



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

PASSEIO VIRTUAL NA TV DIGITAL:

Apresentação interativa de lugares remotos utilizando a metodologia de imersão 360° do Google Street View

DEMETRIUS LACET RAMALHO DA SILVA

**JOÃO PESSOA - PB
AGOSTO – 2013**

DEMETRIUS LACET RAMALHO DA SILVA

PASSEIO VIRTUAL NA TV DIGITAL: Apresentação interativa de lugares remotos utilizando a metodologia de imersão 360° do Google Street View

Dissertação apresentada ao Centro de Informática da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática (Sistemas de Computação).

Orientador: Prof. Álvaro Francisco de Castro Medeiros, D.Sc

**JOÃO PESSOA - PB
AGOSTO – 2013**

S586p Silva, Demetrius Lacet Ramalho da.

Passeio virtual na TV digital: apresentação interativa de lugares remotos utilizando a metodologia de imersão 360° do Google Street View / Demetrius Lacet Ramalho da Silva.- João Pessoa, 2014.

107f.

*Orientador: Álvaro Francisco de Castro Medeiros
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI*

1. Informática. 2. TV Digital. 3. Tour virtual. 4. Passeio virtual. 5. Virtual Heritage. 6. Panorâmicas 360°.

Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de
Mestrado de **Demetrius Lacet Ramalho Da Silva**,
candidato ao Título de Mestre em Informática na
Área de Sistemas de Computação, realizada em 31
de Julho de 2013.

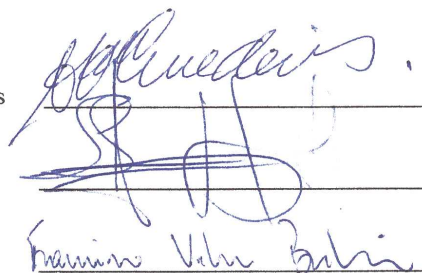
Ao trigésimo primeiro dia do mês de Julho do ano dois mil e treze, às dezesseis horas, no auditório do CCEN - Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se os membros da Banca Examinadora constituída para examinar o candidato ao grau de Mestre em Informática, na área de "Sistemas de Computação", na linha de pesquisa "Computação Distribuída", o Sr. **Demetrius Lacet Ramalho Da Silva**. A comissão examinadora foi composta pelos professores doutores: ÁLVARO FRANCISCO DE CASTRO MEDEIROS (PPGI-UFPB), Orientador e Presidente da Banca, GUIDO LEMOS DE SOUZA FILHO (PPGI-UFPB), examinador interno e FRANCISCO VILAR BRASILEIRO (UFCG) como examinador externo. Dando início aos trabalhos, o professor ÁLVARO FRANCISCO DE CASTRO MEDEIROS cumprimentou os presentes, comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e passou a palavra ao candidato para que o mesmo fizesse, oralmente, a exposição do trabalho de dissertação intitulado "*PASSEIO VIRTUAL NA TV DIGITAL: Apresentação Interativa de Lugares Remotos Utilizando a Metodologia de Imersão 360° do Google Street View*". Concluída a exposição, o candidato foi arguido pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: "*Aprovado*". Assim sendo, deve a Universidade Federal da Paraíba expedir o respectivo diploma de Mestre em Informática na forma da lei e, para constar, eu, professor Alisson Vasconcelos de Brito, Coordenador deste programa, servindo de secretário, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos membros da Banca Examinadora. João Pessoa, 31 de Julho de 2013.

Alisson Vasconcelos de Brito

Prof. Dr. Álvaro Francisco de Castro Medeiros
Orientador (PPGI-UFPB)

Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho
Examinador Interno (PPGI-UFPB)

Prof. Dr. Francisco Vilar Brasileiro
Examinador externo (UFCG)



AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Álvaro Francisco de Castro Medeiros, pela compreensão e incentivo nos momentos mais difíceis dessa trajetória. Certamente uma honra por ter um orientador atuante em defesa dos interesses dos seus orientandos.

A minha esposa Juliana Lacet, que me auxiliou em todos os momentos da realização deste trabalho e não me deixou esmorecer diante dos problemas do percurso. Sem dúvida não teria conseguido sem esse apoio.

Aos meus pais que dentro de suas possibilidades me incentivaram a seguir o caminho dos estudos.

Aos professores que direta ou indiretamente colaboraram nessa caminhada, desde o início dos créditos até a conclusão da dissertação.

Ao amigo Danilo Rangel que sempre estudou comigo os assuntos mais complexos mesmo nos fins de semana.

Dedico uma parte desses agradecimentos a uma pessoa muito especial que sempre acreditou no meu potencial ainda na graduação no Rio de Janeiro, não me deixando desistir dos meus objetivos. Muitas vezes sendo minha mãe, nas críticas e elogios. Profa. Dra. Isis Fernandes Braga. Meu carinho, meu respeito.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão desse trabalho.



SAINT-EXUPÉRY, Antoine de. **O pequeno príncipe**. Rio de Janeiro: Agir. 1974.

SILVA, Demetrius L. R. da. **PASSEIO VIRTUAL NA TV DIGITAL: Apresentação interativa de lugares remotos utilizando a metodologia de imersão 360° do Google Street View**, 107p. 2013. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Informática, João Pessoa/PB, 2013.

RESUMO

Este trabalho apresentou a relação entre a TV Digital - através de seus recursos de interatividade - e passeios virtuais, no que tange a apresentação de lugares remotos tendo como base a metodologia empregada nos passeios virtuais do *Google Street View*¹. De forma resumida explanou a evolução de alguns temas necessários ao bom entendimento do projeto como: Passeio/Tour virtual, *Google Street View*, Turismo e TV Digital, traçando paralelos e pontos de encontro entre estes fenômenos sociais e culturais, além de apresentar uma reflexão sobre o uso da imagem conceitual em detrimento do seu uso como representação exclusivamente visual. Foi apresentado nesta pesquisa um formato possível de adaptação à TV Digital de visitação a lugares remotos através de *Tours* panorâmicos 360°. Como validação da hipótese levantada, um aplicativo foi desenvolvido para TV Digital contendo um passeio virtual a um museu à luz dos métodos utilizados para desenvolvimento de passeios virtuais para internet, a fim de demonstrar o seu uso com êxito nessa nova plataforma. Como complemento, foi desenvolvido um sistema WEB capaz de gerar essa aplicação no formato NCL, próprio para TV Digital.

Palavras-chave: TV Digital, *Tour virtual*, Passeio Virtual, *Virtual Heritage*, Panorâmicas 360°, *Google Street View*.

¹ O *Google Street View* é um serviço de mapeamento fotográfico de ruas criado pela multinacional *Google* em 2007.

SILVA, Demetrius L. R. da. **VIRTUAL TOUR IN THE DIGITAL TV: Interactive presentation of remote locations using the 360° Google Street View's immersion methodology**, 107p. 2013. Dissertation (Master of Informatic) – Federal University of Paraíba, Informatic Department, Brazil, 2013.

ABSTRACT

This document presented the relationship between Digital TV - through their interactivity - and virtual tours, regarding the presentation of remote locations based on the methodology employed in virtual tours of Google Street View. Briefly expounded the evolution of some issues necessary for the proper understanding of the project as: Virtual Tour, Google Street View, Tourism and Digital TV, drawing parallels and points of encounter between these social and cultural phenomena, and present a reflection on using conceptual image at the expense of its use as a visual representation only. This research was presented a possible adaptation to the Digital TV visitation to remote places through 360° panoramic tours. As validation of the hypothesis, an application was developed for Digital TV containing a virtual tour to a museum in the light of the methods used to develop virtual tours to the internet in order to demonstrate their use successfully in this new platform. As a complement, a WEB system was developed able to generate this NCL application, suitable for Digital TV.

Keywords: Digital TV, *Tour virtual*, *Virtual Heritage*, 360° Panoramics, *Google Street View*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Cena do filme Trip Down Market Street.....	27
Figura 2:	O mesmo local depois do terremoto.....	27
Figura 3:	Montagem do equipamento no carro.....	29
Figura 4:	Visualização do passeio na tela.....	29
Figura 5:	Câmera digital de 1975.....	29
Figura 6:	Uso da câmera na televisão.....	29
Figura 7:	Rotação infinita de um panorama circular	32
Figura 8:	Apresentação linear de um panorama circular.....	33
Figura 9:	2 imagens com pequeno intervalo e sua sobreposição.....	34
Figura 10:	Correspondência de <i>keypoints</i> nas imagens.....	34
Figura 11:	Imagem deformada para navegação cilíndrica ou esférica.....	35
Figura 12:	Panorâmica no iOS 6.....	35
Figura 13:	Imagem da lente <i>Bubblescope</i> integrada ao celular.	36
Figura 14:	Imagem 360° tirada com a lente Bubblescope.....	36
Figura 15:	Boneco <i>pegman</i>	37
Figura 16:	PrintScreen da tela do <i>google street view</i>	38
Figura 17:	Veículos do Google Street View.....	39
Figura 18:	Câmera na mochila.....	39
Figura 19:	Câmera subaquática.....	39
Figura 20:	Gerações de câmeras do <i>Google Street View</i>	40
Figura 21:	Mapeamento 3D feito pelo scanner.....	40
Figura 22:	Máscara com Espelhos - Lygia Clark (1967).....	45
Figura 23:	Arquitetura básica do <i>middleware</i>	48
Figura 24:	Arquitetura do Ginga.....	49
Figura 25:	Demonstração do aplicativo na TV.....	54
Figura 26:	Demonstração das funções no controle remoto.....	55
Figura 27:	Demonstração do aplicativo na TV.....	56
Figura 28:	Demonstração da visita a um dos pontos escolhidos.....	56
Figura 29:	Detalhe do vídeo no canto superior.....	57
Figura 30:	Fotografia 360° do Forte de Santa Catarina.....	58
Figura 31:	Motor com passo programado	58
Figura 32:	Lente adaptável à câmera.....	58
Figura 33:	Modo certo e errado de posicionamento da câmera.....	59
Figura 34:	Salvador - BA.....	59
Figura 35:	Ponto nodal.....	60
Figura 36:	Disco graduado.....	60
Figura 37:	Parte da sequencia de imagens. Fotos do autor.....	61
Figura 38:	Sequencia montada. Fotos do autor.....	61
Figura 39:	Rede social “dermandar”.....	62
Figura 40:	Telas do sistema.....	63

Figura 41:	Imagem completa de um dos pontos.....	63
Figura 42:	Hierarquia dos elementos.....	64
Figura 43:	Escala cromática usada na tela inicial.....	65
Figura 44:	Harmonia de cores entre as telas.....	65
Figura 45:	Trecho do arquivo NCL.....	66
Figura 46:	Trecho do arquivo LUA.....	66
Figura 47:	Pin vermelho e Pin verde.....	66
Figura 48:	Trecho do arquivo NCL.....	67
Figura 49:	Trecho do arquivo LUA	68
Figura 50:	Trecho do arquivo NCL.....	69
Figura 51:	Trecho do arquivo NCL.....	69
Figura 52:	Trecho do arquivo NCL.....	70
Figura 53:	Printscreen da tela do sistema web.....	72
Figura 54:	Ícone com link para explicação do funcionamento.....	73
Figura 55:	Imagem que apresenta o funcionamento do sistema na TV.....	73
Figura 56:	Link para criar imagens panorâmicas.....	74
Figura 57:	Printscreen da tela do sistema web.....	75
Figura 58:	Printscreen da tela do sistema web.....	76
Figura 59:	Printscreen da tela do sistema web.....	77
Figura 60:	Link para baixar a aplicação pronta zipada.....	77
Figura 61:	Código para resgate da aplicação.....	78
Figura 62:	Espaço na tela inicial para colar o código localizador.....	78
Figura 63:	Detalhe da modificação dinâmica do código LUA.....	79
Figura 64:	Número de pontos escolhidos no arquivo NCL.....	80
Figura 65:	Detalhe do código inserido no arquivo NCL.....	80
Figura 66:	Pasta criada no servidor com md5.....	81
Figura 67:	Arquivos gerados.....	81
Figura 68:	Navegação no site do Louvre.....	84
Figura 69:	Imagem panorâmica do site do Louvre.....	84
Figura 70:	Ilustração “bytes_de_memória”.....	103
Figura 71:	PrintScreen da tela do site.....	105
Figura 72:	PrintScreen da tela do site.....	105
Figura 73:	PrintScreen da tela do site com vista 360° do campo.....	107
Figura 74:	PrintScreen da tela do site com vista 360° do acesso ao vestiário.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Orientações de usabilidade para TV Digital.....	50
Quadro 2:	Características da Televisão e do Computador.....	51

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE QUADROS.....	XI
CAPÍTULO 1	14
1.1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 MOTIVAÇÃO	17
1.3 RELEVÂNCIA.....	18
1.4 OBJETIVOS	19
1.5 CONTRIBUIÇÃO	20
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
CAPÍTULO 2 – REPRESENTAÇÃO VIRTUAL.....	22
2.1 A IMPORTÂNCIA DA IMAGEM	23
2.2 MOVIE MAP – PROJETO ASPEN.....	27
CAPÍTULO 3 – EXPLORANDO LUGARES NO NÍVEL DA RUA.....	31
3.1 IMAGENS PANORÂMICAS.....	32
3.2 GOOGLE STREET VIEW	37
CAPÍTULO 4 – A TV DIGITAL E SUAS POSSIBILIDADES.....	41
4.1 FUNDAMENTOS DA TV.....	42
4.2 INTERATIVIDADE	44
4.3 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO.....	46
4.4 PLATAFORMA GINGA/NCL.....	48
4.5 LIMITAÇÕES/RESTRIÇÕES DA PLATAFORMA.....	49
4.6 PADRÕES DE USABILIDADE.....	50
CAPÍTULO 5 – PASSEIO VIRTUAL 360° - ADAPTAÇÃO DA SOLUÇÃO WEB DE IMERSÃO VIRTUAL 360° PARA TV DIGITAL	53
5.1 APRESENTAÇÃO	53
5.2 NAVEGAÇÃO	54
5.3 INICIANDO A VISITA.....	55
5.4 COMPOSIÇÃO FOTOGRÁFICA 360°	57
5.5 MONTAGEM DAS FOTOS	61
5.6 ADAPTAÇÃO À TV DIGITAL	62
5.6.1 O MENU E A HIERARQUIA DOS ELEMENTOS.....	63

5.62	MOVENDO A IMAGEM.....	68
5.63	FUNÇÕES DO HUD.....	69
CAPÍTULO 6 – O GERADOR WEB DE NCL		71
6.1	INTERAGINDO COM O SISTEMA.....	75
6.1.1	TÍTULO	75
6.1.2	IMAGEM DO PROJETO (JPG)	75
6.1.3	QUANTIDADE DE PONTOS	76
6.2	INSERINDO DADOS NO SISTEMA	76
6.3	RESGATANDO APLICAÇÃO GERADA	78
6.4	GERANDO DINAMICAMENTE OS CÓDIGOS NCL E LUA.....	79
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO		82
7.1	TRABALHOS FUTUROS.....	85
REFERÊNCIAS.....		87
APÊNDICE A – CÓDIGOS NCL DO APLICATIVO.....		90
APÊNDICE B – CÓDIGOS LUA DO APLICATIVO.....		100
APÊNDICE C – CÓDIGOS LUA DO APLICATIVO.....		102
ANEXO 1 – BYTES DE MEMÓRIA		103
ANEXO 2 – SOROCABA INTERATIVA 3D		104
ANEXO 3 – ESTÁDIO NACIONAL 360º: CONFIRA FOTOS PANORÂMICAS DA ARENA DE BRASÍLIA.....		106

CAPÍTULO 1

O presente capítulo tem como objetivo fundamentar teoricamente essa dissertação. Serão apresentados os conceitos, a motivação da pesquisa, bem como sua relevância no âmbito acadêmico, objetivos e contribuições. Ao final, será apresentada a estrutura que será seguida.

1.1 INTRODUÇÃO

Bem percebia o poeta inglês John Donne² no século XVII que “nenhum homem é uma ilha, completo em si próprio; cada ser humano é uma parte do todo”. Nesse sentido podemos perceber uma das grandes características do homem que é sua inquietude com o meio e a necessidade de evolução. Quando refletimos sobre o avanço da tecnologia, constatamos nosso próprio avanço, em um esforço coletivo onde todos contribuem com suas pesquisas e descobertas. E foi esse sentimento de ir além que fez o homem sair da sua zona de conforto em busca do novo. Durante muitos séculos o mundo ficou desconhecido para a maioria das pessoas, que imersas em sua própria sociedade, não sabiam da existência de outros lugares.

De forma muito eficiente, a literatura e a pintura instigaram a imaginação das pessoas apresentando-as a um mundo novo, até então desconhecido.

A imagem enquanto representação do real, seja em desenho ou pintura foi o primeiro veículo de apresentação de lugares distantes, sendo o principal motivador para pequenos e longos deslocamentos.

De acordo com Kotler (1994), a imagem de um lugar é o fator determinante de como a sociedade reage a um local, pois existe um conjunto de crenças, ideias e impressões que formam no imaginário das pessoas, a imagem do lugar, e cada uma possui a sua imagem formada aos seus moldes. Com a descoberta do processo fotográfico, este, enquanto recorte da realidade foi por muito tempo o principal instrumento de apresentação do mundo. Segundo Avighi (1992), a mídia impressa exercia uma significativa influência sobre as pessoas no século XIX, tornando-se ainda mais expressiva com a introdução da fotografia. Como afirma também Ruschmann (2001), as imagens fotográficas induziam os futuros turistas à visita do destino que estava sendo apresentado.

²Nelson, Brent. “Pathopoeia and the Protestant Form of Donne’s Devotions Upon Emergent Occasions”. In: Papazian, Mary A. (org.). John Donne And The Protestant Reformation: new perspectives. Detroit: Wayne State UP, 2003.

É certo que uma imagem produzida por um fotógrafo acaba sendo uma interpretação pessoal, que sob o ângulo e a luz da sua escolha melhor traduzem aquele momento. Por este fato, algumas vezes, aquilo que se vê na fotografia não é a realidade completa e sim uma pequena parte. Contudo, a imagem domina a capacidade de transmitir sentimentos emotivos, transformando aquele pedaço de atrativo turístico, em um desejo, em uma viagem (GASTAL, 2005).

Com o advento do cinema, o mundo ficou mais exposto, e muitos filmes foram produzidos também com a finalidade de apresentar lugares. A televisão como extensão do cinema, invadiu os lares e passou a apresentar o mundo de forma ainda mais sistemática, com séries produzidas para esse fim.

Com a informática e a internet, vivemos o fenômeno da convergência das mídias³, forçando a adaptação dos meios de comunicação a esse novo modelo de acesso dinâmico de conteúdo.

Nesse cenário tecnológico e de grande acesso à informação, os filmes, os *games*⁴ e aplicativos para internet nos oferecem hoje excelentes condições de visita virtual, com um nível de realismo muito grande, mesmo quando se trata de reconstrução de lugares destruídos pela ação do tempo ou do homem.

Neste trabalho iremos discutir o turismo virtual e os passeios interativos não guiados, feitos pelo computador com visualização ao nível da rua, a exemplo do *Google Street View*.

³JENKINS, Henry, Cultura da Convergência. São Paulo: Aleph, 2008.

⁴ Neste trabalho será adotado o termo “games” para descrever os jogos eletrônicos, ou jogos digitais para consoles de videogame ou computadores.

1.2 MOTIVAÇÃO

Os jogos e brincadeiras, de uma forma geral, sempre estiveram presentes em nosso cotidiano, com menos ou mais intensidade, despertando a criatividade e possibilitando interação entre as pessoas. Hoje em dia, com o advento dos *games*, os jovens enquanto “nativos digitais”⁵, que navegam em vários sites, falam ao celular, comunicam-se em redes sociais, ouvem música, etc, tudo isso simultaneamente, rapidamente assimilaram a interação que estas aplicações proporcionam.

Alguns anos atrás, explorar lugares remotos sem sair de casa era um recurso disponível apenas em *games*, e que nos dias atuais, praticamente faz parte do cotidiano das pessoas que utilizam internet. No mundo digital, qualquer lugar pode ser visitado sem nenhuma restrição e/ou limite, principalmente aqueles que envolvem horário, além de permitir que portadores de algumas deficiências locomotoras realizem tarefas antes impossíveis.

Quanto mais detalhados os objetos virtuais e suas possibilidades de interação, mais exigirá da máquina, demandando maior tempo de espera para carregar as cenas, e hardware mais avançado para processá-las em tempo real. Nos *games*, comumente opta-se pela diminuição do número de polígonos e uso de pequenas texturas que se repetem cobrindo grandes superfícies, tornando-os mais “leves”, porém mais artificiais.

Muitas modalidades de simulação já foram estudadas e várias disponibilizadas gratuitamente ou vendidas, e nesse sentido, uma das opções mais populares no que diz respeito à apresentação de lugares remotamente, é a **interação fotográfica ao nível da rua**, adaptada pela *Google* em seu produto “*Google Street View*”, que permite ao usuário, “andar” pelas ruas de uma cidade tendo como cenário, o próprio lugar, fotografado em pontos esféricos de 360 graus.

Dentro deste contexto de interação em ambientes reais, vislumbramos o acesso a esse tipo de visualização através da TV aberta, sem que haja necessidade de

⁵ALVES, L. R. G. “**Nativos Digitais: Games, Comunidades e Aprendizagens**”. In: MORAES, Ubirajara Carnevale de. (Org.). Tecnologia Educacional e Aprendizagem: o uso dos recursos digitais. Livro Pronto: São Paulo, 2007, v., p. 233-25.

computador, nem de internet, uma vez que no Brasil, **96,5%** da população tem Televisão, **42,9%** tem computador, **34,8%** tem acesso à internet⁶.

1.3 RELEVÂNCIA

Com o início das transmissões digitais no Brasil, e com a previsão de substituição das plataformas analógicas por digitais, um novo leque de possibilidades começou a integrar a área de computação, sobretudo para os pesquisadores/desenvolvedores de conteúdos interativos.

O projeto do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) não se justifica apenas pelas melhorias na qualidade de som e imagem, e sim, na ampla variedade de serviços que podem ser desenvolvidos a partir desse modelo. Essas novas aplicações trazidas pela Televisão Digital Interativa (TVDI) são as suas melhores justificativas.

Podemos pensar nesses serviços que expandem a utilização da televisão como meio de comunicação e de inclusão social - inexistentes no modelo analógico - como possibilidades para o turismo virtual, uma vez que no Brasil o alcance da TV chega a quase 100% da população.

⁶ IBGE (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - 2012).

1.4 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de adaptação para TV Digital, do sistema de visualização e interação de ambientes baseados em mapeamento fotográfico 360 graus, a exemplo do *Google Street View*, que permite explorar lugares no nível da rua, além de apresentar um gerador válido desse tipo de aplicação para TV Digital.

Alguns desafios nortearam esta pesquisa:

- No que tange a interatividade, a navegação por imagens na WEB já é um processo consolidado. Bem como nos consoles de vídeo-game. Porém, na TV ainda é um procedimento restrito apenas à navegação por “menus”.
- Possibilidade do usuário criar sua própria aplicação tendo como imagens de navegação suas próprias fotografias panorâmicas (também geradas por meio da aplicação).

Foi criada uma versão inicial para WEB utilizando Adobe Flash, e após o seu uso com sucesso, fizemos a adaptação para a linguagem da TV digital.

Dentro desta perspectiva, alguns passos foram seguidos, não só durante a pesquisa, mas também na concepção do sistema, são eles:

- Oferecer uma análise das aplicações que propõe visitas virtuais na internet sem o recurso de imersão em 360 graus;
- Analisar os tipos de tecnologias de visualização 360 graus
- Propor um modelo de processo para o desenvolvimento de passeio virtual baseado em visualização 360 graus para TV Digital;
- Fazer um estudo baseado em princípios de design para definição das especificações da aplicação, como interação, botões usados no controle, mapeamento fotográfico;
- Desenvolvimento do sistema.

1.5 CONTRIBUIÇÃO

Este trabalho traz como contribuição um modelo de processo (framework) para o desenvolvimento de conteúdo interativo baseado na visualização proposta pelo *Google Street View* voltado para a TV Digital, bem como a análise, tanto dos aspectos tecnológicos, quanto dos aspectos de conteúdo, procurando identificar problemas, falhas e melhorias que possam ser feitas durante o desenvolvimento de uma aplicação dessa natureza.

O trabalho também contribui com a discussão acerca do desenvolvimento de conteúdo interativo para TV Digital baseado em lugares remotos, museus e monumentos históricos, estimulando pesquisas científicas neste campo.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para que este trabalho possa abordar o tema proposto e alcançar os objetivos pretendidos, a dissertação apresenta a seguinte estrutura:

O documento está dividido em 7 capítulos. O **Capítulo 1** apresenta o trabalho de maneira geral descrevendo sua motivação, relevância, objetivos, contribuição, e estrutura da dissertação.

O **Capítulo 2** apresentará a importância da imagem como representação da realidade.

No **Capítulo 3** apresentaremos o estado da arte em passeio virtual tendo como principal objeto de estudo as soluções web de exploração de lugares no nível da rua como o Google *Street View*. Faremos uma análise do uso desse formato de visualização em pontos panorâmicos 360° como alternativa para visitas interativas destacando sua importância no processo de visita a lugares remotos e alguns exemplos de aplicação que utilizam esta tecnologia.

A TV Digital no contexto atual, suas possibilidades e suas limitações será discutida no **Capítulo 4**. No **Capítulo 5** apresentaremos o sistema de visita virtual interativa desenvolvido para TV Digital com navegação adaptada aos seus recursos de interatividade.

O **capítulo 6** aborda outro sistema, fruto desta pesquisa, que serve de complemento ao sistema desenvolvido para TV. Trata-se do sistema web de geração de códigos NCL.

O último capítulo fecha o documento com as conclusões e trabalhos futuros.

As informações complementares do projeto são apresentadas nos Apêndices e anexos deste documento.

Capítulo 2 | REPRESENTAÇÃO VIRTUAL

Neste capítulo abordaremos o conceito de imagem enquanto representação da realidade, apresentando ao leitor em que contexto está inserido a pesquisa, uma vez que a aplicação baseia-se no uso de imagens para representar lugares.

... cada lugar se comunica instantaneamente
com todos os outros, não experimentamos um
pouco de isolamento a não ser no trajeto de um
lugar para o outro, isto é,
quando não estamos em lugar nenhum...

Ítalo Calvino

Segundo dados divulgados pela OMT - Organização Mundial de Turismo - em 12 de setembro de 2012, a indústria de viagens e turismo deverá chegar a 1 bilhão de clientes neste ano. Foram 467 milhões de turistas que viajaram entre janeiro e junho de 2012 pelo mundo⁷.

Sempre foi inerente ao homem o desejo de sair do cotidiano criado por ele mesmo. Viajar autenticamente, é partir do conhecido ao desconhecido, de dentro para fora, do interior de si mesmo para o exterior do outro. Assim como mostrou Júlio Verne em seu livro “Viagem ao Centro da Terra”⁸, a viagem é um trânsito do homem, no qual se opera a transição entre a experiência do conhecido e as experiências por conhecer, na sua busca constante na direção da renovação e à sua própria superação (ROMERO, H.M. apud RODRIGUES. A. B.1996).

2.1 A IMPORTÂNCIA DA IMAGEM

- E para que serve um livro sem gravuras? Pergunta Alice.
Trecho de “O país das maravilhas”

⁷ Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/turismo/noticias/todas_noticias/20121213.html> Acesso em 29/12/2012.

⁸ VERNE, Júlio. Viagem ao Centro da Terra. Série Júlio Verne. Edições de Ouro. Editora Matos Peixoto S.A. Rio de Janeiro, 1964.

Como nosso objeto de estudo é essencialmente visual, faremos nessa seção uma análise que consideramos de suma importância para o bom entendimento deste trabalho sobre a “imagem” enquanto meio, e não como fim.

Parece muito trivial falar sobre a imagem, já que ela está implícita em tudo que nos cerca. A televisão nos mostra imagens, assim como as revistas, o computador, enfim, o mundo a nossa volta. Mas o fato é que a imagem tem várias faces. E pouco se percebe o quão ampla pode ser sua atuação. De uma forma despretensiosa, lembramos que do ponto de vista religioso “Deus criou o homem à sua imagem” (Gênesis 1:26 e 27)⁹ mas Ele não se fez visível para que fosse copiada sua representação visual. Portanto, a imagem está no campo das ideias, do significado construído.

De tal forma podemos afirmar que imagem é antes de tudo um conceito. A representação e o entendimento são produtos desse conceito. Com o cinema e a televisão ascendemos ao patamar de imagem em movimento. Que fomos da “era da arte para a era do visionamento”¹⁰ e passamos a excluir a experiência, todavia real, da contemplação das imagens. Na infância, quando se aprende paralelamente a falar e a reconhecer as formas, cores e coisas, o conceito é criado a partir de ilustrações nos livros infantis onde a criança cria seu próprio mundo paralelo de fantasia.

A imagem está em tudo, e sempre esteve com o homem mesmo antes da formação coletiva de conceitos. “Por todo o lado através do mundo, o homem deixou vestígios das suas faculdades imaginativas sob a forma de desenhos feitos na rocha e que vão desde os tempos mais remotos do paleolítico até à época moderna”¹¹.

Quando lemos a descrição de um lugar, ou quando alguém nos fala sobre ele, criamos um outro tipo de imagem chamada imagem mental. Como se tivéssemos visto, mesmo não tendo estado lá. Para Piaget (1977), seria a “evocação simbólica de uma

⁹BÍBLIA. Português. A Bíblia de Jerusalém. Nova edição rev. e ampl. São Paulo: Paulus, 1985.

¹⁰DEBRAY, Régis. Vida e Morte da imagem: uma história do olhar no Ocidente. Tradução de Guilherme Teixeira. Petrópolis, RJ: Vozes, 1993.

¹¹GELB, I. Historia de la escritura. Madrid: Alianza, 1976.

realidade ausente”, assim como os “bonecos de palitinho” desenhados pelas crianças representando para elas as pessoas.

Na imagem mental, embora consideremos a possibilidade de “ver”, mesmo não vendo, também nos valem os outros sentidos, como o tato, olfato, etc., a exemplo de um sonho, onde nos sentimos quase em uma realidade paralela, em uma experiência vivida num momento quase de alucinação. De qualquer forma, é a lembrança visual que traduz a imagem mental que fazemos das coisas.

A imagem pode ser tudo, e também o seu contrário, como *Proteu* em *Odisseia*¹² – visual e imaterial, fabricada ou natural, antiga e contemporânea, real e virtual.

A contemplação da natureza ou da vida cotidiana sempre fez parte do homem, porém, aprisionar aquele determinado momento em um suporte (um papel ou uma tela, por exemplo) de forma fidedigna que fosse capaz de proporcionar uma lembrança do lugar ou do acontecido só de olhar, tornou-se realidade apenas no século XIX com a invenção da fotografia, que na verdade foi uma síntese de vários inventos (de várias épocas, inclusive) e contou, sobretudo com as descobertas químicas (SCHAEFFER, 1996).

A fotografia foi de encontro às necessidades da sociedade da época, que experimentava cada vez mais um ritmo desenfreado de transformações. Enquanto um número incontável de manifestações da vida social e biológica estava sendo destruída em curto espaço de tempo, a fotografia veio registrar todo esse desaparecimento (SONTAG, 1981).

Para Barthes (1984:35), a fotografia não rememora o passado. “O efeito que ela produz em mim não é o de restituir o que é abolido (pelo tempo, pela distância), mas o de atestar que o que vejo de fato existiu.”

Walter Benjamin (1969) acredita que as artes baseadas na fotografia e na cinematografia perderam sua aura¹³. Que “a pintura convida à contemplação; em sua

¹² No poema épico *Odisseia*, de Homero (HOMERO. *Odisseia*. Trad. Carlos Alberto Nunes; rev. Marcus Rei Pinheiro. Rio de Janeiro: Ediouro, 1997), um dos deuses do mar, Proteu, possuía o poder de tomar todas as formas que desejasse conferindo um entendimento diferente a cada um que o procurasse.

presença, as pessoas se entregam à associação de ideias. Nada disso ocorre no cinema; mal o olho capta uma imagem, esta já cede lugar a outra e o olho jamais consegue se fixar.”

Embora controverso do ponto de vista filosófico, o fato é que as descobertas que tiveram vieses populares acabaram ganhando adeptos e ocupando a imaginação de todos, pois como se sabe, o desejo do homem em adiantar-se ao futuro não é novo. Como pode ser constatado no desenho animado “Os Jetsons”¹⁴ de 1962 e em vários filmes da mesma época. A projeção das intensões para o futuro antevia a entrada do virtual no cotidiano das pessoas.

Quando tratamos de exploração virtual de lugares, estamos abordando o conceito de algo que existe enquanto possibilidade manifestada em suportes, inclusive anterior à era da computação. Assim como uma pintura, um livro ou uma fotografia nos permite viajar intelectualmente a lugares desconhecidos, o computador, como a TV também são exemplos de suportes modernos de manifestação do virtual.

A cinematografia¹⁵ quando surgiu era tão convincente que qualquer situação apresentada era considerada um recorte do real, e foi essa dramaticidade que fez o cineasta *Miles Earl* em 1906 ligar uma câmera na frente de um bonde (*trolley*) em São Francisco (EUA), para filmar todo o caminho de *Mid-Market Street* até o *Ferry Building*. Intitulado “*Trip Down Market Street*”¹⁶, o filme foi a primeira tentativa da história de proporcionar um passeio virtual.

¹³“Em suma, o que é aura? É uma figura singular, composta de elementos espaciais e temporais: a aparição de uma coisa distante, por mais perto que ela esteja. Observar, em repouso, numa tarde de verão, uma cadeia de montanhas no horizonte, ou um galho, que projeta sua sombra sobre nós, significa respirar a aura dessas montanhas, desse galho.” (BENJAMIN, 1987, p.170). “Ao definir a aura como ‘a única aparição de uma realidade longínqua, por mais próxima que ela esteja’, nós, simplesmente, fizemos a transposição para as categorias do espaço e do tempo da forma a que designa o valor do culto da obra de arte. Longínquo opõe-se a próximo. O que está essencialmente longe é inatingível. De fato, a qualidade principal de uma imagem que serve para o culto é de ser inatingível. Devido a sua própria natureza, ela esta sempre ‘longínqua, por mais próxima que possa estar’. Pode-se aproximar de sua realidade material, mas sem se alcançar o caráter longínquo que ela conserva, a partir de quando aparece.”(BENJAMIN, 1969).

¹⁴Mais detalhes sobre o desenho de Hannah-Barbera em: COSTA, Márcia M. A. Os Jetsons como Espectro da Sociedade. Dissertação (Mestrado em Educação, Artes e História da Cultura) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

¹⁵Conjunto de métodos e processos utilizados para a reprodução fotográfica do movimento.

¹⁶Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=KJsAdXb4MQc>> e <<http://www.youtube.com/watch?v=6TaxcXfSwDE>>. Acesso em: 31/12/2012.

Menos de uma semana depois, o local onde aconteceu a filmagem foi destruído por um terremoto. Hoje, este filme oferece um vislumbre dolorosamente pungente de como era o vagar através de um mundo perdido.

Figura 1: Cena do filme *Trip Down Market Street*



Figura 2: O mesmo local depois do terremoto.



2.2 MOVIEMAP – PROJETO ASPEN

As fotografias em preto e branco, por vezes mal impressas, serviam apenas como referência, mas ainda estavam longe de oferecer a sensação de proximidade, posto conquistado pelos vídeos que já podiam ser vistos em casa com a popularização no final da década de 1970 dos primeiros videocassetes¹⁷.

Naquela época estava surgindo uma nova tecnologia de armazenamento de dados, o Videodisco ótico¹⁸, que substituiria mais tarde os filmes de 16 mm. Era capaz de armazenar 30 minutos de vídeo com dois canais de áudio e poderia ter seu conteúdo acessado através de um computador.

Em 1978 alguns alunos do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) montaram uma câmera em um tripé-dolly e mapearam os corredores da instituição fazendo captura com disparos quadro-a-quadro para cada passo dado. Com um programa de computador, controlavam a velocidade do vídeo e a direção.

¹⁷ Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Videocassete>>. Acesso em 31/12/2012.

¹⁸ Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Videodisc>>. Acesso em 31/12/2012.

De posse de aparelhos de gravação e reprodução dessa nova tecnologia digital, os então estudantes do MIT *Andrew Lippman* e o diretor de fotografia *Michael Naimark* perceberam que para os 30 minutos de filmes era possível acessar 54.000 frames (cada quadro do filme) a uma taxa de 30 frames por segundo e junto com vários outros estudantes, desenvolveram um projeto revolucionário que ficou conhecido como “*Aspen Movie Map*”¹⁹ que embora tenha sido produzido para fins acadêmicos e não comerciais, foi financiado pela agência de pesquisa em tecnologia para defesa dos Estados Unidos, a ARPA/DARPA²⁰ (*Defense Advanced Research Projects Agency*).

A ideia era criar um passeio virtual pela cidade de Aspen (Colorado – Estados Unidos) para que pudessem promover suas estações de ski.

“Seu objetivo era criar de forma envolvente e realista uma primeira visita para os recém-chegados, de forma que se sentissem literalmente em casa ou com a sensação de já terem vindo antes” (NAIMARK, 2006).

O projeto teve várias frentes e uma delas foi a captura das imagens. Na prática, instalaram um conjunto de quatro câmeras com intervalos de 90° em cima de um Jipe que foi conduzido por todas as ruas da cidade. A cada 10 ft (3 metros), era feita uma tomada pelas câmeras, cujo disparo era controlado por uma roda de bicicleta instalada na parte traseira do carro.

Cada fotografia era ligada a outras permitindo ir para frente, para trás ou virar para esquerda ou direita. O sistema permitia exibir tão rapidamente as fotos (33 milissegundos de intervalo) que a sensação corresponderia a dirigir pelas ruas em 200mph (330 km/h). Como processo de calibragem, baixaram a taxa para 10 frames/seg. no máximo, correspondendo a 68mph (110 km/h). Caso o usuário quisesse, poderia parar em frente a um edifício e conhecer seu interior, uma vez que vários edifícios passaram pelo processo de filmagem.

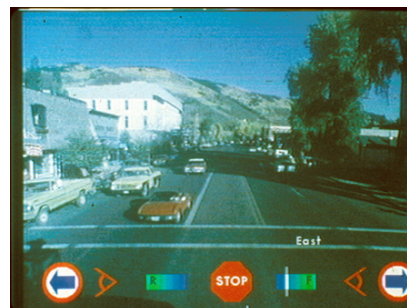
¹⁹ Disponível em: <<http://sridc.wordpress.com/2007/11/29/aspen-movie-map1978-andrew-lippman/>>. Acesso em 31/12/2012.

²⁰ Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/DARPA>>. Acesso em 31/12/2012.

Figura 3: Montagem do equipamento no carro



Figura 4: Visualização do passeio na tela



A produção de imagens digitais foi imprescindível para que pesquisas desta natureza pudessem acontecer, pois o volume de informações visuais era muito grande e do contrário, seria inviável sua realização. Salvar uma informação visual sempre foi um desafio, desde o início da fotografia onde as primeiras imagens capturadas não conseguiam resistir à luz e ao tempo. Na década de 1970, foram feitos os primeiros registros de imagens sem filme em aparelhos adaptados de outros da época. Não fazia registros coloridos, levava quase 30 segundos de exposição para captar a imagem e tinha resolução de 0.01 megapixels (100 linhas horizontais). O arquivo era salvo em fitas cassete e adaptado para apresentação na televisão.

Figura 5 – Câmera digital de 1975²¹


Figura 6 – Uso da câmera na Televisão



²¹ Câmera digital desenvolvida pelo engenheiro Steve Sasson e apresentação da imagem na televisão – KODAK 1975. Fotos de internet disponíveis em: <<http://www.mdig.com.br/index.php?itemid=2776>>. Acesso em 04/20/2013.

A captura digital tanto em fotografia quanto em filme, rapidamente tomou o espaço do analógico e com isso criamos um novo fenômeno que foi o do falseamento da informação. Considerando a nova camada entre a captura e a apresentação que é o *software* de manipulação, podemos conferir sentidos diferentes para cada cena apresentada. Castro (2004) observa que temos o complexo de múmia (BAZIN, 1991) que na cultura egípcia era uma tentativa de perpetuar a vida. Assim, por indução, podemos também conceber a ideia de que uma imagem fotográfica seja, enquanto preservadas as suas características físicas, técnicas e ideológicas, um objeto perene. Na imagem digital, há uma descaracterização da imagem inicial, que ao ter seus signos modificados, como por exemplo, a inserção de legendas ou efeitos, acarreta na modificação da sua essência original.

Segundo SONTAG (1981, p.3) Ao ensinar-nos um novo código visual, a fotografia transforma e amplia nossas noções sobre o que vale a pena olhar e o que efetivamente podemos observar. Constitui ela uma gramática e, o que é ainda mais importante, uma ética do ver.

Nesse sentido, partimos para uma nova realidade, antes mesmo do acelerado avanço tecnológico. Houve uma mudança de mentalidade, de conceito. No início do século XX, já era possível contar com as indústrias Kodak e a máxima da fotografia amadora: “*You press the botton, we do the rest*” (ANDRADE AMMS, 1996) cristalizando a mecanização do processo.

Seguimos para uma realidade paralela, que embora não sendo real, simula situações, ambientes e objetos praticamente enganando nosso cérebro, e em alguns casos, se valendo de outros sentidos que não só a visão.

Capítulo 3 | EXPLORANDO LUGARES NO NÍVEL DA RUA

Neste capítulo serão abordados os conceitos de passeio virtual com visualização ao nível da rua, incluindo o aplicativo *Google Street View*.

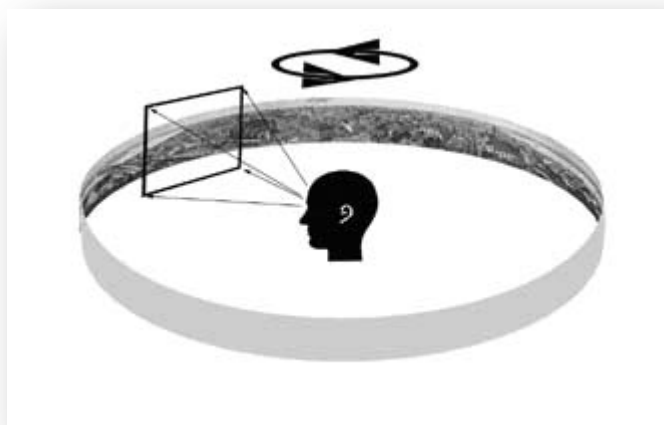
3.1 IMAGENS PANORÂMICAS

Muitas pesquisas foram desenvolvidas após o projeto do videomapa da Aspen com a intenção de apresentar o ambiente para o usuário de forma mais próxima do seu campo de visão, também conhecida como exploração de lugares no nível da rua. Uma das maiores contribuições foi no sentido de minimizar as quebras na continuidade visual das cenas, uma vez que o ato de olhar para o lado implicava sair de uma visualização frontal para uma imediatamente lateral com o intervalo de 90° , o que dependendo da complexidade da cena, por vezes confundia o usuário não estabelecendo uma continuidade.

Atualmente as imagens fotográficas panorâmicas são as melhores alternativas para apresentação de lugares remotos.

Um panorama é um tipo de imagem na qual se visualiza um grande ângulo daquilo que se retrata, podendo inclusive girar 360° em torno do ponto de vista escolhido pelo fotógrafo.

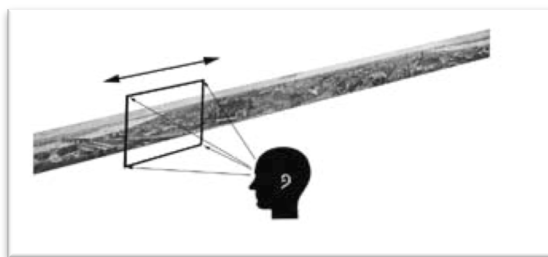
Figura 7 - Rotação infinita de um panorama circular



O princípio da imagem panorâmica veio da Europa dos séculos XVIII e XIX onde pintores criavam as cenas no interior de edificações, em paredes de formato cilíndrico para que o morador ou visitante ao entrar nesse pavimento, experimentasse a sensação de imersão.

Com a mecanização da captura através da fotografia, foi possível criar sequencias fotográficas que combinadas formavam panoramas. Assim, a cena inteira ficava contida numa ampla reprodução horizontal.

Figura 8 - Apresentação linear de um panorama circular.



Fotografias panorâmicas com 360° ou variações menores, vem sendo feitas desde o começo do processo fotográfico. Ainda na época do filme 35mm, algumas câmeras eram especializadas nesse tipo de fotografia, com rotação em torno do seu eixo. Em tempos de fotografia digital, o efeito é obtido com a combinação de aquisição e processamento de imagem em softwares conhecidos como *stitchers* que deformam a imagem adequando-as umas nas outras até formarem uma imagem única. Essa adequação está diretamente ligada ao processo de aquisição das imagens.

As imagens devem ser capturadas com tripé de tal forma que haja *overlapping*, ou seja, sobreposição das imagens em aproximadamente 30%.

Figura 9 – 2 imagens com pequeno intervalo e sua sobreposição



Os softwares que renderizam os panoramas verificam quais pontos em uma foto são correspondentes na outra. Assim, eles vão juntando uma foto na outra até ter o cenário completo. Esses pontos são chamados de “*keypoints*” ou “pontos-chave”. Quanto maior o número correspondente de pontos entre as duas imagens, melhor o resultado final.

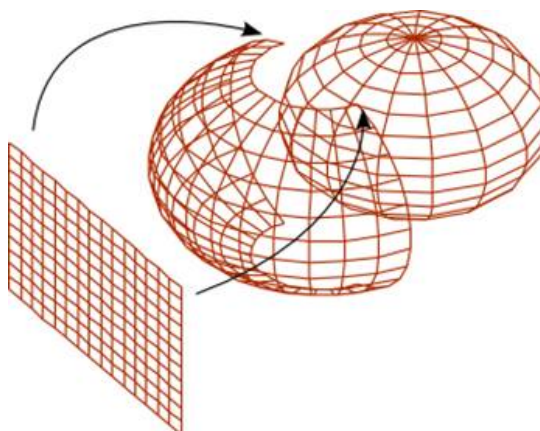
Figura 10 – correspondência de *keypoints* nas imagens.

Após o processo de junção das imagens, os softwares geram a fotografia planificada que pode ser navegada²² utilizando o mouse ou as setas do teclado. A

²² Estação ciência de João Pessoa – PB. Navegação 360° disponível em: <<http://joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/estacao360/anfiteatro/>>. Acesso em 27/01/2013.

imagem é distorcida cilíndricamente ou esfericamente pelo software e é recomposta a medida que o usuário interage com o teclado ou *mouse*.

Figuras 11 – Imagem deformada para navegação cilíndrica ou esférica.



Atualmente, outras soluções foram incorporadas ao processo de aquisição de imagens panorâmicas, inclusive alguns celulares já dispõem de aplicativos que permitem a fusão de várias imagens criando uma única panorâmica.

Figura 12: Panorâmica no iOS 6²³



Outra solução, também para celular é a lente que faz uma única foto em 360°. Inventada por Tom Lawton, chamada de *Bubblescope*²⁴, possibilita tirar fotos em 360° na horizontal e 120° na vertical no celular, sem precisar se movimentar para isso.

²³ Exemplo de processo de aquisição de imagem incorporada ao iOS 6. O aplicativo permite aos usuários tirarem fotos panorâmicas de 240° (iPhone – divulgação da Apple – imagem de internet).

²⁴ Bubblescope - <www.bubblescope.com>. Vídeo demonstrativo disponível em:

O produto é na verdade uma lente curva que quando acoplada nos aparelhos celulares, capta as fotos. Junto da lente, há um aplicativo específico complementar para os aparelhos celulares, chamado de *Bubbles*, que ajuda na edição e compartilhamento das fotos captadas pela *Bubblescope*.

Figura 13– Imagem da lente *Bubblescope* integrada ao celular.



Figura 14 – Imagem 360° tirada com a lente Bubblescope²⁵.



²⁵ <<http://www.youtube.com/watch?v=ckqensHyEsg>>. Acesso em 27/01/2013.

Disponível

em:

<http://www.bubblescope.com/skin/frontend/default/store/images/bubblescope/ip4_flat.jpg>. Acesso em 27/01/2013.

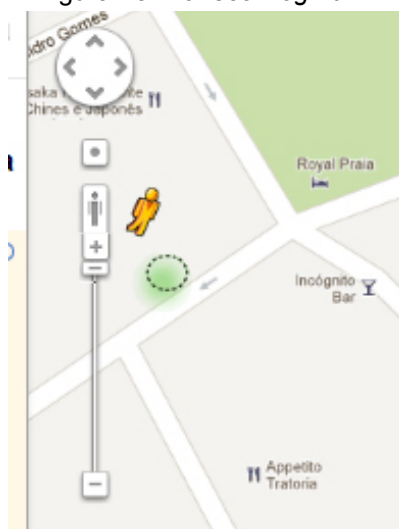
3.2 GOOGLE STREET VIEW

O *Street View* é um aplicativo para internet desenvolvido em 2007 pela empresa americana *Google*, atrelado a outros aplicativos da empresa como *Google Maps* e *Google Earth*²⁶.

O *Google Street View* disponibiliza vistas panorâmicas de 360° na horizontal e 290° na vertical permitindo que os usuários vejam partes de algumas regiões do mundo ao nível da rua/chão. Além desse “passeio a pé” com vista panorâmica, o usuário pode acompanhar seu trajeto em um mapa com localização via satélite.

Para utilizar o sistema via web, é preciso acessar o site do *Google Maps*²⁷ e digitar o endereço desejado. Para efetivamente navegar na rua, é preciso arrastar um bonequinho laranja (*pegman*) que aparece em cima do zoom para o mapa no local desejado.

Figura 15: Boneco *Pegman*²⁸



Durante o passeio, setas brancas apontam em ambas as direções e uma linha mais clara traça o trajeto. Com o mouse é possível clicar em qualquer ponto da

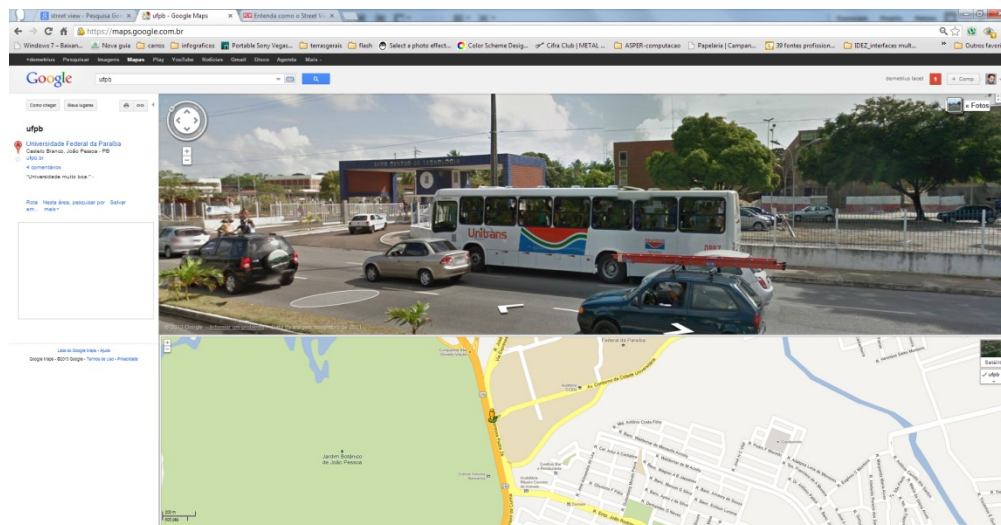
²⁶ História da empresa Google disponível em: <<http://www.google.com/intl/pt-BR/about/company/history/>>. Acesso em 31/01/2013.

²⁷ Google Maps disponível em: <<https://maps.google.com.br/>>. Acesso em 31/01/2013.

²⁸ Para iniciar uma visita ao nível da rua através de panorâmicas 360° deve-se arrastar o boneco *pegman* para o local no mapa.

visualização, fazendo com que um novo ponto de vista seja carregado substituindo a vista anterior.

Figura 16: Printscreen da tela do Google Street View²⁹



As imagens do *Street View* são captadas por uma torre instalada no alto do veículo, com três tipos de equipamentos: GPS, câmera fotográfica e scanner 3D a laser. Eles estão conectados a um computador, que sincroniza o funcionamento de todos.

São vários os veículos utilizados pelo Google de acordo com o local a ser fotografado. Carros, bicicletas, e até em mochilas. Conforme o equipamento se move, as nove câmeras fazem conjuntos de fotos, que são associados a coordenadas geradas pelo GPS e viram pontos de navegação.

²⁹ Entrada da Universidade Federal da Paraíba com localização via satélite. A imagem aparece estática, mas em seu funcionamento é possível olhar para todos os lados

Figura 17: Veículos do Google Street View



Em alguns locais só é possível fazer o mapeamento fotográfico a pé, como no caso do Grand Canyon, ou mergulhando, como no caso do mapeamento dos oceanos³⁰.

Figura 18: Câmera na mochila³¹

Figura 19: Câmera subaquática



Para evitar violações à privacidade dos indivíduos, o *Google Street View* possui uma tecnologia que distorce rostos e placas de automóvel, possibilitando que se faça a remoção da imagem por solicitação daquele que teve a intimidade violada.³²

A captura das imagens é feita por um conjunto de lentes (entre 8 e 15, dependendo da geração do equipamento) que mapeia o entorno e a parte de cima (ANGUELOV et al, 2010).

³⁰ Google Ocean Project – disponível em:

<http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=7syWPiZt9B4>. Acesso em 31/01/2013.

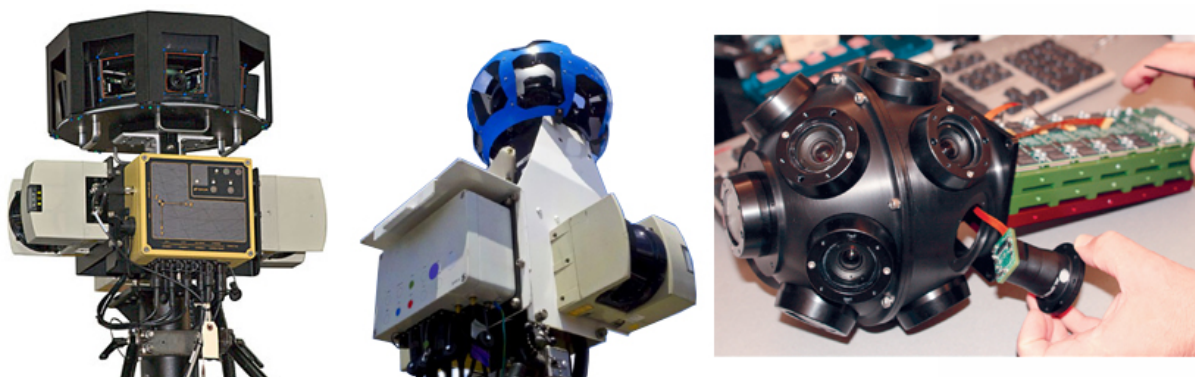
³¹ Ryan Falor, gerente de produto do *Google Street View*, acionando o sistema de câmeras do *Trekker* pelo smartphone Android para fotografar o Grand Canyon. Imagem de internet disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/google-street-view-chega-ao-grand-canyon>>. Acesso em 31/01/2013.

³² Política de privacidade da Google disponível em:

<<http://www.google.com/intl/pt-BR/help/maps/streetview/privacy.html>>. Acesso em 31/01/2013.

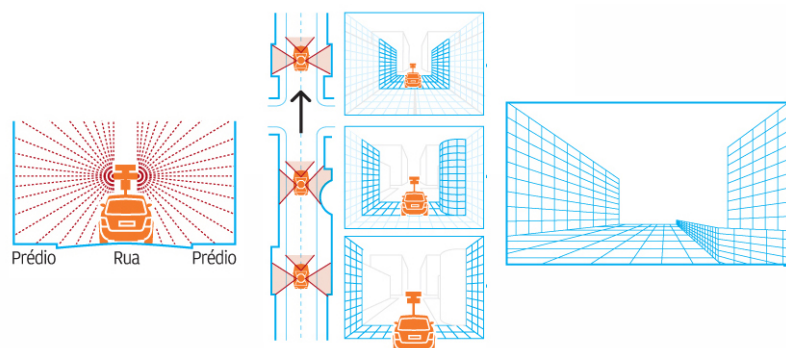
O efeito panorâmico 360° é obtido através de um software que “costura” as fotos lado a lado, além do topo. Um algoritmo é responsável por curva-las de modo a parecer um papel de parede a cobrir a parte interna de uma esfera.

Figura 20: Gerações de câmeras do *Google Street View*³³



Junto ao conjunto de lentes, o scanner 3D funciona como um sonar. Um feixe de laser é emitido, bate numa superfície e, na volta, é captado por sensores. Com o tempo dessa “viagem”, calcula-se a distância ente o carro e o objeto. Com a informação do sensor, o “relevo” do entorno é revelado: se a superfície de um prédio é retangular ou oval, se ele é alto ou baixo ou se está recuado ou mais próximo do observador. Essa informação é transformada em um mapa 3D, que é associado às fotos. Por isso, ao passar o mouse pela imagem, áreas retangulares revelam que a imagem tem profundidade, sendo possível ampliar trechos da imagem ou clicar em pontos distantes e deslocar-se até eles.

Figura 21: mapeamento 3D feito pelo scanner.



³³ No detalhe, câmera R7 com 15 câmeras de 5 megapixels e sensores CMOS (ANGUELOV et al, 2010).

Capítulo 4 |

A TV DIGITAL E SUAS POSSIBILIDADES

Assim como o cinema teve sua evolução (inicialmente mudo, depois com som e cores) a televisão também passou por um processo de evolução desde sua criação no início do séc. XX.

Embora já tenha começado transmitindo imagens e sons, inicialmente em preto e branco, só depois consolidou o processo de transmissão em cores. Daquela época até os dias atuais, a televisão tornou-se elemento indispensável na vida das pessoas, sobretudo no Brasil onde a abrangência é de quase 100%.

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) é baseado no padrão japonês ISDB-T e usa como suporte o software Ginga, um middleware (camada de software intermediária entre o sistema operacional e aplicações) fruto da parceria entre a UFPB (Ginga-J para aplicações procedurais Java) e PUC-RJ (Ginga-NCL para aplicações declarativas NCL).

Com o início das transmissões digitais no Brasil, e com a previsão de substituição das plataformas analógicas por digitais, um novo leque de possibilidades começou a integrar a área de computação para os pesquisadores/desenvolvedores.

4.1 FUNDAMENTOS DA TV

Para Montez e Becker (2005) a transmissão televisiva é fruto de um conjunto de procedimentos – produção, edição, transmissão e recepção – pelos quais o sinal da TV chega até a casa dos telespectadores.

Além da evolução tecnológica, o desenvolvimento da TV também pode ser analisado sob o ponto de vista do conteúdo, modelo de negócios e regulamentação. Nesse caso, a TV digital representa o terceiro estágio evolutivo. É importante ressaltar

que em nenhum momento um estágio evolutivo substituiu o anterior; a evolução sempre foi lenta e gradual, se agregando paulatinamente ao modelo anterior.

Até o final da década de 1970, a TV se caracterizava:

pelo número reduzido de canais de programação massiva, por difusão terrestre, e financiados pela publicidade, na América Latina e nos EUA, e pelo Estado, na Europa. A regulação era baseada no ideal do “serviço público”. O governo fazia a concessão dos canais para determinadas pessoas explorarem os serviços de radiodifusão. Em troca, exigia a prestação de determinados serviços, como programas educativos, informativos, políticos etc. A televisão era tratada como um bem público, de interesse geral da sociedade. O argumento usado para justificar esse modelo de televisão era a limitação do espectro, que não pode ser indefinidamente dividido em faixas de concessão. O resultado desse modelo foi a origem de oligopólios de comunicação, bastante rentáveis, com poucas diferenças entre si (MONTEZ e BECKER, 2005:23).

Nesse mesmo período, uma série de revoluções tecnológicas possibilitou a disseminação da TV a cabo e por satélite. O modelo se consolidou nos anos seguintes, exigindo novas formas de regulação. O número de canais aumentou consideravelmente, diluindo a audiência entre eles.

A programação passou a ser mais segmentada, dirigida a um público menor, porém mais identificado com o canal. Com as novas tecnologias que surgiam, desenvolveu-se um modelo de negócios baseado na assinatura de pacotes de programação, o que efetivamente viabilizou a segmentação de canais. A integração vertical entre os produtores de conteúdo e seus distribuidores marcou fortemente esse estágio. Ao contrário dos anos anteriores, quando a TV era um serviço público, as concessões passam a adquirir caráter privado, ficando apenas com a obrigatoriedade da prestação de alguns serviços públicos, como programas educativos ou políticos. No caso das TVs a cabo e por satélite, consolida-se um modelo baseado no controle total do transmissor sobre o conteúdo (MONTEZ e BECKER, 2005:23).

Para Montez e Becker (2005) as principais vantagens da TV Digital são:

- (i) A conservação da qualidade do sinal (som e imagem);
- (ii) A compactação do sinal;
- (iii) A ausência de interferência entre os canais;

- (iv) A interatividade;
- (v) Uma maior quantidade e qualidade de serviços oferecidos.

Os autores destacam ainda alguns novos serviços que podem ser disponibilizados pela TV Digital, tais como: o comércio televisivo, o vídeo sob demanda, o acesso à internet e o governo eletrônico (t-Gov) que só são possíveis graças à convergência digital, que interliga internet, telefonia e televisão.

Existem atualmente quatro grandes sistemas de TV Digital no cenário mundial: o DVB³⁴, que é o sistema Europeu; o ATSC³⁵, Estadunidense; o DMB³⁶, Chinês; e o ISDB³⁷, Nipo-Brasileiro. O sistema adotado no Brasil (ISDB-T) derivou do modelo ISDB japonês, e está sendo também adotado em vários países da América Latina.

4.2 INTERATIVIDADE

O conceito de interação não é novo, entretanto o de interatividade é recente. Interagir com a obra remete-nos aos anos de 1960 quando artistas misturavam arte, ciência e tecnologia em experiências sensoriais, como Lygia Clark e Hélio Oiticica cujas obras permitiam a intervenção do público.

³⁴ DVB - Digital Video Broadcasting

³⁵ ATSC - Advanced Television Systems Comitee

³⁶ DMB - Digital Multimedia Broadcast

³⁷ ISDB - Integrated Services Digital Broadcasting

Figura 22: Máscara com Espelhos - Lygia Clark (1967)³⁸



Segundo Borges e Fontana (2003), o conceito de interatividade implica um compartilhamento com mudança de comportamento, fato que não ocorre na interação.

Para esses autores, o conceito de interação é menos complexo, já que podemos ter interação sem que haja interatividade, ou seja, sem haver uma mudança de comportamento como resultado dessa interação.

Segundo Crocomo (2007) a interatividade na TV Digital pode ser dividida em níveis técnicos:

Nível 1– interatividade local sem canal de retorno: quando o usuário acessa apenas os dados que foram transmitidos pelo difusor e que estão armazenados no receptor (STB);

Nível 2 – interatividade com canal de retorno: neste nível a comunicação do receptor com o difusor é assíncrona, ou seja, não ocorre em tempo real;

Nível 3 – interatividade com canal de retorno em tempo real: quando o usuário pode interagir com o difusor de modo síncrono, ou seja, em tempo real.

Segundo Médola (2009:10) a televisão que estamos acostumados, a analógica, não é interativa, e gera programas em fluxo de tempo real, de um ponto de emissão para vários pontos de recepção, em lógica sequencial, operando com uma audiência passiva.

³⁸ Imagem de internet disponível em: <http://www.luorvatdesign.com.br/storage/lygia-clark.jpg?__SQUARESPACE_CACHEVERSION=1346435314334>. Acesso em 03/02/2013.

Sendo a linguagem visual da internet oriunda do design de jornais e revistas (fase pré Web 2.0), é possível verificarmos que da mesma forma, os projetos de interfaces para a TV Digital Interativa partem da informática, em especial, da internet.

Quando a TV analógica surgiu, era considerada, sob influência do meio predominante, como “um rádio com capacidade de sincronizar imagens” (MACHADO, 1988, p. 15). Eram transmissões com apenas 60 linhas de varredura e muita dificuldade para sintonizar os “fantasmas” em escalas de preto e branco. As evoluções graduais do meio, passando pela introdução do *videotape*, da cor, do videocassete e do controle remoto, não descaracterizaram a televisão enquanto meio fácil de usar, normalmente com funções muito simples como ligar/desligar, alterar volume e canal.

Agora com a TV Digital esperam-se mudanças significativas nos padrões atuais, já que o nível de interatividade se aproximará muito mais do computador do que da TV analógica. Para Freeman e Lessiter (2003:3), os benefícios em potencial que a TV Digital pode trazer (...) não se efetivarão se o equipamento e os serviços não forem fáceis de usar, e percebidos como tal.

A interatividade acontece através de uma ação entre pessoas, que pode debater sobre o tema que está sendo veiculado, contestar, validar ou criticar. Sendo assim, a interatividade não é um processo estático, mas uma situação em que os envolvidos assimilam as informações, podendo se transformar, criando novos conhecimentos. Caso contrário, inexistente a interatividade, conforme explicam Brennand & Lemos (2007, p.78):

A possibilidade de navegar em hipertextos, avançar e retroceder uma fita de vídeo, fazer o zapping no controle remoto de TV, mesmo em cento e cinquenta possibilidades de canais, ainda não satisfaz a necessidade intrínseca que os sujeitos cognitivos possuem de transgredir e redirecionar os fluxos comunicacionais.

4.3 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

Para Gawlinsky (2003), TV interativa é um diálogo entre os produtores de programas ou serviços e os seus respectivos telespectadores. Segundo o autor, os elementos envolvidos são:

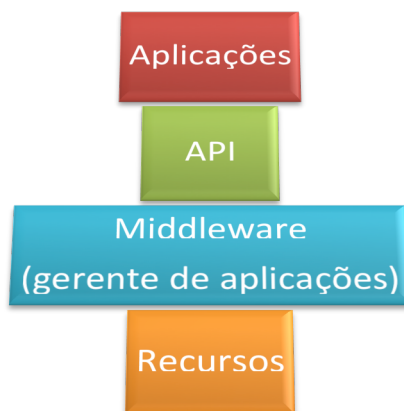
- (i) O telespectador;
- (ii) O televisor;
- (iii) A plataforma de transmissão;
- (iv) O conversor digital (STB);
- (v) As ferramentas de produção.

Os televisores, mesmo os mais antigos (de tubos de raios catódicos), podem exibir as imagens transmitidas digitalmente, por meio do *Set-Top Box*, que funciona como conversor digital, recebendo as ondas eletromagnéticas transmitidas através do canal de transmissão que, no caso do SBTVD-T, usam o meio de radiodifusão.

Apesar da semelhança entre a estrutura do *Set-Top Box* e o de um computador, há muitas restrições na concepção de aplicações de *software* para os STB devido aos custos de produção de seu *hardware*.

A arquitetura básica do *middleware* pode ser representada em quatro camadas distintas. Segundo Alencar (2007) essas camadas são:

- (i) Recursos (de *hardware* e de *software*);
- (ii) *Middleware*;
- (iii) API –*Application Programming Interface*;
- (iv) Aplicações

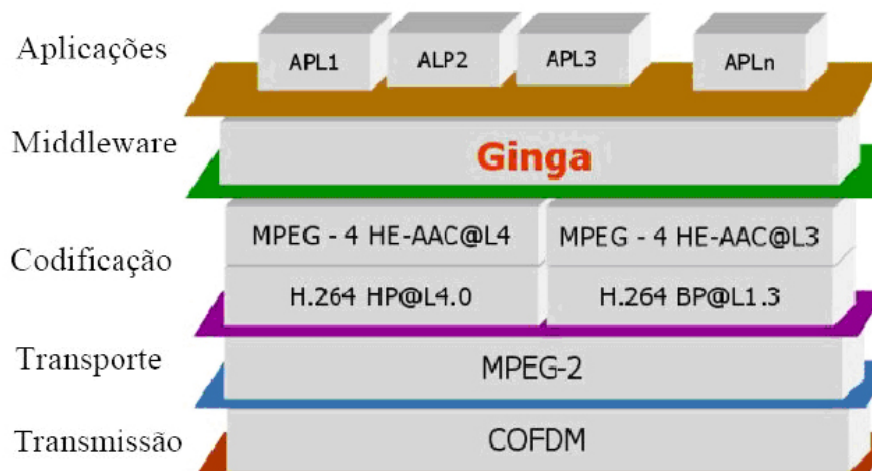
Figura 23: Arquitetura básica do *middleware*

Essa arquitetura possibilita, teoricamente, a concepção de aplicações de TV Digital em diferentes configurações de *hardware* e de *software* de fabricantes distintos. No SBTVDT o desenvolvimento de aplicações pode ser feito por meio da plataforma GINGA/NCL.

4.4 PLATAFORMA GINGA/NCL

No SBTVDT o suporte para o desenvolvimento de aplicações é feito pela plataforma ou *middleware* Ginga, criado a partir da junção dos projetos Maestro (PUC-RJ) e Flex-TV (UFPB). Dessas duas iniciativas, a plataforma Ginga herdou características declarativas, implementadas pela linguagem NCL (*Nested Context Language*), e imperativas ou procedurais, com a linguagem de programação Java, possibilitando o desenvolvimento de aplicações nessas duas linguagens.

Além disso, o Ginga é o único *middleware* disponível no mercado com suporte para a interação simultânea a partir de vários dispositivos, fato que, segundo Soares (2007), representa uma das grandes inovações do SBTVDT.

Figura 24: Arquitetura do Ginga³⁹

4.5 LIMITAÇÕES/RESTRICÇÕES DA PLATAFORMA

Becker et al. (2006) destacam algumas limitações da TV Digital com relação a um computador pessoal. As principais limitações da TV Digital apontadas por esses autores são:

- (i) A tela tem menor resolução;
- (ii) A área periférica pode estar sujeita a algumas distorções;
- (iii) A tela não oferece rolagem horizontal;
- (iv) Os dispositivos de entrada de dados são bastante limitados;
- (v) Não há conexão com uma impressora;
- (vi) Há lentidão nas respostas;

³⁹ Imagem de internet disponível em: <<http://tvdginga.files.wordpress.com/2010/05/camadas.jpg>>. Acesso em 03/03/2013.

- (vii) Travamentos que exigem a recarga do sistema.

Além dessas limitações, as aplicações para o ambiente de TV Digital, considerando a utilização de um canal de interatividade, podem enfrentar as mesmas limitações das aplicações em rede apontadas por Smed et al (2001):

- (i) Largura da banda;
- (ii) Latência da rede;
- (iii) Poder de processamento.

Outra limitação que deve ser considerada é o tamanho da memória do STB. Alguns aparelhos possuem uma configuração de memória pequena, o que impossibilita o desenvolvimento de aplicações mais robustas.

4.6 PADRÕES DE USABILIDADE

Segundo Becker et al. (2006), há uma grande heterogeneidade entre os telespectadores, o que força o desenvolvimento de aplicações que possam ser usadas por pessoas com diversos níveis de formação intelectual, inclusive analfabetas.

Na revisão de literatura sobre o tema usabilidade, foram identificadas várias iniciativas de orientação aos aspectos de usabilidade, listadas no quadro 1.

Quadro 1: Orientações de usabilidade para TV Digital

Estudo	Referência
Style Guide for the Design Interactive Television Services for Elderly Viewers	Carmichael (1999)
Interactive Television Style Guide	BBCi (2002)
Interactive Television Design Guide	Liberate (2002)
Usability and Design	Gawlinsky (2003)

A Guide for Digital TV Service Producers	ARVID (2004)
Virtual Television Channels: Conceptual Model, User Interface Design and Affective Usability Evaluation	Chorianopoulos (2004)
Interaction Design Principles for Interactive Television	Lu (2005)
Design Issues for Dual Device Learning: Interactive Television and Mobile Phone	Pemberton e Fallahkhair (2005)
A Consistência da Interface com o Usuário para a TV Digital	Barros (2006)
Recomendações de Usabilidade para a TV Digital Interativa	Becker et al. (2006)
Usabilidade em Serviços Educacionais em Ambiente de TV Digital	Waisman (2006)
Usability and Usage of ITV Services: Lessons Learned in na Austrian Field Trial	Bernhaupt, Obrist e Tscheligi (2007)
Proposta de Avaliação de Usabilidade para iTV	Garcia et al. (2008)
Televisão Digital: Interação e Usabilidade	Teixeira (2008)
Interactive Digital Television: Guidelines	Tiresias (2009)
Avaliação de Usabilidade em Aplicativos Interativos para a TV Digital Terrestre	Costa, Lemos e Stein (2010)

No quadro 2 apresentamos um comparativo entre as principais características da TV e do computador, apontadas por Piccolo e Baranauskas (2006). Essas diferenças devem ser levadas em consideração na concepção de aplicações para o ambiente de TV Digital interativa.

Quadro 2: Características da Televisão e do Computador

Característica	Televisão	Computador
Resolução da tela (quantidade de informação)	Resolução baixa (640 x 480 pontos)	Varia entre telas médias e grandes (de 800 x 600 a 1280 x 1024 pontos, por exemplo)

exibida)		
Dispositivos de entrada	Controle remoto e, no melhor caso, teclado sem fio	Mouse e teclado situados em posição fixa
Distância de visualização	Alguns metros	Alguns centímetros
Postura do usuário	Relaxado, reclinado	Ereto, sentado
Ambiente	Sala de estar, quarto (ambientes que sugerem o relaxamento)	Escritório (ambientes que sugerem o trabalho)
Oportunidades de interação com outras coisas no mesmo dispositivo	Vários programas de TV	Atividades pessoais, atividades de trabalho
Número de usuários	Normalmente, muitas pessoas estão na sala enquanto a TV está ligada. Uso social e coletivo	Normalmente o uso é individual (poucas pessoas podem ver a tela)
Envolvimento do usuário	Passivo: a emissora seleciona e envia a informação apresentada. O usuário somente a recebe	Ativo: usuário comanda e o computador obedece

Segundo Monteiro (2009), o uso da televisão com controle remoto requer a inovação nos estilos de interação com os usuários, implicando estudos detalhados do comportamento dos usuários e a concepção de aplicações que satisfaçam alguns

Capítulo 5 |

Passeio Virtual 360° - ADAPTAÇÃO DA SOLUÇÃO WEB DE IMERSÃO VIRTUAL 360° PARA TV DIGITAL

Apresentaremos neste capítulo uma proposta de adaptação para TV Digital de um passeio virtual baseado na visualização adotada pelo *Google Street View* levando em consideração as características de interatividade e as limitações dessa ferramenta da *Google*.

5.1 APRESENTAÇÃO

O aplicativo chama-se **Passeio Virtual 360°**, e foi desenvolvido em NCL/LUA usando como exemplo um monumento histórico paraibano conhecido como Fortaleza de Santa Catarina que fica localizado na margem do estuário do Rio Paraíba do Norte, em frente à ilha da Restinga, na parte Noroeste da cidade de Cabedelo, vizinho ao Porto, com Latitude / Longitude: (-6.969799641464668, -34.83951958361433).

Figura 25: Demonstração do aplicativo na TV



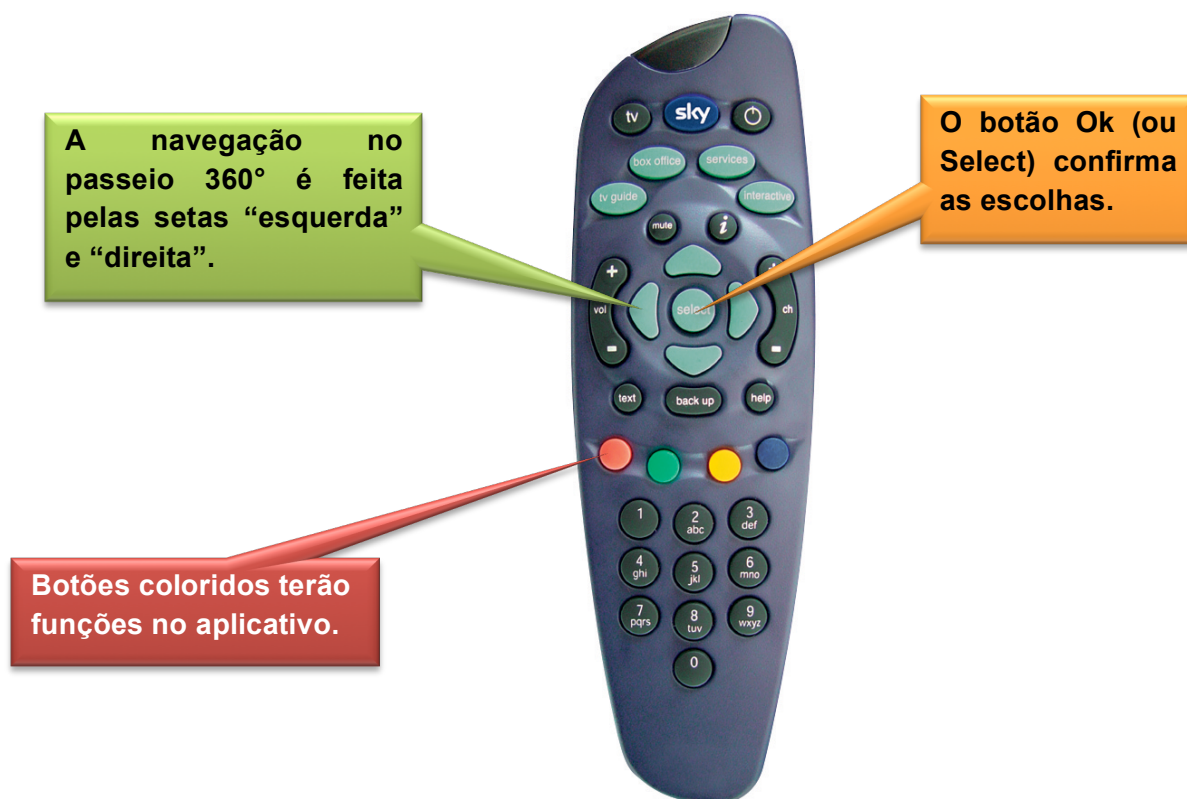
O local foi escolhido por reunir características essenciais para este estudo:

- É um monumento histórico de grande importância para a capital paraibana;
- Abriga um museu aberto à visitação;
- Tem uma estrutura arquitetônica com vários ambientes, o que o torna perfeito para a demonstração da aplicação.

5.2 NAVEGAÇÃO

O dispositivo que permitirá a interação entre o telespectador e a aplicação será o controle remoto. As setas servirão de navegação entre os itens e para a movimentação no passeio virtual, bem como o botão central (Ok ou Select) e as teclas coloridas.

Figura 26: Demonstração das funções no controle remoto.



5.3 INICIANDO A VISITA

Ao iniciar a aplicação, o telespectador poderá escolher através das setas do controle remoto um dos quatro pontos de visitação disponíveis⁴⁰. Com o botão “OK” ou “Select”, confirma a escolha (figura 27).

⁴⁰ Neste trabalho foram disponibilizados apenas quatro pontos de visualização.

Figura 27: Demonstração do aplicativo na TV



Em cada ponto escolhido é possível visualizar um ambiente em um giro de 360° através das setas do controle remoto.

Figura 28: Demonstração da visita a um dos pontos escolhidos



A interface apresenta um *HUD*⁴¹ simples, com dois botões que aparecem fixos durante toda a navegação no canto superior direito. Apertando o botão vermelho do controle remoto, o telespectador volta pra tela inicial de escolha de pontos.

⁴¹Na linguagem de jogos eletrônicos, **HUD** (do inglês: *heads-up display* - tradução literal - *display de cabeças*) é a sigla para representação dos objetos do jogo que aparecem na tela, tais como: vida, magia ou pontos. Esses atributos variam de nome e de valor de acordo com o jogo, podendo também ser usados para representar itens e sistema de navegação do projeto/jogo.

Figura 29: Detalhe do vídeo no canto superior



Ao clicar com o botão amarelo do controle remoto, aparece no canto superior esquerdo um pequeno vídeo explicativo que pode ser interrompido com qualquer seta do controle remoto, voltando à navegação na imagem. Este espaço onde o vídeo aparece representa a inserção de uma mídia que poderia ser a programação ao vivo, outro aplicativo ou uma propaganda, por exemplo.

A diferença entre o modelo de visita proposto pelo *Google Street View* e o da TV é a forma de navegação. Na web o internauta usa o mouse para visualizar o cenário, podendo clicar na imagem para mudar de ponto de vista. Neste modelo proposto para televisão, onde não há o recurso do mouse, optamos por oferecer os pontos de visualização separados de forma que o telespectador possa escolhê-los através das setas do controle remoto.

5.4 COMPOSIÇÃO FOTOGRÁFICA 360°

Nesta seção descreveremos o processo de aquisição e montagem das fotografias 360°, também conhecidas como “panorâmicas” usadas neste projeto como parte integrante do aplicativo desenvolvido.

Figura 30: Fotografia 360° do Forte de Santa Catarina



Cada ponto de visitação é composto de uma fotografia 360°, de forma que suas extremidades ao se encontrarem deem continuidade à visualização da imagem sem interrupção.

Para obter esse efeito existem alguns métodos e equipamentos. Grande parte utiliza software para fazer a montagem. Alguns utilizam várias câmeras, enquanto outros apenas uma, embora este último dependa mais do software e nem sempre o resultado é satisfatório. O *Google Street View* utiliza várias câmeras conforme já descrito no capítulo 3.

Alguns equipamentos comerciais são próprios para geração de imagem 360°. No caso do motor com passo programado (figura 31), a base eletrônica gira em ângulos pré-definidos efetuando os disparos na câmera. Neste caso, a câmera se adapta ao aparelho. Em outros casos, a lente adapta-se às câmeras profissionais, como as lentes 0-300.

Figura 31: Motor com passo programado⁴²Figura 32: Lente adaptável à câmera⁴³

⁴² Disponível em: <<http://www.adorama.com/CZBEF300.html>> Acesso em: 07/07/2013.

⁴³ Disponível em: <www.0-360.com>. Acesso em: 26/06/2013.

Para que o resultado seja satisfatório, é preciso que a sequência de fotografias seja tirada em torno do eixo da lente, e não em torno do corpo da câmera. A maior parte dos problemas ligados à conexão das imagens diz respeito a esse detalhe.

As fotografias feitas apenas girando a câmera, quando unidas, não conseguem um perfeito encaixe para o efeito de giro contínuo.

Figura 33: Modo certo e errado de posicionamento da câmera

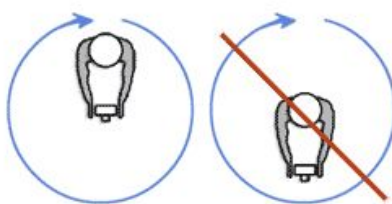


Figura 34: Salvador - BA⁴⁴



Para que a fotografia saia adequada para montagem, é preciso utilizar um tripé especial ou fazer uma adaptação de forma que o corpo da câmera seja tirado do centro, dando espaço para a lente. Também conhecido como **ponto nodal**, ou eixo ótico, é ele quem confere a precisão dos encaixes. Na figura 35 é possível perceber que o ponto nodal da lente foi colocado exatamente no centro do tripé, fazendo com que o giro seja em torno desse ponto.

⁴⁴ Foto de internet disponível em: <<http://educarparacrescer.abril.com.br/blog/biblioteca-basica/files/2012/04/3q.jpg>>. Acesso em 27/06/2013.

Figura 35: Ponto nodal no centro da lente



Uma forma caseira para aquisição de imagens que apresenta bons resultados é utilizando um disco graduado em intervalos de 30° . Assim seriam necessárias 12 fotografias. Uma no ponto 0 (ou 360°), e as outras na sequência, 30° , 60° , 90° , 120° , 150° , 180° , 210° , 240° , 270° , 300° e 330° . Se for tomado o devido cuidado de girar em torno do ponto nodal, as fotos vão encaixar sem maiores problemas.

Figura 36: disco graduado



As fotografias do aplicativo foram tiradas obedecendo aos princípios de ponto nodal e ponto de interseção *overlapping* (como descrito no capítulo 3). Nas figuras 37 e 38 é possível perceber como as fotos foram tiradas e como ficou a montagem final.

Figura 37: Parte da sequencia de imagens. Fotos do autor.



Figura 38: sequencia montada. Fotos do autor.



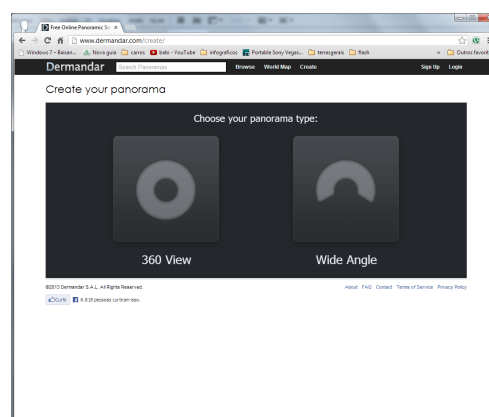
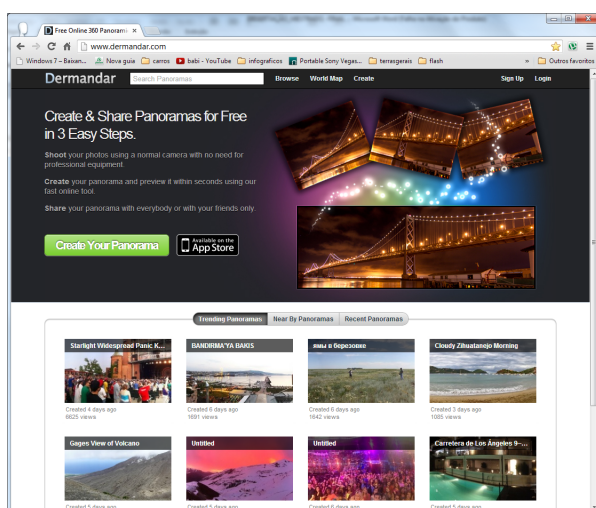
5.5 MONTAGEM DAS FOTOS

A junção das fotos (frames) é feita através de um software. Existem várias opções no mercado, como o **Kolor Autopano** (www.kolor.com), o **Microsoft ICE**, entre

muitos outros. Para os usuários do **Adobe Photoshop** há uma função chamada *Automerge* que também consegue fazer essa junção.

Porém, neste trabalho foi usado o aplicativo on-line da rede social “dermandar”, por ser gratuito e apresentar um algoritmo muito eficiente. Em uma plataforma WEB bastante amigável, o usuário faz upload da sequência de imagens e após processamento, o site gera uma imagem panorâmica, permitindo salva-la no computador. Embora o algoritmo seja bastante eficiente, a qualidade da montagem depende do refino na aquisição das fotos.

Figura 39: Rede social “dermandar”⁴⁵



5.6 ADAPTAÇÃO À TV DIGITAL

Nesta seção descreveremos os procedimentos de adaptação do aplicativo à TV Digital com códigos em NCL/LUA.

⁴⁵ Disponível em <www.dermandar.com>. Acesso em 27/06/2013.

Na tela inicial, ao escolher um dos pontos para visitar, o telespectador entra na área onde o passeio virtual acontece. Pode-se perceber uma tela levemente côncava no centro, onde se pode navegar pela imagem panorâmica com as setas do controle remoto tendo a sensação de girar 360° aos moldes do *Google Street View*.

Figura 40: telas do sistema



A sensação de imersão é obtida através de um efeito ótico onde a imagem de fundo se desloca horizontalmente até seu término na tela. Para o efeito de sequencia infinita, outra imagem igual é incrementada no ponto exato do término da primeira. Dessa forma a imagem sempre seguirá para esquerda ou direita sem interrupção.

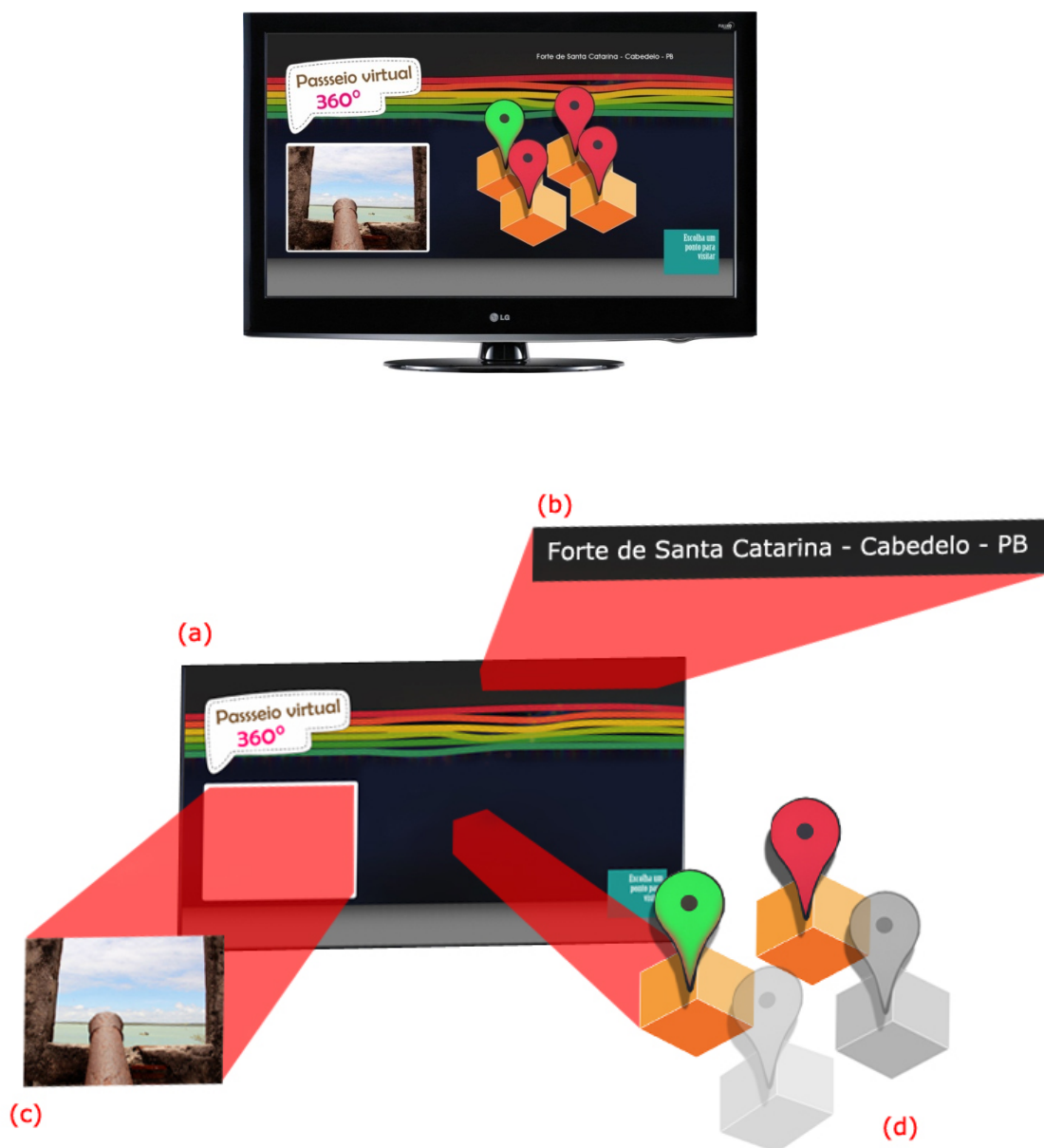
Figura 41: Imagem completa de um dos pontos



5.61 O menu e a hierarquia dos elementos

O aplicativo é composto de quatro elementos na tela inicial. A imagem de fundo (a); o Texto que aparece no canto superior direito (b); a imagem que caracteriza o local da visita (c); os pontos de navegação, podendo ser de 1 a 4 (d).

Figura 42: Hierarquia dos elementos



A paleta de cores usada na tela inicial segue o padrão de complementaridade, partindo das cores frias (preto/azul/cinza) emprestando um tom de sobriedade, e das faixas em tons quentes, conferindo leveza e descontração, conforme imagem 43. Na segunda tela, onde o passeio virtual acontece, foram usados tons de marrom para deixar o background neutro, porém, em harmonia com a tela azul inicial.

Figura 43: Escala cromática usada na tela inicial

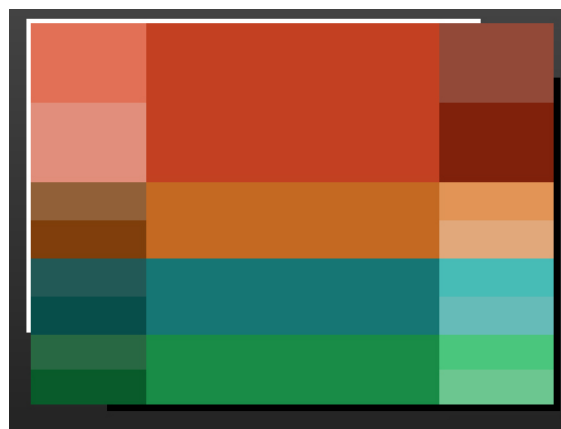
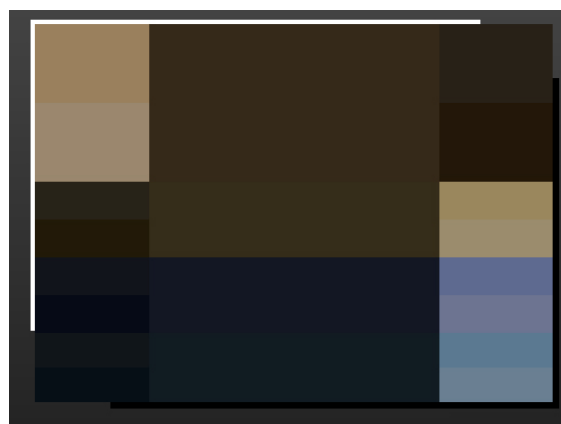


Figura 44: Harmonia de cores entre as telas



Na tela principal, as mídias responsáveis pelos elementos são declaradas no NCL, conforme figura 45. É possível ver o caminho para a imagem de fundo, o logo que aparece no canto inferior e os quatro botões do menu. O texto que aparece no canto superior é inserido dinamicamente, vindo de um arquivo LUA - **titulo.lua** (figura 46).

Figura 45: Trecho do arquivo NCL

```
<media id="mMainFundo" src="media/tela_inicial.jpg" descriptor="descMainFundo"/>
<media id="mLogo" src="media/logo.jpg" descriptor="descLogo"/>

  <media id="mItem1" src="media/bt1.png" descriptor="descMenuI1"/>
  <media id="mItem2" src="media/bt1.png" descriptor="descMenuI2"/>
  <media id="mItem3" src="media/bt1.png" descriptor="descMenuI3"/>
  <media id="mItem4" src="media/bt1.png" descriptor="descMenuI4"/>

<media id="mLetreiro" src="titulo.lua" descriptor="dLetreiro" />
```

Figura 46: Trecho do arquivo LUA

```
canvas:attrColor (255,255,255,255);
canvas:attrFont ('vera', 20,'bold');
canvas:drawText (100, 50, 'Forte de Santa Catarina - Cabedelo - PB');
canvas:flush();
```

Alternando entre as setas do controle remoto, pode-se navegar pelos pontos de visita  o no menu, representados pelos PIN'S sobre os cubos (figura 47). Ao mudar o foco para o item seguinte, a imagem do PIN vermelho   substituída pela imagem do PIN verde ("bt1.png" para "bt1-1.png").

Figura 47: Pin vermelho e Pin verde



No trecho do código NCL (figura 48) é possível visualizar o comportamento dos botões após navegação nas setas do controle, recebendo nova imagem ao ganhar o foco. Ao confirmar a seleção com o OK do controle, um arquivo “.lua” é carregado, abrindo o conjunto de elementos que compõe a visita virtual.

Figura 48: Trecho do arquivo NCL

```
</descriptor>

<descriptor id="descMenuI1" region="rgItem1" focusIndex="1" moveDown="2" moveUp="4" moveLeft="2"
  focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

<descriptor id="descMenuI2" region="rgItem2" focusIndex="2" moveDown="3" moveUp="1" moveRight="3"
  focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

<descriptor id="descMenuI3" region="rgItem3" focusIndex="3" moveDown="4" moveUp="2" moveLeft="2"
  focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

<descriptor id="descMenuI4" region="rgItem4" focusIndex="4" moveDown="1" moveUp="3" moveRight="3"
  focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

</descriptorBase>
```

5.62 Movendo a imagem

Através das setas “direita” e “esquerda” do controle remoto a imagem se move na tela. Esse movimento é feito pelo arquivo LUA com uma função **desenha()** usando o método *canvas:compose* que redesenha a imagem atualizando em +30 e -30 no eixo X a partir do evento do “Cursor_right” e “Cursor_left” da função *KeyListener*.

No arquivo LUA, a posição em X da imagem panorâmica é previamente declarada e ela é desenhada na tela, enquanto outras imagens iguais são posicionadas à direita e a esquerda da imagem principal (a que está sendo visualizada). Dessa forma, à medida que ela for saindo da tela, a outra toma seu lugar sem que haja interrupção. Como pode ser visto no trecho do código LUA (figura 49), o ponto inicial de uma imagem coincide com o ponto final da outra, completando a sequencia.

Figura 49: Trecho do arquivo LUA

```
-- imagem panoramica com posicao inicial e dimensoes
local img = canvas:new('media/imagem1.jpg')
local dx, dy = canvas:attrSize()
local cenario = { img=img, x=0, y=40, dx=dx, dy=dy }

-----

--imagem copia que vai ficar a esquerda
local img = canvas:new('media/imagem1.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_esq = { img=img, x=-3000, y=40, dx=dx, dy=dy }

-----

--imagem copia que vai ficar a direita
local img = canvas:new('media/imagem1.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_dir = { img=img, x=3000, y=40, dx=dx, dy=dy }
```

5.63 Funções do HUD

O HUD tem apenas duas funções que estão no arquivo NCL.

1 – Voltar à tela Inicial para escolher um novo ponto de visita (apertando o botão vermelho do controle remoto);

2 – Mostrar um vídeo (apertando o botão amarelo do controle remoto).

Como pode ser percebido nas figuras 50 e 51, ao pressionar o botão vermelho, encerra-se o passeio (arquivo LUA) e monta-se o menu da tela inicial.

Figura 50: Trecho do arquivo NCL

```
<!--Quando pressionar RED, para o lua e volta ao menu-->
<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>

  <bind role="stop" component="ponto1" />
</link>
```

Figura 51: Trecho do arquivo NCL

```
<!--Quando o lua finalizar, inicia o menu1 (outro link iniciar; os outros menus)
e para o botão voltar-->
<link xconnector="onEndStartNStop">

  <bind role="onEnd" component="ponto1" />
  <bind role="stop" component="voltar" />

  <bind role="start" component="mItem1" />
  <bind role="start" component="mItem2" />
  <bind role="start" component="mItem3" />
  <bind role="start" component="mItem4" />
  <bind role="start" component="mLetreiro" />
  <bind role="start" component="mLogo" />

</link>
```

Ao pressionar o botão amarelo, duas mídias são chamadas ao mesmo tempo. Um “papel” que serve de moldura, e o vídeo que aparece em cima dele, cujo *zIndex* é maior do que o *zIndex* do papel. Na imagem 52 é possível ver essa operação.

Figura 52: Trecho do arquivo NCL

```
<!--Quando pressionar yellow, MOSTRA o papel-->
<link xconnector="onKeySelectionStart">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
  </bind>

  <bind role="start" component="info_papel1" />

</link>

<!--Quando pressionar yellow, MOSTRA o video no papel-->
<link xconnector="onKeySelectionStart">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
  </bind>

  <bind role="start" component="video2" />

</link>
```

Capítulo 6 |

O GERADOR WEB DE NCL

Como complemento ao aplicativo desenvolvido, criamos um sistema *Web* de layout amigável capaz de gerar em poucos passos os arquivos necessários para execução de um passeio virtual 360° na TV Digital.

Figura 53: Printscreen da tela do sistema web



O gerador foi desenvolvido em PHP, que é uma das linguagens mais utilizadas na web. Foi escolhida não só pela capacidade de interação com o mundo web, mas por se tratar de uma linguagem livre com código-fonte aberto. O PHP é utilizado por 80,5%⁴⁶ de todos os sites cuja linguagem de programação server-side é conhecida, sendo o WordPress utilizado por 18,6% de todos os sites do mundo. Um detalhe é que dentre os sites que usam um sistema de gerenciamento de conteúdo monitorado, o WordPress é o primeiro com 58,2%⁴⁷, o Joomla é o segundo com 10,3%, e o Drupal é o terceiro com 6,3%. Ambos escritos em PHP.

O sistema funciona com campos dinâmicos, que a partir da entrada de dados do usuário, modifica os códigos NCL e LUA previamente desenvolvidos.

⁴⁶ Usage of server-side programming languages for websites. Disponível em: <http://w3techs.com/technologies/overview/programming_language/all> Acesso em 02/07/2013.

⁴⁷ Usage of content management systems for websites. Disponível em: <http://w3techs.com/technologies/overview/content_management/all> Acesso em 02/07/2013.

O aplicativo *web* tem um layout simples, e foi concebido de forma a ter apenas dois links. Clicando no botão “**Entenda o processo**” (figura 54), um *javascript* faz escurecer a tela e abre um pequeno diagrama apresentando como o aplicativo rodará na TV Digital (figura 55).

Figura 54: Ícone com link para explicação do funcionamento

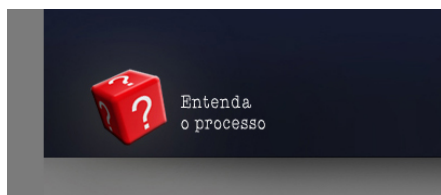


Figura 55: Imagem que apresenta o funcionamento do sistema na TV



O segundo link disponível é “**Criar panorâmica**” que abre externamente (*_blank*) um site (*www.dermandar.com/create*) capaz de gerar uma imagem panorâmica a partir de uma sequência de imagens oferecidas pelo internauta (permitindo salvá-la gratuitamente no computador).

Este link foi disponibilizado no sistema para o caso do usuário não ter as imagens panorâmicas (imagens em 360°) do local que pretende disponibilizar para interação na TV Digital. Porém, é preciso ter a sequência de imagens para que o site possa fazer a conexão entre elas. O botão pode ser visto na figura 56.

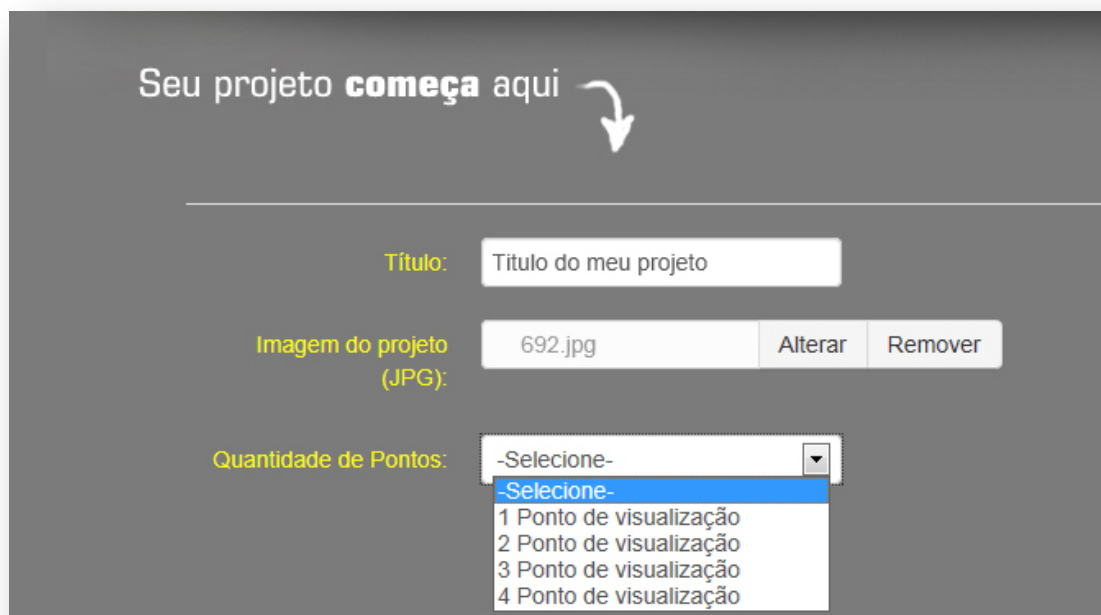
Figura 56: Link para criar imagens panorâmicas



6.1 INTERAGINDO COM O SISTEMA

A interação com o sistema para a geração do NCL possui poucos passos conforme figura 57:

Figura 57: Printscreen da tela do sistema web



Seu projeto **começa** aqui

Título:

Imagem do projeto (JPG):

Quantidade de Pontos:
-Selecione-
1 Ponto de visualização
2 Ponto de visualização
3 Ponto de visualização
4 Ponto de visualização

6.1.1 Título

No campo referente ao título, o usuário deverá preencher com o nome que irá aparecer no canto superior direito da TV na aplicação.

6.1.2 Imagem do projeto (JPG)

Este item permite fazer upload de uma imagem característica do projeto que aparecerá na tela da aplicação na TV Digital.

6.1.3 Quantidade de Pontos:

Neste item é possível escolher quantos pontos de visualização serão disponibilizados para o telespectador.

6.2 INSERINDO DADOS NO SISTEMA

Ao escolher a quantidade de pontos de visualização, um conjunto de novos itens é apresentado, sendo possível carregar uma imagem panorâmica e um vídeo para cada ponto.

Ao clicar no botão “Gerar”, o sistema vai utilizar os dados dos campos para atualizar os códigos NCL e LUA já previamente prontos. Na figura 58 é possível ver a disposição dos campos no sistema.

Figura 58: Printscreen da tela do sistema web

A interface do sistema web para inserir dados é exibida em um fundo cinza escuro. No topo, há um campo de texto rotulado 'Título:' com o placeholder 'Titulo que aparecerá na tela'. Abaixo dele, há um campo de texto rotulado 'Imagem do projeto (JPG):' com um botão 'Selecione' ao lado. Segue-se um campo de seleção rotulado 'Quantidade de Pontos:' com o valor '4 Ponto de visualização' selecionado. Abaixo disso, há duas colunas de seleção. A coluna da esquerda, intitulada 'Imagens' em um cabeçalho azul, contém quatro campos de texto, cada um com um botão 'Selecione' ao lado. A coluna da direita, intitulada 'Videos' em um cabeçalho verde, também contém quatro campos de texto, cada um com um botão 'Selecione' ao lado. No rodapé da interface, há um botão verde rotulado 'Gerar' e um campo de texto branco.

Como retorno, o site apresenta uma tela com os dados inseridos para simples conferência e um link para download da aplicação já finalizada, pronta para funcionar na TV Digital.

Figura 59: Printscreen da tela do sistema web

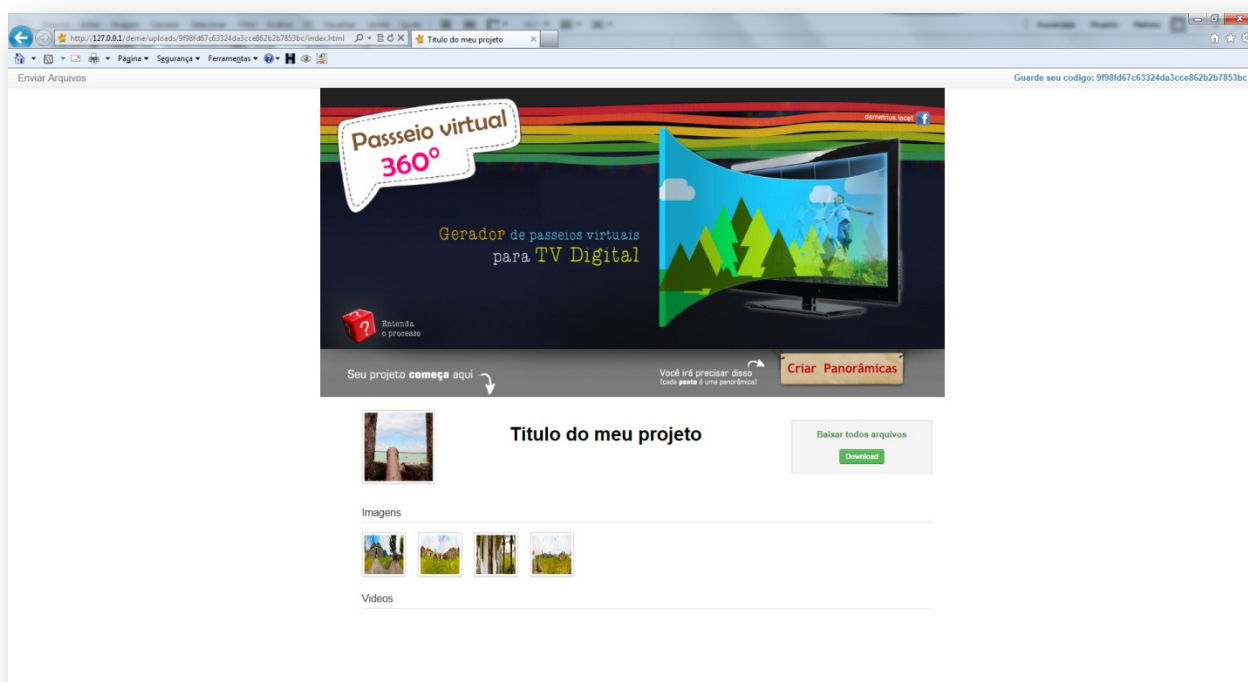
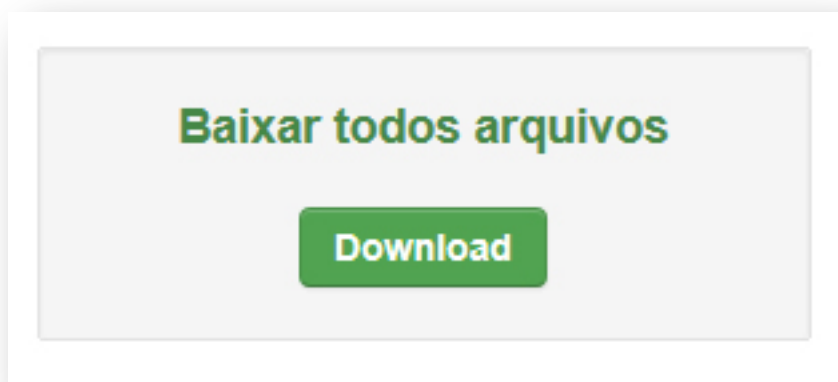


Figura 60: Link para baixar a aplicação pronta zipada.



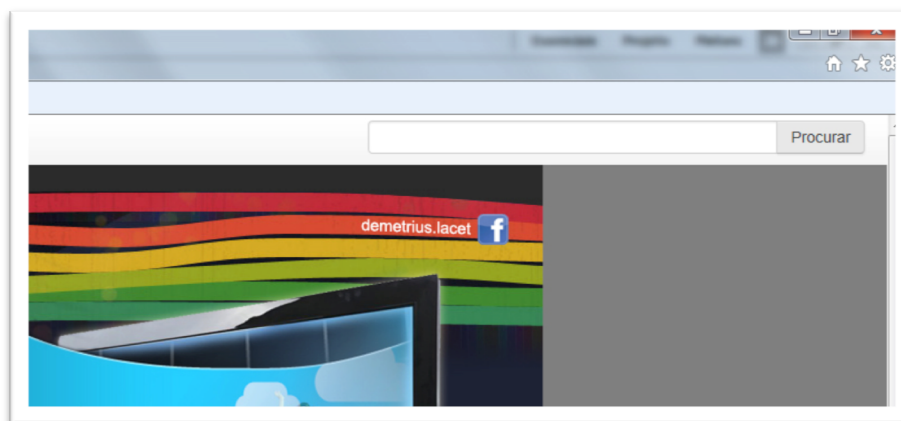
6.3 RESGATANDO APLICAÇÃO GERADA

Para cada aplicação gerada no sistema *web* é criada uma pasta no servidor com seus respectivos arquivos. Ao gerar os códigos para TV Digital, o sistema também gera um código alfanumérico que aparece no alto da tela. Trata-se de um código localizador que permite resgatar a aplicação criada. Para isso, ao entrar no sistema *web* basta inseri-lo no campo que aparece no alto da tela e clicar no botão procurar, conforme imagens abaixo:

Figura 61: Código para resgate da aplicação.



Figura 62: Espaço na tela inicial para colar o código localizador.



6.4 GERANDO DINAMICAMENTE OS CÓDIGOS NCL E LUA

No sistema web, os dados de entrada e as opções escolhidas modificam dinamicamente os arquivos NCL e LUA.

A primeira interação no sistema web que gera modificação nos arquivos para TV vem do campo “Título”.

Ao digitar um texto, o PHP armazena essa informação em uma variável **\$titulo**. A função **\$templateLua** fica responsável por gerar o arquivo “titulo.lua” substituindo a função **\$titulo** pelo texto de entrada. A figura 63 mostra de forma destacada as variáveis.

Figura 63: Detalhe da modificação dinâmica do código LUA.

```
$templateLua = 'canvas:attrColor (255,255,255,255);  
canvas:attrFont ('\u00veral', 20,'\u00bold\u00');  
canvas:drawText (100, 50, '\u00'. $titulo .'\u00');  
  
canvas:flush();  
';  
$escreve = fwrite($lua,$templateLua);
```

No campo seguinte o internauta pode fazer upload de uma imagem que aparecerá na tela inicial do passeio virtual.

Essa imagem será renomeada e terá seu tamanho modificado no PHP, sendo salva dentro de uma pasta “media” (também criada automaticamente).

A última etapa é a escolha do número de pontos de visitação. Escolhendo entre 1, 2, 3 e 4, o sistema abre caixas na quantidade escolhida para o internauta fazer upload da imagem panorâmica e de um vídeo (o vídeo é opcional, e caso não seja escolhido, não aparecerá nada no campo específico para ele quando esta opção for selecionada).

O arquivo NCL com todas as instruções de região, descritores, conectores, caminho das mídias, etc., fica dentro de um arquivo PHP que o salvará como “passeio1.NCL” caso seja escolhido apenas um ponto de visualização. Nos quatro casos (1,2,3 ou 4 pontos), o PHP inclui uma linha com itens para o menu no número correspondente.

Figura 64: Número de pontos escolhidos no arquivo NCL.



Na figura 65 é possível ver as linhas que aparecem indicando o número de itens do menu na tela principal.

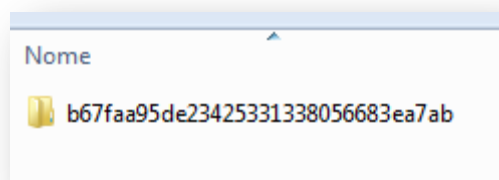
Figura 65: Detalhe do código inserido no arquivo NCL.

```
<region id="rgItem1" left="60%" top="20%" width="182" height="296" zIndex="1"/>
<region id="rgItem2" left="45%" top="25%" width="182" height="296" zIndex="2"/>
<region id="rgItem3" left="65%" top="35%" width="182" height="296" zIndex="3"/>
<region id="rgItem4" left="50%" top="40%" width="182" height="296" zIndex="4"/>
```

Ao clicar em **Baixar todos arquivos** (Download), o PHP disponibiliza um arquivo compactado (zipado) contendo o arquivo NCL correspondente ao número de pontos de visualização, os arquivos LUA além da pasta “media” com todas as mídias (imagem da tela inicial, imagem de fundo, botões, panorâmicas e vídeos).

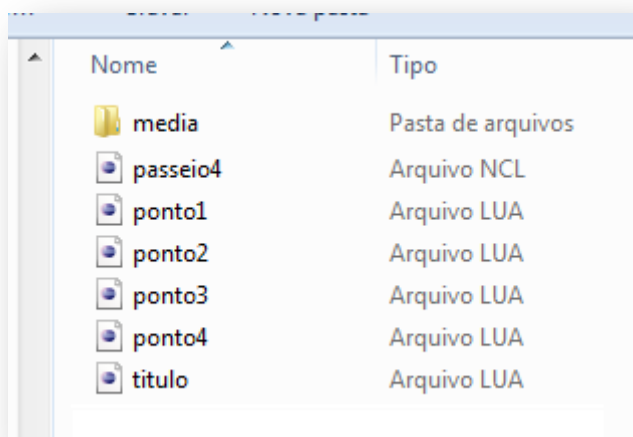
Os arquivos ficam no servidor em uma pasta cujo nome foi criado automaticamente usando a criptografia MD5.

Figura 66: Pasta criada no servidor com md5.



O mesmo nome da pasta é apresentado ao internauta após download, para o caso de ser necessário baixar novamente o passeio criado, evitando fazer outra vez.

Figura 67: Arquivos gerados.



Capítulo 7 |

CONCLUSÃO

Levando em consideração que 96,5% da população têm Televisão, e que as transmissões analógicas serão encerradas em 2016⁴⁸, caminhamos para um cenário onde os serviços que envolvem interatividade terão um público bastante significativo.

O Brasil segue nos próximos anos para uma sequencia de eventos esportivos de grande importância, como **copa do mundo de futebol e olimpíadas**. Esses eventos dependem muito da televisão para obter êxito⁴⁹. Nesse contexto, a TV Digital requer metodologias fáceis e rápidas para a criação de aplicações interativas, de forma que autores com diferentes perfis possam contribuir com suas pesquisas.

O que apresentamos nesta dissertação é uma proposta concreta de desenvolvimento e uso de um aplicativo para TV Digital que pode ser explorado em várias áreas. No que tange a navegação no sistema, se fizemos uma comparação entre nossa aplicação (para TV) e o *Google Street View* (para internet), podemos perceber que no aplicativo do *Google*, a plataforma oferece a possibilidade de modificação estrutural da imagem (distorção esférica) permitindo visualizar além dos 360° horizontais, também 290° na vertical. Por outro lado, a visão panorâmica apenas na horizontal já é suficiente para representar um espaço remoto dando a sensação de imersão, como pode ser constatado no site do museu do Louvre (figura 69).

Considerado um dos mais importantes museus do mundo, com obras de valor inestimável como a *Monalisa* de Leonardo da Vinci, o Louvre optou por oferecer uma visita virtual em seu site na internet usando este mesmo método, com uma fotografia panorâmica que apenas desliza horizontalmente dando a ilusão de olharmos em 360° (figuras 70).

De uma forma geral, visita virtual a museus é sinônimo de *walkthroughs*⁵⁰ e panoramas interativos como os *Quicktime VR*⁵¹, mas que podem ser perfeitamente adaptados à esse modelo para TV proposto pelo nosso trabalho.

⁴⁸ Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2013/04/26/o-prazo-para-o-desligamento-da-tv-analogica-no-pais-esta-em-negociacao>>. Acesso em 11/07/2013.

⁴⁹ SANTOS, G. Ferreira; TAVARES, Otávio. Esporte, jogos olímpicos e televisão: relação dialética na modernidade – revisão histórico-social in IV ENOME, São João Del Rei/MG, 2012.

⁵⁰ Aplicação de um *Cognitive Walkthrough*. Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/686/1/int04-mano.pdf>>. Acesso em 11/07/2013.

Figura 68: Navegação no site do Louvre.⁵²

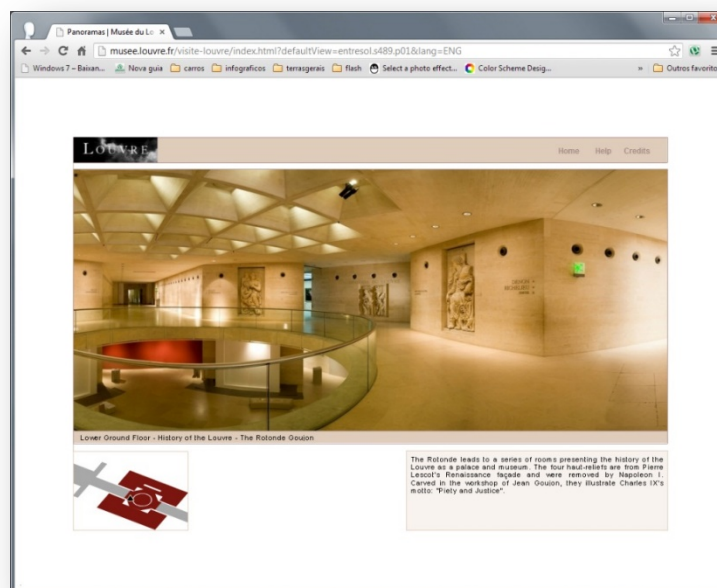
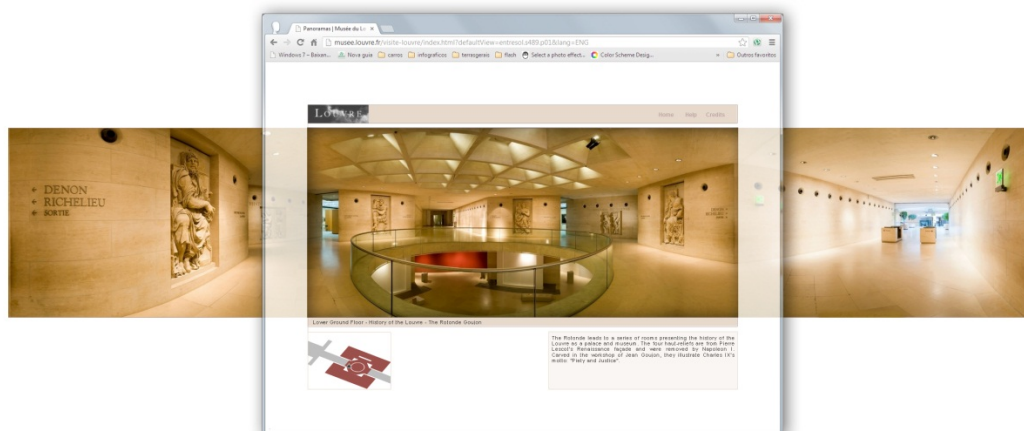


Figura 69: Imagem panorâmica do site do louvre



⁵¹ A tecnologia, da Apple, permite a interação com panoramas fotográficos, colocando o usuário no centro de um cilindro virtual em cujas paredes está projetada uma fotografia circular, da qual apenas um ângulo restrito é visível, e esse ângulo é controlado pelo usuário, dando a impressão do movimento dos olhos e da cabeça no centro de um ambiente. Wright et al (1999:217-223) descrevem a construção de panoramas digitais de Edimburgo a partir de pinturas do século XVIII de Robert Baker. No mesmo projeto, faz uso de derivações panorâmicas geométricas a partir de pinturas e fotografias regulares, uma técnica chamada TIP ("Tour Into the Picture", "viagem dentro da imagem") (PARAIZO, 2009).

⁵² Imagem PrintScreen da tela do site do Louvre. Disponível em: <http://musee.louvre.fr/visite-louvre/index.html?defaultView=entresol.s489.p01&lang=ENG>. Acesso em 10/07/2013.

Através do nosso modelo de passeio virtual, será possível disponibilizar na televisão, vários lugares para visita  o, de forma que o visitante possa conhecer suas dependências antes de efetivamente ir lá.

Em eventos de esporte, os est  dios e complexos esportivos podem ser disponibilizados para visita  o virtual, permitindo ao telespectador conhecer seu interior. Monumentos históricos e museus também podem ser disponibilizados, oferecendo inclusive informações adicionais sobre suas obras.

Outro nicho de utiliza  o   na área de eventos, como campanha de vacina  o, feiras de negócios ou festividades locais como São João, festa da padroeira, etc., que através de um mapa aéreo o telespectador pode escolher pontos de seu interesse para visualizar.

Nosso sistema, intitulado **Passeio Virtual 360 ** permite a qualquer usuário gerar sua aplica  o para TV Digital de forma bastante simples, bastando apenas fazer as fotografias para criar as panorâmicas.

Esta pesquisa pretendeu não somente disponibilizar uma aplica  o e seu gerador, mas também contribuir com estudos na área de TV Digital.

7.1 TRABALHOS FUTUROS

Como não encontramos outro projeto similar para balizar as modificações, podemos pensar de forma a incrementar elementos conforme as necessidades do uso. No que tange o sistema web, alguns problemas de compatibilidade de extensão de arquivos precisam ser resolvidos.

Uma das sugestões para tornar o gerador potencialmente comercial, seria deixá-lo customizável, possibilitando a modifica  o das telas e ícones. Dessa forma a emissora de TV poderia colocar a imagem de fundo com seu logotipo, além de imagens temáticas como Futebol ou Festa Junina, por exemplo.

Por não ter sido testado em uma TV comercial (apenas em ambiente de simulação), desconhecemos os possíveis problemas de incompatibilidade, porém, como a aplicação faz uso de imagens e vídeos, que são elementos típicos de televisão, consideramos viável seu uso em larga escala. Ainda podemos destacar como vantagem em relação à internet, o acesso gratuito e fácil, dispensando computadores e acesso à internet, uma vez que a aplicação poderá ser acessada de uma TV portátil, por exemplo.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Marcelo Sampaio. **Televisão Digital**, São Paulo: Érica, 2007.

AMORIM, A.L.; GROETELAARS, N.J. **Técnicas de restituição fotogramétricas digitais aplicadas à Arquitetura: um estudo de caso**, COBRAC, Florianópolis, 2004.

ANGUELOV, Dragomir; DULONG, Carole; FILIP, Daniel; FRUEH, Christian; LAFON, Stéphane; LYON, Richard; OGALE, Abhijit; VINCENT, Luc; WEAVER, Josh. **Street view: capturing the world at street level**. In Journal Computer archive Volume 43 Issue 6, June 2010 IEEE Computer Society Press Los Alamitos, CA, USA table of contents doi>10.1109/MC.2010.170, Google, 2010.

ANDRADE, Ana Maria Mauad de S. **Através da imagem: fotografia e história interfaces**. Revista Tempo, Rio de Janeiro: UFF, v. 1, n. 2, 1996.

AVIGHI, Carlos Marcos. **Turismo e Comunicação – Estudo do turismo na história da comunicação no século XIX**. Turismo em análise. Volume 3, número 2. São Paulo SP: Faculdades Metropolitanas Unidas, 1999. Semestral.

BECKER, V.; FORNARI, A.; HERWEG FILHO, G.H.; MONTEZ, C. **Recomendações de Usabilidade para TV Digital Interativa**. In: Anais do II Workshop de TV Digital. Curitiba: Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

BRENNAND, E. G. G.; LEMOS, G. . **Televisão digital interativa: reflexões, sistemas e padrões**. São Paulo: Editora Horizonte, 2007.

CALVINO, Italo. **Cidades invisíveis**. São Paulo: Cia. das Letras, 1995.

CARROL, L. **Alice no país das Maravilhas**. Tradução e adaptação de Márcia Ferriotti Meira. São Paulo: Editora Martin Claret, 2005. 1ª edição.

CASTRO, Jesualdo de Almeida. Fotografia digital ou imagem virtual: os novos paradigmas da informação visual, in XII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação da Região Sudeste – Juiz de Fora – MG. 2004.

CROCOMO, Fernando Antonio. **TV Digital e Produção Interativa: a comunidade manda notícias**. Florianópolis: Editora UFSC, 2007.

BARTHES, Roland. **A câmara clara**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

BAZIN, André. **O Cinema: ensaios**. São Paulo: Brasiliense, 1991.

BENJAMIN, Walter. **A obra de arte na época de suas técnicas de reprodução**. In: A ideia do Cinema. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 1969. P.55-95.

_____. **Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre a literatura e a história da cultura**. São Paulo: Brasiliense, 1987.

BORGES, Martha Kaschny e FONTANA, KlalterBez. **Interatividade na prática: a construção do Texto Colaborativo por alunos da educação a distância**. In: Anais do X Congresso Internacional da ABED, Porto Alegre, 2003.

FREEMAN, Jonathan & LESSITER, Jane. **Easy TV 2002 Research Report**. London: University of London, 2003.

GASTAL, Susana. **Turismo, imagens e imaginários**. São Paulo: Aleph, Coleção ABC do Turismo. 2005.

GAWLINSKI, Mark. **Interactive Television Production**. Oxford, England: Focal Press, 2003.

KOTLER, Philip. **Marketing público**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MACHADO, Arlindo. **A arte do vídeo**. São Paulo: Brasiliense, 1988.

MÉDOLA, A. S. L. D. . **Televisão digital brasileira e os novos processos de produção de conteúdos: o desafio para o comunicador**. E-Compós (Brasília), v. 12, p. 1-12, 2009.

MONTEIRO, Bruno de Souza. **Amadeus-TV: Portal Educacional na TV Digital Integrado a um Sistema de Gestão de Aprendizado**. 102 p. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

MONTEZ, Carlos; BECKER, Valdecir. **TV Digital Interativa: Conceitos Desafios e Perspectivas para o Brasil**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

NAIMARK, Michael, **"Aspen the Verb: Musings on Heritage and Virtuality," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Special Issue on Virtual Heritage**, MIT Press Journals, Vol. 15, No. 3, June 2006. Versão on-line disponível em: < <http://www.naimark.net/writing/aspen.html> >. Acesso em 26/12/2012.

NIEDERAUER, Juliano. **Desenvolvendo Websites com PHP**, 2. edição, São Paulo: Novatec Editora, 2011.

PARAIZO, Rodrigo Cury. **Patrimônio virtual: representação de aspectos culturais do espaço urbano**. Rio de Janeiro, 2009. Tese (Doutorado em Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PICCOLO, L. & Baranauskas, M.C.C. **Desafios de Design para a TV Digital Interativa**. In: VII Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2006, Natal – RN. Anais do VII Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC). Natal – RN, 2006.

RODRIGUES. A. B. **“Lugar, não-lugar e a realidade virtual no turismo globalizado”**. Revista do Departamento nº 10. São Paulo: Departamento de Geografia, FFLCH/USP, 1996.

RUSCHMANN Doris. **Marketing Turístico – Um enfoque promocional**. 5ª edição. São Paulo: Papirus. 2000.

_____. **Turismo e Planejamento Sustentável**. 6 edição. São Paulo: Papirus, 1999.

SCHAEFFER, J.M. **A imagem precária: sobre o dispositivo fotográfico**. Campinas: Papirus, 1996.

SMED, Jouni; KAU KORANTA, Timo. HAKONEN, Harri. **Aspects of Networking in Multiplayer Computer Games**. In: Proceedings of International Conference on Application and Development of Computer Games in the 21st Century. Hong Kong, 2001.

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

SONTAG, Susan. **Sobre fotografia**. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

_____. **Ensaaios sobre a fotografia**. Rio de Janeiro: Arbor, 1981.

Apêndice A – Códigos NCL

O código abaixo foi retirado do arquivo “passeio4.ncl” que foi escrito na IDE Eclipse com plugin NCL⁵³.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>

<ncl id="main" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile">

<head>

<regionBase>
<region id="rgTv" zIndex="0">
<region id="rgLua" width="100%" height="100%"/>
<region id="rgVoltar" width="100%" height="100%" />
<region id="rgMainVideo" width="100%" height="100%" zIndex="0"/>
<region id="rgLogo" width="380" height="285" top="43%" left="4.6%" zIndex="0"/>
<region id="rgIltreiro" left="50%" top="0%" zIndex="10"/>
<region id="rgItem1" left="60%" top="20%" width="182" height="296" zIndex="1"/>
<region id="rgItem2" left="45%" top="25%" width="182" height="296" zIndex="2"/>
<region id="rgItem3" left="65%" top="35%" width="182" height="296" zIndex="3"/>
<region id="rgItem4" left="50%" top="40%" width="182" height="296" zIndex="4"/>
<region id="rginfo_papel1" left="10%" top="10%" width="36%" height="48%" zIndex="10"/>
<region id="rvideo1" width="23%" height="30%" left="17%" top="20%" zIndex="11"/>

</region>

</regionBase>

<descriptorBase>

<descriptor id="dinfo_papel1" region="rginfo_papel1" />
<descriptor id="dvideo1" region="rvideo1" />
<descriptor id="dvideo2" region="rvideo1" />
<descriptor id="dvideo3" region="rvideo1" />
<descriptor id="dvideo4" region="rvideo1" />
<descriptor id="dVoltar" region="rgVoltar" />
<descriptor id="dltreiro" region="rgltreiro" />
<descriptor id="descLogo" region="rgLogo" />
<descriptor id="dLua" region="rgLua" focusIndex="1" />
<descriptor id="descMainFundo" region="rgMainVideo">

</descriptor>

<descriptor id="descMenu1" region="rgItem1" focusIndex="1" moveDown="2" moveUp="4" moveLeft="2" focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

<descriptor id="descMenu12" region="rgItem2" focusIndex="2" moveDown="3" moveUp="1" moveRight="3" focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

<descriptor id="descMenu13" region="rgItem3" focusIndex="3" moveDown="4" moveUp="2" moveLeft="2" focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>

<descriptor id="descMenu14" region="rgItem4" focusIndex="4" moveDown="1" moveUp="3" moveRight="3" focusSrc="media/bt1-1.png" focusBorderWidth="0"/>
</descriptorBase>

<connectorBase>
<causalConnector id="onBeginStartN">
<simpleCondition role="onBegin" />
<simpleAction role="start" max="unbounded" />


```

⁵³ IDE Eclipse com plugin NCL. Disponível em: <<http://laws.deinf.ufma.br/ncleclipse/pt-br:start?redirect=1#.UdnhvbW-nng>>. Acesso em 07/07/2013.

```

</causalConnector>

<causalConnector id="onBeginStopN">
  <simpleCondition role="onBegin" />
  <simpleAction role="stop" max="unbounded"/>
</causalConnector>

<causalConnector id="onEndStop">
  <simpleCondition role="onEnd" />
  <simpleAction role="stop" />
</causalConnector>

<causalConnector id="onEndStartNStop">
  <simpleCondition role="onEnd" />
  <compoundAction operator="par">
    <simpleAction role="start" max="unbounded" />
    <simpleAction role="stop"/>
  </compoundAction>
</causalConnector>

<causalConnector id="onKeySelectionStop">
  <connectorParam name="key"/>

  <simpleCondition role="onSelection" key="$key" />
  <simpleAction role="stop" />
</causalConnector>

<causalConnector id="onKeySelectionStart">
  <connectorParam name="key"/>

  <simpleCondition role="onSelection" key="$key" />
  <simpleAction role="start" />
</causalConnector>

<causalConnector id="onSelectionStart">
  <simpleCondition role="onSelection" />
  <simpleAction role="start" />
</causalConnector>

  <causalConnector id="onBeginSet">
    <connectorParam name="value"/>
    <simpleCondition role="onBegin" />
    <simpleAction role="set" value="$value" />
  </causalConnector>

<causalConnector id="onEndSet">
  <connectorParam name="value"/>
  <simpleCondition role="onEnd" />
  <simpleAction role="set" value="$value" />
</causalConnector>
</connectorBase>

</head>

<body>

  <port id="pMFundo" component="mMainFundo"/>
  <port id="pletreiro" component="mleiteiro"/>
  <port id="pLogo" component="mLogo"/>
  <port id="pltem1" component="mltem1"/>
  <port id="pltem2" component="mltem2"/>
  <port id="pltem3" component="mltem3"/>
  <port id="pltem4" component="mltem4"/>

  <media id="mMainFundo" src="media/tela_inicial.jpg" descriptor="descMainFundo"/>

  <media id="mLogo" src="media/logo.jpg" descriptor="descLogo"/>
  <media id="mltem1" src="media/bt1.png" descriptor="descMenu1"/>
  <media id="mltem2" src="media/bt1.png" descriptor="descMenu2"/>

```

```

        <media id="mltem3" src="media/bt1.png" descriptor="descMenu13"/>
        <media id="mltem4" src="media/bt1.png" descriptor="descMenu14"/>
        <media id="ponto1" src="ponto1.lua" descriptor="dLua" />
        <media id="ponto2" src="ponto2.lua" descriptor="dLua" />
        <media id="ponto3" src="ponto3.lua" descriptor="dLua" />
        <media id="ponto4" src="ponto4.lua" descriptor="dLua" />

<media id="mletreiro" src="titulo.lua" descriptor="dletreiro" />
<media id="voltar" src="media/tela_passeio.png" descriptor="dVoltar" />
<media id="info_papel1" src="media/papel.png" descriptor="dinfo_papel1" />
<media id="video1" src="media/video1.avi" descriptor="dvideo1" />
<media id="video2" src="media/video2.avi" descriptor="dvideo2" />
<media id="video3" src="media/video3.avi" descriptor="dvideo3" />
<media id="video4" src="media/video4.avi" descriptor="dvideo4" />
<media id="settings" type="application/x-ginga-settings">
    <property name="service.currentKeyMaster" value="" />
</media>

<link xconnector="onSelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="mltem1" />
    <bind role="start" component="ponto1" />

</link>

<link xconnector="onSelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="mltem2" />
    <bind role="start" component="ponto2" />

</link>

<link xconnector="onSelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="mltem3" />
    <bind role="start" component="ponto3" />

</link>

<link xconnector="onSelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="mltem4" />
    <bind role="start" component="ponto4" />

</link>

<link xconnector="onBeginStartN">
    <bind role="onBegin" component="ponto1" />
    <bind role="start" component="voltar" />
</link>

<link xconnector="onBeginStartN">
    <bind role="onBegin" component="ponto2" />
    <bind role="start" component="voltar" />
</link>

<link xconnector="onBeginStartN">
    <bind role="onBegin" component="ponto3" />
    <bind role="start" component="voltar" />
</link>

<link xconnector="onBeginStartN">
    <bind role="onBegin" component="ponto4" />
    <bind role="start" component="voltar" />
</link>

<link xconnector="onBeginStopN">
    <bind role="onBegin" component="ponto1" />
    <bind role="stop" component="mletreiro" />
    <bind role="stop" component="mltem1" />
    <bind role="stop" component="mltem2" />
    <bind role="stop" component="mltem3" />
    <bind role="stop" component="mltem4" />
    <bind role="stop" component="info_papel1" />

```

```

        <bind role="stop" component="video1" />
        <bind role="stop" component="mLogo" />

</link>

<link xconnector="onBeginStopN">
    <bind role="onBegin" component="ponto2" />
    <bind role="stop" component="mleiteiro" />
    <bind role="stop" component="mlItem1" />
    <bind role="stop" component="mlItem2" />
    <bind role="stop" component="mlItem3" />
    <bind role="stop" component="mlItem4" />
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
<bind role="stop" component="video2" />
<bind role="stop" component="mLogo" />

</link>

<link xconnector="onBeginStopN">
    <bind role="onBegin" component="ponto3" />
    <bind role="stop" component="mleiteiro" />
    <bind role="stop" component="mlItem1" />
    <bind role="stop" component="mlItem2" />
    <bind role="stop" component="mlItem3" />
    <bind role="stop" component="mlItem4" />
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
<bind role="stop" component="video3" />
<bind role="stop" component="mLogo" />

</link>

<link xconnector="onBeginStopN">
    <bind role="onBegin" component="ponto4" />
    <bind role="stop" component="mleiteiro" />
    <bind role="stop" component="mlItem1" />
    <bind role="stop" component="mlItem2" />
    <bind role="stop" component="mlItem3" />
    <bind role="stop" component="mlItem4" />
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
<bind role="stop" component="video4" />
<bind role="stop" component="mLogo" />

</link>

        <link xconnector="onKeySelectionStart">
            <bind role="onSelection" component="ponto1">
                <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
            </bind>

            <bind role="start" component="info_papel1" />
        </link>

<link xconnector="onKeySelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="ponto1">
        <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
    </bind>

    <bind role="start" component="video1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="ponto1">
        <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

```

```

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto1">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto1">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto1">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStart">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
  </bind>

  <bind role="start" component="info_papel1" />
</link>

  <link xconnector="onKeySelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="ponto2">
      <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
    </bind>

    <bind role="start" component="video2" />
  </link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />

```

```

</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video2" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto2">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video2" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video2" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStart">
  <bind role="onSelection" component="ponto3">
    <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
  </bind>

  <bind role="start" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStart">
  <bind role="onSelection" component="ponto3">
    <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
  </bind>

  <bind role="start" component="video3" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto3">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto3">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>

```

```

        <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="ponto3">
        <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="video3" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="ponto3">
        <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="video3" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="voltar">
        <bindParam name="key" value="RED"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="video3" />
</link>

    <link xconnector="onKeySelectionStart">
        <bind role="onSelection" component="ponto4">
            <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
        </bind>

        <bind role="start" component="info_papel1" />

</link>

<link xconnector="onKeySelectionStart">
    <bind role="onSelection" component="ponto4">
        <bindParam name="key" value="YELLOW"/>
    </bind>

    <bind role="start" component="video4" />

</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="ponto4">
        <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="ponto4">
        <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="voltar">
        <bindParam name="key" value="RED"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="info_papel1" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="ponto4">
        <bindParam name="key" value="CURSOR_LEFT"/>

```

```

</bind>
  <bind role="stop" component="video4" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="ponto4">
    <bindParam name="key" value="CURSOR_RIGHT"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video4" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="video4" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>

  <bind role="stop" component="ponto1" />
</link>

  <link xconnector="onKeySelectionStop">
    <bind role="onSelection" component="voltar">
      <bindParam name="key" value="RED"/>
    </bind>
    <bind role="stop" component="ponto2" />
  </link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="ponto3" />
</link>

<link xconnector="onKeySelectionStop">
  <bind role="onSelection" component="voltar">
    <bindParam name="key" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="stop" component="ponto4" />
</link>

<link xconnector="onEndSet">
  <bind role="onEnd" component="ponto1" />
  <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
    <bindParam name="value" value=""/>
  </bind>
</link>

<link xconnector="onEndSet">
  <bind role="onEnd" component="ponto2" />
  <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
    <bindParam name="value" value=""/>
  </bind>
</link>

<link xconnector="onEndSet">
  <bind role="onEnd" component="ponto3" />
  <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
    <bindParam name="value" value=""/>
  </bind>
</link>

```

```

<link xconnector="onEndSet">
  <bind role="onEnd" component="ponto4" />
  <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
    <bindParam name="value" value="" />
  </bind>
</link>

<link xconnector="onEndStartNStop">

  <bind role="onEnd" component="ponto1" />
  <bind role="stop" component="voltar" />

  <bind role="start" component="mlItem1" />
  <bind role="start" component="mlItem2" />
  <bind role="start" component="mlItem3" />
  <bind role="start" component="mlItem4" />
  <bind role="start" component="mleiteiro" />
  <bind role="start" component="mLogo" />

</link>

<link xconnector="onEndStartNStop">
  <bind role="onEnd" component="ponto2" />
  <bind role="stop" component="voltar" />
  <bind role="start" component="mlItem1" />
  <bind role="start" component="mlItem2" />
  <bind role="start" component="mlItem3" />
  <bind role="start" component="mlItem4" />
  <bind role="start" component="mleiteiro" />
  <bind role="start" component="mLogo" />

</link>

<link xconnector="onEndStartNStop">
  <bind role="onEnd" component="ponto3" />
  <bind role="stop" component="voltar" />
  <bind role="start" component="mlItem1" />
  <bind role="start" component="mlItem2" />
  <bind role="start" component="mlItem3" />
  <bind role="start" component="mlItem4" />
  <bind role="start" component="mleiteiro" />
  <bind role="start" component="mLogo" />

</link>

<link xconnector="onEndStartNStop">
  <bind role="onEnd" component="ponto4" />
  <bind role="stop" component="voltar" />
  <bind role="start" component="mlItem1" />
  <bind role="start" component="mlItem2" />
  <bind role="start" component="mlItem3" />
  <bind role="start" component="mlItem4" />
  <bind role="start" component="mleiteiro" />
  <bind role="start" component="mLogo" />

</link>

  <link xconnector="onBeginSet">
    <bind role="onBegin" component="ponto1" />
    <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
      <bindParam name="value" value="ponto1" />
    </bind>
  </link>

  <link xconnector="onBeginSet">
    <bind role="onBegin" component="ponto2" />
    <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
      <bindParam name="value" value="ponto2" />
    </bind>
  </link>

```

```
</link>

<link xconnector="onBeginSet">
  <bind role="onBegin" component="ponto3" />
  <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
    <bindParam name="value" value="ponto3"/>
  </bind>
</link>

<link xconnector="onBeginSet">
  <bind role="onBegin" component="ponto4" />
  <bind role="set" component="settings" interface="service.currentKeyMaster">
    <bindParam name="value" value="ponto4"/>
  </bind>
</link>

</body>

</ncl>
```

Apêndice B – Códigos LUA

O código abaixo foi retirado do arquivo “ponto4. lua”.

```

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = canvas:attrSize()
local cenario = { img=img, x=0, y=40, dx=dx, dy=dy }

-----

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_esq = { img=img, x=-3000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_esq2 = { img=img, x=-6000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_esq3 = { img=img, x=-9000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_esq4 = { img=img, x=-12000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_esq5 = { img=img, x=-15000, y=40, dx=dx, dy=dy }

-----

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_dir = { img=img, x=3000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_dir2 = { img=img, x=6000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_dir3 = { img=img, x=9000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_dir4 = { img=img, x=12000, y=40, dx=dx, dy=dy }

local img = canvas:new('media/imagem4.jpg')
local dx, dy = img:attrSize()
local cenario_dir5 = { img=img, x=15000, y=40, dx=dx, dy=dy }

```

```

function desenha()

    canvas:attrColor (0,0,0,255);
    canvas:clear();

    canvas:compose(cenario.x,cenario.y,cenario.img);
    canvas:compose(cenario_esq.x,cenario_esq.y,cenario_esq.img);
    canvas:compose(cenario_esq2.x,cenario_esq2.y,cenario_esq2.img);
    canvas:compose(cenario_esq3.x,cenario_esq3.y,cenario_esq3.img);
    canvas:compose(cenario_esq4.x,cenario_esq4.y,cenario_esq4.img);
    canvas:compose(cenario_esq5.x,cenario_esq5.y,cenario_esq5.img);
    canvas:compose(cenario_dir.x,cenario_dir.y,cenario_dir.img);
    canvas:compose(cenario_dir2.x,cenario_dir2.y,cenario_dir2.img);
    canvas:compose(cenario_dir3.x,cenario_dir3.y,cenario_dir3.img);
    canvas:compose(cenario_dir4.x,cenario_dir4.y,cenario_dir4.img);
    canvas:compose(cenario_dir5.x,cenario_dir5.y,cenario_dir5.img);

    canvas:flush();

    event.timer(500,desenha);
end

function init()
    event.timer(500,desenha);
end
init();

function keyListener(evt)

    if evt.class == 'key' then

        if evt.type == 'press' then

            if evt.key == 'CURSOR_UP' then

                elseif evt.key == 'CURSOR_DOWN' then

                elseif evt.key == 'CURSOR_LEFT' then

                cenario.x = cenario.x + 30;
                cenario_esq.x = cenario_esq.x + 30;
                cenario_esq2.x = cenario_esq2.x + 30;
                cenario_esq3.x = cenario_esq3.x + 30;
                cenario_esq4.x = cenario_esq4.x + 30;
                cenario_esq5.x = cenario_esq5.x + 30;
                cenario_dir.x = cenario_dir.x + 30;
                cenario_dir2.x = cenario_dir2.x + 30;
                cenario_dir3.x = cenario_dir3.x + 30;
                cenario_dir4.x = cenario_dir4.x + 30;
                cenario_dir5.x = cenario_dir5.x + 30;

                elseif evt.key == 'CURSOR_RIGHT' then

                cenario.x = cenario.x - 30;

```

```
cenario_esq.x = cenario_esq.x - 30;
cenario_esq2.x = cenario_esq2.x - 30;
cenario_esq3.x = cenario_esq3.x - 30;
cenario_esq4.x = cenario_esq4.x - 30;
cenario_esq5.x = cenario_esq5.x - 30;
    cenario_dir.x = cenario_dir.x - 30;
    cenario_dir2.x = cenario_dir2.x - 30;
    cenario_dir3.x = cenario_dir3.x - 30;
    cenario_dir4.x = cenario_dir4.x - 30;
    cenario_dir5.x = cenario_dir5.x - 30;

    end
end
end
event.register(keyListener)
```

Apêndice C – Códigos LUA

O código abaixo foi retirado do arquivo “titulo. lua”.

```
canvas.attrColor (255,255,255,255);

canvas.attrFont ('vera', 20,'bold');

canvas.drawText (100, 50, 'Forte de Santa Catarina - Cabedelo - PB');

canvas.flush();
```

Anexo 1 – Bytes de Memória

Figura 70: Ilustração “bytes_de_memória”. Gus Morais para Folha de São Paulo – 03/12/2012



Anexo 2 – Sorocaba Interativa 3D

<<http://sorocaba.cidadeinterativa3d.com.br>>. Acesso em 04/02/2013.

Ao acessar o site, o internauta pode escolher o passeio entre vários pontos disponíveis, que correspondem aos locais da cidade. Pode também escolher entre visita 360° e com visão estereoscópica (neste caso, necessita de óculos especiais para ver o efeito).

A Cidade Interativa 3D projeta Sorocaba no cenário dos mais modernos portais do conhecimento, uma vez que é possível aos internautas terem a oportunidade de vivenciar uma experiência única percorrendo a História de Sorocaba em passeios virtuais pela cidade, acessando a vídeos, informações, jogos educativos e animações.

Seu diferencial é a interatividade em 2D e 3D com sensação estereoscópica. Trata-se de uma simulação de duas imagens que são projetadas nos olhos em pontos de observação ligeiramente diferentes, onde o cérebro funde as duas imagens e, nesse processo, obtém informações quanto à profundidade, distância, posição e tamanho dos objetos, gerando uma sensação de visão de 3D. Este trabalho foi concebido alinhado aos princípios da Educação para o Século XXI: Aprendizado para além dos muros da escola e ao longo da vida. Nesse sentido, os conteúdos são apresentados com sensibilidade, estética e de forma transdisciplinar.

Todos os internautas que acessam o portal conseguem construir seus próprios percursos em busca do conhecimento. Podem escolher o local que desejam visitar, ver tudo a sua volta em 360 graus, escolher o que é mais relevante dentro daquele ambiente para ser observado e, ainda, com apenas um clique, dar zoom e ver detalhes de uma imagem, passar o mouse e obter informações e curiosidades sobre uma pintura ou escultura e fazer um passeio completo por vários ambientes com todos os recursos interativos. A visualização do conteúdo 3D estereoscópico é feita com o uso dos óculos anáglifos (lentes azul e vermelha) que fornecem a sensação de profundidade.

Dessa forma, a Cidade Interativa 3D apresenta Arte, Cultura, História, Ciência, Tecnologia e Educação em uma grande rede de conhecimento sobre a Cidade de Sorocaba e pretende contribuir para que todos possam aprender na cidade e com a cidade.

Nosso propósito é possibilitar uma experiência significativa no mundo digital para todos os cidadãos se apropriarem do conhecimento de forma prazerosa e com autonomia.⁵⁴

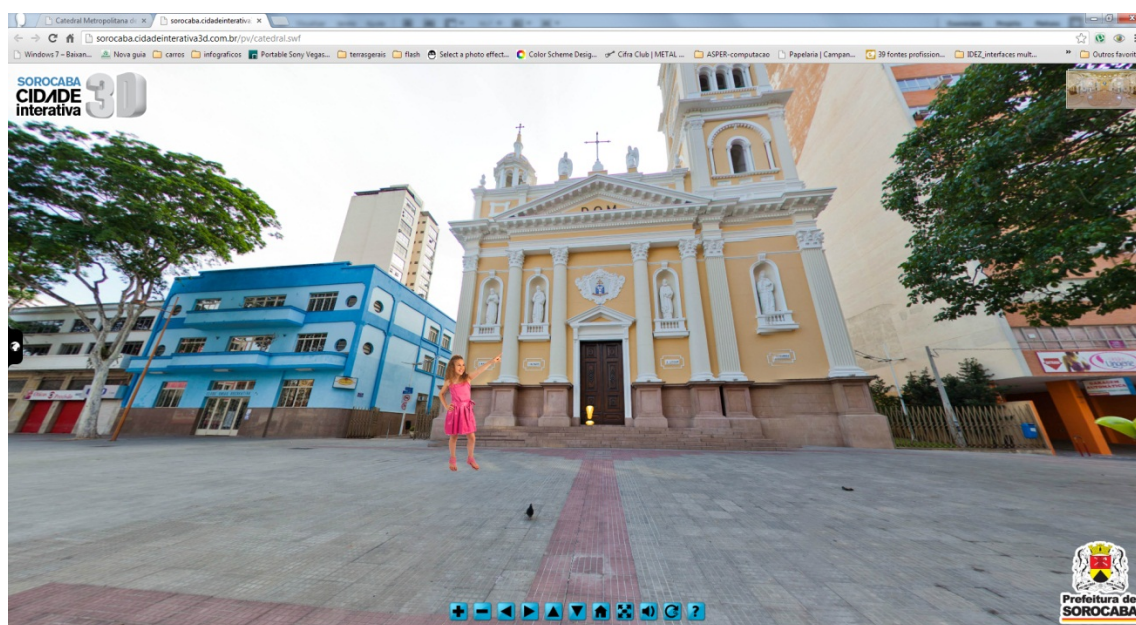
⁵⁴ Texto retirado do site: <<http://sorocaba.cidadeinterativa3d.com.br>>. Acesso em 27/01/2013.

Figura 71: PrintScreen da tela do site.



Ao acessar o passeio, que pode ser em área externa ou interna, vê-se o sistema de navegação na parte inferior da tela e alguns ícones com informações. Dentro dos ambientes é possível clicar em algumas partes e obter explicações sobre o objeto ou pintura.

Figura 72: PrintScreen da tela do site.



Anexo 3 - Estádio Nacional 360º: confira fotos panorâmicas da arena de Brasília

Com menos de cinco dias para a sua inauguração, as obras no Estádio Nacional Mané Garrincha, em Brasília (DF), correm contra o tempo. Em visita ao espaço na manhã desta quarta-feira (15), Portal EBC registrou que em termos de infraestrutura o espaço está praticamente pronto. Já quanto aos detalhes e ajustes finais, o gramado ainda não recebeu tinta, saguões e tribunas ainda não contam com mobiliário, testes continuam sendo feitos nos elevadores e escadas rolantes, e uma grande operação tenta limpar o chão e reduzir a poeira que é generalizada.

O Estádio Nacional Mané Garrincha será inaugurado no próximo sábado (18) com a partida final do campeonato de futebol do Distrito Federal (Candangão 2013). O segundo jogo na arena será Santos e Flamengo pelo Campeonato Brasileiro, no dia 26 de maio. Já no dia 15 de junho, a Seleção Brasileira recebe o Japão no apito inicial da Copa das Confederações.

Também palco da Copa do Mundo de 2014, o Estádio Nacional de Brasília tem capacidade para 72 mil torcedores. Os investimentos são da ordem de R\$ 1,015 bilhão.

Confira abaixo as imagens feitas dentro e fora do Estádio Nacional. São fotos panorâmicas de até 360º⁵⁵

⁵⁵ Texto retirado do site: Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/esportes/2013/05/estadio-nacional-de-brasilia-ainda-passa-por-ajustes-finais>>. Acesso em 07/07/2013.

Figura 73: PrintScreen da tela do site com vista 360° do campo.

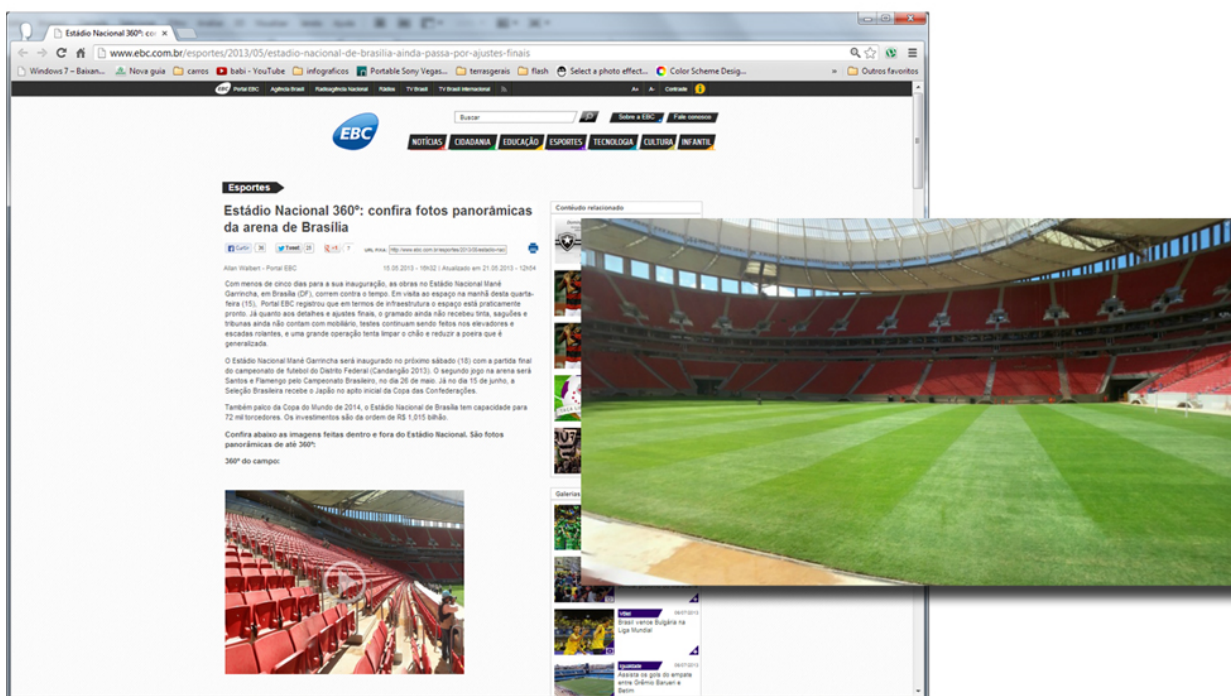


Figura 74: PrintScreen da tela do site com vista 360° do acesso ao vestiário.

