. Por exemplo, o sintetizador pode realizar a leitura de menu ou guia de programação exibido pela TV. É importante ressaltar que a audiodescrição foi bastante lembrada em pesquisas elaboradas por Silva (2011) e Ishikawa (2014) com deficientes visuais, em seus respectivos trabalhos.

Também foram alvo de investigação regras, normas, diretrizes que norteiam a criação de sistemas acessíveis, para que fosse possível a elaboração do sistema proposto. Nesse caso, nem todas as recomendações da BBC (2006) foram lembradas, pois algumas delas foram baseadas em um padrão e uma cultura diferente do padrão brasileiro. No caso das recomendações de Silva (2011), nem todas foram listadas, uma vez que elas não foram necessárias para a criação do Teleduca ou não atendiam a especificação do middleware Ginga. No caso do EMAG (2014), são orientações feitas para páginas web, então somente algumas foram lembradas e adaptadas à realidade da TVD.

No capítulo seguinte, são discutidos os trabalhos correlatos, relacionados à educação e à acessibilidade na televisão digital, que serviram de base para a construção do Sistema Teleduca.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo expõe uma apuração da literatura sobre os principais trabalhos relacionados à TV Digital no campo da acessibilidade ou educacional. Foram pesquisados trabalhos em bases acadêmicas no Brasil e no mundo. Infelizmente, não foram encontrados trabalhos que unissem as duas esferas: acessibilidade e educação em televisão digital interativa (TVDI). Alguns trabalhos de grande relevância na área de acessibilidade não desenvolveram um protótipo ou produto, mas apresentam e validam alguns conceitos e algumas teorias. Sendo assim, os trabalhos foram agrupados em dois campos: educação e acessibilidade. Os trabalhos sobre acessibilidade foram separados em conceituais e práticos.

3.1 TRABALHOS EDUCACIONAIS

Três trabalhos chamaram a atenção e são motivadores desta dissertação por contribuírem com interatividade.

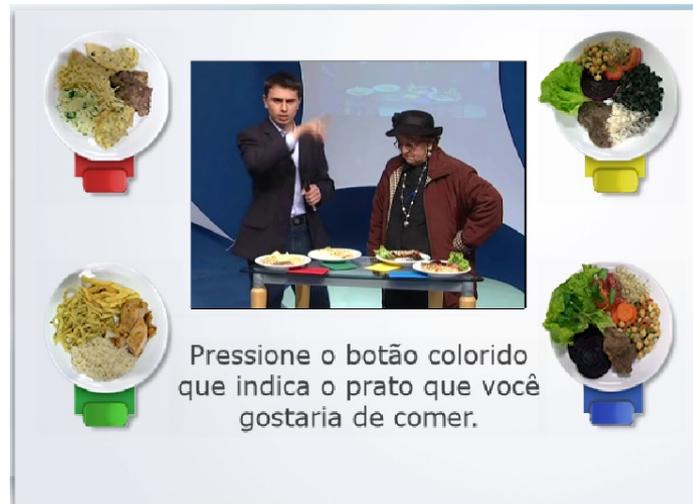
3.1.1 Viva Mais

Este foi um dos primeiros programas de TV brasileiro produzido com ênfase na interação com o telespectador. Na Figura 13 é ilustrado o programa “Viva Mais”, que apresenta a interatividade "Alimentação Saudável". É importante frisar que a interatividade é disponibilizada, com sincronismo, conforme o andamento do programa. Nessa interatividade o telespectador é solicitado a escolher uma de quatro opções de alimentos diferentes que o telespectador deseja comer. Nesse caso, o sistema interativo ficará disponível para utilização do usuário, apenas no momento em que o apresentador solicitar a participação do telespectador. O intuito é fornecer ao telespectador a sensação dele (telespectador) estar presente na plateia (BECKER; SOARES, 2009).

No momento da escolha do prato, de acordo com a figura 14, o telespectador é informado sobre a qualidade do prato escolhido, informando se não estão faltando nutrientes ou nutrientes em excesso.

Para a escolha do prato, é necessária a utilização dos botões coloridos (vermelho, verde, azul e amarelo) para escolher a opção comida favorita. O aplicativo foi implementado na linguagem NCL.

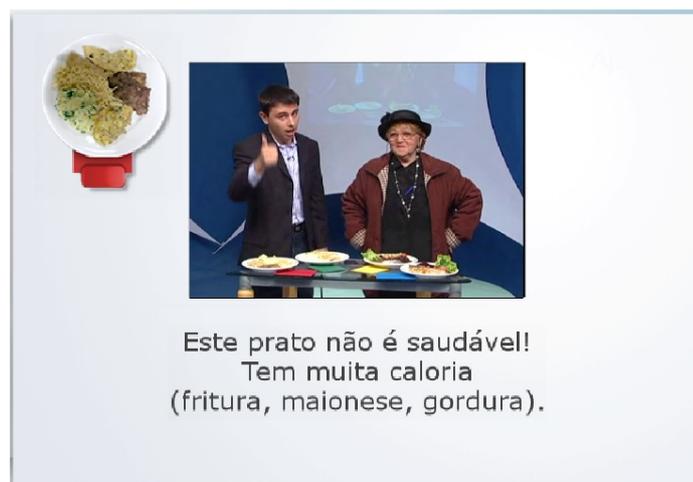
Figura 13 – Programa Viva Mais (escolha do prato)



Fonte: Becker e Soares (2009)

O objetivo final do sistema interativo é informar aos telespectadores sobre a importância de uma dieta saudável, para ajudar a manter ou melhorar a saúde. É importante para a prevenção de muitos problemas de saúde. Uma dieta saudável precisa do consumo de quantidades adequadas de nutrientes, e uma quantidade adequada de água. Os nutrientes podem ser obtidos a partir de diversos alimentos.

Figura 14 - Programa Viva Mais (prato escolhido)



Fonte: Becker e Soares (2009)

Ainda no Viva Mais foi disponibilizado programas com ênfase na saúde. A Figura 15 ilustra o apresentador falando sobre alguns problemas de saúde. Conforme o assunto vai mudando, o sistema interativo “Viva Mais” vai disponibilizando novas perguntas de acordo

com o tema que está sendo abordado naquele momento. Durante o vídeo foram abordados vários temas, como um debate envolvendo especialistas da área médica que discutirão depressão, estresse e obesidade (BECKER, 2006).

Figura 15 Viva Mais Saúde (pergunta)



Fonte: Becker (2006)

No final do programa, de acordo com as respostas do telespectador, o sistema diagnosticava as chances de o telespectador ter ou não tendências ao estresse (Figura 16). Todo teste foi acompanhado e explicado pelo apresentador do programa.

Figura 16 - Viva Mais (resultado da pergunta)



Fonte: Becker (2006)

3.1.2 A turma da árvore

Este trabalho foi desenvolvido durante um projeto que teve a parceria da Universidade Federal da Bahia.

É um projeto realizado para crianças, que disponibiliza vários recursos de interação ao telespectador com o conteúdo exibido. O programa exibido, com a utilização de bonecos, apresenta-se com uma história, quando uma turma de amigos se encontra em cima de uma árvore, em uma casa de madeira. A posição da casa permite a eles verem sob outro aspecto a cidade, e esse novo jeito de ver o ambiente vai despertando para os temas: educação ambiental, lixo reciclável, saúde e cidadania (TAVARES *et al.*, 2007).

Um dos jogos disponibilizados nesse projeto é o jogo no qual um vídeo exibe vários lixos em uma determinada ordem, cada lixo pintado de uma cor diferente. As cores são amarela, azul, vermelha e verde. Cabe ao telespectador apertar no controle remoto o botão de cor igual ao do lixo apresentado na tela. Algumas informações vão aparecer na tela se o usuário acertar ou errar. Caso acerte a combinação, o lixo vai sumir, e uma árvore irá crescer. Caso erre, o usuário receberá uma informação e poderá tentar novamente até acertar. Esse jogo procura conscientizar as crianças acerca da importância da coleta seletiva de lixo (REVISTA DA SET, 2012). A Figura 17 ilustra uma das telas do jogo.

Figura 17 – Jogo do lixo no programa “A turma da árvore”



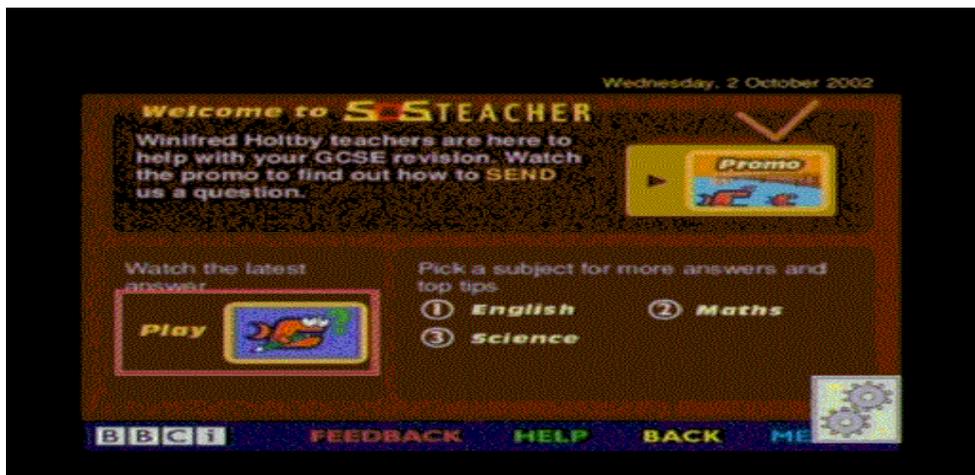
Fonte: Tavares et al. (2007).

3.1.3 SOS Teacher

Apesar de não fornecer sincronismo, o sistema de Televisão Interativa *Kingston Interactive Television* (KIT), em conjunto com a emissora BBC, disponibilizou um canal interativo que fornece apoio nas atividades escolares, conforme ilustra a Figura 18. O

estudante que acessasse esse serviço poderia enviar, através do *Set-Top-Box* (STB), e-mail com perguntas para uma equipe de professores. Essas perguntas geralmente eram respondidas via TV, durante os 30 minutos da programação televisiva. Essas perguntas e suas respectivas respostas eram salvas, possibilitando serem acessadas posteriormente BBCi (2004).

Figura 18 - Sistema educacional interativo SOS Teacher



Fonte: BBCI (2004).

3.2 TRABALHOS DE ACESSIBILIDADE

Nesta pesquisa, entre os trabalhos que envolvem a acessibilidade na TVD, os dois primeiros expostos serão teóricos e conceituais. Os demais trabalhos que seguem colocaram a teoria em prática, desenvolvendo um protótipo ou produto.

3.2.1 Diretrizes de acessibilidade para deficientes visuais à programação da TV digital interativa

Silva (2011) propôs, em seu trabalho, algumas diretrizes de acessibilidade à programação da TV digital interativa. Primeiramente, ele fez um levantamento bibliográfico sobre a televisão digital, a acessibilidade, as normas e as recomendações existentes para televisão.

Durante o levantamento bibliográfico, ele entendeu que algumas sugestões propostas não atendiam às necessidades da TV digital em sua plenitude. Sendo assim, ele resolveu propor novas recomendações e adaptá-las a outras já existentes. Para chegar a essas diretrizes, ele entrevistou 11 deficientes visuais que acessavam a internet e liam Braille.

Antes da entrevista, Silva (2011) mostrou um filme com o recurso de audiodescrição. O menu do filme foi escolhido como ponto de partida para os testes com os usuários. Eles iniciaram o filme selecionando a opção iniciar filme com o recurso de audiodescrição. O público-alvo da entrevista observou a história do filme sendo narrada com detalhes. A história estava integrada ao som de objetos, elementos visuais, entre outros. Diante desse cenário, foi realizado um debate, que pôde elucidar vários questionamentos e outros que foram surgindo no decorrer da entrevista. Depois foram solicitados aos entrevistados alguns comentários acerca de assuntos que não foram levantados durante a entrevista.

O próximo passo foi realizar uma leitura dos comentários e das respostas da entrevista e agrupar as respostas de forma homogênea, destacando a ideia principal de cada uma. A partir dessa ideia principal de agrupamento, foi possível chegar aos assuntos que seriam investigados, como:

- a) Uso da Televisão: Alguns usuários relataram que precisam decorar a posição de canais para utilizar a programação da televisão.
- b) Acesso à Programação da TV: Usuários explicam que usam a Internet para verificar a programação da televisão, porém eles gostariam de acessar essas informações diretamente na televisão.
- c) O Conteúdo da Programação: Os deficientes visuais reclamam o fato de o conteúdo da programação não ser falado e ser mostrado apenas como imagem.
- d) Uso do Controle Remoto: Os usuários entendem que o controle remoto não é acessível, pois, muitas vezes, eles apertam um botão errado, e a TV fica muda.
- e) Uso do Conteúdo da Programação da TV: Os usuários acreditam que os elementos sonoros, integrados com a audiodescrição, ajudam a transmitir as informações e imaginar a cena descrita.
- f) Acessibilidade: Eles defendem que todos têm direito a obter informações, por meio da TV.
- g) A Programação da TV: A programação deve ser única para os deficientes visuais e para os que não são. Os equipamentos devem ser capazes de prover a acessibilidade.

A audiodescrição foi o recurso mais lembrado entre os entrevistados. Também foi levantada a possibilidade da utilização de um sintetizador de voz, como meio de prover a audiodescrição. O design do controle remoto foi outro recurso muito discutido pelo fato de ele

não ser acessível para deficientes visuais. Baseado nessa discussão, Silva (2011) propôs um novo modelo na tentativa de torná-lo mais acessível.

No fim, ele acredita que as diretrizes propostas por ele podem ser colocadas em prática, que os fabricantes de dispositivos de acesso à TV digital precisam adequar seus equipamentos à acessibilidade, assim como o controle remoto também deve ter um novo modelo. Ele concluiu que a audiodescrição aplicada à TVD pode tornar a TV um meio mais acessível aos deficientes visuais.

Silva (2011) deixa como sugestão para trabalhos futuros alguns questionamentos que não obtiveram respostas satisfatórias, como: propor uma navegação interativa na interface da TVD que seja acessível para o deficiente visual e saber como o sintetizador de voz poderia auxiliar o deficiente a interagir com as interfaces gráficas na TVD.

3.2.2 Audiodescrição: um recurso de acessibilidade na Televisão Digital

Ishikawa (2014), em sua dissertação, desenvolveu um trabalho conceitual sobre a possibilidade de utilizar a audiodescrição na TVD. Inicialmente, ela fez um levantamento bibliográfico inicial acerca da Televisão digital e da acessibilidade à TV. Em seguida, ela fez uma entrevista com 20 deficientes visuais durante a realização de seu trabalho. Todos os deficientes visuais escolhidos para a entrevista assistiam à TV.

Nessa entrevista, ela, inicialmente, identificou a frequência com que os deficientes visuais acessavam a televisão para assistir a filmes ou programas de TV. O resultado revelou que 70% assistiam à TV todos os dias; 15%, apenas três vezes na semana e 15%, raramente. Em outra pesquisa, ela interroga se os entrevistados já conheciam ou ouviram falar sobre audiodescrição na televisão digital. No que diz respeito a esse assunto, o resultado foi de 100%, ou seja, todos sabiam o que era audiodescrição.

Ao final, baseada nos estudos realizados e na entrevista elaborada, ela concluiu que a audiodescrição pode fornecer os seguintes benefícios:

- a) Melhorar a inclusão social de deficientes visuais;
- b) Enriquecer de detalhes a descrição de cenas e as informações adicionais sobre a narrativa;
- c) Ajudar na imaginação, utilizando descrição de imagens, realizando a compreensão integral da narrativa audiovisual, incluindo o deficiente visual na narrativa apresentada, facilitando o acesso à cultura, à informação, entre outros.

A seguir, serão elencados os trabalhos mais práticos, ou seja, que tiveram como finalidade desenvolver um protótipo ou produto voltado para a acessibilidade à TVD.

3.2.3 LIBRASTV

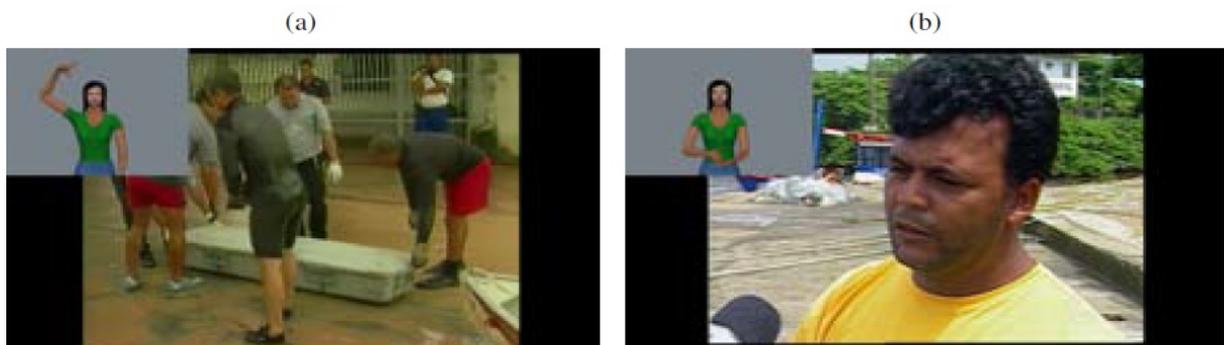
É um projeto de pesquisa e desenvolvimento, com ênfase no público deficiente auditivo, com o objetivo de criar uma solução, de baixo custo, para suporte a LIBRAS no Sistema Brasileiro de TV Digital. Essa solução permite a criação automática de LIBRAS para o SBTVD (ARAÚJO, 2012).

Para a realização desta proposta, um conjunto de componentes de software e hardware foram integrados aos radiodifusores e receptores de TVD. Como resultado, as legendas de LIBRAS foram geradas, codificadas, transmitidas e decodificadas de forma automática. Segundo o autor, o LibrasTV também disponibiliza a opção de habilitar e desabilitar, redimensionar e reposicionar a janela de apresentação de LIBRAS.

A utilização do LibrasTV nos sistemas de TV Digital, pode ser realizada com o vídeo de LIBRAS sendo criado e transmitido como um fluxo de vídeo independente para os receptores. Outra opção seria a utilização do vídeo de LIBRAS sendo criado dentro do receptor ou carregando as informações através do canal de interatividade.

A Figura 19 ilustra algumas telas do sistema funcionando com a janela de LIBRAS gerada pelo protótipo apresentado. Essa aplicação foi testada e validada numa versão adaptada do Open-ginga, implementação de código aberto do middleware Ginga.

Figura 19 - Telas de execução da aplicação LIBRASTV



Fonte: Araújo (2012).

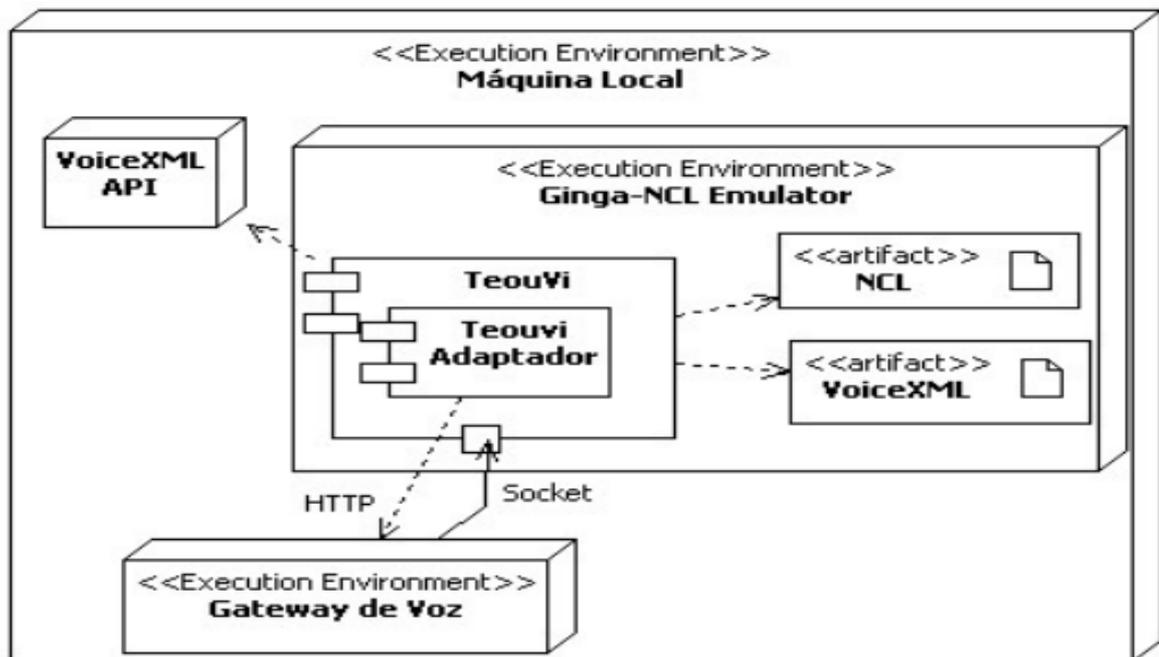
3.2.4 Estendendo a NCL para promover interatividade vocal em aplicações Ginga

Carvalho e Macedo (2010) propõem uma arquitetura de software focada na interação do usuário com a televisão através de sua voz. O objetivo desse trabalho era facilitar a inclusão de deficientes físicos ou visuais no uso da TVD.

A voz do usuário é capturada para a interação do usuário com o sistema da televisão digital. Ou seja, a aplicação de TVD substitui o uso de um controle remoto pela voz.

A arquitetura promete a integração de *gateways* de voz a uma aplicação interativa Ginga-NCL (Módulo do Ginga que permite o funcionamento de aplicações desenvolvidas na linguagem NCL), somada à aplicação de voz desenvolvida a partir da linguagem VoiceXML. Para realizar essa integração, foi utilizada a API TeouVi, que é fruto de um outro trabalho em Carvalho et al. (2008). Na Figura 20, o diagrama de componentes da arquitetura da mencionada aplicação pode ser visualizada (CARVALHO; MACEDO, 2010).

Figura 20 - Diagrama de componentes



Fonte: Carvalho e Macedo (2010).

A arquitetura seguiu seis diretrizes, para que fosse possível acessar as aplicações de TVD através da voz:

- a) Abstração da estrutura de integração: Não é necessário que o desenvolvedor de aplicações VoiceXML conheça como é realizada a integração de sua aplicação com o Ginga;

- b) Desacoplamento das funcionalidades de voz: As aplicações de voz (VoiceXML) devem ser independentes da aplicação NCL. Isso é necessário para que não seja preciso modificar a aplicação NCL caso alguma modificação ocorra na aplicação VoiceXML;
- c) Suporte a comandos semânticos: Possibilita ao desenvolvedor da aplicação especificar o mapeamento dos comandos de voz para botões do controle remoto, como também deve ser possível fazer mapeamentos mais criativos de interatividade, como "ver jogo de futebol" ou "encerrar aplicação". Para este requisito, foram utilizadas algumas gramáticas;
- d) Independência do gateway de voz: A arquitetura não deve ficar amarrada a um gateway de voz específico, contanto que a forma de integração seja respeitada. Um adaptador foi desenvolvido para que este princípio seja satisfeito;
- e) Interface restrita de comunicação VoiceXML-NCL: Apenas uma única interface de comunicação deve existir para estabelecer o contato entre a aplicação VoiceXML com a aplicação NCL;
- f) Concatenação de diálogos de voz: Caso mais de um diálogo esteja ativo simultaneamente na aplicação, todas as informações sobre todos os diálogos de voz deverão ser mescladas em um único documento VoiceXML.

Ainda na arquitetura dessa aplicação, foi realizada uma extensão da linguagem VoiceXML na linguagem NCL, para que fosse possível realizar a integração entre elas. Essa integração foi necessária para permitir a realização da chamada de ações na aplicação NCL por meio da voz. Em outras palavras, foi realizada uma inclusão de palavras-chave do VoiceXML no código NCL (CARVALHO; MACEDO, 2010).

A validação da arquitetura foi realizada com a utilização de dois sistemas. Um deles é o “Viva mais”, referente a um sistema de TVD na área de saúde ou bem-estar, em que o telespectador pode interagir escolhendo um prato de comida entre seis disponíveis. Depois da escolha da comida, o sistema informa sobre a composição do alimento, sobre a ausência ou a presença de nutrientes. A interação se inicia quando o usuário fala algumas das palavras “yes”, “interaction” e “red”, que correspondem no português, respectivamente, a *sim*, *interação* e *vermelho*. Na escolha do prato, é necessário que o usuário fale o nome do referido alimento (CARVALHO; MACEDO, 2010).

No fim, Carvalho e Macedo (2010) concluem que o objetivo foi apresentar a utilização da linguagem VoiceXML e como a extensão da linguagem NCL foi alcançada.

Essa extensão possibilita a interação do usuário com a aplicação NCL por meio da voz. Foram realizadas duas validações, nas quais foi possível perceber a acessibilidade.

3.2.5 TV Applications for the Elderly

Em Coelho *et al.* (2013), acredita-se que as aplicações atuais de TV apresentam muitas dificuldades para o acesso do idoso. Na tentativa de diminuir essas dificuldades, eles desenvolveram um projeto que visa melhorar a experiência do idoso com as aplicações de TV atuais. A ideia é construir interfaces baseadas em um modelo de usuário, que se adaptem às capacidades e às necessidades dos usuários. Eles avaliaram a acessibilidade baseada na aplicação de inicialização do usuário (UIA), que é uma aplicação capaz de construir as interfaces baseadas em um modelo de usuário.

Foi realizada uma avaliação com 40 idosos no Reino Unido e na Espanha. Os resultados mostraram que a UIA pode criar perfis adequados e que os usuários observam as adaptações em seus respectivos perfis de forma positiva (COELHO *et al.*, 2013).

A ideia é possibilitar ao idoso a interação com a aplicação naturalmente, sem dificuldades. As aplicações de inicialização do usuário (UIA) permitem descobrir características importantes de cada usuário, fazendo que o sistema se adapte da maneira mais adequada ao utilizador. Para atestar que essa abordagem funciona, os autores fizeram sistemas que trabalham com a UIA e um guia de programação eletrônico (EPG) para a televisão (COELHO *et al.*, 2013).

Esses sistemas foram desenvolvidos com o intuito de trabalhar com quatro tipos de componentes na interação do usuário com o televisor: sensor visual e interpretação por gestos, áudio, controle remoto e *touch screen* dos *tablets*. Para que fosse possível realizar o trabalho com esses componentes, foi necessária a utilização dos seguintes equipamentos: a TV para processamento de vídeo; para a emissão de áudio, foram utilizados os alto-falantes, o *tablet* no auxílio secundário de vídeo e renderização de áudio, e, por último, o controle remoto para apoiar, de forma secundária, a renderização de áudio e o *feedback* do usuário (COELHO *et al.*, 2013).

Para uma correta avaliação dos idosos, esforços foram direcionados, para criar um ambiente semelhante, e condições técnicas em ambos os laboratórios, um na Espanha e outro no Reino Unido. Os testes foram conduzidos por especialistas em usabilidade. Os usuários receberam liberdade para interagir, porém o mediador dos testes só iria intervir quando

realmente fosse necessário, ou o usuário solicitasse ajuda. Os testes foram realizados com um sistema acessível e outro não acessível para idosos (COELHO *et al.*, 2013).

Para tornar o sistema acessível na interação com os idosos, os autores utilizaram os seguintes equipamentos: um *Microsoft Kinect* para o reconhecimento de gestos e voz; um controle remoto com menos botões do que os controles tradicionais, mas capaz de controlar o ponteiro que aparece na televisão através de um sensor giroscópio; um *iPad* para visualização do guia de programação e uma TV HDMI 1080p com alto-falantes integrados para a saída de áudio e vídeo.

Como resultado do trabalho, ficaram comprovadas melhorias positivas na interação com o EPG, interações de fala pelo *kinect* e o manuseio com o *Tablet*. Por outro lado, o controle remoto padrão é visto, por parte dos usuários, como uma opção segura, a qual eles não estão dispostos a dispensar. Por isso, o controle remoto giroscópio, que foi usado para apontar para a tela, ficou como a opção menos preferida.

Os usuários também foram capazes de realizar duas ações simultaneamente para selecionar uma opção exposta na tela. A primeira ação foi utilizar um controle giroscópio para apontar e selecionar a opção. A segunda foi utilizar o *kinect* como comando de voz para acessar um determinado item na tela. A realização dessas opções também não agradou. Os autores concluíram que o insucesso foi devido à complexidade da utilização de vários componentes que não são utilizados no dia a dia das pessoas. O curto período de tempo para ensiná-las a utilização desses componentes pode ser outra possibilidade para a rejeição.

Antes de os testes serem realizados, foram explicados aos usuários os componentes disponíveis para a aplicação interativa na versão acessível. Porém, a maioria dos usuários afirmou que gostaria de ficar com o controle remoto padrão. Por outro lado, durante os testes, eles mostraram interesse em utilizar outros componentes (COELHO *et al.*, 2013).

3.2.6 Speech in a digital world

Springer (2008) relata que um protótipo de um sistema que faça leitura do conteúdo televisivo foi desenvolvido com a utilização do software Festival, que trabalha como sintetizador de voz. Para isso, foi necessário um computador com Linux e com uma placa sintonizadora de TVD. A ideia é acoplá-los ao televisor (SPRINGER, 2008).

Springer (2008) acredita que os fabricantes devem adotar o uso da tecnologia de fala como regra e não como exceção, para tornar acessíveis os menus na tela. Ele lembra que essa tecnologia normalmente ajuda as pessoas a manusearem itens dispostos na interface de

um sistema no televisor e que o público, de um modo geral, está se acostumando a ter entrada e saída de voz nos sistemas com que eles interagem. Springer (2008) lembra que essa tecnologia é utilizada em carros, aparelhos de GPS, entre outros. Portanto, utilizar esse recurso para fazer menus de televisão acessíveis seria um passo lógico.

Para finalizar, Springer (2008) conclui que a tecnologia de síntese de voz aliada às ferramentas dos fabricantes possibilita fazer interfaces acessíveis em produtos para a televisão. O trabalho de campo está sendo feito. Os protótipos ilustram o “como fazer”. A legislação aborda os “porquês”.

3.2.7 Talking TV

O *Talking TV* é um produto desenvolvido pela *Ocean Blue Software*, em parceria com a *STMicroelectronics*. Esse produto tem o apoio do governo australiano e *Vision Austrália*, tendo, também, recebido o apoio da maior instituição de cegos do Reino Unido, o *Royal National Institute of the Blind* (RNIB) (OCEAN BLUE SOFTWARE, 2012).

O *Talking TV* é um *Set-Top-Box* configurado para fornecer a utilização da voz, acompanhado de um guia eletrônico de programação (EPG), menus com textos, informações em tempo real, tais como a narrativa para os programas, itens de menu e *layouts* de menu. Todos esses itens são descritos por voz humana, que está inserida dentro do *Talking TV* (OCEAN BLUE SOFTWARE, 2012).

Esse *Set-Top-Box* ganhou uma série de prêmios, incluindo o Prêmio IABM pela excelência em design e inovação, bem como o CSI por ser altamente recomendável, prêmio de melhor serviço de tecnologia para o cliente, entre outros. (OCEAN BLUE SOFTWARE, 2012).

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

As ideias levantadas nos trabalhos mencionados serviram de embasamento para a composição da nossa proposta, o Teleduca, um sistema de aprendizagem para deficientes visuais baseado no Ginga (ver capítulo 4). A seguir, serão feitas algumas colocações acerca dos trabalhos citados.

Na esfera educacional, alguns trabalhos foram encontrados no Brasil e no exterior. Desses, "A turma da árvore" e "Viva Mais" foram os trabalhos brasileiros mencionados nesta dissertação. O primeiro é um excelente programa, mas não foi idealizado de forma acessível

aos deficientes visuais, principalmente no jogo do lixo em que objetos são associados às suas respectivas cores no controle remoto, tornando-se inviável para alguém que não enxergue. Já o segundo foi um dos primeiros programas brasileiros a utilizar o T-Learning, pois as perguntas vão aparecendo de acordo com o assunto que está sendo visto no programa e as respostas vão mudando o roteiro de apresentação do programa.

O SOS Teacher foi um trabalho desenvolvido pela BBC, em que alunos enviam perguntas e recebem as respectivas respostas de um grupo de professores através do *set-top-box*. Não restam dúvidas de que esse foi outro admirável trabalho, mas que, também, peca na falta de acessibilidade para o uso de um deficiente visual.

No âmbito da acessibilidade, foram encontrados, na literatura, excelentes trabalhos tanto teóricos e conceituais, quanto práticos, em que há iniciativas em atender às necessidades de deficientes visuais quanto à adaptação à programação de TV. Na parte teórica, Silva (2011) e Ishikawa (2014) fizeram excelentes trabalhos, em suas respectivas dissertações, ao realizarem uma entrevista com alguns deficientes visuais. Por meio dessas entrevistas, ficou evidente a frequência com que eles assistem à televisão e comprovada a necessidade, além do anseio dos entrevistados, em encontrar na TV um meio de comunicação mais acessível.

Outros pontos que merecem destaque, no caso de Silva (2011), foi a elaboração de uma série de recomendações na acessibilidade, que vão desde o formato do controle remoto até o design de sistemas a serem apresentados na TV. Ishikawa (2014) também teve destaque por enxergar a audiodescrição como o principal recurso a ser implantado na televisão para que ela se tornasse mais acessível. Nesse caso, o Teleduca se beneficiou das pesquisas realizadas que corroboram com a necessidade de mais trabalhos que podem contribuir na inserção da acessibilidade na TV. Além disso, o Teleduca complementa o trabalho de Silva (2011) na busca, adaptação e execução de recomendações de acessibilidade para a TVD.

Em relação aos trabalhos práticos no domínio da acessibilidade apontados anteriormente, apenas os trabalhos de Carvalho e Macedo (2010) e LIBRASTV foram realizados no padrão brasileiro de TVD. Carvalho e Macedo (2010) utilizaram o microfone como meio de interação entre o deficiente visual e o televisor, ao contrário do Teleduca, que permanece utilizando o controle remoto como meio de interação. No caso de LIBRASTV, apesar de ser para deficientes auditivos e não visuais foi importante referencia-lo, pois foi um excelente trabalho no campo da acessibilidade.

Outro trabalho interessante foi o de Coelho *et al* (2013), que realizou experiências com idosos em sistemas acessíveis e não acessíveis para TVD na Europa. Nessas

experiências, eles utilizaram várias ferramentas, como *kinect*, controle giroscópio, *Ipad*, entre outros, para realizar a interação entre o deficiente visual e o televisor.

Mais um trabalho realizado foi o de Springer (2008), em que se descreve como um protótipo foi feito para realizar a interação entre o deficiente visual e a TV, utilizando o controle remoto como ferramenta de interação e o software “Festival” como sintetizador de voz para a leitura dos itens expostos na televisão que forem apresentados ao usuário.

Por último, o *Talking TV* é um produto que foi desenvolvido na Austrália para a TVD europeia, que realiza a leitura de elementos que aparecem na tela da TV, como guia eletrônico de programação (EPG), menus com textos, informações, entre outros.

Diferentemente dos trabalhos aqui listados, o sistema proposto, Teleduca, faz a junção da área educacional com o campo da acessibilidade para deficientes visuais. Ele é um sistema de aprendizagem que pode ser utilizado nas mais diversas disciplinas curriculares, mas com algumas particularidades, que serão apresentadas, com mais detalhes, no capítulo 4. Para a elaboração do Teleduca na parte educacional, o trabalho “A turma da árvore” serviu como excelente exemplo de sistema educativo.

Os trabalhos conceituais e teóricos de Ishikawa (2014) e Silva (2011) comprovam o tamanho da importância de se realizar um trabalho de acessibilidade na TVD brasileira, principalmente pelo fato de mostrarem que existe público deficiente visual interessado em assistir à TV, além de contribuir com propostas e sugestões para a melhoria da acessibilidade na televisão.

Os demais trabalhos práticos no campo da acessibilidade como Carvalho e Macedo (2010), Coelho *et al.* (2013), Springer (2008) e *Talking TV* (2012) confirmam a tendência da utilização de meios tecnológicos que aproximem a televisão do público deficiente visual.

É possível constatar ainda que os trabalhos aqui divulgados, tanto na parte educacional, quanto na parte de acessibilidade, são todos recentes, demonstrando um crescimento não só em trabalhos acadêmicos, mas também na criação de protótipos ou produtos.

4 CONCEPÇÃO DO TELEDUCA

Neste capítulo, será feita uma explanação sobre o Teleduca, a proposta desta dissertação, que é um sistema de aprendizagem para deficientes visuais, baseado no Gíngã, *middleware* da TV digital brasileira. Mais adiante, será explicada a metodologia utilizada, bem como sua especificação, requisitos e funcionalidades.

4.1 METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia proposta e adotada neste trabalho é baseada no Processo de Design Iterativo apresentado em Sommerville (2007). O processo foi adaptado para o desenvolvimento do sistema Teleduca.

A escolha no Processo de Design Iterativo ocorreu pelo fato de permitir um processo mais flexível a mudanças de escopo durante o desenvolvimento do produto, reduzindo, dessa forma, os riscos de falha no projeto de desenvolvimento de software. O processo de desenvolvimento foi realizado em iterações, e a cada nova iteração, o desenvolvimento passa por três etapas.

A seguir, são descritas brevemente as principais etapas da metodologia sugerida e as atividades correspondentes:

a) Primeira Etapa: Identificação das necessidades dos usuários e eliciação de requisitos

Nessa fase, foi realizada uma identificação das necessidades dos deficientes visuais em relação a uma TV mais acessível. Essas necessidades foram baseadas nos trabalhos de Silva (2011) e Ishikawa (2014), que já haviam desenvolvido pesquisas por meio de entrevistas e questionários com alguns deficientes visuais. Também foi definida a área da Educação a ser trabalhada de acordo com Oliveira (2010), que retrata a procura de deficientes visuais por programas educacionais na televisão.

A partir dessas necessidades, foram levantadas as recomendações, normas e tecnologias de acessibilidade, estabelecidas em EMAG (2014), BBC (2010) e Silva (2011), vistas no capítulo 2. Como tecnologia assistiva para a televisão, os sintetizadores de voz Google e Espeak foram selecionados.

Depois foi feita uma verificação de viabilidade, ou seja, analisou-se se essas normas e as tecnologias escolhidas para prover a acessibilidade seriam realmente importantes na construção do Teleduca. Logo depois, os elementos dispostos nas normas foram transformados em requisitos. Os requisitos levantados foram transformados em casos de uso.

O resultado final desse processo de elicitação dos requisitos constituiu-se a base para o desenvolvimento do protótipo do sistema Teleduca.

b) Segunda Etapa: Análise e Design

Depois da identificação das principais necessidades dos usuários sobre a acessibilidade, foram inicializadas as atividades de análise e design. O foco foi procurar por ideias que acolhessem os desejos identificados na fase anterior. Com a obtenção dos resultados da etapa anterior, foram utilizadas técnicas de design que possibilitaram a criação de protótipos em pequenas versões. Em geral, protótipos de rápida e de baixa fidelidade possibilitam entender melhor o que realmente vale a pena incluir no sistema.

No desenvolvimento do sistema na área educacional em atendimento aos requisitos definidos na etapa anterior, foram utilizadas algumas das ideias dispostas em Andreatta (2006), que elenca algumas direções a serem tomadas no desenvolvimento de sistemas que façam o uso de T-Learning.

A maioria dos requisitos foi considerada e construída em protótipos, de baixa fidelidade, no formato de papel para uma rápida construção e validação. Porém, alguns requisitos importantes e 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. Esse teste permitiu verificar se a arquitetura suporta as principais e as mais complexas funcionalidades previstas. Os testes funcionais foram desenvolvidos utilizando as linguagens NCL e Lua na máquina virtual do Gingga, disponibilizada pela PUCRJ. Maiores detalhes poderão ser observados no próximo capítulo.

No final, foi realizada uma verificação para observar se a atual visão do produto é estável, se o plano de projeto é confiável e se os custos são admissíveis.

c) Terceira Etapa: Validação e Testes

Os testes na implementação foram necessários para verificar se os protótipos funcionais ou versões do sistema produzido estavam funcionando corretamente. Os testes funcionais foram realizados no emulador do Gingga para a TVD, desenvolvido pela PUCRJ, Gingga-NCL Virtual STB.

Na validação, todo o projeto foi validado com o objetivo de verificar se todos os requisitos funcionais e não funcionais foram atendidos corretamente. Essa etapa tem o intuito de verificar o motivo de algum requisito não ter sido codificado ou totalmente atendido, ajustando o planejamento para que erros sejam corrigidos nas próximas etapas.

Testes nas funcionalidades foram realizados com o intuito de identificar se todas as funcionalidades estavam funcionando conforme planejado. Entre essas funcionalidades, foi

verificado se os itens acessados pelo usuário estão sendo lidos pelo Teleduca, através dos sintetizadores de voz utilizados, Espeak e Google, pois essa é uma funcionalidade de extrema importância para a utilização do sistema por meio dos deficientes visuais com perda total da visão.

Além dos testes funcionais, os testes de interface foram realizados com a utilização do programa “Analisador de Contraste de Cores” para o teste do contraste entre as cores da escrita e do fundo de tela, conforme indicado por Maujor (2006). Esse teste de contraste de cores serve para garantir que os deficientes visuais com perda parcial da visão possam identificar e distinguir as cores utilizadas no sistema.

4.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Com o intuito de fornecer um sistema educativo que possa contribuir como complemento nas atividades curriculares, foi proposto o Teleduca, um sistema de aprendizagem destinado ao público deficiente visual. A resolução dos exercícios no Teleduca acontecerá em sincronismo com a aula que está sendo ministrada. O nome Teleduca surgiu da junção da palavra televisão com a palavra educação.

O objetivo de utilização do sintetizador de voz, neste trabalho, não foi substituir ou se igualar a audiodescrição realizada por audiodescritores humanos. A qualidade do áudio gerado pelos sintetizadores de voz ainda não conseguem superar a qualidade da audiodescrição realizada por humanos. A diferença na qualidade pode ser notada durante a representação de emoções, como um beijo de novela. Portanto o objetivo não é substituir audiodescritores humanos ou gerar áudio em sintetizador de voz tão bom quanto os áudios gerados por audiodescritores humanos. O objetivo é criar uma solução que complemente e de baixo custo que seja utilizada para diminuir os problemas de comunicação e acesso a informação dos deficientes visuais em conteúdos televisivos. Essa solução poderá ser utilizada quando audiodescritores humanos não estiverem disponíveis por algum motivo.

A ideia de criar um sistema de aprendizagem foi ao encontro de algumas diretrizes educacionais, no campo do T-learning, citadas por Andreato (2006) no capítulo 2.

A seguir, serão elencadas as diretrizes para serem utilizadas no Teleduca:

a) Suporte a programas educativos

Esse sistema poderia fazer parte de algum programa educativo e televisivo, como forma de complementar e validar o aprendizado. Um exemplo poderia ser o novo telecurso, exibido pela TV, que poderia continuar transmitindo o

conteúdo, e, durante essa transmissão do conteúdo, o professor solicitaria ao aluno para que ele resolvesse o exercício referente ao assunto que está sendo lecionado naquele momento.

b) Apoio a serviços em tempo real

O professor poderia ter uma televisão em sala de aula, como acontece no novo telecurso, por meio de Telesalas, e utilizar os exercícios do Teleduca como forma de aprimorar o conhecimento dos alunos.

c) Apoio a serviços que não estão disponíveis em tempo real

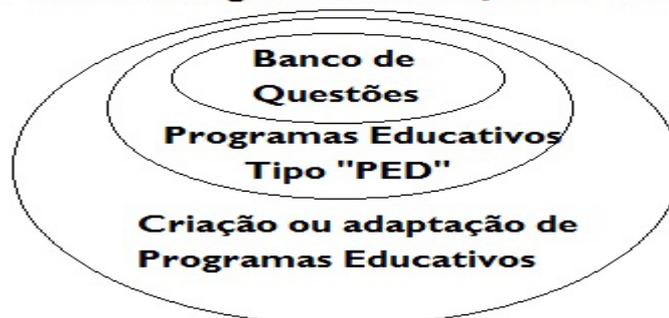
Os alunos assistiriam à aula em sala e, quando chegassem a casa, poderiam acessar o sistema interativo utilizando sua televisão.

Para atender aos direcionamentos especificados anteriormente, pensou-se em proporcionar ao deficiente visual um sistema que disponibilize avaliações com perguntas e suas respectivas alternativas elaboradas pelo professor. No fim de cada resposta, o sistema deverá mostrar se o usuário acertou ou errou a questão. Antes de o aluno ter acesso às avaliações, o sistema solicitará a autenticação do aluno para que seja possível identificá-lo, a fim de obter informações de possíveis dificuldades dos alunos com alguma disciplina ou com algum conteúdo.

Após o entendimento do que o Teleduca pode proporcionar ao usuário, a Figura 21 demonstra as três abordagens que podem ser utilizadas com o sistema Teleduca.

Figura 21 - Abordagens de utilização do Teleduca

As três abordagens de utilização do Teleduca



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

A seguir, serão explicadas as três abordagens de utilização do sistema Teleduca:

a) Como um banco de questões: nesse caso, o professor poderá utilizá-lo em sala de aula durante a explicação do conteúdo. Nesse caso, o aluno iria

respondendo as perguntas de acordo com a evolução do conteúdo que está sendo visto na aula e conforme solicitação do professor. Outra possibilidade é passar uma atividade para ser realizada em casa sobre um determinado assunto visto anteriormente. Alguns exemplos de utilização podem ser visualizados no guia do professor, que se encontra no Apêndice A;

- b) Com programas educativos do tipo PED: essa foi uma classificação criada neste trabalho, baseada em informações descritas no capítulo 2, para definir programas educativos que utilizem ou necessitem de avaliações durante a explanação do professor em seus programas, com a finalidade de avaliar o conhecimento que está sendo adquirido pelo público-alvo acerca de um conteúdo que está sendo visto. Conforme o conteúdo está sendo transmitido, o professor solicita que o aluno responda a uma ou mais perguntas. Essa é uma classificação que não existe na literatura. O programa televisivo Novo Telecurso é um exemplo de programas do tipo “PED”;
- c) Criar ou Adaptar um programa educativo existente para a classificação PED, com a finalidade de utilização do Teleduca. Essa abordagem pretende sugerir modificações ou criação de um programa para que este possa utilizar o Teleduca.

A Figura 21 foi elaborada em forma de conjuntos porque, na abordagem “criar ou adaptar um programa educativo existente”, automaticamente, esse programa criado ou adaptado será um programa do tipo “PED” e, conseqüentemente, irá utilizar a abordagem “banco de questões”.

4.3 MÓDULOS DO TELEDUCA

No sistema proposto, as avaliações com perguntas e suas respectivas alternativas devem ser dinâmicas, possibilitando ao professor modificá-las na hora que desejar. Para isso foi disponibilizado o sistema em dois módulos:

a) Teleduca (WEB):

Esse módulo deverá ser controlado pelo administrador e professor. O primeiro será responsável por manter o cadastro de alunos e professores. O segundo deverá manter o cadastro atualizado de questionários com perguntas e suas respectivas alternativas. Será nesse módulo que os professores fornecerão as credenciais de acesso para os seus alunos.

b) Teleduca (TVD):

Esse módulo se destina somente aos alunos previamente cadastrados no módulo WEB. Nele será possível autenticar-se, escolher questionários com perguntas e suas respectivas alternativas.

Depois de entender quais os módulos que serão utilizados, será possível elencar quais os perfis que irão atuar neles:

- a) Administrador: profissional responsável por cadastrar professores e alunos no sistema Teleduca;
- b) Professor: profissional responsável por cadastrar questionários com perguntas e suas respectivas respostas. É de suma importância que os questionários sejam de acordo com o conteúdo estudado em sala de aula. Esse módulo também poderá ser controlado por qualquer pessoa integrante da equipe escolar;
- c) Aluno: pessoa responsável por acessar e responder as avaliações elaboradas pelo professor. Neste caso é possível o aluno verificar o próprio desempenho, de acordo com os resultados obtidos durante a avaliação.

4.4 REQUISITOS DE SISTEMA

Os requisitos de um sistema são descrições dos serviços fornecidos pelo software e suas restrições. Requisitos refletem o anseio dos clientes para que o software atenda a suas necessidades (SOMMERVILLE, 2007). Baseado nisso, foram identificados os Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF) que são necessários ao sistema. Algumas normas e diretrizes de acessibilidade discutidas no capítulo 2 também ajudaram na elaboração desses requisitos.

4.4.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais do Teleduca levaram em consideração requisitos de acessibilidade para deficientes visuais. Foram identificados e ordenados de acordo com o nível de dificuldade de implementação de cada um, ou seja, dos mais complexos para os mais simples. Esses requisitos estão descritos a seguir:

[RF001] Selecionar botão de interatividade para acessar o Teleduca (TVD)

Para acessar as funcionalidades do sistema, o usuário deverá pressionar o botão “info” do controle remoto. Logo em seguida, será apresentada ao telespectador uma tela

inicial de login para a identificação do usuário. Essa identificação deverá ocorrer por meio do fornecimento do CPF e de uma senha. Nesse momento, o usuário é recepcionado com uma voz sintetizada, que, logo em seguida, solicita que o usuário informe login e senha. À medida que o usuário vai digitando o login, a voz sintetizada lê cada número informado. Após a inserção do login, o usuário deve pressionar a tecla “OK” do controle remoto. Feito isso, um beep sonoro é acionado informando que aquele comando foi aceito, e a voz sintetizada informará ao usuário que ele deve informar a senha. Na parte da senha, por razões de segurança, a senha será lida, mas com cada letra substituída por asterisco “*”, tanto visualmente quanto na leitura para evitar que pessoas próximas escutem a senha informada. Caso o usuário erre algum caractere tanto no login quanto na senha, ele deverá utilizar a seta direcional “para esquerda” para apagar o último caractere adicionado. No momento em que essa tecla for acionada, um novo beep sonoro, diferente do primeiro, será executado, e o último caractere será apagado.

[RF002] Sair do sistema no Teleduca (TVD)

O sistema deve possibilitar que o usuário saia dele a qualquer momento. Para isso, o usuário deverá pressionar o botão “menu”. Para retornar e exibir novamente o menu principal, o usuário deve pressionar o botão “info” de seu controle e acessar novamente o sistema. Ele deverá entrar, novamente, com o CPF e a senha.

[RF003] Acessar os questionários disponíveis no Teleduca (TVD)

Após a tela de login, um menu será disponibilizado com as opções de questionários disponíveis. Nesse momento, o sistema informará para o usuário, por meio de uma voz artificial, em qual parte do sistema ele está e como deverá proceder para selecionar um questionário. O usuário deverá selecionar uma opção de questionário disponível, mas, para isso, ele pode navegar entre as opções com os botões setas “para cima” e “para baixo” do controle remoto, mas, para a confirmação da opção escolhida, será necessário pressionar o botão “ok” do controle remoto. Durante a navegação entre os questionários, o sistema deverá ler para o usuário, usando uma voz artificial, as opções que forem sendo navegadas.

[RF004] Selecionar uma pergunta no Teleduca (TVD)

Esse requisito se refere ao fato de selecionar uma pergunta entre as disponíveis para o questionário escolhido. Após o usuário apertar o botão “ok” na tela de questionários, será mostrada uma pergunta com suas respectivas alternativas de respostas. Nesse momento, o sistema informará para o usuário, por meio de uma voz artificial, a parte do sistema em que ele está e como deverá proceder para selecionar uma pergunta. Essas perguntas podem ser navegadas através dos botões setas “para direita” e “para esquerda” do controle remoto.

[RF005] Escolher uma alternativa de uma pergunta escolhida no Teleduca (TVD)

Após o usuário escolher uma determinada pergunta, ela será mostrada com suas respectivas alternativas de respostas. Neste momento, o sistema informará para o usuário, por meio de uma voz artificial, a parte do sistema em que ele está e como deverá proceder. O usuário deverá selecionar uma opção de alternativa disponível. Essas opções podem ser navegadas com a utilização dos botões setas “para cima” e “para baixo” do controle remoto, mas, para a confirmação da opção escolhida, será necessário pressionar o botão “ok” do controle remoto. Caso a escolha seja certa ou errada, uma voz sintetizada será emitida informando ao usuário.

[RF006] Acessar resultado no Teleduca (TVD)

Caso o usuário tenha escolhido algum questionário e esteja na tela seguinte, resolvendo algumas das questões, será possível escutar como está seu desempenho em relação a erros e acertos pressionando o botão trapézio de cor verde do controle remoto.

[RF007] Acessar Ajuda no Teleduca (TVD)

Caso o usuário tenha iniciado o sistema e esteja com dúvida acerca de seu funcionamento, ele deverá pressionar o botão triângulo de cor amarela do controle remoto para adquirir ajuda.

[RF008] Acessar leitura da legenda no Teleduca (TVD)

Ao pressionar a tecla quadrado (botão azul), o sistema informará ao usuário, por meio de voz, todas as opções disponíveis da legenda.

[RF009] Permitir o cadastro de professores no Teleduca (WEB)

Caso o administrador tenha escolhido a opção manter professores, o sistema deverá permitir que sejam realizadas as operações de inclusão, alteração e exibição dos professores, com os seguintes atributos: nome, CPF e senha.

[RF010] Permitir o cadastro de alunos no Teleduca (WEB)

Caso o administrador tenha escolhido a opção manter alunos, 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 questionários aos quais o aluno terá acesso.

[RF011] Permitir o cadastro de questionários no Teleduca (WEB)

Caso o professor tenha escolhido a opção manter questionários, o sistema deverá permitir que sejam realizadas as operações de inclusão, alteração, remoção e exibição dos questionários, com o seguinte atributo: nome do questionário.

[RF012] Permitir o cadastro de perguntas no Teleduca (WEB)

Caso o professor tenha escolhido a opção manter perguntas, o sistema deverá permitir que sejam realizadas 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.

[RF013] Usabilidade do sistema

Por se tratar de uma tecnologia recente e por atingir as mais diversas classes sociais, as interfaces gráficas devem ser intuitivas (que o usuário compreenda sem muito esforço como manusear o sistema) e acessíveis (utilizando recursos de acessibilidade) aos usuários com deficiência visual.

[RF014] – Texto

Utilizar os textos Tiresias ou Gill Sans Bold.

[RF015] – Navegação

Não usar dois botões para a mesma função, não usar botões de cores para propósitos que se aplicam melhor às setas e tentar restringir o máximo possível as funções de navegação às setas e ao botão “ok”.

[RF016] 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.

[RF017] Uso de cores no sistema

Utilizar cores que definam um contraste mínimo aceitável entre o fundo da tela e o texto, conforme indicação de EMAG (2014) no capítulo 2.

[RF018] Uso de outras características sensoriais para diferenciar elementos

Uso de diferentes cores e figuras, ou imagens, para diferenciar elementos iguais.

[RF019] Navegação entre os campos

Utilizar a tecla “Ok” para confirmar a opção escolhida. Na parte de escolha de opções, como uma listagem, utilize as setas para cima, para baixo e para os lados (direita e esquerda). Para facilitar a distinção de um elemento previamente selecionado dos demais, é necessário destacar a opção selecionada com uma cor diferente das demais opções. Também deverá aparecer uma imagem de um círculo ao lado da opção selecionada.

4.4.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais são serviços que estão relacionados à confiabilidade, tempo de resposta, espaço de armazenamento, entre outros (SOMMERVILLE, 2007).

Também foram consideradas como requisitos não funcionais algumas recomendações sobre acessibilidade que foram elencadas no capítulo 2.

[RNF001] Segurança

Os dados informados no sistema não devem conter informações pessoais que comprometam a privacidade dos telespectadores.

[RNF002] Middleware Ginga

A utilização do Middleware Ginga permite o desenvolvimento de aplicações interativas para a TV Digital de forma independente da plataforma de hardware dos fabricantes de terminais de acesso (*Set-Top-Box*).

[RNF003] Canal de Interação

Os Canais de Interação são responsáveis pelo transporte dos dados enviados pelos telespectadores, criados dentro do receptor, até serem decodificados pelo difusor. Os canais de interação a serem utilizados podem ser o cabo, o satélite, o telefone ou a internet.

[RNF004] – Público-alvo

O sistema estará preparado para atender ao aluno com deficiência visual, desde que ele possua recursos de hardware e *software* que lhe dão suporte, como o *Set-Top-Box* e o acesso à internet.

[RNF005] – Tempo de Resposta

O tempo de resposta não deve ser superior a 8 segundos e deve informar ao usuário caso ocorra algum atraso no envio da informação. Esse tempo limite estabelecido foi baseado nas diretrizes propostas pela BBC (2006) no capítulo 2.

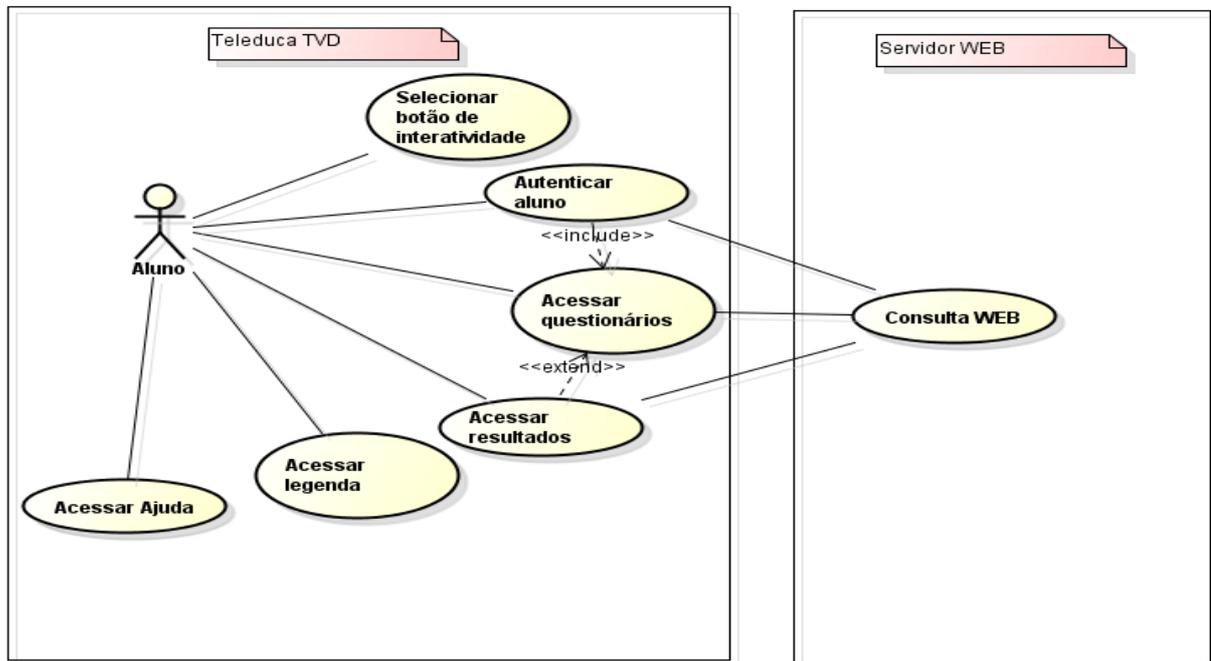
4.5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Os casos de uso são feitos com cenários de acordo com a especificação de requisitos. Eles funcionam para descrever sistemas orientados a objetos com isso, ele demonstra o tipo de interação e os agentes envolvidos (SOMMERVILLE, 2007).

Diante disso, os casos de uso foram elaborados para ilustrar a interação dos usuários com os dois módulos do sistema. Os casos de uso serão realizados de acordo com os requisitos funcionais e não funcionais mencionados na seção anterior.

Com relação ao módulo Teleduca (TVD) e no perfil de aluno, ficou constatada a necessidade de cinco casos de uso (ilustrados na Figura 22) para a representação das funcionalidades previstas para o sistema. São eles: Selecionar botão de interatividade, autenticar aluno, acessar questionários, acessar resultados, acessar legenda e acessar ajuda.

Figura 22 - Diagrama de casos de uso do sistema Teleduca (TVD)

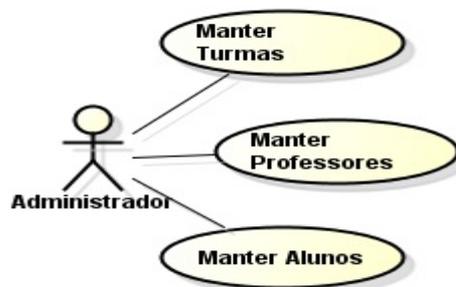


Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Na Figura 23, está presente o diagrama de casos de uso do Teleduca (WEB), no qual o ator administrador interage com os casos de uso manter turmas, manter professor e manter alunos. O ator professor interage com os seguintes casos de uso: manter questionários e manter perguntas, conforme ilustra a Figura 24.

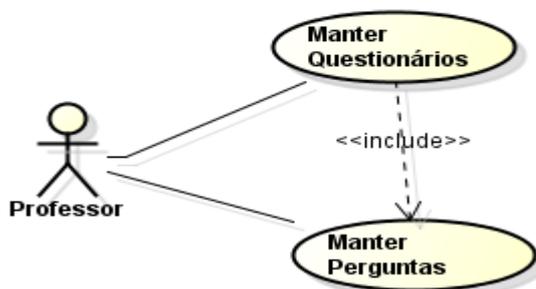
A especificação dos casos de uso dos módulos Teleduca TVD e Teleduca WEB está presente no Apêndice B.

Figura 23 - Casos de uso do Teleduca (WEB) com o ator administrador.



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Figura 24 - Casos de uso do Teleduca (WEB) com o ator professor.

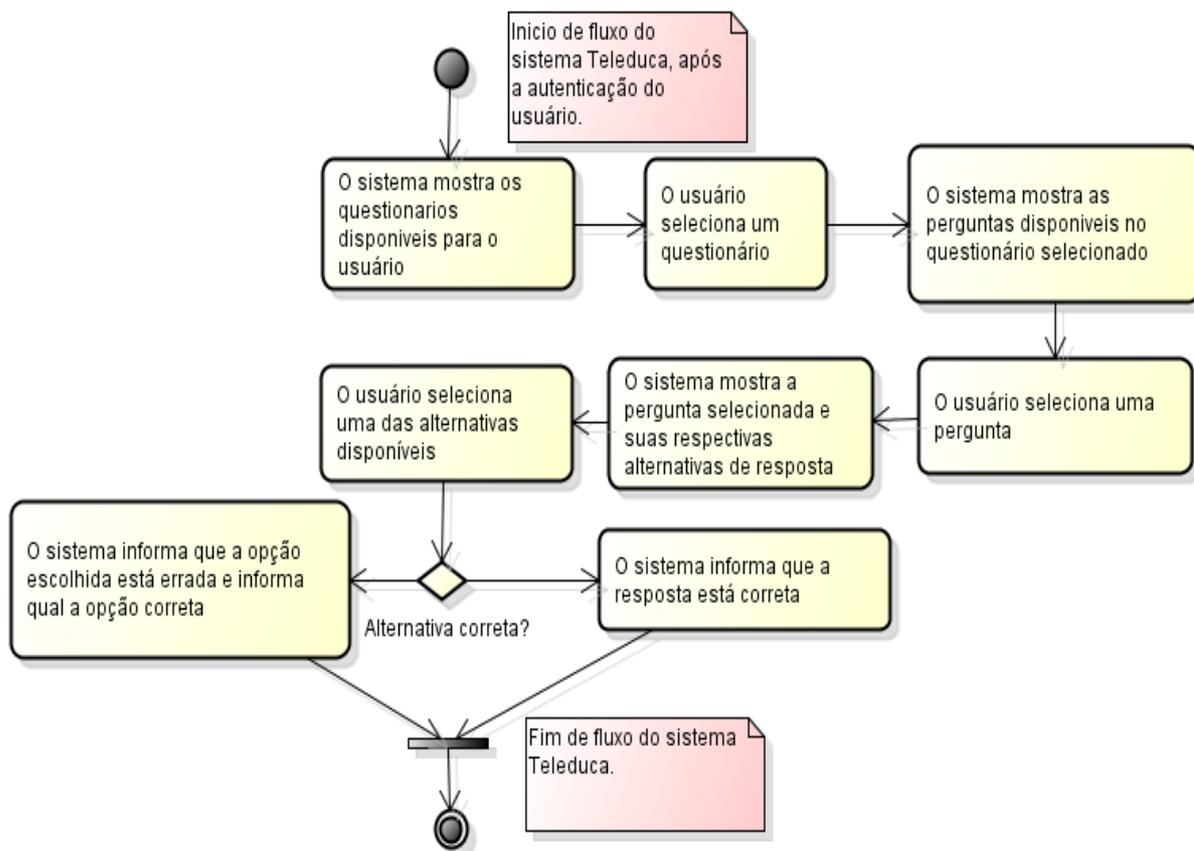


Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

4.6 DIAGRAMA DE ATIVIDADES

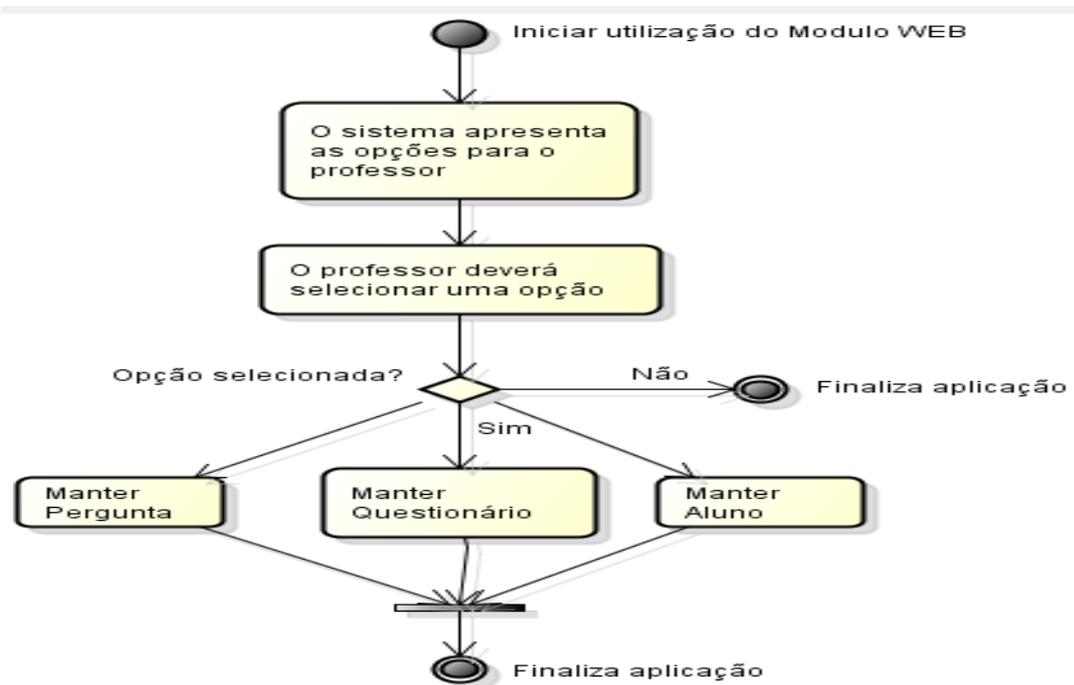
Na Figura 25, apresenta-se o diagrama de atividades do módulo TVD, que demonstra todas as possíveis transações de funcionalidade efetuadas durante a execução do sistema. Na Figura 26, é possível verificar o diagrama de atividades do módulo WEB.

Figura 25 - Diagrama de atividades do Teleduca (TVD)



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Figura 26 - Diagrama de atividades do Teleduca (WEB)



Fonte: Elaborada pelo autor (2015)

4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foram demonstradas as primeiras etapas da concepção do Teleduca. O design iterativo foi utilizado como metodologia deste trabalho. O motivo da escolha do design iterativo diz respeito à realização de todas as etapas a cada iteração. Com essa metodologia, nas primeiras iterações, é verificada se a construção do sistema está sendo fiel aos requisitos. A cada iteração, algumas funcionalidades do sistema são testadas. Esses testes auxiliaram nas decisões por mudanças.

Muitas dessas mudanças foram motivadas por alterações nos requisitos, após a identificação de alguma inconsistência. O fato de trabalhar com todas as etapas a cada iteração facilitou uma rápida percepção acerca de problemas que poderiam surgir ou que estivessem atrapalhando.

O sistema Teleduca foi construído conforme direcionamentos elencados por Andreatta (2006), no que diz respeito à implementação de sistemas educativos para a TVD. Diante desses direcionamentos, foi idealizada a proposta do Teleduca, que é fornecer um sistema de aprendizagem para deficientes visuais por meio da TVD. Sua utilização ocorre por meio de três abordagens: uso do banco de questões, programas educativos do tipo “PED” que utilizam o Teleduca para a avaliação dos telespectadores acerca do assunto que está sendo

visto e a criação ou adaptação de programas educativos para a classificação “PED”. A classificação “PED” foi criada neste trabalho com a finalidade de melhor identificar os programas aptos a utilizar o sistema Teleduca.

O Teleduca possui dois módulos: WEB e TVD. O primeiro é utilizado por professores para a criação e a elaboração das avaliações por meio de um sistema disponibilizado na internet. O segundo é o sistema televisivo utilizado por alunos deficientes visuais.

Protótipos foram elaborados de acordo com os requisitos funcionais e não funcionais. Esses protótipos, construídos durante este trabalho, possibilitaram que erros em todas as etapas do projeto fossem descobertos no começo ou durante o projeto.

No próximo capítulo, serão detalhados os aspectos de implementação utilizados no desenvolvimento do sistema Teleduca.

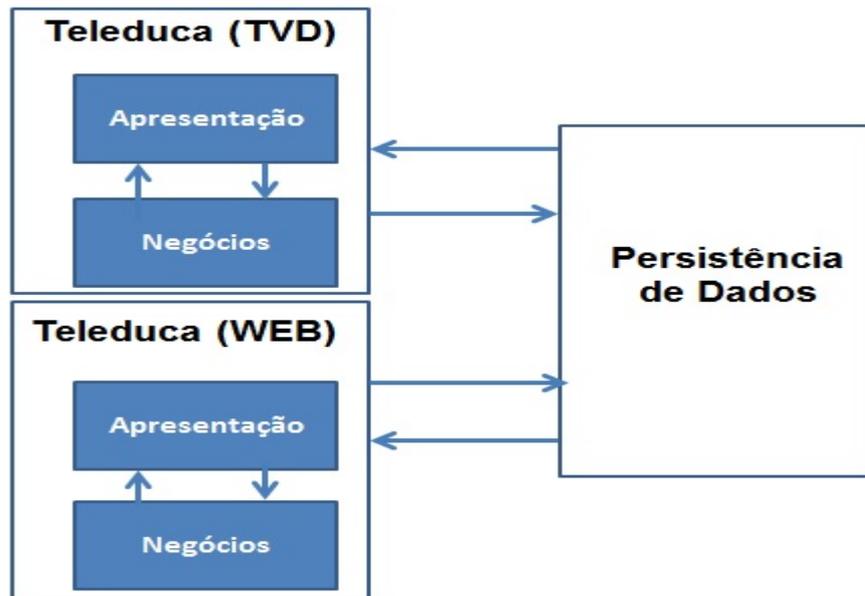
5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO TELEDUCA

Neste capítulo, são explicadas as tecnologias e os assuntos técnicos envolvidos no desenvolvimento. Primeiramente, será apresentada a arquitetura do Teleduca. Em seguida, serão apresentados os componentes envolvidos e as ferramentas utilizadas.

5.1 ARQUITETURA DO TELEDUCA

A arquitetura do sistema tem o objetivo de ilustrar, em uma visão geral, como funciona o Teleduca conforme ilustra a Figura 27.

Figura 27 - A arquitetura do Teleduca



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

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

A camada de apresentação do Teleduca (WEB) será acessada por meio 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 é feito através do protocolo HTTP utilizando componentes escritos em PHP. Toda a regra de negócio no módulo WEB é realizada com a linguagem PHP.

Em relação ao Teleduca (TVD), as partes de apresentação e negócio serão executadas 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*. O desempenho no acesso às informações é aceitável, pois o tempo gasto para essa atividade não passa de 1 segundo. Tempo menor do que o estipulado pela BBC (2006) como limite de tempo “aceitável”, que é de 8 segundos.

A utilização do módulo Teleduca (TVD) poderá ser feita de duas formas: realizando instalação do módulo TVD no *Set-Top-Box* (STB) da casa do aluno ou na própria escola, ou, ainda, enviando o sistema Teleduca por meio do sinal da antena por meio de “*broadcast*”. Este último somente seria possível com a colaboração de uma emissora de TV. No caso do módulo Teleduca “WEB”, este pode ser instalado em qualquer servidor WEB.

Por questão de segurança, nenhuma informação pessoal do usuário será enviada. 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. Na camada de persistência, o SGBD utilizado foi o *Mysql*, que é gratuito.

De acordo com a Figura 28, que ilustra a topologia física do sistema Teleduca, a utilização do ator professor ou administrador é realizada através de um computador utilizando o protocolo HTTP para estabelecer a comunicação entre o browser e o servidor WEB. Na interação dos alunos com o *Set-Top-Box* e a TV, o *WebService* é utilizado para estabelecer a comunicação entre o servidor web e o Teleduca TVD.

A interação entre o deficiente visual e o Teleduca módulo TVD deve ocorrer por meio do controle remoto do *Set-Top-Box*. As informações do usuário deverão ser enviadas através do canal de retorno, com uma chamada ao *Webservice*, responsável por armazenar essas informações no Banco de Dados. Esses dados podem gerar informações importantes para o professor e fornecer um apoio educacional mais preciso em relação aos seus alunos. Os requisitos não funcionais serão atendidos para melhorar a utilização do sistema. Entre esses requisitos não funcionais, destacam-se: detalhes de segurança, usabilidade e acessibilidade.

Figura 28 - Topologia física do sistema Teleduca.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

5.2 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

As ferramentas e as tecnologias utilizadas na concepção e na implementação do sistema Teleduca nos módulos “TVD” e “Web” são *Freeware* ou *Open Source*. Essas ferramentas, além de apresentarem uma excelente qualidade desejada, forneceram também a redução dos custos no desenvolvimento.

Para o desenvolvimento do sistema Teleduca no módulo TVD, foi utilizado o Ginga, *middleware* de código “aberto” do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD).

O subsistema escolhido para o desenvolvimento do Teleduca foi o Ginga-NCL, uma vez que a linguagem Java foi preterida em relação às linguagens NCL (linguagem responsável pela camada de apresentação) e Lua (linguagem de script).

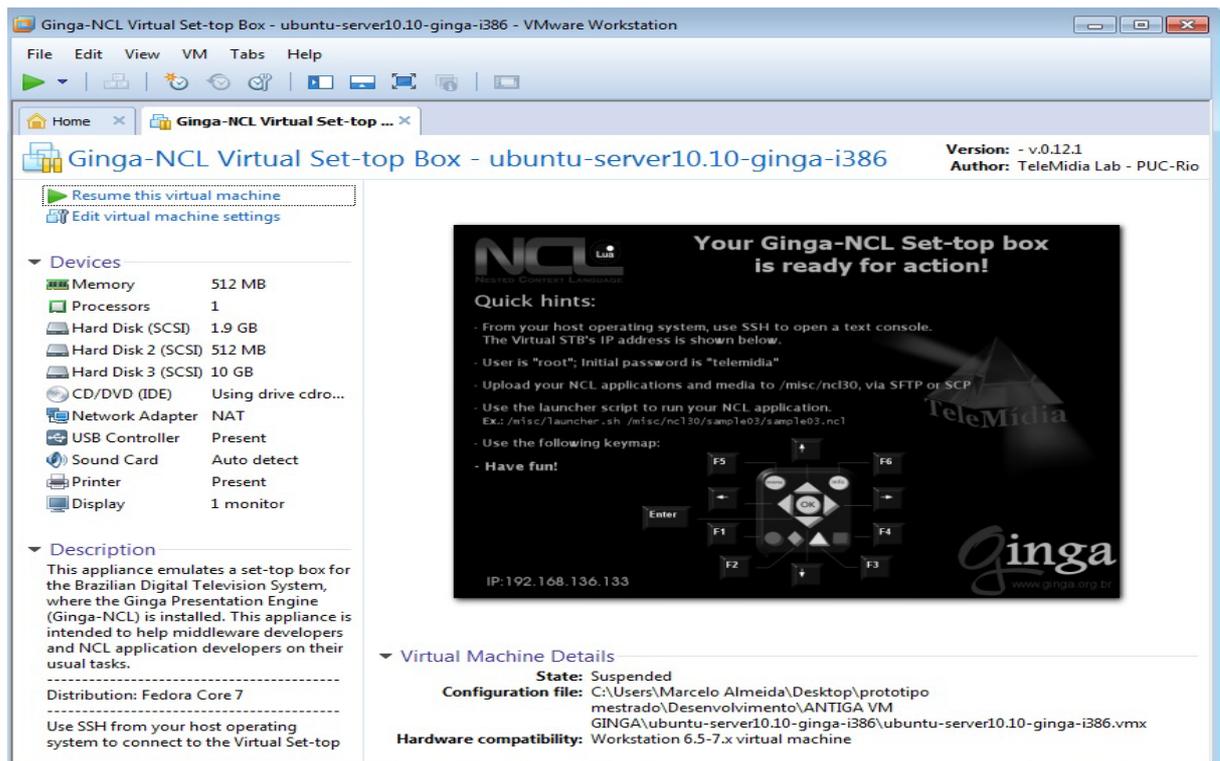
Portanto, o desenvolvimento do software na TVD com o Ginga-NCL foi realizado com as linguagens NCL e Lua. Na execução, na validação e nos testes do código foi utilizado o Virtual Ginga-NCL STB, uma máquina virtual que trabalha com Ginga e seu respectivo subsistema Ginga-NCL. Essa máquina virtual foi desenvolvida pela PUCRJ com a finalidade de fazer a simulação de uma TV com o Ginga instalado. Essa simulação se faz necessária para que o desenvolvedor possa ter uma ideia de como o seu sistema irá se apresentar na televisão. A máquina virtual pode ser instalada em um computador que tenha um sistema operacional instalado com o Windows ou Linux.

Como ambiente de desenvolvimento, o NCLEclipse foi o escolhido, pelo fato de ser um ambiente maduro e bastante utilizado por várias linguagens. Outro motivo na escolha do Eclipse foi devido à facilidade na instalação, configuração e utilização, pois o emulador (máquina virtual instalada e configurada no computador) pode ser facilmente baixado, executado e conectado ao Eclipse por meio da conexão SSH (*Secure Shell*).

Com base nesta explicação inicial, a seguir será apresentado um passo a passo do uso de algumas ferramentas utilizadas na simulação de uma TV interagindo com o Teleduca.

O primeiro passo, conforme ilustra a Figura 29, foi utilizar o programa chamado VMware Workstation 8 em conjunto com a imagem “.iso” do Ginga-NCL, disponibilizada pela PUCRJ, para a criação de uma máquina virtual em que foram realizados os testes de funcionamento do sistema.

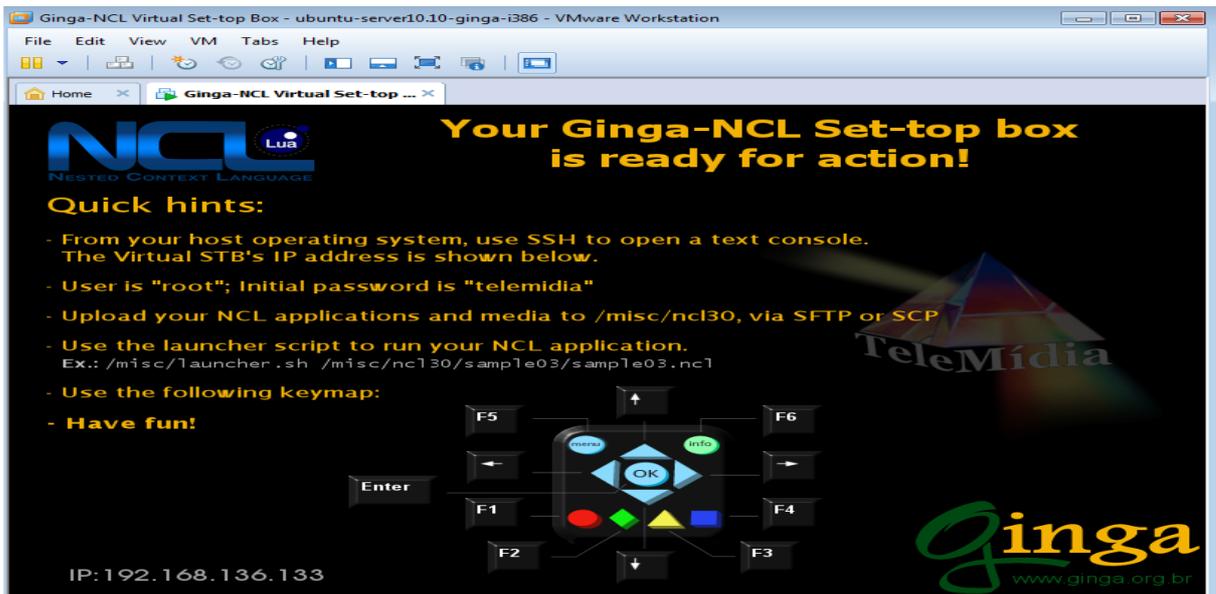
Figura 29 - Programa VMware emulando a imagem do Ginga.



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

A Figura 30 indica a imagem do Ginga-NCL transformada em máquina virtual e inicializada no VMware. Essa máquina virtual está pronta para o uso. A própria máquina fornece algumas informações básicas para o sistema funcionar, como as teclas do computador correspondentes aos botões do controle remoto, o endereço IP para acesso via SSH, o comando inicial para executar um sistema de teste, entre outros.

Figura 30 - Imagem do Ginga-NCL criada e inicializada no VMware



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

Na Figura 31, é apresentado o Eclipse, utilizado para codificação do sistema Teleduca. Os plugins NCL Eclipse, Lua Eclipse e RSE (*Remote System Explorer*) foram utilizados no Eclipse para facilitar o desenvolvimento do sistema. O NCL Eclipse auxilia o desenvolvimento de sistemas em NCL. O plugin Lua Eclipse permite edição do script Lua com a função autocompletar que sugere a sintaxe correta da linguagem, agrupamento de código, inserção de comentários, além de verificar os erros na compilação. O RSE oferece meios para conexão SSH com ambientes remotos; nesse caso, conectar o Eclipse à máquina virtual.

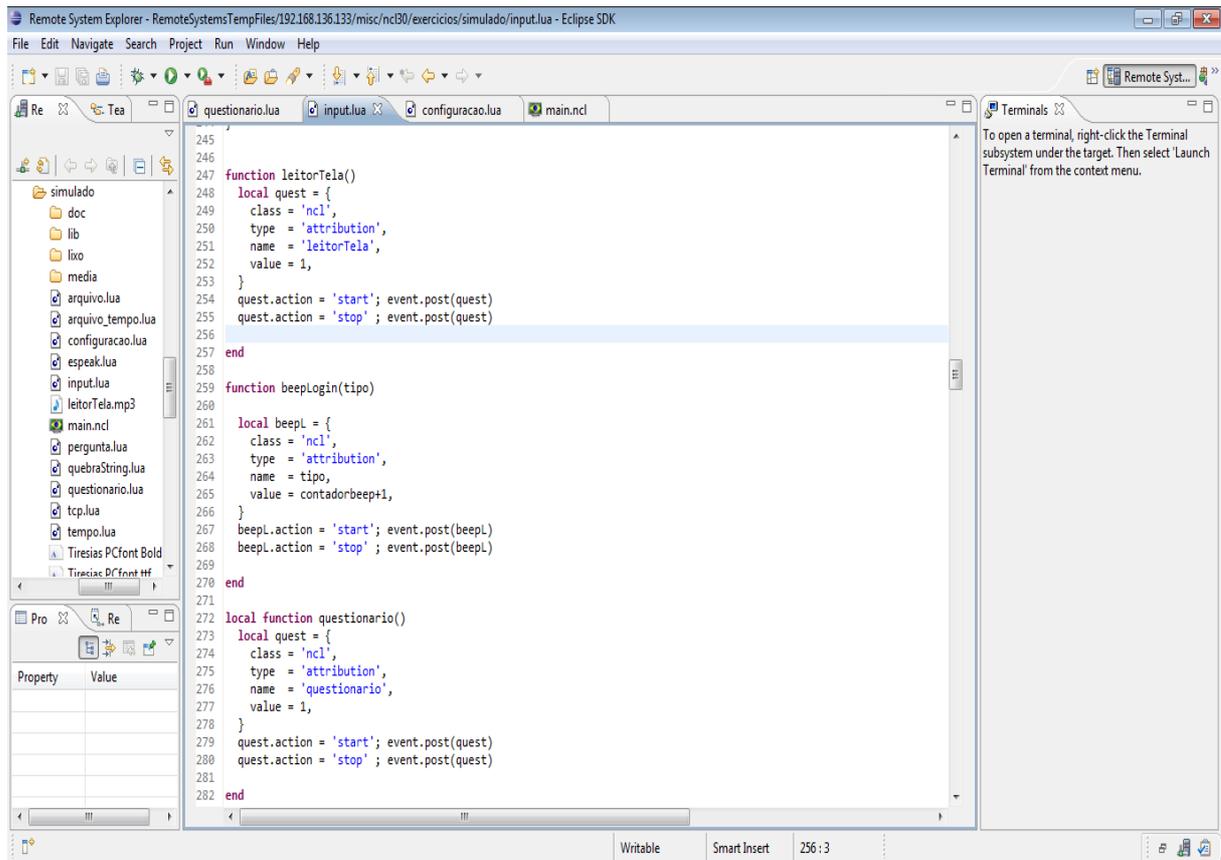
Os demais passos operacionais para o desenvolvimento do Teleduca estão presentes no Apêndice C.

No caso do sintetizador de voz, foi utilizado e testado o sintetizador de voz do Google e o sintetizador de voz Espeak. Eles foram selecionados pelo fato de serem livres e ambos terem suporte ao idioma português (ver capítulo 2). Mais adiante, serão visualizados os testes e o modo como cada um foi implementado e utilizado no sistema.

Para o desenvolvimento da parte web, foi utilizada a linguagem PHP. Essa linguagem foi escolhida pelo fato de ser amplamente utilizada em vários projetos de diversas empresas. Na parte de banco de dados, foi utilizado o Mysql, que foi escolhido também pelo fato de ser muito utilizado em diversos projetos e ser um software gratuito.

Para a modelagem do sistema Teleduca, o programa *Astah Community* foi utilizado para a construção dos diagramas de casos de uso, atividades e sequência.

Figura 31 – Teleduca no ambiente de desenvolvimento Eclipse.



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

5.3 O USO DOS SINTETIZADORES DE VOZ GOOGLE E ESPEAK NO TELEDUCA

Nesta seção, serão explanados a diferença na implementação, a utilização e o desempenho entre os sintetizadores de voz Espeak e Google integrados com o protótipo do Teleduca. No final, foi elaborada uma tabela comparativa entre os dois sintetizadores de voz.

O Espeak foi uma importante escolha, pois era preciso selecionar um sintetizador que funcionasse fisicamente para que o acesso fosse mais rápido. O Espeak foi instalado no simulador utilizado para a integração, o desenvolvimento e os testes com o Teleduca. Para que a integração do Espeak com o Teleduca funcionasse perfeitamente, foi necessária a utilização do Lame, software responsável por converter arquivos de formato “WAV” para “MP3”.

Os softwares Espeak e Lame são nativos da linguagem Linux, porém eles não vêm instalados por padrão. A instalação desses softwares no simulador foi facilitada, pois o simulador utiliza como sistema operacional o Maverick 10, uma versão mais enxuta do Ubuntu que é um tipo de distribuição Linux.

Ao procurar o fabricante EITV de *Set-Top-Box* para TVD, ele informou, por meio de email, que o *Set-Top-Box* não possui os programas Espeak e Lame instalados, mas, pelo fato do *Set-Top-Box* também possuir uma distribuição Linux, seria perfeitamente viável a instalação dos dois programas dentro do *Set-Top-Box*

Para não ter apenas uma opção de sintetizador de voz, foi procurado outro sintetizador que não trabalhasse localmente dentro do *Set-Top-Box*, sendo o escolhido o Google TTS, que é acessado via internet.

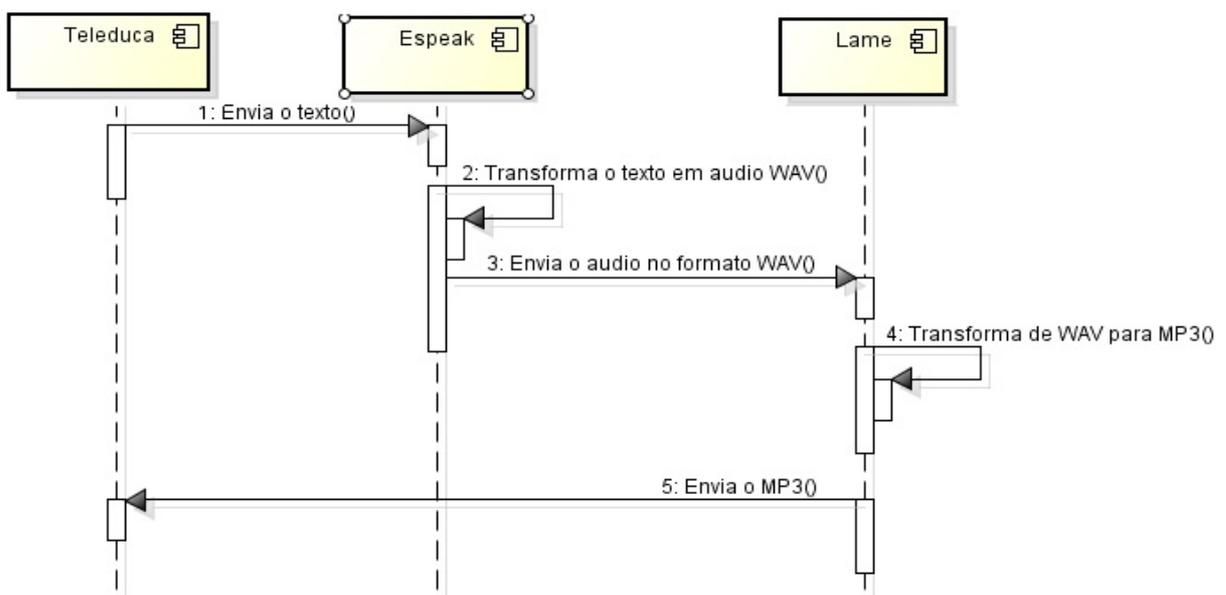
5.3.1 O uso do Teleduca com o sintetizador de voz Espeak

Na Figura 32, é possível verificar o passo a passo de como é feito o trabalho de utilização do Espeak como sintetizador de voz por meio de um diagrama de sequência. No primeiro passo, o sistema envia o texto selecionado para o Espeak.

No segundo passo, o Espeak recebe o texto e faz sua conversão para o formato de som “WAV”. Como o NCL só interpreta áudios no formato “MP3”, foi necessário utilizar o terceiro passo, que é o envio do arquivo em áudio no formato “WAV” para o programa Lame.

No quarto passo, o Lame foi o responsável por receber e realizar a conversão do arquivo no formato “WAV” para o formato “MP3”. Por último, no quinto passo, o Lame envia o arquivo no formato “MP3” para o Teleduca.

Figura 32 - Diagrama de sequência do Teleduca utilizando o Espeak como sintetizador



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

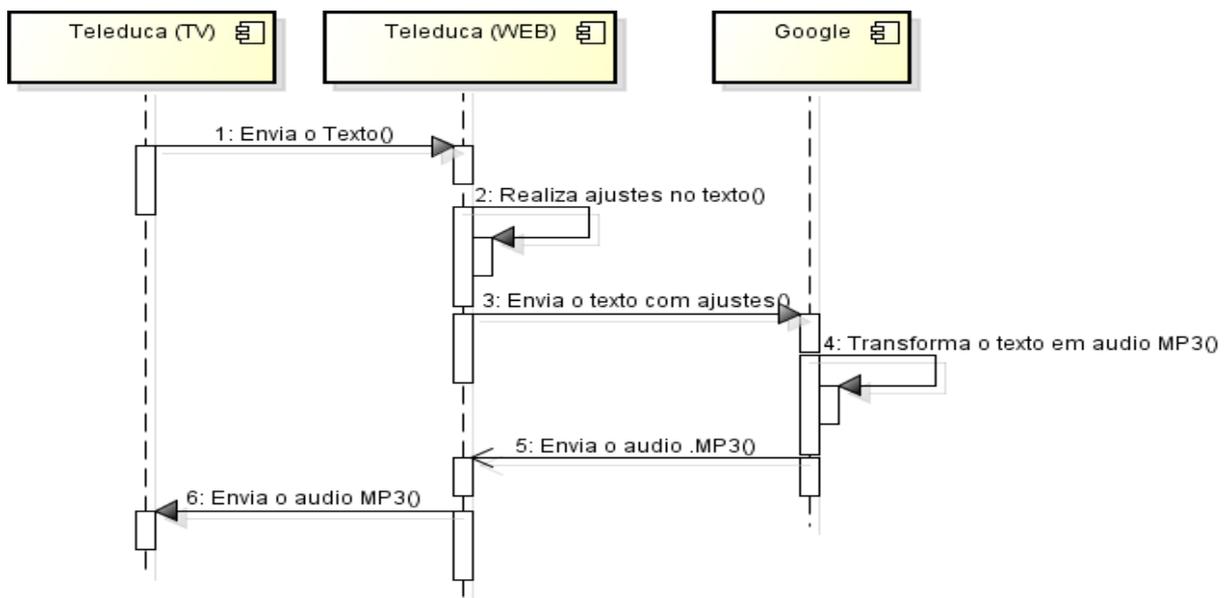
5.3.2 O uso do sistema Teleduca com o sintetizador de voz Google

A Figura 33 retrata cada passo realizado para a utilização do sintetizador de voz Google com o Teleduca por meio de um diagrama de sequência. No primeiro passo, o Teleduca envia o texto para o módulo Web. Depois o módulo Web executa o passo 2, no qual recebe o texto e realiza alguns tratamentos no texto.

No terceiro passo, o módulo Web envia o texto para o sintetizador Google. No quarto passo, o TTS do Google realiza a conversão do texto para o formato “MP3”. No quinto passo, o TTS do Google envia o arquivo “MP3” para o módulo Web. Por último, no sexto passo, o módulo Web envia o arquivo “MP3” para o módulo TVD.

O papel do módulo Web no tratamento da frase é realizar a divisão da frase em outras pequenas frases e enviá-las simultaneamente e recebê-las em formato “mp3”, para, ao final, juntá-las e formar apenas um único arquivo “MP3”, e depois enviá-las novamente para o módulo “WEB”. Essa medida é necessária, pois o sintetizador do Google só aceita frases com, no máximo, 100 caracteres. Então, para não limitar ou se preocupar com esse quantitativo, faz-se necessário o uso desse intermediador (módulo WEB) no meio da comunicação entre o módulo TVD e o sintetizador Google.

Figura 33 - Estrutura do Teleduca utilizando o Google como sintetizador



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Na imagem disposta na Figura 34, é possível ver o comparativo entre os dois sintetizadores utilizados nesse sistema. O critério tempo de resposta não foi utilizado, pois,

com relação ao Google, vai depender do tamanho e da qualidade da conexão utilizada. Nos testes realizados, ambos ficaram dentro do tempo estabelecido como “aceitável”, que é de até 8 segundos, conforme está descrito nos requisitos não funcionais. 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.

Figura 34 - Comparativo entre os sintetizadores Google e Espeak.

	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

Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

O acesso do Teleduca ao Espeak, localmente, é um diferencial, 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.

A mudança na velocidade não trouxe desvantagem ao Google, pois a velocidade padrão do Google é o suficiente para ser compreendida. No caso do Espeak, a mudança da velocidade destaca-se na síntese de voz, pois o Espeak não possui uma voz com boa fonética, fazendo-se necessário alterar a velocidade para conseguir uma voz menos robotizada e mais compreensível.

Outra qualidade perceptível na voz do Google é que a qualidade dela chega muito próxima da voz humana. Uma característica que não fez diferença, mas está presente somente no Espeak é a mudança na voz, de masculino para feminino. Essa característica foi levantada porque pode ter grande significado no futuro, em outros projetos.

5.4 TELAS DO PROTÓTIPO FUNCIONAL DO SISTEMA TELEDUCA (TVD)

A seguir serão apresentadas as telas finais das funcionalidades levantadas nos requisitos funcionais e não funcionais.

Para exemplificar o funcionamento do Teleduca, alguns questionários foram criados com base nas perguntas elaboradas no programa de TV do professor Tibúrcio no programa castelo “Rá Tim Bum” (disponível em <<http://tvratimbum.cmais.com.br/ratimbum/ra-tim-bum-professor-tiburcio>>. Acesso em 15/10/2014).

A Figura 35 é referente a uma tela inicial apresentando como o usuário vai iniciar a interação com o sistema. A princípio, ele verá um logo que indique a existência de uma interação da emissora com o usuário. No caso da figura em questão, a logo está representada pelo “T”. O vídeo que aparece é da *Creative Commons* por motivos de direitos autorais. Esse vídeo é como se fosse a transmissão de um programa televisivo qualquer.

Figura 35 - Tela da emissora com a logo representando que existe uma interatividade.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

A Figura 36 mostra a tela de acesso ao sistema, que o usuário deverá fornecer suas credenciais aos campos de login e senha, para que ele tenha acesso às funcionalidades do sistema. Nessa tela, uma voz artificial irá recepcionar o usuário e, logo em seguida, irá informar como ele deve preencher os campos login e senha na tela de acesso.

Na Figura 37, é visualizada a tela de questionários, em que o aluno deverá selecionar um item para visualizar as respectivas perguntas do questionário selecionado. Uma voz artificial novamente comunicará que o login foi realizado com êxito. Em seguida, o

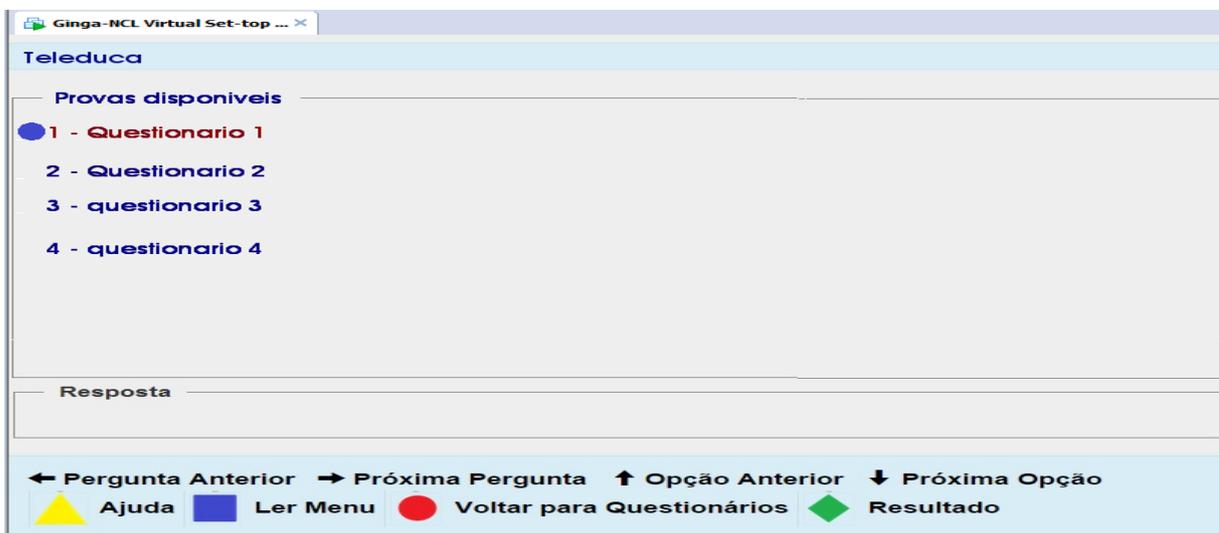
usuário será informado, por meio da voz artificial, da parte do sistema em que ele está e como ele deverá proceder para selecionar uma das opções expostas para ele.

Figura 36 - Tela inicial do sistema Teleduca (TVD).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

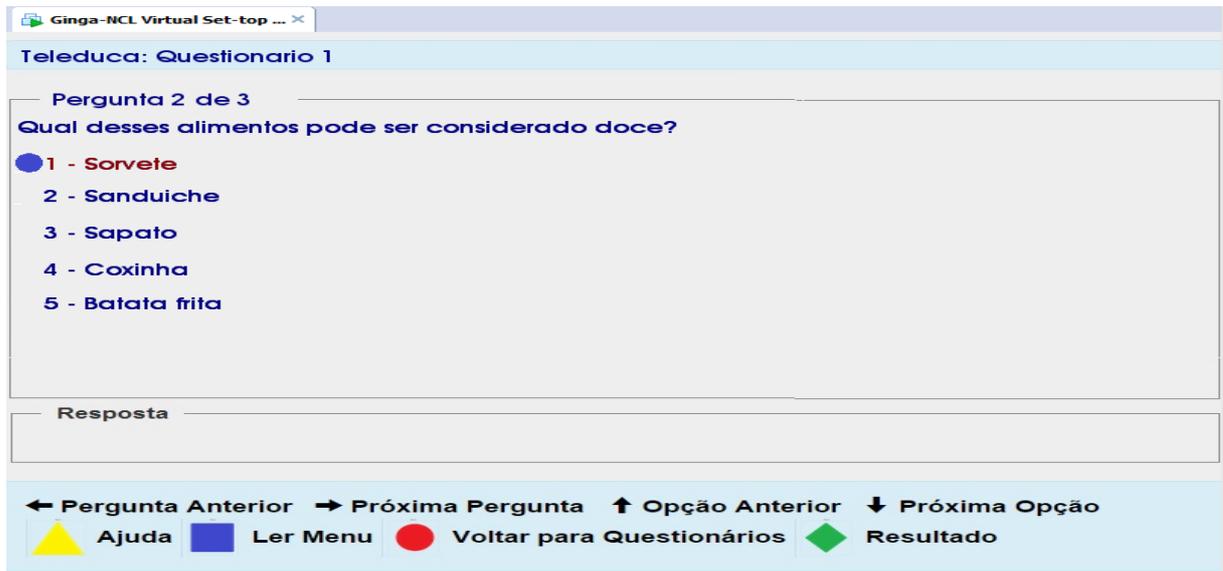
Figura 37 - Tela de questionários do Teleduca (TVD)



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

A Figura 38 apresenta a tela de perguntas, na qual o aluno deverá selecionar uma alternativa entre as disponíveis. Uma voz artificial comunicará ao usuário a opção de questionário que ele selecionou e, logo em seguida, informará como ele deverá proceder para selecionar uma das alternativas de respostas que estarão disponíveis para ele.

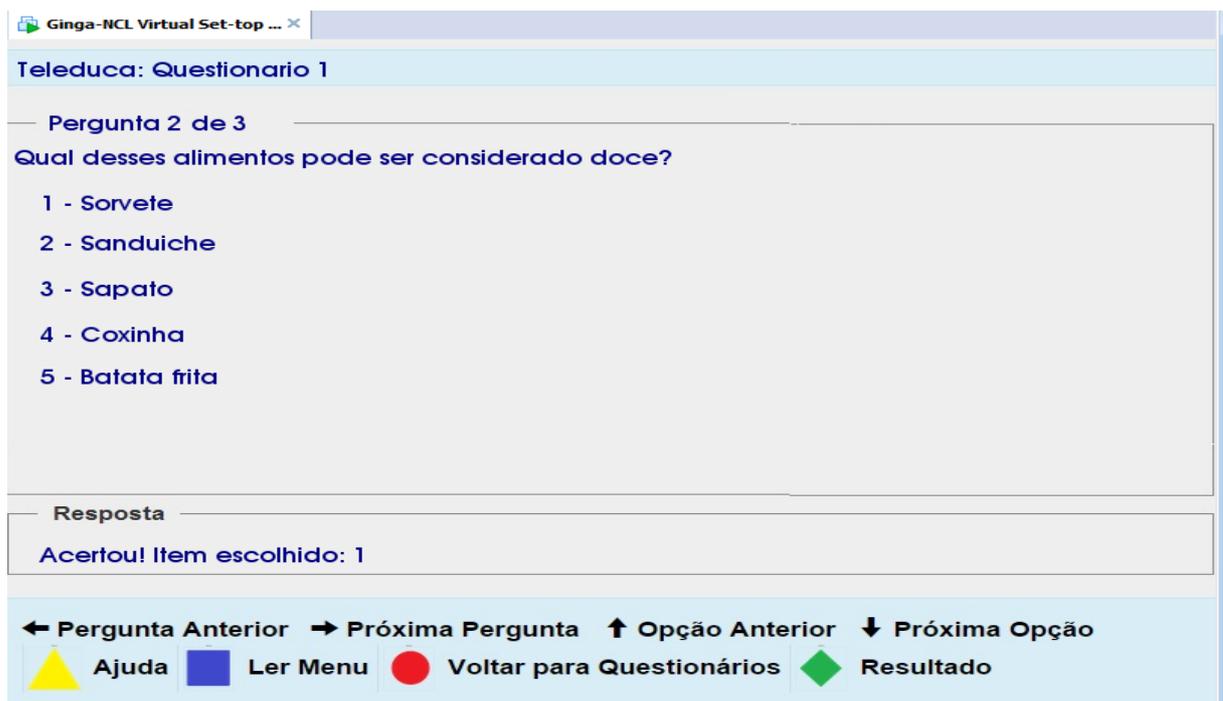
Figura 38 - Tela de perguntas do Teleduca (TVD)



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

No caso da Figura 39 é apresentada uma mensagem, quando o usuário acerta o item selecionado de uma determinada pergunta. Essa mensagem é informada ao usuário por uma voz artificial.

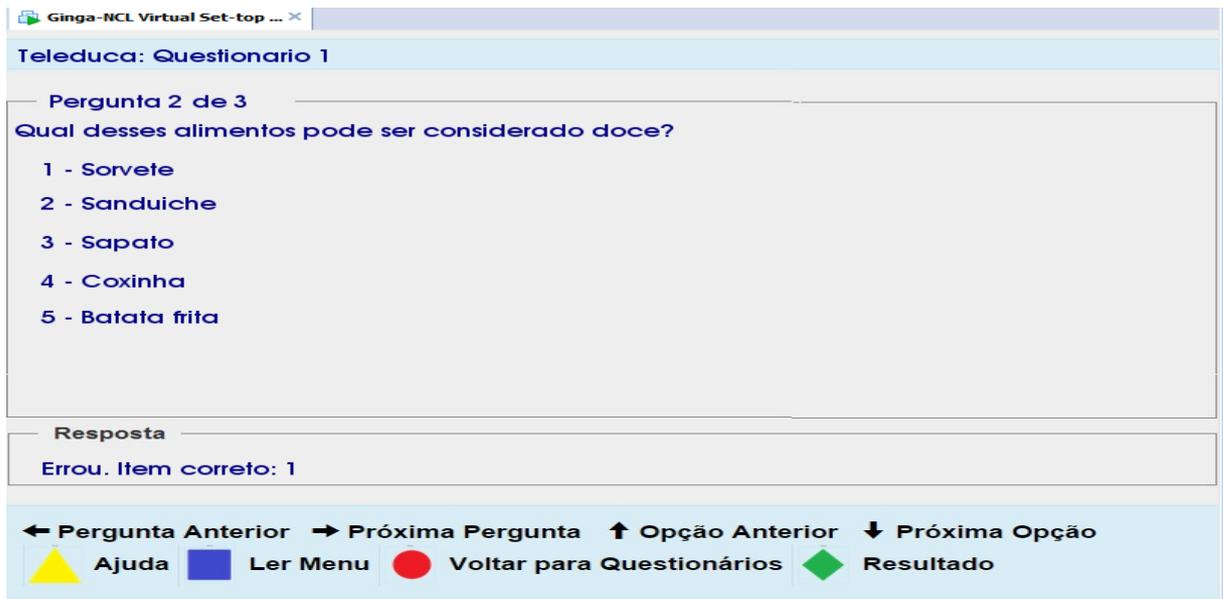
Figura 39 – Tela de perguntas (escolha da alternativa correta)



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

A Figura 40 mostra a tela no caso de o item escolhido ser a opção errada. Uma mensagem é mostrada para o usuário informando a opção correta. Essa mensagem é informada ao usuário por meio de uma voz artificial.

Figura 40 - Tela de perguntas (escolha da alternativa errada)



Fonte: Elaborada pelo autor (2014).

5.5 TESTES COM O PROTÓTIPO DO SISTEMA TELEDUCA

Os testes do sistema Teleduca foram realizados no emulador do GingaNCL-STB, desenvolvido pela PUCRJ.

A seguir serão apresentados os resultados desses testes realizados por um programa que faz a validação e verifica se as telas estão acessíveis para deficientes visuais com baixa visão.

5.5.1 Contraste da tela em relação à cor da letra e à cor de fundo da tela

Na Figura 41, é visualizada a tela que servirá como referência para todos os testes realizados nessa seção. Um desses testes, conforme ilustram as figuras 42 e 43, foi de contraste das telas, que está indicado entre os requisitos não funcionais e na seção 2.7. Para esse teste, foi utilizado o programa chamado “Analisador de Contraste de Cores^{4b}”.

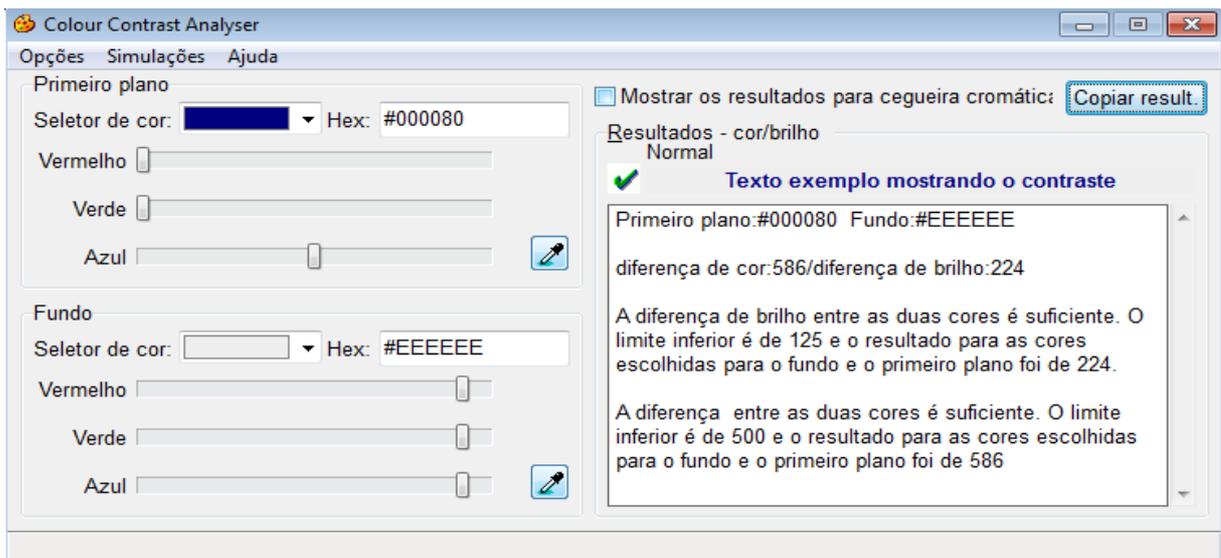
Figura 41 - Tela normal de referência para os testes de contraste.



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Na tela 42, foram realizados os testes apenas de contraste, ou seja, para saber se as cores escolhidas vão prejudicar ou não a identificação de elementos expostos na tela. Nesse teste de contraste, a tela passou, pois as cores de escrita e de fundo da tela são contrastantes o suficiente para que sejam perceptíveis os elementos na tela sem maiores dificuldades.

Figura 42 - Diferença de brilho entre a cor da escrita e a cor do fundo de tela (Opção 1)

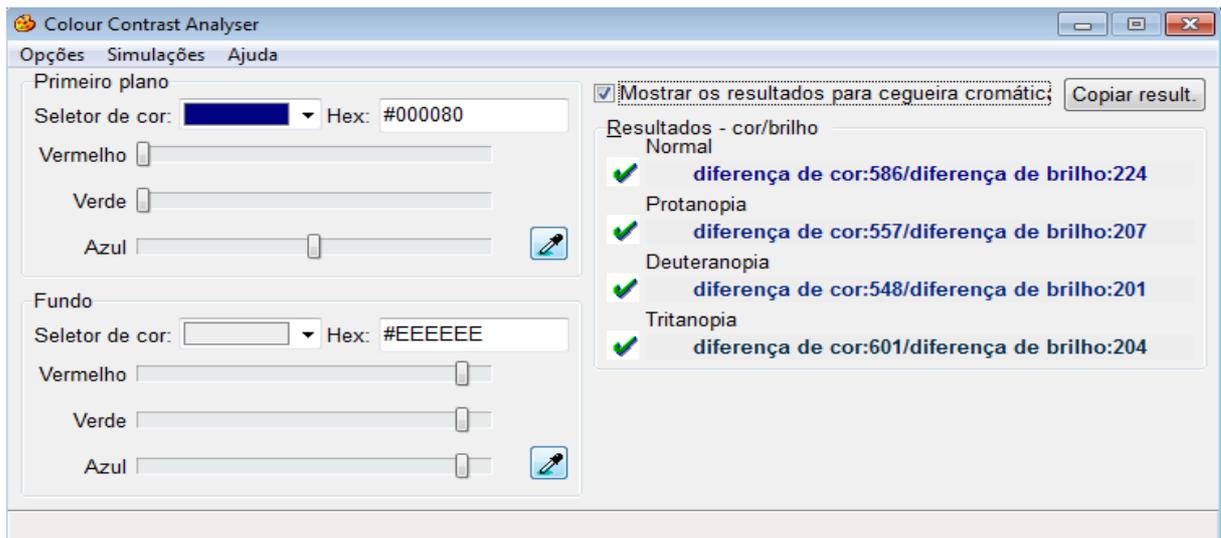


Fonte: Paciello (2014).

⁴ Software responsável pela análise de contraste das cores. Fonte: Paciello (2014).

No segundo teste, exposto na tela 43, foi aprovado, pois conseguiu obter a meta de conseguir 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 43 - Diferença de brilho entre a cor da escrita e a cor do fundo de tela (Opção 2)



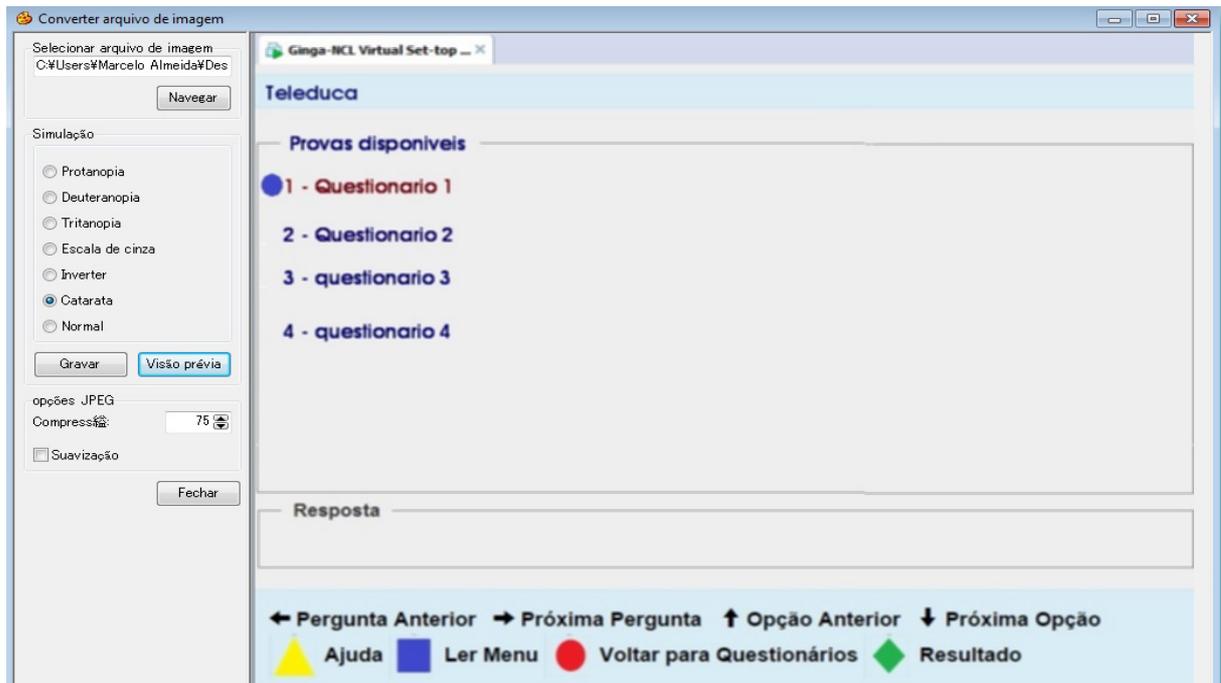
Fonte: Paciello (2014).

É importante ressaltar que, durante os testes de contraste nas telas vistas por pessoas daltônicas e pessoas com catarata, não foi possível verificar a que nível ou grau o software está-se referindo. Na documentação do software em Paciello (2014), ele se limita a dizer que os testes são realizados com base em pessoas que tenham algum grau de daltonismo ou catarata.

Na Figura 44, é possível ver como seria visualizada a tela de referência por uma pessoa com catarata. É possível perceber que a imagem fica um pouco embaçada, mas que é perfeitamente possível distinguir as cores e saber qual opção selecionada.

As figuras 45, 46 e 47 retratam, respectivamente, as pessoas que possuem daltonismo do tipo “deuteranopia“, ”protanopia” e ”tritanopia”. Nesses casos, algumas cores ficam diferentes, mas é perfeitamente possível saber qual a opção selecionada por meio da distinção das cores e do uso de um círculo ao lado da opção selecionada. No caso do menu exposto na parte inferior da tela, o usuário não terá problemas em saber qual funcionalidade de cada botão, pois eles estão representados por figuras geométricas.

Figura 44 - Visualização da tela de referência por uma pessoa com catarata

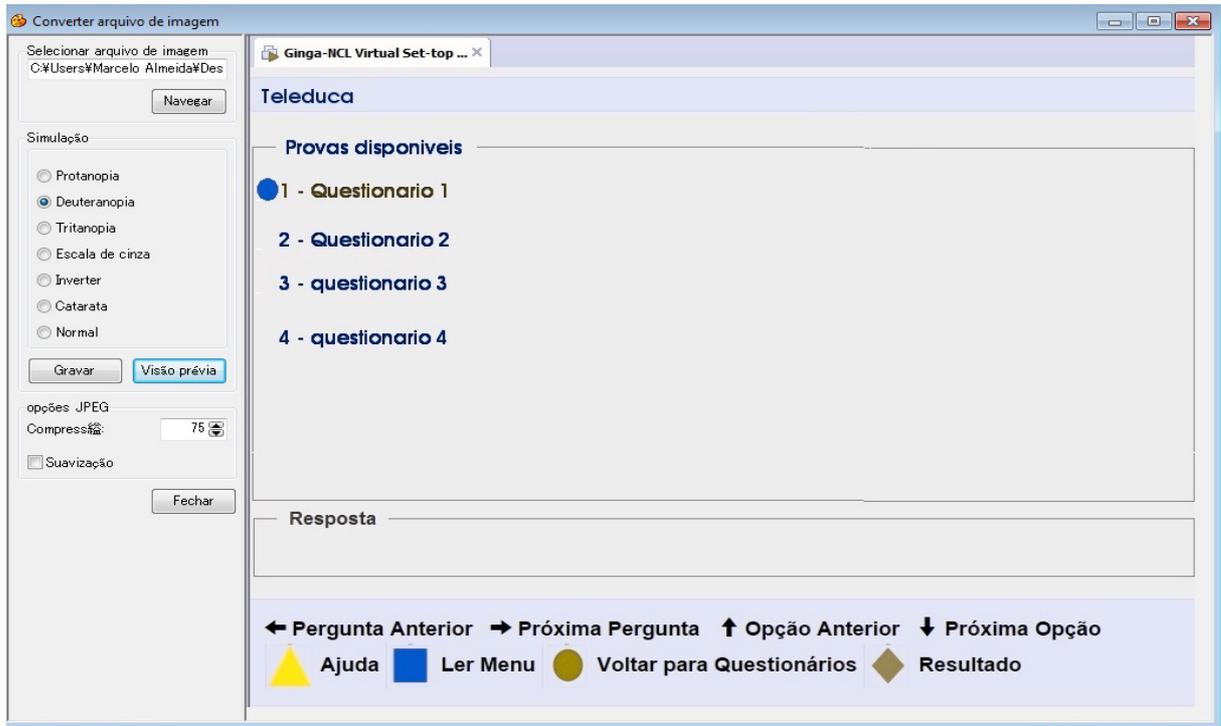


Fonte: elaborada pelo Autor (2015).

As alterações das cores nas telas são feitas conforme o tipo de deficiência. No caso da Figura 45, referente a uma pessoa com o daltonismo tipo deuteranopia, é possível perceber que apenas as cores do item selecionado e os itens da legenda “circulo” e “losango” estão diferentes da tela de referência. No caso da Figura 46, referente a uma pessoa com daltonismo tipo protanopia, também ocorre o problema das cores no item selecionado e nos itens da legenda “circulo” e “losango”, porém é possível perceber que ocorre uma ligeira diferença entre as cores desses itens citados entre as figuras 45 e 46.

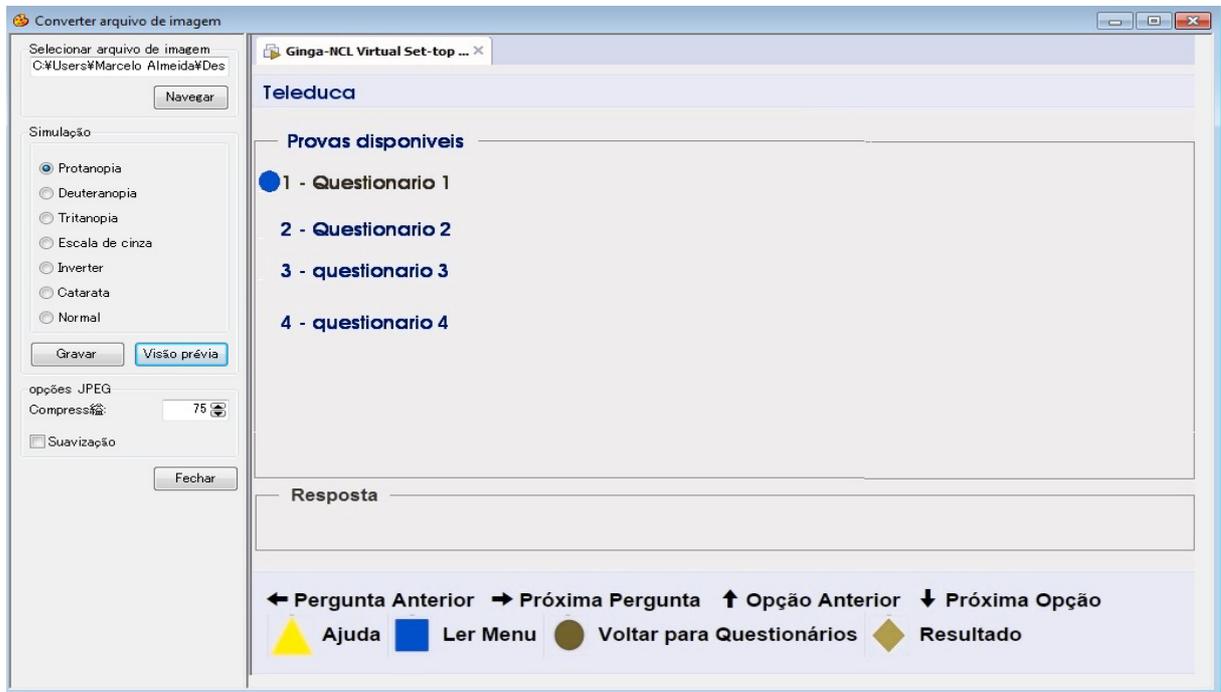
É possível concluir que a cor do item selecionado na Figura 45 é diferente da cor do item selecionado na figura de referência e também é diferente da Figura 46. O mesmo ocorre com os itens da legenda. Essa diferença de cores entre as telas 45 e 46 é bem pequena, mas perceptível. No caso da Figura 47, também ocorre distorção nas cores referentes ao item selecionado e todos os elementos presentes na legenda.

Figura 45 – Tela de referência vista por pessoas com o daltonismo tipo deuteranopia



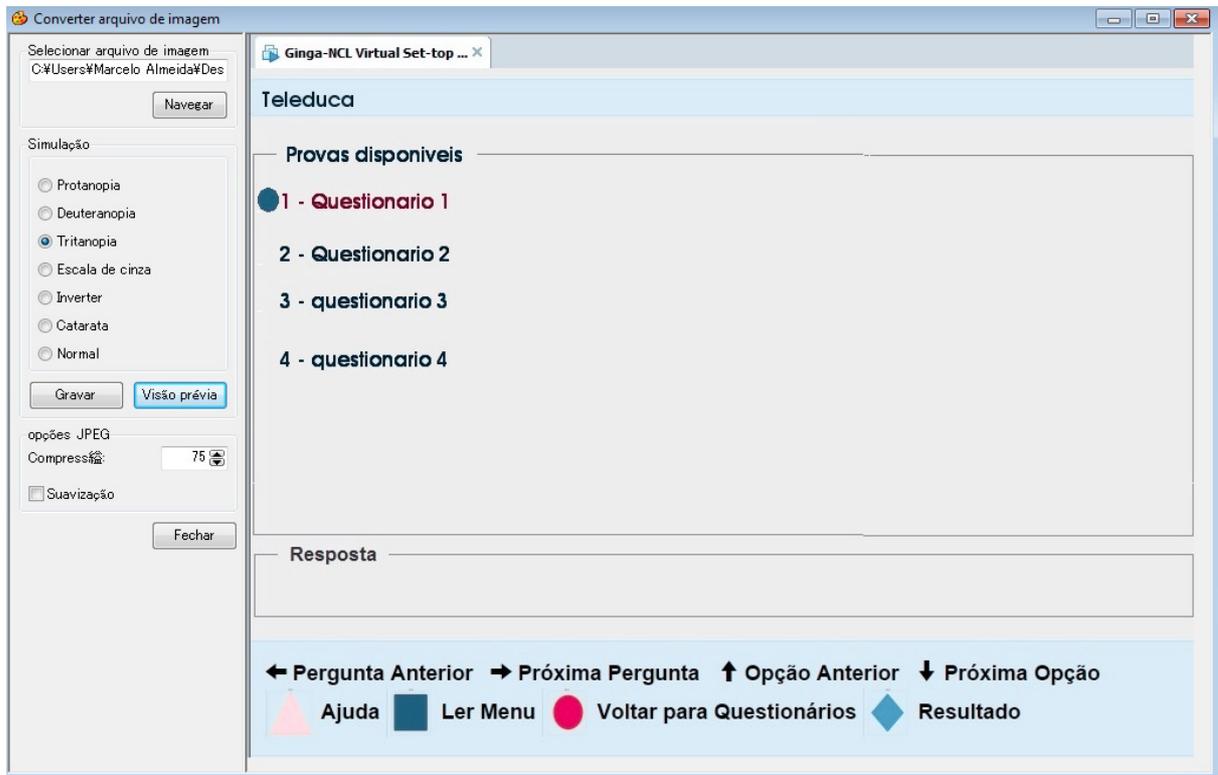
Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Figura 46 - Tela de referência vista por pessoas com o daltonismo tipo protanopia



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

Figura 47 – Tela de referência vista por pessoas que com o daltonismo tipo tritanopia



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

5.6 COMPARATIVO COM OUTROS SISTEMAS

Nesta seção serão apresentados os trabalhos relacionados apresentados no capítulo 3, que geraram protótipo ou produto que tenham sido desenvolvidos com a utilização de tecnologias que podem auxiliar os deficientes visuais na interação com a televisão digital. Assim, será possível validar nossa proposta por meio dos recursos e tecnologias semelhantes, encontradas nesses trabalhos citados.

A Figura 48 mostra um comparativo entre os sistemas, com alguns critérios estabelecidos mediante informações disponibilizadas por cada um. É possível perceber que o modo de interação escolhido foi bastante diversificado, mas cada modo de interação foi escolhido de acordo com o público-alvo.

Este trabalho não foi focado apenas no público-alvo, mas também no menor custo para o cliente e para o fornecedor ao escolher a utilização do controle remoto como meio de fornecer a interação com o usuário. Outro ponto positivo é o fato de o usuário estar habituado ao uso do controle remoto convencional. Isso ficou comprovado em alguns testes realizados

pelo “*TV applications for Elderly*”, que utilizou o *Microsoft Kinect*, o Controle Giroscópio e o *Ipad*, mas, ao final, os usuários preferiam utilizar o controle remoto convencional.

Além disso, esses recursos seriam totalmente inviáveis para o público brasileiro de menor poder aquisitivo. Outra opção que teria mais custos seria o microfone, que foi utilizado no trabalho “Estendendo a NCL para promover interatividade local”.

Figura 48 - Comparativo do Teleduca com outros sistemas

	Teleduca	Talking TV	Speech in a digital world	TV Applications for the Elderly	Estendendo a NCL para promover interatividade vocal
Meio de Interação TV/Usuário	Controle Remoto	Controle Remoto	Controle Remoto	Controle remoto Giroscopico, Microsoft Kinect, Ipad	Microfone/Voz do usuário
Uso de Sintetizador de Voz	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Padrão de TVD	ISDB-TB	DVB-T	Não especificado	Não Especificado	ISDB-TB
Abordagem Educacional	Sim	Não	Não	Não	Não
Gratuito	Sim	Não	Não	Não	Sim
Telas/Videos demonstrativos	Sim	Sim	Não	Não	Não
Público Alvo	Def. Visuais em Geral	Def. Visuais em Geral	Def. Visuais em Geral	Def. Visuais com Baixa visão ou Idosos	Def. Visuais em Geral
Língua Portuguesa	Sim	Não	Não	Não	Sim

Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

No caso do sintetizador de voz, praticamente todos o utilizam. O único diferente dos demais é o “Estendendo a NCL para prover interatividade local”, que utiliza a conversão da voz para texto, ou seja, ele utiliza um microfone como captação da voz do usuário para transformar em ações dentro do próprio sistema.

No “*Talking TV*”, ele não especifica qual sintetizador é utilizado. No “*Speech in a Digital World*”, foi elaborado um protótipo que utiliza o Festival como sintetizador de voz. Como foi explanado no capítulo 2, o Festival foi um dos preteridos pelo fato de não fornecer o idioma português de forma gratuita. Diante disso, o Teleduca utilizou o Google TTS e o Espeak como sintetizadores.

Quanto à utilização do padrão de TVD adotado, incluindo o Teleduca, somente dois utilizaram o ISDB-TB, que é o padrão brasileiro, e que utilizam a língua portuguesa.

Outra vantagem do Teleduca em relação aos trabalhos citados é o fato de ser o único com enfoque educacional que foi idealizado para ser acessível aos deficientes visuais na TVD.

Em relação a telas ou vídeos que comprovem a utilização ou o desenvolvimento dos produtos supracitados, somente o Talking TV disponibilizou. O Teleduca também disponibiliza telas e vídeos de seu protótipo.

Quanto ao público, o único que ficou diferente dos demais foi o “*TV Applications for Elderly*”, que tem como foco o público idoso ou de baixa visão.

O “*Talking TV*” de todos apresentados é o mais completo para os deficientes visuais, pois ele já vem acompanhado de um guia eletrônico de programação (EPG), menus com textos, informações em tempo real, tais como a narrativa para os programas, itens de menu e *layouts* de menu. Todos esses itens são descritos por voz humana. O lado negativo é que ele não é gratuito, não fornece suporte em língua portuguesa e não atende aos requisitos para funcionar em território brasileiro, pelo fato de ter sido desenvolvido no padrão europeu, que é incompatível com o modelo brasileiro.

O Teleduca fica como uma excelente alternativa de custo-benefício para seu uso e implantação no Brasil, uma vez que é gratuito e desenvolvido com softwares gratuitos no padrão brasileiro de Televisão Digital.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O propósito deste capítulo foi apresentar a proposta do sistema Teleduca. Para isso, foram descritas a arquitetura do sistema Teleduca com seus respectivos módulos WEB e TVD e as particularidades na implementação de seus elementos. A arquitetura foi definida em camadas e especificada de uma forma que atenda a todos os serviços elaborados para o sistema Teleduca.

O sistema Teleduca foi desenvolvido para ser um sistema de aprendizagem destinado aos deficientes visuais, baseado no Ginga, o middleware da TV digital brasileira.

Foi realizado um estudo comparativo, e o Teleduca, em relação aos trabalhos pesquisados, foi o único que apresentou uma proposta de trabalhar a acessibilidade junto com a parte educacional para a televisão digital brasileira.

Para utilizar o Teleduca módulo TVD, o sistema Teleduca deverá ser instalado na TV ou *set-top-box* que possua o Ginga. Caso contrário, uma emissora de TV deverá fornecê-lo mediante o sinal de transmissão. O módulo Teleduca Web deverá acontecer mediante

acesso por meio de computadores ligados à Internet. A arquitetura foi concebida para integrar esses dois módulos do sistema.

Para consolidação da proposta, um protótipo funcional foi desenvolvido. Durante as avaliações e os testes com o sistema, foram avaliadas as utilizações do sistema com os sintetizadores de voz da Google e o Espeak, assim como a comunicação entre o sistema e os sintetizadores. Também foram validados os requisitos funcionais. Em relação aos requisitos não funcionais, foi utilizado um programa para realizar a validação a propósito de contrastes das cores presentes no Teleduca, para que pessoas com baixa visão possam diferenciar as informações apresentadas no sistema Teleduca.

Durante o desenvolvimento do Teleduca, foi importante confirmar que os estudos realizados no capítulo 2 sobre as regras, as normas, as recomendações e as tecnologias no âmbito da acessibilidade de outros ambientes poderiam ser adaptados para sistemas de TVD.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação tem como tema central a construção do Teleduca, um sistema interativo de aprendizagem para deficientes visuais, baseado no Ginga, o middleware da TV digital brasileira. Para a realização deste trabalho, foram discutidos conceitos relacionados à acessibilidade e à educação para a TV Digital.

Uma das principais vantagens e diferencial da TVD é a forma como o telespectador interage com a televisão. Essa interatividade pode ser realizada inteiramente por meio do controle remoto da TV, sem a necessidade de utilização de meios antigos como telefone e cartas. Ela ainda pode ser considerada uma das alternativas para se transformar a TV em um meio de comunicação mais acessível para deficientes visuais.

Os trabalhos apresentados na fundamentação teórica comprovaram a necessidade de se investir mais na acessibilidade no campo da TV Digital. Eles mostraram o quanto a televisão é importante e significativa para os deficientes visuais, que, muitas vezes, são esquecidos por quem faz parte do meio televisivo, como emissoras e fabricantes de TV.

Ainda na fundamentação teórica, foram apresentadas algumas recomendações de acessibilidade e usabilidade, importantes na concepção e na implementação do Teleduca. Algumas dessas recomendações, disponibilizadas pelo EMAG (2014), foram adaptadas do ambiente WEB para o meio televisivo.

Em relação aos trabalhos correlatos, observou-se que, na Europa, já existe uma preocupação com relação à acessibilidade na TV. O produto desenvolvido na Austrália para o padrão de TVD europeu, o *“Talking TV”*, é uma prova do quanto os europeus estão avançados, empenhados em prover acessibilidade na TVD.

Este trabalho constatou e comprovou com a elaboração de um protótipo, que é possível trabalhar a acessibilidade na TVD por meio da interatividade do middleware Ginga. Isso ficou claro ao disponibilizar uma estrutura de navegação no sistema Teleduca, que pode ser utilizada por deficientes visuais, através do controle remoto.

A partir da indagação de Silva (2011), o Teleduca mostrou que é possível a utilização de sintetizadores de voz como tecnologia assistiva na TV digital. Através dos sintetizadores de voz, todas as opções que forem acessadas dentro do sistema foram “sonorizadas” pelos sintetizadores de voz da Google e Espeak.

Os testes de interface realizados com o apoio do software “Analisador de contraste de cores”, que verifica o contraste das cores presentes na tela, comprovaram que as telas podem ser compreendidas por pessoas com alguma deficiência visual. Não foi possível

determinar, em sua documentação, a que grau ou nível de daltonismo e catarata ele está se referindo.

Ficou evidenciado, por meio do guia do professor, no apêndice deste trabalho, que, com o uso do Teleduca, pode-se aprimorar competências e habilidades nos alunos, como: liderança, colaboração mútua, boa comunicação e agilidade, além de prover interação tanto entre os próprios alunos, quanto entre alunos e professores.

Vale ressaltar que a concepção e a implementação do Teleduca foram realizadas com o uso de ferramentas “gratuitas”, somado ao *middleware* Ginga de código aberto, desde a sua idealização, criação de artefatos e criação do protótipo. O fato de representar um menor custo é mais um argumento favorável para a implantação deste e demais projetos que venham a surgir, porque, nesse caso, todos os envolvidos saem ganhando, desde o patrocinador ao usuário final. O primeiro porque terá um menor custo para sua empresa, o segundo também terá um menor custo, pois o patrocinador não precisará repassar o valor investido para o usuário final.

Algumas melhorias podem ser adicionadas à nossa solução. Seguem algumas sugestões de melhoria para trabalhos futuros:

- a) Disponibilizar avaliações utilizando imagens e animações;
- b) Disponibilizar outros tipos de avaliações objetivas, nas quais o aluno possa responder às perguntas, mas somente, no final, o Teleduca irá informá-lo sobre sua nota com suas respectivas questões certas e erradas;
- c) Implementar mecanismo que torne o Teleduca adaptativo ao perfil do deficiente visual. Através desse mecanismo, mostrar as avaliações que o aluno pode fazer e mostrar como sugestão outras avaliações que não foram destinadas ao aluno, mas que se encaixam em seu perfil;
- d) Realizar testes do sistema Teleduca com usuários deficientes visuais na TVD. A realização de experimentos do Teleduca com os deficientes visuais na TVD permitiria uma evolução do sistema e a geração de um produto final;
- e) Integrar o Teleduca a plataforma do projeto TV-Metal, referente ao projeto de TV digital, baseado no *middleware* Ginga, que fornece interatividade entre a companhia de energia elétrica e o usuário final (COSTA JÚNIOR et al., 2014);
- f) Disponibilizar uma opção para o deficiente visual solicitar uma explicação mais detalhada sobre a resposta da pergunta escolhida;

- g) Adicionar funcionalidade de tempo disponível para a realização da prova escolhida. Por meio dessa funcionalidade, será possível definir o tempo de realização de prova e informar esse tempo ao deficiente visual no decorrer da realização da prova;
- h) Adicionar novas funcionalidades no Teleduca, utilizando os demais direcionamentos propostos por Andreatta (2006) que não foram utilizados neste trabalho, como serviços de interação Pais-Escola; conhecimentos específicos por meio de serviços interativos em canais independentes; serviços de “aprendizado em vídeos sob demanda”; melhoria de canais temáticos e TV personalizada.

Mais detalhes e propostas de aperfeiçoamento do Teleduca poderão surgir com o uso mais amplo pelos deficientes visuais.

Por fim, este trabalho deixa sua contribuição à comunidade, que pode utilizar todo o conhecimento aqui exposto, para o desenvolvimento de outros trabalhos que envolvam acessibilidade, educação e televisão digital brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 156062, **Televisão digital terrestre – Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital**. 2007. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/imagens/Normalizacao_TV_Digital/ABNTNBR15606-2_2007Vc_2008.pdf>. Acesso em: 15/07/2014.

ABNT NBR 15290, **Acessibilidade em Comunicação na Televisão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 15290 - 30/11/2005, Rio de Janeiro.

ACESSIBILIDADE LEGAL. **Acesso a web e tecnologias assistivas**. 2008. Disponível em: <<http://acessibilidadelegal.com/33-acesso.php>>. Acesso em: 14/07/2014.

ANDREATA, Jomar Alberto. **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%20Jomar.Andreata.pdf>>. Acesso em: 20/09/2014.

ARAÚJO, Tiago Maritan Ugulino de. **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>>.

BATES, Peter J. **A study into TV-based interactive learning to the home**. 2003. Disponível em: <<http://goo.gl/aMrbLX>>. Acesso em 13/10/2014.

BBC. **Designing for interactive television v 1.0 BBCi & Interactive tv programmes**. 2006. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/guidelines/futuremedia/desed/itv/itv_design_v1_2006.pdf>. Acesso em: 20/07/2014.

BBCI. **SOS Teacher, UK on demand, UK**. 2004. Disponível em: <<http://www.pjb.co.uk/t-learning/case9.htm>>. Acesso em: 09/10/2014.

BECKER, Valdecir. **Alguns Conceitos de TV Digital**. 2009. Disponível em: <<http://imasters.com.br/artigo/11583/tv-digital/alguns-conceitos-de-tv-digital>>. Acesso em: 09/07/2014.

BECKER, Valdecir. **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.

BECKER, Valdecir; SOARES, Luiz Fernando Gomes. **Viva Mais - Healthy Eating**. 2009. Disponível em: <<http://club.ncl.org.br/node/28>>. Acesso em: 15/05/2015.

BERBERT, Lucia. **Conversor vai usar força da TV para levar banda larga à baixa renda, afirma Barbosa**. Telesintese. 2014. Disponível em: <<http://www.telesintese>>

[.com.br/conversor-multimedia-e-demonstracao-fisica-da-convergencia-entre-banda-larga-e-tv-digital-diz-barbosa/](http://www.com.br/conversor-multimedia-e-demonstracao-fisica-da-convergencia-entre-banda-larga-e-tv-digital-diz-barbosa/)>. Acesso em: 04/06/2014.

BRASIL. **Decreto nº 5820**. Dispõe sobre a implantação do SBTVD-T, estabelece diretrizes para a transição do sistema de transmissão analógica para o sistema de transmissão digital do serviço de radiodifusão de sons e imagens e do serviço de retransmissão de televisão, e dá outras providências. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5820.htm>. Acesso em: 11/03/ 2014.

_____. **Secretaria de Educação a Distância**. Ministério da Educação. TV Escola. 2002. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/relatividades/TVEscola19962002.pdf> >. Acesso em: 24/10/2014.

CANAL FUTURA. 2014. Disponível em: <<http://www.futura.org.br>>. Acessado em: 13/10/2014.

CAMPUS PARTY. **Projeto brasileiro de TV Digital conquista certificado internacional**. 2011. Disponível em: <<http://blogantigo.campus-party.com.br/index.php/tag/inclusao-digital/index.html>>. Acesso em: 15/07/2014.

CARVALHO, Lucas Augusto Montalvão Costa; GUIMARÃES, Adolfo P.; MACEDO, Hendrik Teixeira. Architectures for interactive vocal environment to the brazilian digital tv middleware. In Proceedings EATIS (Euro American Conference on Telematics and Information Systems) 2008, pages 105–112, 2008.

CARVALHO, Lucas; MACEDO, Hendrik. **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.

CATUNDA, José Aristides Timbó; LAGARTO, José Reis. **Um modelo para produção de conteúdos educacionais interativos para TVDI com base na aprendizagem significativa**. 2012. Disponível em: <<http://aristides-conectividade.blogspot.com.br/2012/09/um-modelo-para-producao-de-conteudos.html>>. Acesso em 15/07/2014.

COELHO, José; GUERREIRO, Tiago; DUARTE Carlos; BISWAS, Pradipta; ASLAN, Gokçen; LANGDON, Pat. **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.

COSTA, Ericson Sarmiento; MONTE, Anderson de Oliveira; NETO, Nelson; KLAUTAU, Aldebaro. **Um Sintetizador de Voz Baseado em HMMs Livre: Dando Novas Vozes para Aplicações Livres no Português do Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://wsl.softwarelivre.org/2012/38.pdf>>. Acesso em: 07/03/2014.

COSTA JÚNIOR, Raimundo Tarcísio Dias; ALCÂNTARA FILHO, Roberto dias; OLIVEIRA, Antonio Mauro Barbosa de. **TV-METAL, a TV digital do Brasil propiciando interatividade para o usuário final das redes inteligentes**. Connepi. 2014. Disponível em: <<http://www.infobrasil.inf.br/userfiles/OK-TV-METAL-122466.pdf>>. Acesso em 05/04/2015.

DAMASIO, Manuel José. *Uses of interactive Television on Educational Settings: Evaluating the Media Impact*; **Vídeo and Multimedia Department**. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa. Portugal. 2003.

DISESSA, Andy. *Changing Minds: Computers, Learning and Literacy*. A Bradford Book. 2001.

EMAG. **eMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. 2014. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/#s3.6>>. Acesso em: 14/07/2014.

FARIA, Denise; VASCONCELOS, Juliene Silva. **A Educação a distância como modalidade auxiliar na formação das pessoas com deficiência**. 2009. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/ead>>. Acesso em 20/07/2014.

FRAGA, Rêne. **“Temos a voz mais precisa e sintetizada do mundo”, diz diretor do Android**. 2012. Disponível em: <<http://googlediscovery.com/2012/07/09/temos-a-voz-mais-precisa-e-sintetizada-do-mundo-diz-diretor-do-android/>>. Acesso em: 05/04/2014.

FURTADO, Elizabeth; KAMPF, Thais; PICCOLO, Lara; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. **Prospecting the Appropriation of Digital TV in a Brazilian Project**. ACM Computers in Entertainment: CIE, v. 7. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226489179_Prospecting_the_Appropriation_of_the_Digital_TV_in_a_Brazilian_Project>. Acesso em 10/03/2015.

GIANSANTE, M.; OGUSHI, C. M.; MENEZES, E.; BONADIA, G. C.; GEROLAMO, G. P. B.; RIOS, J. M. M.; PORTO, P. C. S.; HOLANDA, G. M.; DALL’ANTONIA, J. C. **Cadeia de Valor: Projeto Sistema Brasileiro de TV Digital**. Campinas, CPqD, 2004. Disponível em: <<http://goo.gl/nBPBpd>>. Acesso em 15/06/2014.

GINGA. **Sobre o Ginga**. 2008. Disponível em: <<http://www.ginga.org.br/pt-br/>>. Acesso em: 18/07/2014.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Pessoas com deficiência – Amostra**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rj&tema=censo_demog2010_defic>. Acesso em: 12/07/2014.

ISHIKAWA, Maria Inês Garcia. **Audiodescrição: Um recurso de acessibilidade na televisão digital**. Dissertação (Mestrado Profissional em Televisão Digital). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2014. 107f.

KNILL, Kate. **Text-to-Speech Synthesis to Improve TV Accessibility**. 2010. Disponível em: <<http://www.signalprocessingsociety.org/technical-committees/list/sl-tc/spl-nl/2010-07/tts-for-tv-accessibility/>>. Acesso em: 22/07/2014.

KOTLER, Philip – **Administração de marketing**. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LARAMARA. **Tecnologia Assistiva**. 2014. Disponível em: <<http://laramara.org.br/tecnologia-assistiva/informatica>>. Acesso em: 02/05/2014.

LEMOS, André. Anjos Interativos e Retribalização do mundo. Sobre interatividade e interfaces digitais. 1999. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interativo.pdf>>. Acesso em: 12/08/2014.

LITTO, Frederic M. **O crescimento da Educação a Distância no Brasil**. Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância, 2008. Disponível em: <http://www.abraead.com.br/anuario/anuario_2008.pdf>. Acesso em 13/06/2014.

LITTO, Fredric M. **O Ensino a Distância no Brasil e no Mundo**. Palestra apresentada pelo presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância ABED no 1º Seminário de Ensino a Distância da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, SP, 27 de setembro, 1999.

LONDOÑO, Santiago Felipe Suarez **A influência da comunicação no comportamento de consumo e no processo de decisão de compra das pessoas portadoras de deficiência visual; e as consequências da deficiência visual na comunicação e no comportamento do consumidor**. 2006. Disponível em: <http://www.foal.es/sites/default/files/docs/42_artigo_portugues_0.pdf>. Acesso em: 12/06/2014.

LYTRAS, Miltiadis; LOUGOS, Chris; CHOZOS, Polyneikis; *et al.* **Interactive Television and e-learning Convergence: Examining the Potential of t-learning**. Department of Management Science & Technology. Athens University of Economics and Business. Greece. 2002.

MAUJOR. **Tutoriais CSS, Web Standards, Acessibilidade, HTML, XHTML, Padrões Web**. 2006. Disponível em: <<http://www.maujor.com/tutorial/ccanalyser.php>>. Acesso em: 08/08/2014.

MEC. **Portal de Ajudas Técnicas**. 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12681:portal-de-ajudastecnicas&catid=192:seesp-esducacao-especial>. Acesso Em: 15/07/2014.

MELGAR, Williams. **5 alternativas open source a loquendo**. 2013. Disponível em: <<http://www.comunidadbloggers.com/2013/02/5-alternativas-open-source-a-loquendo.html>>. Acesso em: 09/03/2014.

MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir. **TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005. 2ª edição.

MOTA, Regina. **Cenários para a Televisão Digital**. Ano 1, Edição N°2, Buenos Aires 2008.

MOTTA, Livia Maria Villela de Mello. **Audiodescrição – recurso de acessibilidade para a inclusão cultural das pessoas com deficiência visual**. 2008. Disponível em: <<http://www.banco deescola.com/audiodescr.htm>>. Acesso em: 18/07/2014.

_____. **Audiodescrição Transformando Imagens em Palavras**. 2010. Disponível em: <<http://www.vercompalavras.com.br/livro>>. Acesso em: 13/05/2015.

NASCIMENTO, Renata Muniz do. **Emissoras investem em interatividade na TV Digital**. 2010. Disponível em: <<http://www.mobilepedia.com.br/tecnologias/internet-movel/emissoras-investem-em-interatividade-na-tv-digital>>. Acesso: 22/05/2014

OCEAN BLUE SOFTWARE. **Talking TV: Advanced Text to Speech Software**. 2012. Disponível em: <<http://www.oceanbluesoftware.com/products-amp-services/products/talktv.html>>. Acesso em: 10/09/2014.

OLIVEIRA, Cida de. **Só 5% das crianças com deficiência que entram na escola chegam ao ensino médio**. 2013. Disponível em: <<http://www.redebrasilatual.com.br/educacao/2013/03/dos-alunos-com-deficiencia-que-entram-na-escola-so-5-chegam-ao-ensino-medio-1>>. Acesso em: 12/06/2014.

OLIVEIRA, Helvécio Siqueira de. **O ensino profissional, a pessoa com deficiência e o rótulo que culpabiliza a vítima**. 2010. 105f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Sorocaba.

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.

PACIELLO. **Colour Contrast Analyser**. Paciello Group. 2014. Disponível em: <<http://www.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/>>. Acesso em: 15/03/2015.

PEREIRA, Livia Cirne de Azevêdo; BEZERRA, Ed Pôrto. **Televisão digital: do Japão ao Brasil**. Culturas Midiáticas. Revista Cultura Midiática. 2008. Disponível em: <<http://www.cchla.ufpb.br/ppgc/smartgc/uploads/arquivos/57ad43fe1020101009054405.pdf>> Acesso em : 21/04/2014.

PORTO, Ed; CIRNE Livia. **Mapeamento sobre a interatividade na TV Digital**. Revista de Estudos da Comunicação, v.10, n.22, 2009. PUCPR. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/COMUNICACAO?dd1=3585&dd99=view>> Acesso: 19/05/2014.

PROEJA. **Introdução À Tecnologia Assistiva**. 2011. Disponível em: <<http://proeja.com/portal/images/semana-quimica/2011-10-19/tec-assistiva.pdf>>. Acesso em: 02/08/2014.

QUEIROZ, Marco Antonio de. **Acessibilidade web: tudo tem sua primeira vez**. 2008. Disponível em: <<http://acessibilidadelegal.com/13-tudotem.php>>. Acesso em: 13/06/2014.

REVISTA DA SET. **Cenário da Radiofusão**. 2012. Disponível em: <http://www.set.org.br/revistadaset/pdf/126_revistadaset.pdf>. Acesso em: 12/10/2014.

SAMPAIO NETO, Nelson Cruz. **Desenvolvimento de aplicativos usando reconhecimento e síntese de voz**. 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3341/1/Dissertacao_DesenvolvimentoAplicativosReconhecimento.pdf>. Acesso em: 14/03/2015.

SANTOS, Paloma Maria; ROVER, Aires José. **TV Digital: Governo ao Alcance de Todos**. In: Encontros Internacionais do PROCAD. Florianópolis. Colóquio sobre a Sociedade da Informação: Democracia, Desenvolvimento e Inclusão Tecnológica, 2009. Disponível em: <

[http://egov.ufsc.br/portal/conteudo /tv-digital-governo-ao-alcance-de-todos](http://egov.ufsc.br/portal/conteudo/tv-digital-governo-ao-alcance-de-todos)>. Acesso em: 20/07/2014.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Terminologia sobre deficiência na era da inclusão**. 2003. Disponível em: <<http://goo.gl/Yp08sJ>>. Acesso em: 20/10/2014.

SCHUGURENSKY, Daniel. **The Forms of Informal Learning Towards a Conceptualization of The Field**. NALL Working Paper No.19, University of Toronto. 2000.

SENAI SP. Ações inclusivas SENAI – SP. 2012. Disponível em: http://www.sinicesp.org.br/inclusao/realizados/2012_05_21/Experiencia%20Senai-SP.pdf Acesso em: 03/08/2014.

SGANZERLA, M. A. R; ZANOELLO, S. F; GELLER, M e GROENWALD, C. L. O. **Proposta Interdisciplinar para Alunos Cegos: Atividade Envolvendo Função de 1º Grau e Movimento Retilíneo Uniforme**. In: III Congresso Internacional “Educação Inclusiva e Equidade”. Lisboa. III Congresso Internacional “Educação Inclusiva e Equidade”. Lisboa, 2013.

SILVA, Giorgio Gilwan 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.

SILVA Marco A. M. da; CASTILHOS Edson L.; EICHLER Flávio A. V.; NOGUEIRA, Roger F. **T-government : O projeto “TV Digital – Social” um “case” de Oferta de Serviços Interativos para os Cidadãos**. Dataprev. 2010. Disponível em: <http://portal.dataprev.gov.br/wp-content/uploads/2010/09/TVDS_artigo_Webmidia.pdf> Acesso: 18/05/2014.

SILVEIRA, Icléia; SILVA, Giorgio Gilwan. (2014). **Princípios da usabilidade e da acessibilidade a serem aplicados na TV para facilitar o acesso aos deficientes visuais**. Disponível em: <<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/eRevistaLOGO/article/view/3266/3857>>. Acesso em: 01/01/2015.

SOARES, Luis Fernando Gomes; BARBOSA, Simone Diniz Junqueira. **Programando em NCL 3.0**. 2. Ed. Rio de Janeiro: PUCRJ. 2012.

SOARES, Luiz F. G. **Ambiente para desenvolvimento de aplicações declarativas para a TV digital brasileira**. TV digital: qualidade e interatividade /IEL.NC.– Brasília: IEL/NC, 2007.

SOARES, Luiz F. G. **As múltiplas possibilidades do middleware Ginga**. 2008. Disponível em: <http://www.telemidia.puc-rio.br/sites/telemidia.puc-rio.br/files/2008_06_soares.pdf>. Acesso em: 18/05/2014.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8. ed. Pearson Education do Brasil, 2007.

SPRINGER, Robin. **Speech in a digital world: the transition to digital television presents new opportunities for TTS**. 2008. Disponível em: <<http://www.comptalk.com/articles-by-robin-springer.php>>. Acesso em: 14/09/2014.

TAVARES, Tatiana Aires; SANTOS Celso Alberto; ASSIS, Thiago Rocha; PINHO, Clarissa Braga; CARVALHO, Germano Mariniello; COSTA, Clarissa Santana. **A TV Digital interativa como ferramenta de apoio à educação infantil**. Revista brasileira de informática na educação. v.15. n.2. 2007. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/rbie/article/view/65>>. Acesso em: 20/09/2014.

TELAVIVA. **Custo elevado dificulta adoção de recursos de acessibilidade na TV**. 2012. Disponível em: <<http://www.telaviva.com.br/05/06/2012/custo-elevado-dificulta-adocao-de-recursos-de-acessibilidade-na-tv/tl/282217/news.aspx>>. Acesso em: 03/08/2014

TELECURSO. **Telecurso**. 2014. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/telecurso/>>. Acesso em: 15/07/2014.

THIELMANN, Beatriz. **Telecurso comemora 35 anos com palestras e lançamento de livro no Rio**. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/noticia/2013/05/telecurso-comemora-35-anos-com-palestras-e-lancamento-de-livro-no-rio.html>>. Acesso em: 02/10/2014.

TONIETO, Márcia Terezinha. **Sistema Brasileiro de TV Digital – SBTVD uma análise política e tecnológica na inclusão social**. 2006, 267f. Tese (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) – CEFET-CE, Fortaleza, 2006.

TRUTA, Filip. **Apple Posts List of Supported Braille Displays in Mavericks**. 2013. Disponível em: <<http://news.softpedia.com/news/Apple-Posts-List-of-Supported-Braille-Displays-in-Mavericks-402759.shtml>>. Acesso em 15/08/2014.

TV CULTURA. Fundação Padre Anchieta. 2014. Disponível em: <<http://www.tvcultura.com.br>>. Acesso em: 18/09/2014.

TV RÁ TIM BUM. 2014. Disponível em: <<http://tvratimum.cmais.com.br/>>. Acesso em: 10/10/2014.

UFC. **Conceito de acessibilidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.ufc.br/acessibilidade-2/conceito-de-acessibilidade-2>>. Acesso em: 15/06/2014.

UTRAY, Francisco. **Acessibilidade à TV digital para pessoas com necessidades especiais**. 2011. Disponível em: <http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4143&secao=377>. Acesso em: 13/07/2014.

APÊNDICE A – Guia do Professor

Você está no guia do professor, contendo informações que o ajudará a utilizar, da melhor forma, o sistema de questionários do Teleduca, em sala de aula, com a abordagem “Banco de Questões” apresentada neste trabalho. Nele você encontrará instruções sobre uma metodologia centrada no uso desse sistema para o processo de construção da aprendizagem.

Esse sistema pode ser utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento, pelo fato de ser um conjunto de questionários, qualquer campo educacional pode utilizá-lo.

É recomendável que esse sistema seja utilizado como um apoio nas atividades educacionais, servindo, como um complemento às atividades curriculares, pois ele não substitui as aulas ministradas pelo professor em sala de aula ou na televisão. É facultativo o uso total ou parcial desta ferramenta em suas atividades pedagógicas.

Introdução

A utilização de aplicações interativas na televisão no desenvolvimento de atividades didáticas e pedagógicas pode ajudar na construção do aprendizado pelo aluno. Ele poderá visualizar na tela da televisão, através dos questionários, o assunto que está sendo discutido no momento pelo professor. O questionário será somente utilizado em forma de texto, ou seja, não sendo possível a inserção de imagens ou figuras. Nesse caso, não tem um limite de questionários a serem criados, assim como também não tem um limite para a quantidade de perguntas num questionário, mas cada pergunta só poderá ter até cinco alternativas, sendo uma destas a correta.

Objetivos

- Desenvolver, no estudante, a capacidade de interpretar e analisar o que for solicitado nos textos;
- Ajudar os alunos a refletirem sobre seu aprendizado;
- Medir o desempenho dos estudantes;
- Auxiliar o professor a melhorar seus programas educacionais, cuidando das deficiências apresentadas, baseando-se nos resultados de um ou mais questionários;
- Ajudar os alunos a obter informações sobre suas respectivas melhorias ou “deficiências” nos processos de aprendizagem a que são submetidos;
- Prover uma interação entre os próprios alunos e seus respectivos professores.

Pré-requisitos

Antes e durante a elaboração dos questionários, é interessante que você siga as seguintes recomendações:

1. O enunciado e os itens da questão devem ser breves e objetivos.
2. Tenha certeza de que cada pergunta elaborada o deixará mais perto de atingir o seu objetivo.
3. Verifique se o tempo dos questionários é adequado e se as perguntas são de fácil entendimento.
4. Resolva o questionário antes de aplicá-lo aos alunos. Realize alguns testes com alguns de seus alunos na tentativa de verificar inconsistências ou se as questões induzem a má interpretação por parte dos alunos.

5. Tente criar uma abordagem acerca do conteúdo que será tratado nos questionários com seus alunos.
6. Realize testes de interação entre seus alunos e a tecnologia da TV Digital, através do manuseio correto do controle remoto com o sistema. Isso pode facilitar a familiarização deles com a tecnologia. Isso é interessante para que o aluno não se sinta “perdido” ou sem saber o que está fazendo, para não limitar o nível do conhecimento que ele pode adquirir ao utilizar o sistema.

Tempo previsto para a atividade

Não há um tempo específico definido para o uso desse sistema, pois vai depender de quanto tempo o professor terá disponível durante as aulas. Porém é interessante que os alunos fiquem à vontade para interagir e refazer a atividade, quando acharem necessário, para fixar os conceitos do assunto abordado. Algumas atividades poderão ser feitas a distância ou presencialmente.

Requerimentos técnicos

É necessário ter um televisor ou um set-top-box de desenvolvedor que venha com o Ginga instalado, para que o sistema possa funcionar corretamente. Este tópico serve tanto para as atividades a serem realizadas em casa ou na escola.

Preparação

O professor pode auxiliar e interagir com o sistema junto com os alunos, a fim de construir o conhecimento. As discussões em grupo acerca do assunto estudado no sistema pode ser outra boa alternativa de construção do conhecimento. Não há um limite de usuários que possam interagir com o sistema.

Material necessário

Fica a critério do professor utilizar quaisquer equipamentos ou materiais que achar necessário. Fica como sugestão os seguintes materiais: caneta com papel ou lousa com pincel, para anotar algum resultado ou disputa entre os alunos.

Descrição das atividades

1. Realizar um sorteio ou selecionar voluntários:
Neste jogo o professor seleciona um questionário e sorteia um aluno para que responda uma determinada pergunta. Caso o aluno acerte, ele ganha uma na prova ou na média, a ser definida pelo professor.
2. Dividir os alunos em grupos:
Nesse jogo o professor seleciona um ou mais questionários e divide a turma em dois grupos de forma que os integrantes de cada grupo precisarão responder às perguntas que lhes forem endereçadas. Os alunos podem se reunir e discutir entre si sobre a pergunta. Vale uma pontuação a ser definida pelo professor para todos os integrantes do grupo vencedor.
3. Passa ou Repassa:

Nesse jogo o professor seleciona um ou mais questionários e divide a turma em dois grupos ou utiliza os alunos individualmente. Caso o aluno/grupo não saiba responder, ele passa a pergunta para o próximo. Ao repassar a pergunta, é importante que o aluno desafie um colega, mesmo que esta atividade seja em grupo. No final, caso seja atividade individual, os alunos que acertarem ganham uma pontuação para a prova ou na média. Caso seja em grupo, os grupos que tiverem mais acertos terão direito à pontuação previamente definida.

4. Atividade em casa:

O professor poderá solicitar aos alunos que resolvam um ou mais questionários, e quem tiver um percentual de acertos, a ser definido pelo professor, ganhará uma pontuação para a prova ou na média.

Durante a atividade

Sugerimos que o professor seja o mediador e que provoque discussões sobre os temas abordados a cada pergunta, em relação aos erros e acertos de cada um.

Depois da atividade

O professor pode fazer uma explanação tanto sobre a atividade, quanto ao uso do sistema, como o desempenho dos alunos, demonstrando os pontos fortes e onde cada um pode melhorar. Também seria importante obter uma opinião dos alunos sobre a atividade realizada.

Habilidades trabalhadas

Liderança;
Colaboração mútua;
Boa comunicação;
Agilidade;

APÊNDICE B – Descrição dos casos de uso

DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO – Módulo TV

Autenticar Usuário

1 Características Gerais do Caso de Uso

a. Nome:

Autenticar usuário

b. Descrição:

c. Esse caso de uso tem como finalidade realizar a autenticação, por meio de login e senha do usuário, para acessar o sistema módulo TV.

d. Atores:

Aluno

e. Requisitos funcionais:

[RF01], [RF02], [RF07], [RF08].

f. Requisitos não funcionais:

[RNF01], [RNF02], [RNF03], [RNF04], [RNF05], [RNF06], [RNF07], [RNF09], [RNF010], [RNF011], [RNF013].

2 Fluxo de eventos

Fluxo Básico

1 Esse fluxo se inicia quando o Ator deseja entrar no sistema módulo TV.

2 O Sistema solicita as informações obrigatórias para a autenticação:

Login;

Senha;

3 O ator informa os dados de autenticação.

4 O sistema valida os dados de autenticação [AL01].

5 O sistema habilita as ações relacionadas ao ator.

6. O sistema informa que a autenticação foi realizada com sucesso.

O caso de uso se encerra.

Fluxos Alternativos:

AL01: Dados errados.

1. No passo 4 do Fluxo Básico, caso haja algum erro na autenticação relacionado aos dados informados.

2. O sistema informa o erro ao ator.

3. O fluxo retorna ao passo 2 do fluxo básico.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica

4 Pré-condições

Usuário está cadastrado no sistema

5 Pós-condições

Usuário está autenticado no sistema

6 Pontos de extensão

Não se aplica

Resolver Questionários

1 Características Gerais do Caso de Uso

- a. **Nome:**
Acessar questionários.
- b. **Descrição:**
- c. Esse caso de uso tem como finalidade resolver as perguntas de um questionário selecionado.
- d. **Atores:**
Aluno.
- e. **Requisitos funcionais:**
[RF02], [RF03], [RF04], [RF05], [RF07], [RF08].
- f. **Requisitos não funcionais:**
[RNF01], [RNF02], [RNF03], [RNF04], [RNF05], [RNF06], [RNF07], [RNF08], [RNF09], [RNF010], [RNF011], [RNF012], [RNF013].

2 Fluxo de eventos

Fluxo Básico

- 1 Esse fluxo se inicia quando o Ator se autentica no sistema módulo TV.
- 2 O Sistema informa os questionários disponíveis.
- 3 O ator escolhe um questionário, navegando entre as opções disponíveis.
- 4 O sistema mostra as perguntas do questionário selecionado com suas respectivas alternativas.
- 5 O ator seleciona uma pergunta dentre as opções disponíveis.
- 6 O sistema mostra as alternativas disponíveis referentes à pergunta que foi selecionada.
- 7 O ator seleciona uma alternativa dentre as opções disponíveis.
- 8 O sistema valida se a alternativa está correta [AL01].
- 9 O sistema informa que a resposta está correta.

O caso de uso se encerra.

Fluxos Alternativos:

AL01: Alternativa errada.

1. No passo 8 do Fluxo Básico, caso a resposta esteja errada relacionada aos dados informados:
2. O sistema informa o erro ao ator.
3. O fluxo retorna ao passo 6 do fluxo básico.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré-condições

Usuário está cadastrado no sistema.

5 Pós-condições

Usuário está autenticado no sistema.

6 Pontos de extensão

Acessar resultados, Acessar legenda, Acessar ajuda.

Acessar Resultados

1 Características Gerais do Caso de Uso

- a. **Nome:**
Acessar resultados.
- b. **Descrição:**
- c. Esse caso de uso tem como finalidade mostrar o desempenho de um aluno em relação ao questionário escolhido.

d. Atores:

Aluno

e. Requisitos funcionais:

[RF02], [RF03], [RF04], [RF07], [RF08].

f. Requisitos não funcionais:

[RNF01], [RNF02], [RNF03], [RNF04], [RNF05], [RNF06], [RNF07], [RNF08], [RNF09], [RNF010], [RNF011], [RNF012].

g. Ponto de ativação:

Qualquer hora no Resolver Questionários, que um questionário for selecionado e o usuário selecionar o botão losango.

2 Fluxo de eventos**Fluxo Básico**

1 Esse fluxo se inicia quando o Ator seleciona o botão trapézio do controle remoto.

2 O Sistema informa o desempenho do ator no questionário selecionado.

O caso de uso se encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré-condições

Um questionário foi selecionado.

5 Pós-condições

Demonstração do desempenho do aluno, de acordo com o questionário selecionado.

6 Pontos de extensão

Não se aplica.

Acessar Legenda**1 Características Gerais do Caso de Uso****a. Nome:**

Acessar legenda.

b. Descrição:

c. Esse caso de uso tem como finalidade mostrar a legenda dos efeitos que cada botão do controle remoto causa na aplicação.

d. Atores:

Aluno

e. Requisitos funcionais:

[RF02], [RF07], [RF08].

f. Requisitos não funcionais:

[RNF01], [RNF02], [RNF03], [RNF04], [RNF05], [RNF06], [RNF07], [RNF08], [RNF09], [RNF010], [RNF011], [RNF012].

g. Ponto de ativação:

Qualquer hora ao acessar o sistema e o usuário selecionar o botão quadrado.

2 Fluxo de eventos**Fluxo Básico**

1 Esse fluxo se inicia quando o Ator seleciona o botão quadrado do controle remoto.

2 O Sistema informa o que cada botão do controle remoto representa no sistema para o ator.

O caso de uso se encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré-condições

No momento em que o ator estiver acessando o sistema.

5 Pós-condições

Demonstração da legenda dos botões do controle remoto para o aluno.

6 Pontos de extensão

Não se aplica.

Acessar Ajuda**1 Características Gerais do Caso de Uso****a. Nome:**

Acessar ajuda.

b. Descrição:

c. Esse caso de uso tem como finalidade mostrar um texto descritivo sobre o sistema.

d. Atores:

Aluno

e. Requisitos funcionais:

[RF02], [RF07], [RF08].

f. Requisitos não funcionais:

[RNF01], [RNF02], [RNF03], [RNF04], [RNF05], [RNF06], [RNF07], [RNF08], [RNF09], [RNF010], [RNF011], [RNF012].

g. Ponto de ativação:

Qualquer hora ao acessar o sistema e o usuário selecionar o botão triângulo.

2 Fluxo de eventos**Fluxo Básico**

1 Este fluxo se inicia quando o Ator seleciona o botão triângulo do controle remoto.

2 O Sistema informa uma descrição sobre o sistema para o ator.

O caso de uso se encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré-condições

No momento em que o ator estiver acessando o sistema.

5 Pós-condições

Demonstração de um texto descritivo para o aluno.

6 Pontos de extensão

Não se aplica.

DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO – Módulo WEB**Manter Turmas****1 Características gerais do caso de uso****Descrição**

Esse caso de uso permite aos atores manter (incluir, excluir, alterar e consultar) as turmas no sistema Teleduca módulo WEB.

Atores

Administrador

2 Fluxo de Eventos**Fluxo Básico**

1. Esse caso de uso se inicia quando o ator necessita incluir, alterar, excluir e consultar as informações de turmas no sistema.

2. O sistema solicita que o ator selecione a função que deseja realizar.

3. Uma vez que o ator forneça a informação solicitada, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.11 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.12 é executado.
4. O caso de uso termina.

2.1 Incluir Cadastro

1. Esse fluxo se inicia quando o ator solicita incluir uma turma.
2. O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome da turma*;
*Obrigatório
3. O ator preenche os campos e solicita a inclusão.
4. O sistema valida se todos os campos obrigatórios foram preenchidos.
5. O sistema realiza a inclusão da turma com os seguintes dados:
 - ◆ Nome da turma*;
6. O caso de uso termina.

2.2 Buscar Cadastro

1. Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Buscar.
2. O sistema solicita o preenchimento de um dos seguintes filtros:
 - Nome da turma;
3. O ator solicita a busca.
4. O sistema apresenta uma lista de turmas pertencentes ao domínio do filtro preenchido. Estas são as informações exibidas:
 - Nome da turma;
5. Uma vez que o ator obtenha a informação requerida, as seguintes opções são habilitadas: Incluir, Alterar, Excluir e Buscar.
6. O sistema requisita que o ator especifique a função desejada.
7. Uma vez que o ator forneça a informação requerida, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 - Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 - Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
8. O caso de uso Termina.

2.3 Alterar Cadastro

1. Este fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Alterar dados no Sistema.
2. O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome da turma*;
*Obrigatório
3. O ator preenche os dados e solicita a alteração.
4. O sistema valida os dados conforme os passos de 4 a 6 do subfluxo “Incluir turma”.
5. O sistema realiza a alteração da turma com os seguintes dados:
 - ◆ Nome da turma;
6. O caso de uso termina.

2.4 Excluir Cadastro

1. Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona Excluir uma turma do sistema.
2. O sistema solicita a confirmação da exclusão.
3. O ator confirma a exclusão.
4. O caso de uso termina.

Fluxo Alternativo

Dados do Professor incompletos

1. Ocorre no passo 4 do subfluxo Incluir turma e no passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema, quando o sistema verifica que um ou mais dados obrigatórios não foram informados.
2. O sistema exibe um aviso informando que não pode cadastrar ou atualizar a turma por falta de alguns parâmetros.
3. O sistema retorna ao passo 3 do subfluxo Incluir turma ou do passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema.

Turmas não cadastradas

1. Ocorre no passo 4 do subfluxo Buscar turma caso não existam turmas cadastradas no sistema.
2. O sistema informa a não existência de Turmas.
3. O caso de uso encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré – Condições

Não se aplica.

5 Pós – Condições

Não se aplica.

6 Pontos de Extensão

Não se aplica.

Manter Professores

1 Características gerais do caso de uso

Descrição

Esse caso de uso permite aos atores manter (incluir, excluir, alterar e consultar) os professores no sistema Teleduca módulo WEB.

Atores

Administrador

2 Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

1. Esse caso de uso se inicia quando o ator necessita incluir, alterar, excluir e consultar as informações de alunos no sistema.
2. O sistema solicita que o ator selecione a função que deseja realizar.
3. Uma vez que o ator forneça a informação solicitada, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 - Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 - Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
4. O caso de uso termina.

2.1 Incluir Cadastro

1. Esse fluxo se inicia quando o ator solicita incluir um professor.

- 2 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome Completo*;
 - ◆ Nome da Turma*;
 - ◆ CPF*;
 - ◆ Senha*.

*Obrigatório
- 3 O ator preenche os campos e solicita a inclusão.
- 4 O sistema valida se todos os campos obrigatórios foram preenchidos.
- 5 O sistema realiza a inclusão do professor com os seguintes dados:
 - Nome Completo*;
 - Nome da Turma*;
 - CPF*;
 - Senha*.
- 6 O caso de uso termina.

2.2 **Buscar Cadastro**

1. Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Buscar.
- 2 O sistema solicita o preenchimento de um dos seguintes filtros:
 - Nome professor;
 - Nome da Turma;
 - CPF.
- 3 O ator solicita a busca.
- 4 O sistema apresenta uma lista de professores pertencentes ao domínio do filtro preenchido. Estas são as informações exibidas:
 - ◆ Nome do professor;
 - ◆ Nome da Turma;
 - ◆ CPF.
- 5 Uma vez que o ator obtenha a informação requerida, as seguintes opções são habilitadas: Incluir, Alterar, Excluir e Buscar.
- 6 O sistema requisita que o ator especifique a função desejada.
- 7 Uma vez que o ator forneça a informação requerida, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 - Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 - Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
- 8 O caso de uso Termina.

2.3 **Alterar Cadastro**

- 1 Este fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Alterar dados no Sistema.
- 2 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome completo do professor*;
 - ◆ Nome da Turma*;
 - ◆ CPF*;
 - ◆ Senha.

*Obrigatório
- 3 O ator preenche os dados e solicita a alteração.
- 4 O sistema valida os dados conforme os passos de 4 a 6 do subfluxo “Incluir professor”.
- 5 O sistema realiza a alteração do professor com os seguintes dados:

- ◆ Nome Completo do professor;
 - ◆ Nome da turma;
 - ◆ CPF;
 - ◆ Senha.
- 6 O caso de uso termina.

2.4 Excluir Cadastro

- 1 Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona Excluir um professor do sistema.
- 2 O sistema solicita a confirmação da exclusão.
- 3 O ator confirma a exclusão.
- 4 O caso de uso termina.

Fluxo Alternativo

Dados do Professor incompletos

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Incluir Professor e no passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema, quando o sistema verifica que um ou mais dados obrigatórios não foram informados.
- 2 O sistema exibe um aviso informando que não pode cadastrar ou atualizar o Professor por falta de alguns parâmetros.
- 3 O sistema retorna ao passo 3 do subfluxo Incluir Professor ou do passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema.

Professores não cadastrados

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Buscar Professor caso não existam Professores cadastrados no sistema.
- 2 O sistema informa a não existência de Professores.
- 3 O caso de uso se encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré – Condições

Não se aplica.

5 Pós – Condições

Não se aplica.

6 Pontos de Extensão

Não se aplica.

Manter Alunos

1 Características gerais do caso de uso

Descrição

Esse caso de uso permite aos atores manter (incluir, excluir, alterar e consultar) os alunos no sistema Teleduca módulo WEB.

Atores

Administrador

2 Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

- 1 Esse caso de uso se inicia quando o ator necessita incluir, alterar, excluir e consultar as informações de alunos no sistema.
- 2 O sistema solicita que o ator selecione a função que deseja realizar.
- 3 Uma vez que o ator forneça a informação solicitada, um dos seguintes subfluxos é executado:
Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.

Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.

Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.

Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.

4. O caso de uso termina.

2.1 Incluir Cadastro

1. Esse fluxo se inicia quando o ator solicita incluir um aluno.
2. O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome do aluno*;
 - ◆ Nome da turma*;
 - ◆ CPF*;
 - ◆ Senha*.

*Obrigatório
3. O ator preenche os campos e solicita a inclusão.
4. O sistema valida se todos os campos obrigatórios foram preenchidos.
5. O sistema realiza a inclusão do aluno com os seguintes dados:
 - ◆ Nome do aluno*;
 - ◆ Nome da turma*;
 - ◆ CPF*;
 - ◆ Senha*.
6. O caso de uso termina.

2.2 Buscar

1. Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Buscar.
2. O sistema solicita o preenchimento de um dos seguintes filtros:
 - Nome aluno;
 - Nome da turma;
 - CPF.
3. O ator solicita a busca.
4. O sistema apresenta uma lista de alunos pertencentes ao domínio do filtro preenchido. Estas são as informações exibidas:
 - Nome do aluno;
 - Nome da turma;
 - CPF.
5. Uma vez que o ator obtenha a informação requerida, as seguintes opções são habilitadas: Incluir, Alterar, Excluir e Buscar.
6. O sistema requisita que o ator especifique a função desejada.
7. Uma vez que o ator forneça a informação requerida, um dos seguintes subfluxos é executado:
 1. Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 2. Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 3. Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 4. Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
8. O caso de uso Termina.

2.3 Alterar Cadastro

1. Este fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Alterar dados no Sistema.

- 2 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome do aluno*;
 - ◆ Nome da turma*;
 - ◆ CPF*;
 - ◆ Senha.
 *Obrigatório
- 3 O ator preenche os dados e solicita a alteração.
- 4 O sistema valida os dados conforme os passos de 4 a 6 do subfluxo “Incluir aluno”.
- 5 O sistema realiza a alteração do Aluno com os seguintes dados:
 - ◆ Nome do aluno;
 - ◆ Nome da turma;
 - ◆ CPF;
 - ◆ Senha.
- 6 O caso de uso termina.

2.4 Excluir Cadastro Aluno

- 1 Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona Excluir um aluno do sistema.
- 2 O sistema solicita a confirmação da exclusão.
- 3 O ator confirma a exclusão.
- 4 O caso de uso termina.

Fluxo Alternativo

Dados do Aluno incompletos

1. Ocorre no passo 4 do subfluxo Incluir Aluno e no passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema, quando o sistema verifica que um ou mais dados obrigatórios não foram informados.
2. O sistema exibe um aviso informando que não pode cadastrar ou atualizar o Aluno por falta de alguns parâmetros.
3. O sistema retorna ao passo 3 do subfluxo Incluir Aluno ou do passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema.

2.1.1 Alunos não cadastrados

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Buscar Aluno caso não existam Alunos cadastrados no sistema.
- 2 O sistema informa a não existência de Alunos.
- 3 O caso de uso encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré – Condições

Não se aplica.

5 Pós – Condições

Não se aplica.

6 Pontos de Extensão

Não se aplica.

Manter Questionários

1 Características gerais do caso de uso

Descrição

Esse caso de uso permite aos atores manter (incluir, excluir, alterar e consultar) os questionários no sistema Teleduca módulo WEB.

Atores

Professor.

2 Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

- 1 Esse caso de uso se inicia quando o ator necessita incluir, alterar, excluir e consultar as informações de questionários no sistema.
- 2 O sistema solicita que o ator selecione a função que deseja realizar.
- 3 Uma vez que o ator forneça a informação solicitada, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 - Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 - Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
4. O caso de uso termina.

2.1 Incluir Cadastro

- 1 Esse fluxo se inicia quando o ator solicita incluir um novo questionário.
- 2 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - Nome do questionário*;
 - Nome da turma*;
 *Obrigatório
- 3 O ator preenche os campos e solicita a inclusão.
- 4 O sistema valida se todos os campos obrigatórios foram preenchidos.
- 5 O sistema realiza a inclusão do questionário com os seguintes dados:
 - Nome do questionário*;
 - Nome da turma*;
 * Obrigatório
- 6 O caso de uso termina.

2.2 Buscar Cadastro

- 1 Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Buscar.
- 2 O sistema solicita o preenchimento de um dos seguintes filtros:
 - ◆ Nome do questionário;
 - ◆ Nome da turma.
- 3 O ator solicita a busca
- 4 O sistema apresenta uma lista de questionários pertencentes ao domínio do filtro preenchido. Estas são as informações exibidas:
 - Nome do questionário;
 - Nome da turma.
- 5 Uma vez que o ator obtenha a informação requerida, as seguintes opções são habilitadas: Incluir, Alterar, Excluir e Buscar.
- 6 O sistema requisita que o ator especifique a função desejada.
- 7 Uma vez que o ator forneça a informação requerida, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 - Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 - Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
- 8 O caso de uso Termina

2.3 Alterar Cadastro

Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Alterar dados no Sistema.

- 1 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Nome do questionário;
 - ◆ Nome da turma;
 - *Obrigatório
- 2 O ator preenche os dados e solicita a alteração.
- 3 O sistema valida os dados conforme os passos de 4 a 6 do subfluxo “Incluir questionário”
- 4 O sistema realiza a alteração do Questionário com os seguintes dados:
 - Nome do questionário;
 - Nome da turma;
- 5 O caso de uso termina.

2.4 Excluir Cadastro

Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona Excluir um Questionário do sistema.

- 1 O sistema solicita a confirmação da exclusão.
- 2 O ator confirma a exclusão.
- 4 O caso de uso termina.

Fluxo Alternativo

Dados do Questionário incompletos

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Incluir Questionário e no passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema, quando o sistema verifica que um ou mais dados obrigatórios não foram informados.
- 2 O sistema exibe um aviso informando que não pode cadastrar ou atualizar o Questionário por falta de alguns parâmetros.
- 3 O sistema retorna ao passo 3 do subfluxo Incluir Questionário ou ao passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema.

Questionários não cadastrados

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Buscar Questionário caso não existam Questionário cadastrados no sistema.
- 2 O sistema informa a não existência de Questionários.
- 3 O caso de uso encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica

4 Pré – Condições

Não se aplica

5 Pós – Condições

Não se aplica

6 Pontos de Extensão

Não se aplica

Manter Perguntas

1 Características gerais do caso de uso

Descrição

Esse caso de uso permite aos atores manter (incluir, excluir, alterar e consultar) as perguntas no sistema Teleduca módulo WEB.

Atores

Professor

2 Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

- 1 Esse caso de uso se inicia quando o ator necessita incluir, alterar, excluir e consultar as informações de perguntas no sistema.
- 2 O sistema solicita que o ator selecione a função que deseja realizar.
- 3 Uma vez que o ator forneça a informação solicitada, um dos seguintes subfluxos é executado:
 - Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1 é executado.
 - Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.2 é executado.
 - Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.3 é executado.
 - Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.4 é executado.
4. O caso de uso termina.

2.1 Incluir Cadastro

- 1 Esse fluxo se inicia quando o ator solicita cadastrar e associar uma pergunta a um questionário.
- 2 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:
 - ◆ Descrição do Questionário*;
 - ◆ Descrição da pergunta*;
 - ◆ Descrição da alternativa 1*;
 - ◆ Descrição da alternativa 2*;
 - ◆ Descrição da alternativa 3*;
 - ◆ Descrição da alternativa 4*;
 - ◆ Descrição da alternativa 5*;
 - ◆ Indicação da alternativa correta*;
 *Obrigatório.
- 3 O ator preenche os campos e solicita a inclusão.
- 4 O sistema valida se todos os campos obrigatórios foram preenchidos.
- 5 O sistema realiza a inclusão da pergunta com os seguintes dados:
 - ◆ Descrição do Questionário*;
 - ◆ Descrição da pergunta*;
 - ◆ Descrição da alternativa 1*;
 - ◆ Descrição da alternativa 2*;
 - ◆ Descrição da alternativa 3*;
 - ◆ Descrição da alternativa 4*;
 - ◆ Descrição da alternativa 5*;
 - ◆ Indicação da alternativa correta*;
 *Obrigatório.
- 6 O caso de uso termina.

2.2 Buscar Cadastro

- 1 Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Buscar.
- 2 O sistema solicita o preenchimento de um dos seguintes filtros:
 - ◆ Descrição do Questionário;
 - ◆ Descrição da pergunta
- 3 O ator solicita a busca

4 O sistema apresenta uma lista de perguntas pertencentes ao domínio do filtro preenchido. Estas são as informações exibidas:

- i. Descrição do Questionário;
- ii. Descrição da pergunta

5 Uma vez que o ator obtenha a informação requerida, as seguintes opções são habilitadas: Incluir, Alterar, Excluir e Buscar.

6 O sistema requisita que o ator especifique a função desejada.

7 Uma vez que o ator forneça a informação requerida, um dos seguintes subfluxos é executado:

Se o ator selecionar “Incluir”, o subfluxo 2.1.1 é executado.

Se o ator selecionar “Alterar”, o subfluxo 2.1.3 é executado.

Se o ator selecionar “Excluir”, o subfluxo 2.1.4 é executado.

Se o ator selecionar “Buscar”, o subfluxo 2.1.2 é executado.

8 O caso de uso Termina

2.3 Alterar Cadastro

1 Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona a opção Alterar dados no Sistema.

2 O sistema solicita o preenchimento dos seguintes dados:

- ◆ Descrição do Questionário*;
- ◆ Descrição da pergunta*;
- ◆ Descrição da alternativa 1*;
- ◆ Descrição da alternativa 2*;
- ◆ Descrição da alternativa 3*;
- ◆ Descrição da alternativa 4*;
- ◆ Descrição da alternativa 5*;
- ◆ Indicação da alternativa correta*;

*Obrigatório

3 O ator preenche os dados e solicita a alteração.

4 O sistema valida os dados conforme os passos de 4 a 6 do subfluxo “Incluir pergunta”

5 O sistema realiza a alteração da pergunta com os seguintes dados:

- ◆ Descrição do Questionário*;
- ◆ Descrição da pergunta*;
- ◆ Descrição da alternativa 1*;
- ◆ Descrição da alternativa 2*;
- ◆ Descrição da alternativa 3*;
- ◆ Descrição da alternativa 4*;
- ◆ Descrição da alternativa 5*;
- ◆ Indicação da alternativa correta*;

6 O caso de uso termina.

2.4 Excluir Cadastro

1 Esse fluxo se inicia quando o ator seleciona Excluir uma pergunta do sistema.

1 O sistema solicita a confirmação da exclusão.

2 O ator confirma a exclusão.

3 O caso de uso termina.

Fluxo Alternativo

Dados da Pergunta incompletos

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Incluir Pergunta e no passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema, quando o sistema verifica que um ou mais dados obrigatórios não foram informados.
- 2 O sistema exibe um aviso informando que não pode cadastrar ou atualizar a pergunta por falta de alguns parâmetros.
- 3 O sistema retorna ao passo 3 do subfluxo Incluir Pergunta ou do passo 4 do subfluxo Alterar dados no Sistema.

Perguntas não cadastradas

- 1 Ocorre no passo 4 do subfluxo Buscar Pergunta caso não existam Perguntas cadastrados no sistema.
- 2 O sistema informa a não existência de Perguntas.
- 3 O caso de uso encerra.

3 Requisitos Especiais

Não se aplica.

4 Pré – Condições

Não se aplica.

5 Pós – Condições

Não se aplica.

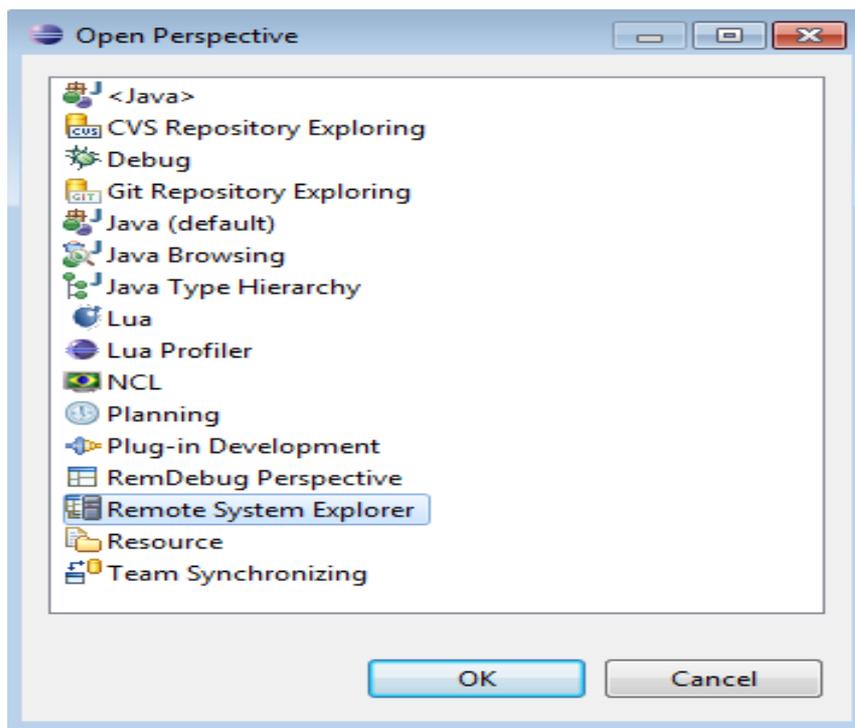
6 Pontos de Extensão

Não se aplica.

APÊNDICE C –Passos operacionais durante o desenvolvimento do Teleduca

Depois da máquina virtual criada e o Eclipse instalado, o Eclipse deve ser inicializado e modificado o seu *workspace* para perspectiva do RSE. A Figura 1 mostra como realizar essa modificação, mas, para isso, é necessário seguir o caminho: “Window -> Open Perspective -> Other” e escolher a opção: “Remote System Explorer”.

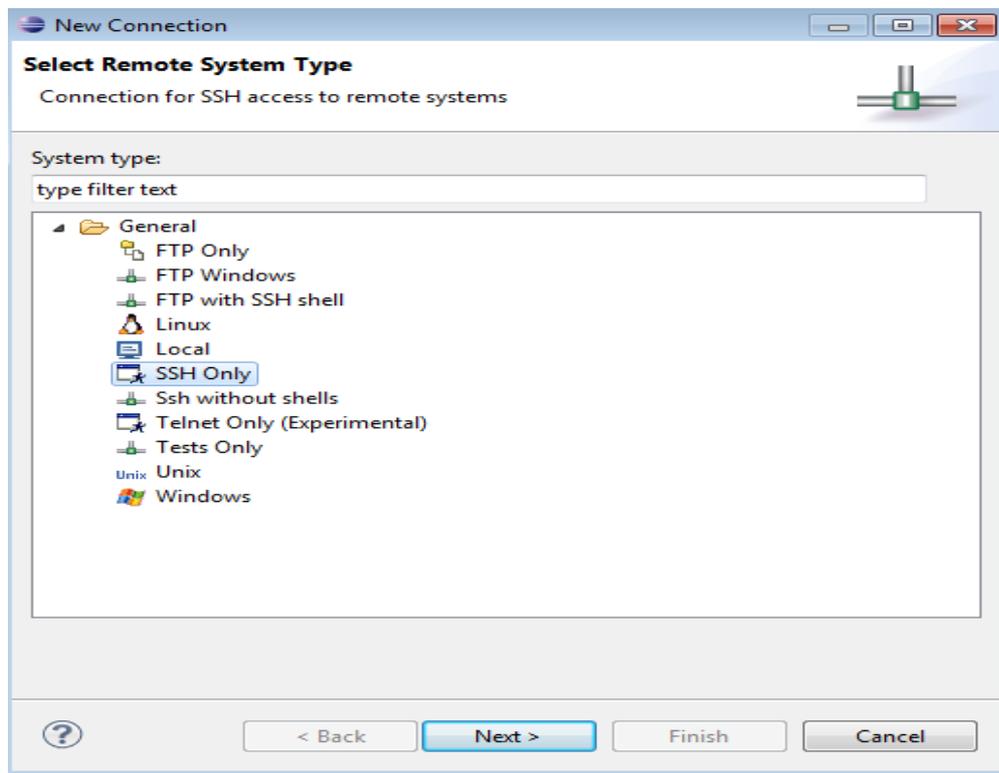
Figura 1 - Perspective SER



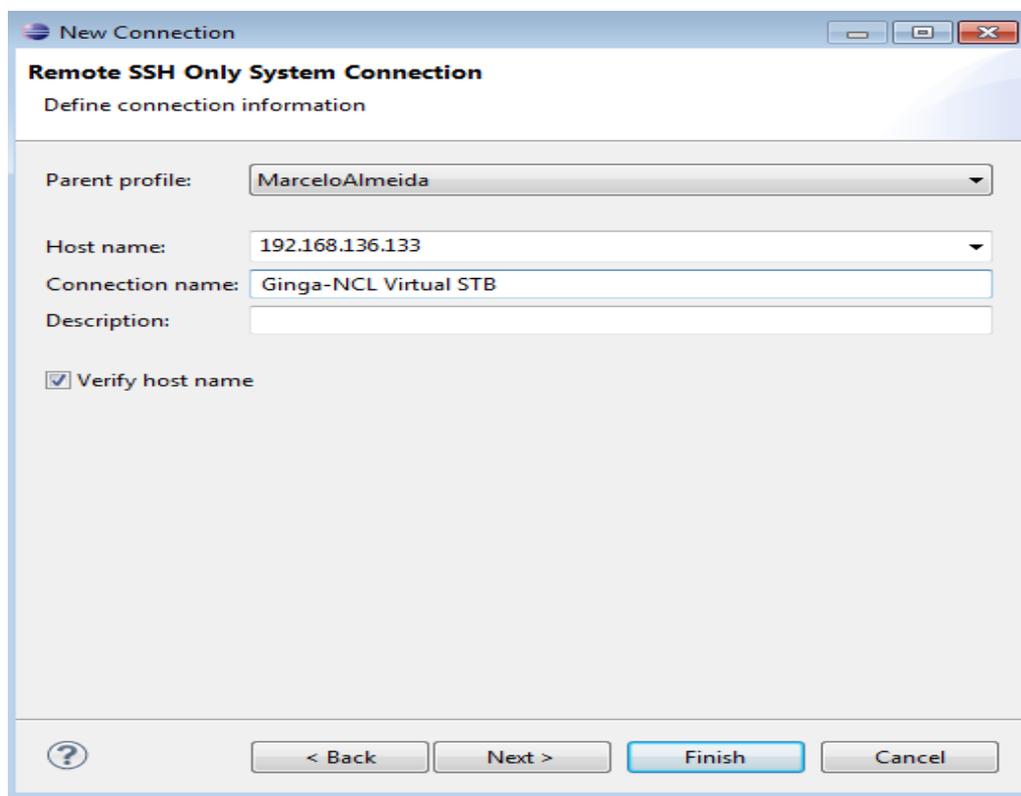
Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

O próximo passo foi realizar uma conexão com o Ginga-NCL Virtual STB. Para realizar essa ação, foi necessário clicar com o botão direito na aba “Remote Systems” e escolher “New -> Connection”. Após a execução deste último passo, deve-se selecionar o tipo de conexão com o sistema remoto, deverá estar selecionada a opção “SSH Only” e clicar em “Next”, conforme mostra a Figura 2.

Depois de escolher o tipo de conexão, foi preciso configurar o “Host name” e o nome da conexão. No caso do “Host name”, é só colocar o endereço IP, que pode ser visualizado no canto inferior esquerdo da tela da máquina virtual do Ginga-NCL Virtual STB, conforme ilustra a Figura 3. Logo após clicar em “Finish”, a conexão será criada.

Figura 2 - RSE (SSH ONLY)

Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

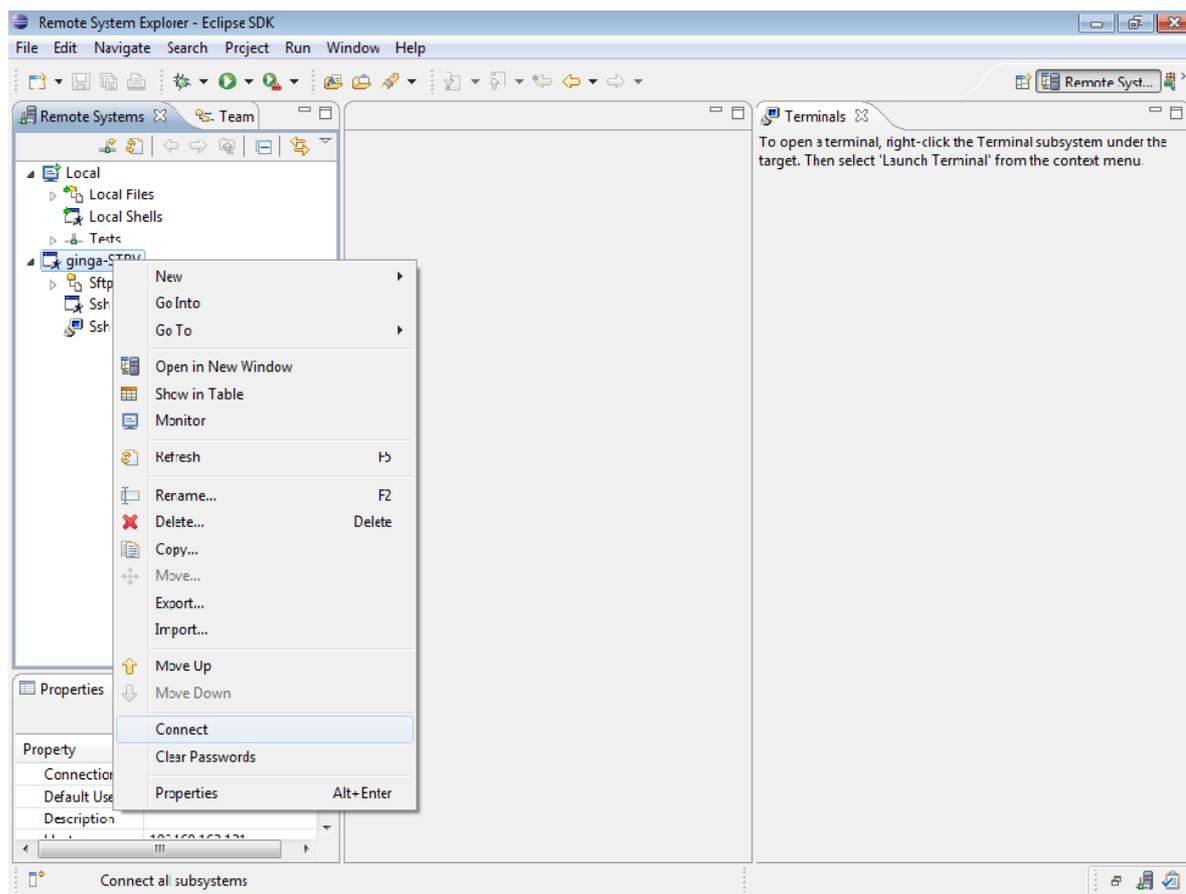
Figura 3 - Nova conexão SSH

Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

Agora é só conectar o Eclipse ao Ginga-NCL Virtual STB clicando com o botão direito em cima da conexão criada e escolher o item "Connect", como demonstra a Figura 4.

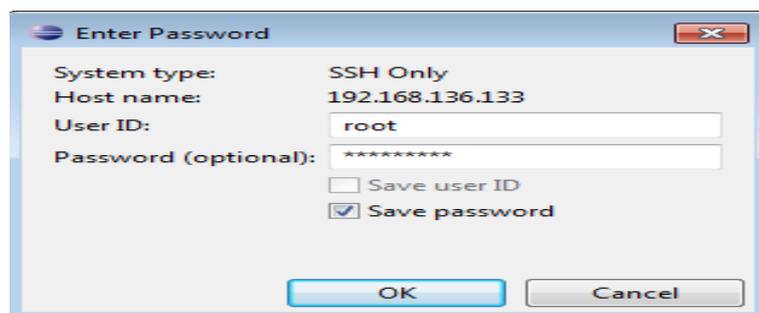
A Figura 5 mostra que, em seguida, será solicitado o fornecimento dos campos "login" e "senha" para efetuar a conexão. Nesse caso, os valores "root" e "telemidia" foram utilizados, respectivamente, para os campos solicitados.

Figura 4 - Realizando conexão SSH



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

Figura 5 - Tela de login da conexão SSH.

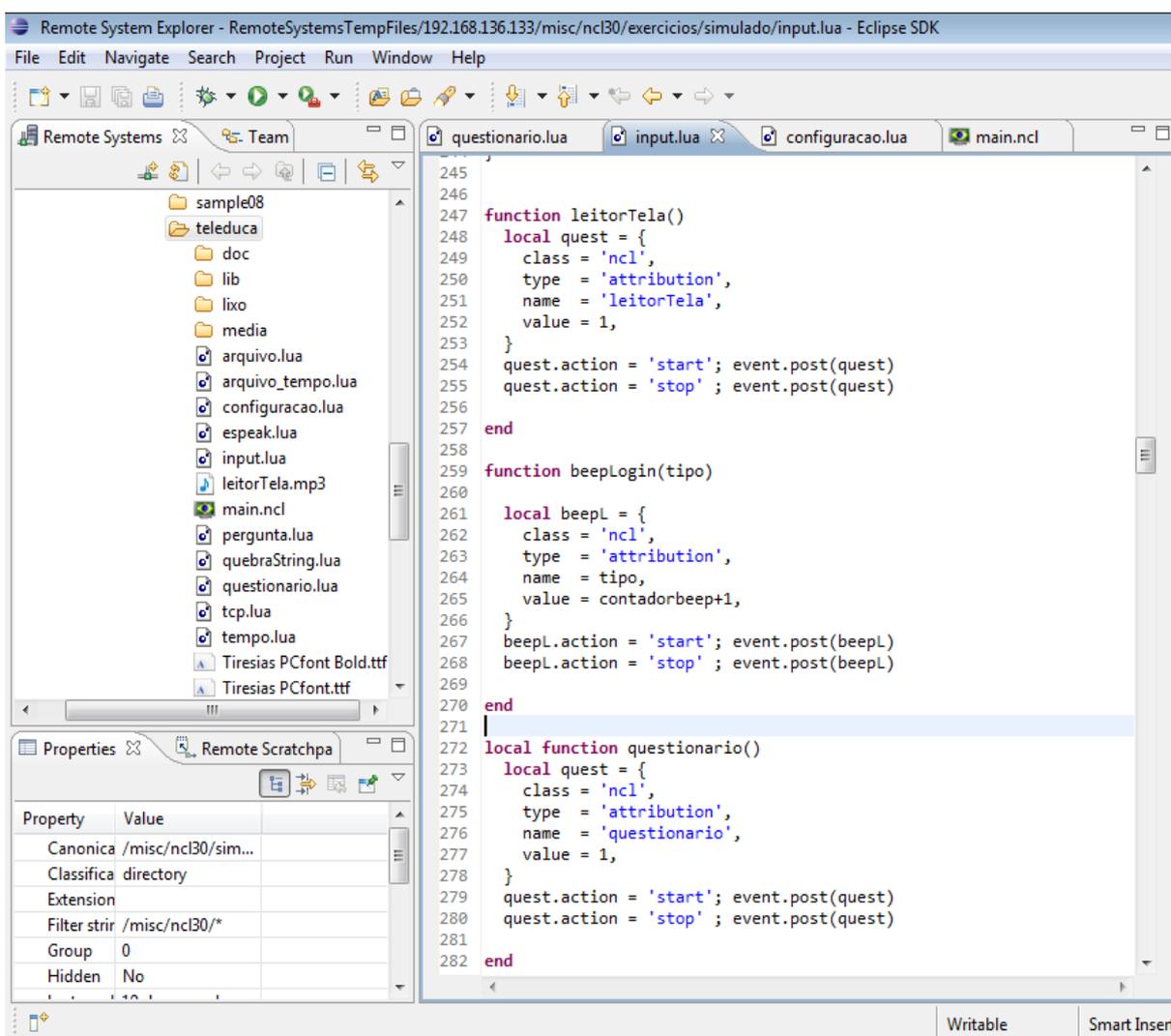


Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).

Agora, com a conexão estabilizada, foi criada uma pasta para guardar os códigos referentes ao sistema Teleduca. Para acessar a pasta, foi utilizado o caminho: "Root -> misc -> ncl30 -> teleduca", de acordo com a Figura 6.

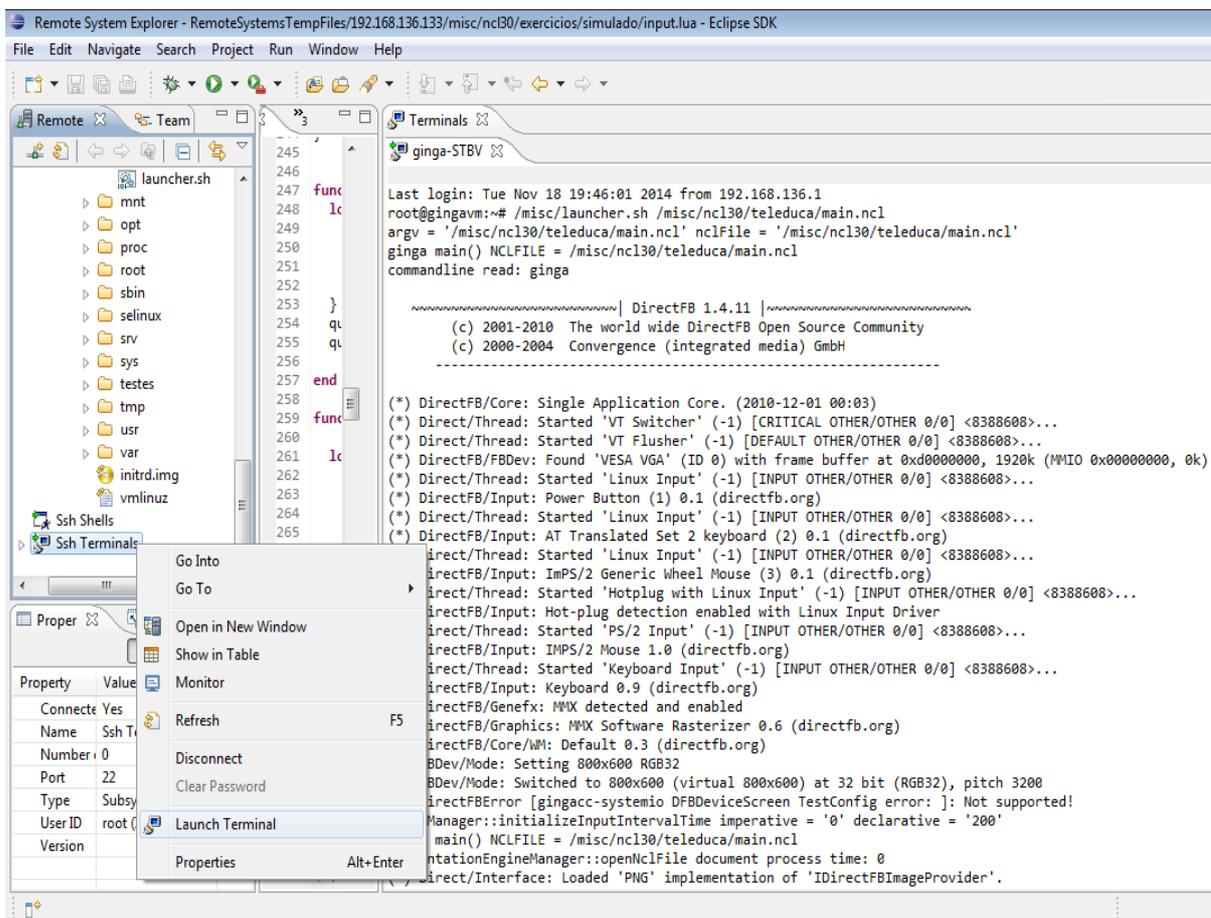
O próximo passo, para executar e testar o sistema, foi inicializado um terminal para executar os comandos no Ginga-NCL Virtual STB. Para isto, foi clicado com o botão direito sobre "SSH Terminals" e escolhida a opção "Launch Terminal". No terminal que aparece no canto direito da tela 7, os seguintes comandos foram digitados para que o sistema Teleduca seja apresentado: "cd /misc/ncl30/teleduca/" para entrar na pasta e "/misc/launcher.sh main.ncl" para realizar a execução do sistema.

Figura 6 Código do sistema Teleduca



Fonte: Elaborada pelo autor (2014).

Figura 7 - Execução do código do sistema Teleduca através de linha de comando via SSH.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2015).