

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN  
MESTRADO EM DESIGN

**Sistematização de Conhecimentos para o Desenvolvimento de Ambientes  
Virtuais Digitais Interativos**

Gustavo Bülow

Orientador: Prof. Dr. José Luís Farinatti Aymone

Porto Alegre

2011

CIP - Catalogação na Publicação

Bülw, Gustavo  
Sistematização de Conhecimentos para o  
Desenvolvimento de Ambientes Virtuais Digitais  
Interativos / Gustavo Bülw. -- 2011.  
199 f.

Orientador: José Luís Farinatti Aymone.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura,  
Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-  
RS, 2011.

1. Ambientes Virtuais Digitais Interativos. 2.  
Cenografia Virtual. 3. Jogos Digitais. 4. Computação  
Gráfica. 5. Arquitetura Virtual. I. Aymone, José Luís  
Farinatti, orient. II. Título.

**Sistematização de Conhecimentos para o Desenvolvimento de Ambientes  
Virtuais Digitais Interativos**

Gustavo Bülow

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Design da UFRGS como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. José Luís Farinatti Aymone

Porto Alegre

2011

Gustavo Bülow

**Sistematização de Conhecimentos para o Desenvolvimento de Ambientes  
Virtuais Digitais Interativos**

---

**Orientador:** Prof. Dr. **José Luís Farinatti Aymone**  
PGDesign - Departamento de Design e Expressão Gráfica  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. **Marsal Ávila Alves Branco**  
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas  
Universidade Feevale

---

Prof. Dr. **Fábio Gonçalves Teixeira**  
PGDesign - Departamento de Design e Expressão Gráfica  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **Suely Dadalti Fragoso**  
PGDesign - Departamento de Design e Expressão Gráfica  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Para minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço minha esposa Cris e meu filho Edwin, que me acompanharam nesta jornada e sempre me deram força e inspiração.

A meus pais Léo e Cleci, por tudo.

A meu irmão Augusto e a meu amigo Fausto Richetti Blanco, pela troca inspiradora de ideias e pela ajuda na programação do ambiente virtual.

A meu orientador, Prof. José Luís Farinatti Aymone, que me ajudou a transformar um punhado de ideias em uma pesquisa científica organizada.

Aos professores Fábio Gonçalves Teixeira e Suely Dadalti Fragoso pelas críticas no exame de qualificação, contribuições importantíssimas.

Aos professores Marsal Ávila Alves Branco e Cristiano Max Pereira Pinheiro, que criaram o curso de Jogos Digitais da Universidade Feevale e com isso acabaram transformando positivamente minha vida e a de muitas outras pessoas.

Aos colegas Celso Santos Junior e Gabriela Trindade Perry pelos assessoramentos informais na BR-116, nas idas e voltas para a Universidade Feevale.

A RBS TV, por permitir e apoiar este trabalho. Especialmente a André Armani, Basílio Rota, Túlio Milman, Alice Urbim e Fernando Ferreira pelas contribuições e ao pessoal da Editoria de Arte e Departamento de Divulgação, porque acredito que conviver com pessoas criativas nos faz mais criativos.

Às vezes, você tem de botar a razão de lado e fazer uma coisa bonita.

Oscar Niemeyer

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo elaborar uma sistematização de conhecimentos técnicos, funcionais e compositivos, complementares aos conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design, para o desenvolvimento de ambientes virtuais digitais interativos para jogos digitais e cenografia virtual para televisão. Para tanto, é elaborada uma fundamentação teórica baseada em pesquisa bibliográfica e é estudado um caso de produção de um cenário virtual para televisão. Como experiência de validação, é criado um ambiente virtual para jogo digital, utilizando-se a sistematização de conhecimentos proposta.

**Palavras chave:** ambientes virtuais digitais interativos, cenografia virtual, ambientes para jogos digitais.



## **ABSTRACT**

This paper aims to draw up a systematization of technical, functional and compositional knowledge, complementary to traditional knowledge of architecture and design, to the development of digital interactive virtual environments for videogames and virtual set design for television. Therefore, it is elaborated a theoretical framework based on literature review, and a case is studied where a virtual set for television is developed. As a validation experiment, it is created a virtual environment for a digital game, using the knowledge systematization proposed.

**Keywords:** Digital Virtual Interactive Environments, Virtual Set, Level Design.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: ESQUEMA SOBRE A MULTIDISCIPLINARIEDADE DO DESENVOLVIMENTO DE AMBIENTES DE JOGOS	25
FIGURA 02: IMAGEM DO FILME “LE VOYAGE DANS LA LUNE”	39
FIGURA 03: <i>OSCILLON NUMBER FOUR</i>	41
FIGURA 04: DAC-1, PRIMEIRO SISTEMA CAD	42
FIGURA 05: VIAGEM DA ESPAÇONAVE VOYAGER	44
FIGURA 06: CENA DE LUXO JR.	45
FIGURA 07: CENA DE “O SEGREDO DO ABISMO”	46
FIGURA 08: FINAL FANTASY: THE SPIRITS WITHIN	48
FIGURA 09: ZOË SALDAÑA INTERPRETANDO A PERSONAGEM NEYTIRI NO FILME AVATAR	49
FIGURA 10: CENÁRIO DA TELEVISÃO ALEMÃ ZDF COM ELEMENTOS FÍSICOS E VIRTUAIS	52
FIGURA 11: CENÁRIO DA TELEVISÃO ALEMÃ ZDF COM ARTE INCIDENTAL 3D	52
FIGURA 12: CENÁRIO DA TELEVISÃO ALEMÃ ZDF MOBILIÁRIO FÍSICO E ILUMINAÇÃO SOFISTICADA	53
FIGURA 13: CENOGRAFIA VIRTUAL DA TELEVISÃO GLOBAL, DO CANADÁ	53
FIGURA 14: CENOGRAFIA VIRTUAL DA TELEVIÃO NBC NEWS, DOS EUA	54
FIGURA 15: ELEMENTOS VIRTUAIS APLICADOS EM CENÁRIO DA BBC, DA INGLATERRA	54
FIGURA 16: ELEMENTOS VIRTUAIS APLICADOS EM CENÁRIO NA REDE GLOBO	55
FIGURA 17: CENÁRIO VIRTUAL NA PREVISÃO DO TEMPO DO JORNAL NACIONAL DA REDE GLOBO	55
FIGURA 18: CENÁRIO VIRTUAL DESENVOLVIDO PARA MATÉRIA SOBRE SEGURANÇA	56
FIGURA 19: CENÁRIO VIRTUAL DO PROGRAMA DR. HOLYWOOD	56
FIGURA 20: TÊNIS PARA DOIS	57
FIGURA 21: PONG, DE RALPH BAUER, 1973	58
FIGURA 22: ODISSEY MAGNAVOX	58
FIGURA 23: <i>JOYSTICK</i> PARA ATARI 2600	60
FIGURA 24: JOGO ADVENTURE	61
FIGURA 25: DOUBLE DRAGON, JOGO DIGITAL PARA O CONSOLE MASTER SYSTEM, DE 1987	62
FIGURA 26: MARIO, O ENCANADOR DA NINTENDO E SONIC, O PORCO-ESPINHO DA SEGA	63
FIGURA 27: RESIDENT EVIL	64
FIGURA 28: CALL OF DUTTY – MODERN WARFARE II	65
FIGURA 29: PERSONAGEM DO JOGO HADES2	69
FIGURA 30: ESQUEMA BÁSICO DO FUNCIONAMENTO DE UM ESTÚDIO VIRTUAL	70
FIGURA 31: <i>SWITCHER</i> DE PRODUÇÃO DA RBS TV	70
FIGURA 32: JOGO DIGITAL PARA KINECT XBOX360	71
FIGURA 33: SISTEMA DE <i>TRACKING</i> POR INFRAVERMELHO	72
FIGURA 34: ESTÚDIO VIRTUAL DA RBS TV USADO NA PRODUÇÃO DO TELEDOMINGO EM 2009	73
FIGURA 35: IMAGEM DO DESENVOLVIMENTO DO MODELO TRIDIMENSIONAL	75
FIGURA 36: VEGETAÇÃO DO JOGO THOROUGHbred TYCOON	79
FIGURA 37: SHADERS PHONG E BLINN	81

FIGURA 38: TEXTURA SIMPLES, <i>BUMP</i> E <i>BUMP MAPPING</i> .	82
FIGURA 39: APLICAÇÃO DE <i>NORMAL MAP</i> NO 3DS MAX 2011.	83
FIGURA 40: PERSONAGEM DO JOGO <i>THOROUGHbred TYCOON</i> .	84
FIGURA 41: UM AMBIENTE COM TEXTURAS <i>TILE</i> .	85
FIGURA 42: IMAGEM QUE DETERMINA A TOPOGRAFIA DO TERRENO	86
FIGURA 43: IMAGEM QUE É ESTAMPADA NO TERRENO	86
FIGURA 44: IMAGEM QUE GERENCIA ONDE CADA TEXTURA DE DETALHE É APLICADA NO TERRENO.	87
FIGURA 45: TEXTURAS DE DETALHAMENTO APLICAS NO TERRENO	87
FIGURA 46: FRAME DO JOGO <i>FARMVET</i>	88
FIGURA 47: IMAGEN DO JOGO <i>THOROUGHbred TYCOON</i> .	91
FIGURA 48: AMBIENTE ILUMINADO POR UMA LUZ <i>PIXEL LIGHT</i> E UMA LUZ <i>VERTEX LIGHT</i>	93
FIGURA 49: UMA CABEÇA EM VERSÕES COM DIFERENTES QUANTIDADES DE POLIGONO.	96
FIGURA 50: PERSONAGEM DO JOGO <i>FEELIN'IT GOLF</i>	97
FIGURA 51: TRÊS OBJETOS MODELADOS NO 3DS MAX 2011.	97
FIGURA 52: MODELOS 3D USADOS COMO LEVELS OF DETAIL.	99
FIGURA 53: DUAS CASAS DENTRO DO FRUSTUM DA CÂMERA E A IMAGEM RESULTANTE	100
FIGURA 54: FRUSTUM DA CÂMERA	100
FIGURA 55: FRAME DO JOGO <i>THOROUGHbred TYCOON</i> .	101
FIGURA 56: TEXTURA <i>BAKED</i>	102
FIGURA 57: VISTA SUPERIOR DO CENÁRIO COM A POSIÇÃO E ÂNGULO DAS CÂMERAS.	106
FIGURA 58: CENÁRIO VISTO POR UMA LENTE TELE-OBJETIVA, POSICIONADA À LONGA DISTÂNCIA.	106
FIGURA 59: CENÁRIO VISTO POR LENTE NORMAL, POSICIONADA À MÉDIA DISTÂNCIA.	107
FIGURA 60: CENÁRIO VISTO POR LENTE GRANDE ÂNGULAR, POSICIONADA PRÓXIMA AO AMBIENTE.	107
FIGURA 61: IMAGEM DA PREVISÃO DO TEMPO EM CENÁRIO VIRTUAL DO JORNAL NACIONAL	108
FIGURA 62: IMAGEM DA VINHETA DE ABERTURA DO PROGRAMA TELEDOMINGO.	109
FIGURA 63: DOIS FRAMES DO VIDEO "PROFUSÃO"	110
FIGURA 64: EXEMPLO DO USO DO RECURSO <i>DEPTH OF FIELD</i> NA <i>UNITY3D</i> .	111
FIGURA 65: PLANO GERAL	112
FIGURA 66: PLANO MÉDIO	113
FIGURA 67: PLANO AMERICANO COM OS APRESENTADORES.	113
FIGURA 68: CLOSE UP DO APRESENTADOR.	114
FIGURA 69: PLANO DETALHE	114
FIGURA 70: DUAS IMAGENS DO JOGO <i>THOROUGHbred TYCOON</i>	115
FIGURA 71: CONFIGURAÇÃO DE ILUMINAÇÃO FRONTAL.	121
FIGURA 72. CONFIGURAÇÃO DE ILUMINAÇÃO AMPLA.	122
FIGURA 73: CONFIGURAÇÃO DE ILUMINAÇÃO ESTREITA.	122
FIGURA 74: CONFIGURAÇÃO SILHUETA.	123
FIGURA 75: CONFIGURAÇÃO DE ILUMINAÇÃO DE TRÊS PONTOS	123
FIGURA 76: PRIMEIRA VERSÃO DO JOGO <i>TETRIS</i> .	126
FIGURA 77: IMAGEM DE <i>WOLFENSTEIN3D</i> .	126

FIGURA 78: IMAGEM DO JOGO MAX PAYNE.....	127
FIGURA 79: IMAGEM DO JOGO MONKEY ISLAND 2 .....	128
FIGURA 80: IMAGEM DO JOGO DE LUTA MORTAL KOMBAT .....	129
FIGURA 81: IMAGEM DO JOGO THE SIMS .....	129
FIGURA 82: IMAGEM DO JOGO SIMCITY4.....	130
FIGURA 83: IMAGEM DO JOGO CIVILIZATION V .....	131
FIGURA 84: IMAGEM DO JOGO FIFA 2011 .....	131
FIGURA 85: IMAGEM DO JOGO FLIGHT SIMULATOR X.....	132
FIGURA 86: IMAGENS DO JOGO F1 2010 .....	133
FIGURA 87: METAS DE USABILIDADE E METAS DECORRENTES DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO. ....	136
FIGURA 88: ESQUEMA DE CRIAÇÃO E USO DE AMBIENTE DE JOGO DIGITAL.....	144
FIGURA 89: IMAGEM DO JOGO COMBAT ARMS .....	147
FIGURA 90: DIAGRAMA DE CRIAÇÃO E USO DE UM CENÁRIO VIRTUAL PARA TELEVISÃO. ....	148
FIGURA 91: ESTÚDIO DE CENOGRAFIA VIRTUAL DA RBS TV .....	148
FIGURA 92: IMAGEM DO PROGRAMA TELEDOMINGO .....	149
FIGURA 93. PREVISÃO DO TEMPO EM CENOGRAFIA VIRTUAL NO PROGRAMA TELEDOMINGO .....	152
FIGURA 94: DIAGRAMA DA RELAÇÃO DE CONHECIMENTOS PROPOSTA. ....	153
FIGURA 95: CENÁRIO DO TELEDOMINGO ENTRE 1997 E 2000. ....	154
FIGURA 96: CENÁRIO VIRTUAL DO TELEDOMINGO ENTRE 2000 E 2003. FUNDO <i>CHROMA-KEY</i> .....	155
FIGURA 97: CENÁRIO VIRTUAL DO TELEDOMINGO ENTRE 2003 E 2007. FUNDO <i>CHROMA-KEY</i> .....	155
FIG. 98: CENÁRIO VIRTUAL DO TELEDOMINGO ENTRE 2007 E 2009 .....	156
FIGURA 99: CENÁRIO VIRTUAL DO TELEDOMINGO ENTRE INAUGURADO EM NOVEMBRO DE 2009. ....	156
FIGURA 100: ESTUDO DA ETAPA DE PROJETO CONCEITUAL DO CENÁRIO .....	158
FIGURA 101: TEXTURA DO MODELO TRIDIMENSIONAL DO ELEMENTO PALCO CENTRAL.....	159
FIGURA 102: SOMBRA ESTÁTICA NO MODELO 3D DO CENÁRIO INTERATIVO .....	160
FIGURA 103: CENÁRIO VIRTUAL DO PROGRAMA TELEDOMINGO FINALIZADO, COM MODELOS HUMANÓIDES...	162
FIGURA 104: ARTE INCIDENTAL NO CENÁRIO VIRTUAL CRIADA PARA MATÉRIA DO PROGRAMA DE ESTREIA. ..	163
FIGURA 105: ARTE INCIDENTAL DE TEMÁTICA APOCALÍPTICA .....	163
FIGURA 106: JOGO THE SIMS.....	167
FIGURA 107: VISTA SUPERIOR DO AMBIENTE DESENVOLVIDO. ....	168
FIGURA 108: CADEIRA MODELADA PARA RENDERIZAÇÃO DE ALTA QUALIDADE. ....	170
FIGURA 109: CADEIRA MODELADA PARA RENDERIZAÇÃO EM TEMPO REAL .....	170
FIGURA 110: AMBIENTE SEM TEXTURAS. ....	171
FIGURA 111: AMBIENTE COM TEXTURAS <i>DIFFUSE</i> . ....	171
FIGURA 112: AMBIENTE COM TEXTURAS E <i>BUMP</i> NAS PAREDES E CADEIRAS E <i>SPECULAR</i> NAS MESAS. ....	172
FIGURA 113: AMBIENTE RENDERIZADO COM <i>VERTEX LIGHTING</i> E COM <i>PIXEL LIGHTING</i> . ....	172
FIGURA 114: FRUSTUM DE RENDERIZAÇÃO.....	173
FIGURA 115: CONFIGURAÇÃO DA ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL.....	175
FIGURA 116: PONTOS DE VISTA DO AMBIENTE .....	175
FIGURA 117: AMBIENTE EM <i>GOD VIEW</i> , COM TODAS AS PAREDES EXIBIDAS.....	177

FIGURA 118: PAREDES SUBTRAÍDAS PARA PERMITIR A VISÃO NA SALA DAS ESTAÇÕES DE TRABALHO.....	178
FIGURA 119: PAREDES SUBTRAÍDAS PARA PERMITIR A VISÃO NAS SALAS DO GERENTE E DA SECRETÁRIA. ..	179
FIGURA 120: PAREDES SUBTRAÍDAS PARA PERMITIR A VISÃO NA SALA DE REUNIÕES. ....	179
FIGURA 121: O PERSONAGEM APARENTEMENTE PRESO EM UMA SALA. ....	181
FIGURA 122. RELAÇÕES ENTRE OS EIXOS DE CONHECIMENTOS.....	185
FIGURA 123: RELAÇÕES ENTRE CONHECIMENTOS ENVOLVIDOS PROPOSTA NESTE TRABALHO. ....	186

## LISTA DE ABREVIATURAS

3D – tridimensional

AVDI – Ambiente Virtual Digital Interativo

CG – Computação Gráfica

EUA – Estados Unidos da América

GI – *Global illumination*

HCI – Human Computer Interaction

IBOPE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística

MIT - Massachusetts Institute of Technology

NURBS - *Non-Uniform Rational B-Splines*

PC – Personal Computer

PGDESIGN – Programa de pós-graduação em Design

RGBA - *red, green, blue e alpha*

RPG – Role Playing Game

PPI –Pixels Per Inch

RS – Rio grande do Sul

RTS - *Real Time Strategy*

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	6
RESUMO .....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS .....	14
SUMÁRIO .....	15
1. INTRODUÇÃO .....	20
1.1 Contextualização .....	20
1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	23
1.3. PROBLEMA DE PESQUISA.....	26
1.4. HIPÓTESE .....	26
1.5. VARIÁVEIS.....	26
1.5.1. Variável Independente .....	26
1.5.2. Variável dependente .....	26
1.6. OBJETIVOS .....	27
1.6.1. Objetivo geral .....	27
1.6.2. Objetivos específicos .....	27
1.7. JUSTIFICATIVA .....	27
1.8. METODOLOGIA .....	29
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	32

2.1. Conceitos empregados.....	32
2.1.1. Design .....	33
2.1.2. Virtual .....	33
2.1.3. Design Virtual .....	33
2.1.4. Realidade Virtual .....	34
2.1.5. Verossimilhança e Realismo .....	35
2.1.6. Interatividade .....	36
2.1.6. Ambientes virtuais digitais interativos (AVDI).....	36
2.1.7. Cenografia virtual televisiva .....	36
2.1.8. Ambientes para jogos digitais .....	37
2.2. Evolução histórica de produtos e ambientes virtuais.....	37
2.2.1 O virtual antes do digital .....	37
2.2.2 A evolução da cenografia e dos efeitos especiais .....	39
2.2.3. O estado da arte da cenografia virtual televisiva.....	51
2.1.4. Produtos virtuais em jogos digitais .....	57
2.3. Aspectos técnicos.....	67
2.3.1. Cenografia Virtual para televisão .....	68
2.3.2. Ambientes para jogos digitais .....	70
2.3.3. <i>Tracking</i> .....	71
2.3.4. Modelos tridimensionais virtuais .....	73
2.3.5. Materiais, Texturas e Mapas .....	77
2.3.6. Iluminação .....	88



2.3.7. Renderização em tempo real e otimização .....	94
2.4. Aspectos compositivos.....	102
2.4.1. Arquitetura e os cenários virtuais .....	102
2.4.2. Diferenças entre a visão humana e a câmera .....	104
2.4.3. Lentes .....	105
2.4.4. Composição fotográfica.....	108
2.4.5. Planos e sequências.....	111
2.4.5. Movimentos de câmeras.....	116
2.4.6. Edição .....	117
2.4.7. Iluminação .....	118
2.4.8. Blocking .....	125
2.4.9. Composição em Jogos Digitais .....	125
2.5. Aspectos Funcionais.....	133
2.5.1. Metas de usabilidade do design de interação de Preece, Rogers e Sharp (2005) .....	134
2.5.3. Metas decorrentes da experiência do usuário .....	135
2.5.4. Princípios de usabilidade e design .....	136
3. SISTEMATIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS .....	139
3.1. Eixo de conhecimentos referentes aos aspectos técnicos .....	139
3.1.1. Chroma-key .....	139
3.1.2. <i>Tracking</i> em tempo real .....	139
3.1.3. Modelagem tridimensional .....	140

3.1.4. Materiais, texturas e mapas .....	140
3.1.5. Iluminação .....	140
3.1.6. Renderização em tempo real .....	140
3.2. Eixo de conhecimentos referentes aos aspectos composi-tivos .....	141
3.2.1. Relações entre a arquitetura e a cenografia virtual.....	141
3.2.2. Diferenças entre a visão humana e a câmera .....	141
3.2.3. Lentes .....	141
3.2.3. Composição fotográfica.....	141
3.2.4. Planos e sequências.....	142
3.2.5. Movimentos de Câmeras .....	142
3.2.6. Edição .....	142
3.2.7. Iluminação .....	142
3.2.8. <i>Blocking</i> .....	143
3.2.9. Composição aplicada a jogos digitais. ....	143
3.3. Eixo de conhecimentos referentes aos aspectos funcionais .....	143
3.3.1. Gameplay.....	143
3.3.2. Princípios do design de interação .....	143
3.3.3. Metas de usabilidade do design de interação .....	143
3.3.4. Metas de usabilidade decorrentes da experiência do usuário .....	152
3.4. Diagrama da relação de conhecimentos.....	152
4. ESTUDO DE CASO - Cenografia virtual do Programa Teledomingo.....	154
4.1. Sobre o Teledomingo .....	154

4.2. Aspectos Compositivos .....	157
4.3. Aspectos Técnicos .....	159
4.4. Aspectos Funcionais .....	162
5. DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL DIGITAL INTERATIVO .....	166
5.1. Escolha do projeto .....	166
5.2. Especificidades para o projeto do ambiente virtual .....	169
5.2.1. Aspectos Técnicos .....	169
5.2.2. Aspectos compositivos .....	173
5.2.2. Aspectos Funcionais .....	176
5.3. Avaliação do experimento.....	182
6. CONCLUSÕES .....	184
7. SUGESTÕES PARA ESTUDOS .....	188
REFERÊNCIAS .....	190
ANEXO 1 – RELAÇÃO DE FILMES CITADOS.....	196
ANEXO 2 – RELAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS CITADOS .....	198

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A televisão, a Internet e os jogos digitais têm levado as pessoas a uma modalidade relativamente nova de ambientes. São cenários que existem e com os quais as pessoas interagem somente nas mídias para as quais foram criados e que não serão usados ou visitados fisicamente. Tais ambientes são referidos neste trabalho como ambientes virtuais digitais interativos, ou AVDI.

O AVDI é criado em computação gráfica, em softwares de modelagem tridimensional e renderização e, a partir de um processo técnico, é possível que o ser humano interaja com ele. Seja o apresentador de um programa de televisão em um estúdio vazio, ao qual o computador fornece um cenário virtual, ou o usuário de um jogo digital, que se aventura por mundos virtuais a partir da poltrona de sua casa. Os AVDI aparecem, sob esta ótica, como uma versão virtual do espaço arquitetônico, ou como coloca Maher *et al.* (2000) a arquitetura virtual é uma representação eletrônica do design arquitetônico.

Cardoso (2002b) coloca que “As imensas fábricas de cenário começam a dar lugar a pequenas salas informatizadas, os estúdios de televisão reduzem seu espaço, estrutura física e pessoal”. Segundo André Armani (contato pessoal em 2011), responsável pela iluminação e operação da cenografia dos estúdios da RBS TV de Porto Alegre, a principal vantagem da tecnologia dos cenários virtuais é “a possibilidade de ampliar a criatividade, com a redução de vários custos na criação dos cenários, além de resolver problemas de área física”. Em alguns casos, seja por opção estética ou financeira, a cenografia virtual vem mesmo substituindo a cenografia real. Mas de uma forma geral, a tecnologia associada ao design de produtos e ambientes virtuais abre mais espaços para arquitetura e design, e não apenas substitui alguns métodos por outros. Passa a haver necessidade de qualidade também em ambientes virtuais de jogos digitais, Internet, cinema e televisão.

As diferenças do design de ambientes virtuais para os reais gera uma série de liberdades e restrições técnicas e artísticas, além das naturais do design de ambientes e produtos físicos. Desta forma, considerar os ambientes virtuais apenas “uma representação eletrônica” dos reais, se torna uma simplificação excessiva. Para Bridges e Charitos (1997), “identificando as diferenças entre os ambientes físicos e virtuais, poderemos começar a entender a natureza dos ambientes virtuais”, o que sugere que haja estudos no sentido de identificar estas diferenças e buscar a compreensão da natureza desta modalidade de ambientes.

A qualidade dos ambientes e produtos virtuais tem evoluído rapidamente, acompanhando o desenvolvimento da informática de uma forma geral, em termos de tecnologia de *hardware* e *software*. Para Cardoso (2002a, p.35) os cenários virtuais para televisão ainda têm problemas de verossimilhança de texturas e incorre em vícios de estilo para minimizar estes problemas, mas “[...] as texturas da matéria virtual já se encontram em um nível de semelhança com as reais, que em alguns casos, os objetos nem chegam a ser percebidos como sintéticos.” segundo Sérgio Pereira em contato pessoal com Cardoso (2002a, p.39).

A cenografia virtual não pode ser considerada uma novidade tecnológica recente. Segundo Cardoso (2002a, p.37) já se encontram, na história da cenografia, outras experiências que podem ser consideradas como “cenário virtual”, como no século XIX, quando se começa a usar a luz elétrica na cenografia ou no início do século XX, quando se começa a usar projeções cinematográficas para simular locações. Assim, para fins de contextualização, neste estudo há um breve histórico da evolução das áreas da computação gráfica afins ao foco deste estudo.

Segundo Bridges e Charitos (1997), desenhos podem existir como sistemas independentes, sem depender da existência da edificação projetada, carregar significado e ser compreendidos e interpretados. A partir desta interpretação pode-se considerar que projetos de ambientes emulados por computação gráfica, existem de fato, independente de serem fisicamente executados, podendo assim ser a eles aplicados princípios compositivos e funcionais da arquitetura.

Para este trabalho, o importante é a diferença entre o virtual e o virtual digital interativo, desenvolvido hoje em dia, via computação gráfica. Assim, os conceitos

adotados no trabalho estão relacionados na fundamentação teórica e aqui será considerado que ambientes criados virtualmente, via computação gráfica, com os quais o ser humano pode interagir em tempo real, como ambientes virtuais digitais interativos.

O estudo do design virtual abrange práticas com objetivos diversos, mas que têm muita tecnologia em comum. Conforme Maher *et al.* (2006), o fenômeno da arquitetura virtual pode ter dois propósitos distintos: simular a arquitetura física ou ser um lugar virtual funcional. No mesmo sentido, Bridges e Charitos (1997) dizem que a relação entre o design arquitetônico e a tecnologia de realidade virtual tem dois caminhos: a arquitetura pode empregar recursos de realidade virtual como ferramenta de projeto ou a realidade virtual pode empregar a arquitetura como uma de suas disciplinas.

A capacidade de se reproduzir produtos físicos em realidade virtual, simulando comportamentos reais de materiais, faz do design virtual uma poderosa ferramenta de projeto de ambientes e produtos físicos. Esta é a principal função do design virtual do ponto de vista da engenharia. Mas paradoxalmente a esta capacidade da tecnologia de simular o mundo real em suas propriedades físicas, o design virtual oferece outras possibilidades, como a de gerar ambientes que não simulam materiais e comportamentos reais, como coloca Cardoso (2002 p.39) “O cenário virtual pode se libertar dos limites arquitetônicos impostos pelas leis da física, rejeitar a gravidade, quebrar a ilusão da perspectiva”, e estas liberdades têm que ser vistas como recursos de projeto quando o produto é um AVDI.

Assim, para fins de contextualização do tema e subsequente adequada delimitação da pesquisa, será considerado que o uso das tecnologias de informática e computação gráfica para o projeto de produtos físicos, como uma atividade pertencente ao domínio do design virtual. Os ambientes desenvolvidos a partir destas tecnologias, cujo fim reside em uma existência virtual, contida em uma mídia eletrônica como televisão ou jogos digitais, produtos cuja manufatura física não é objetivada, estes serão considerados pertencentes à área do design virtual digital interativo.

Byrne (2006 p.241) coloca que construir um ambiente de um jogo digital requer trabalhar dois elementos fundamentais da construção: forma e função, como os arquitetos vêm fazendo desde os primórdios da cultura humana. Esta aproximação tão direta da produção de uma modalidade de ambiente virtual, no caso o ambiente dos jogos digitais, com a produção do design arquitetônico tradicional, é a posição adotada nesta pesquisa. O design de produtos ou ambientes virtuais digitais não deveria prescindir dos conhecimentos consolidados de arquitetura e design, apenas por ser virtual.

Então, basicamente, o contexto no qual se insere o estudo design dos AVDIs para televisão e jogos digitais é o de projetos que são construídos em computação gráfica, sem o objetivo de serem manufaturados, mas para serem usados em suas respectivas mídias.

## 1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

O conteúdo a ser abordado nesta pesquisa está delimitado a um conjunto de conhecimentos, complementares aos conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design, para o desenvolvimento de AVDIs. Este trabalho também está delimitado a dois tipos de AVDIs que usam técnicas quase coincidentes: cenografia virtual para televisão e ambientes para jogos digitais.

Em treinamento ministrado por Juliano Milanez, representante da Orad Hi-Tech Systems na RBS TV em 2009 (contato pessoal, 2009), para qualificar os editores de arte da empresa a desenvolverem cenários virtuais no sistema *3Designer*, a primeira instrução do curso foi que, quando se estiver projetando um cenário virtual, o designer o pense como um ambiente de jogo digital, e não como tradicionalmente é feito um cenário para televisão. Em depoimento a Leão (2010 p.140) o modelador de cenários virtuais Nuno Estanqueiro, da RTP (Rádio e Televisão de Portugal), coloca que “a bibliografia adequada para um designer que esteja a aprender a modelar cenografia virtual, encontra-se entre o material disponível para aprender a modelar videojogos realistas ou nos manuais dos programas utilizados na modelação”.

“Presentemente, o designer de Cenários Virtuais deve aprender a aplicar as técnicas possíveis mediante a plataforma disponível, mesmo que estas correspondam a um estagio correspondente a fase dos videogames de 8 ou 10 anos atrás” (LEÃO, 2010).

Esta proximidade ou coincidência nas práticas de desenvolvimento justificam que a delimitação do tema deste estudo englobe estas duas modalidades irmãs de AVDIs: cenografia virtual para televisão e ambientes para jogos digitais.

Não está na delimitação deste estudo, determinar todos os conhecimentos envolvidos na criação de AVDIs. Esta criação pode se valer de diferentes tecnologias que estão em constante e rápida evolução, como se pode constatar ao observar a evolução da computação gráfica envolvida na televisão e jogos digitais. Então este estudo está delimitado a um conjunto de conhecimentos, complementar aos conhecimentos tradicionais já consolidados da arquitetura e design, para o desenvolvimento de AVDIs para televisão e jogos digitais.

Para sistematizar os conhecimentos, estes foram organizados em 3 eixos: aspectos técnicos, funcionais e compositivos. O desenvolvimento de ambientes, segundo os conhecimentos da arquitetura tradicional, envolvem forma e função, de onde partiram naturalmente dois dos eixos da sistematização: o de aspectos compositivos e o de aspectos funcionais. Porém, grande parte dos conhecimentos a serem aqui relacionados e sistematizados, é de ordem técnica, essencialmente de computação gráfica. Então, para organizar os conhecimentos desta natureza, optou-se pela utilização de mais um eixo.

Também segundo Byrne (2006 p.4) o desenvolvimento de ambientes para jogos é uma atividade multidisciplinar que junta arte, design e engenharia (fig. 01). Ao se considerar que arte se refere a questões compositivas, design a questões funcionais de projeto e engenharia a questões técnicas, então se pode identificar a coincidência do enfoque sobre três eixos básicos identificados no estudo de caso.



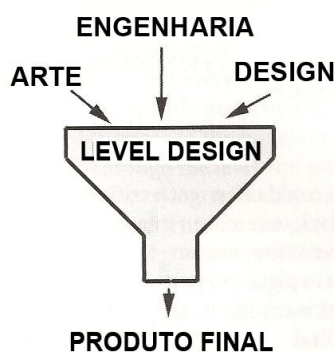


Figura 01: Esquema sobre a multidisciplinariedade do desenvolvimento de ambientes de jogos digitais.

Fonte: Byrne (2006, p.3)

Então, um dos eixos do escopo do trabalho aborda conhecimentos relacionados aos aspectos técnicos envolvidos no design destes ambientes. Segundo Cardoso (2002a p.35), “Um outro fator de influencia à estética atual do cenário virtual é a limitação tecnológica”. Possivelmente, as especificidades técnicas sejam a maior barreira para que arquitetos e designers atuem no mundo virtual, por serem originalmente preparados para projetar produtos e ambientes reais. Quanto a isto, Cubillo (2008) coloca que a complexidade tecnológica que envolve o trabalho de cenografia virtual para televisão é superior à envolvida com a cenografia real.

O segundo eixo de conhecimentos foca na composição e arte envolvidos no design de AVDIs. Neste eixo estão particularidades compositivas das mídias para as quais estes ambientes são projetados. Também estão neste eixo, diretrizes do design e arquitetura reais e que são paradigmas para a produção virtual, como indica Maher *et al.* (2000) ao colocar que a metáfora de prédios e salas pode ser revisitada e usada nos ambientes virtuais. Também neste sentido apontam Bridges e Charitos (1997), quando afirmam que se pode aprender, seletivamente, dos conhecimentos da arquitetura, em termos de forma e composição, para dar função e significado a ambientes virtuais.

Por fim, a delimitação deste estudo alcança, além dos aspectos técnicos e compositivos, como terceiro eixo, conhecimentos funcionais. Este diz respeito às particularidades da usabilidade e da experiência do usuário ao interagir com estes ambientes. Os produtos de arquitetura e design virtual digital interativo não existem pelos mesmos motivos que seus pares reais, eles existem para atender funções das

mídias onde foram criados, como coloca Adams (2002), ao dizer que a função principal da arquitetura nos jogos digitais propiciar jogabilidade.

### 1.3. PROBLEMA DE PESQUISA

Como preencher a lacuna nos conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design para o desenvolvimento de AVDIs?

### 1.4. HIPÓTESE

A elaboração de uma sistematização de conhecimentos específicos poderá preencher a lacuna nos conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design para o desenvolvimento de AVDIs.

### 1.5. VARIÁVEIS

#### 1.5.1. Variável Independente

Conhecimentos relativos ao design de AVDIs para jogos digitais e cenografia virtual televisiva, complementares aos conhecimentos tradicionais de arquitetura e do design.

#### 1.5.2. Variável dependente

Produção de AVDIs para jogos digitais e cenografia virtual televisiva, usando-se os conhecimentos relacionados.

## 1.6. OBJETIVOS

### 1.6.1. Objetivo geral

Elaborar uma sistematização de conhecimentos específicos, que complementem os conhecimentos tradicionais de arquitetura e design para o desenvolvimento de AVDIs para jogos digitais e cenografia virtual televisiva.

### 1.6.2. Objetivos específicos

a) Elaborar uma relação de conhecimentos técnicos, complementares aos tradicionais de arquitetura e design para o desenvolvimento de jogos digitais.

b) Elaborar uma relação de conhecimentos compositivos, complementares aos tradicionais de arquitetura e design para o desenvolvimento de jogos digitais.

c) Elaborar uma relação de conhecimentos funcionais, complementares aos tradicionais de arquitetura e design para o desenvolvimento de jogos digitais.

d) Sistematizar as relações de conhecimentos elaboradas.

e) Validar a sistematização de conhecimentos elaborada.

## 1.7. JUSTIFICATIVA

Os AVDIs estão evoluindo tecnicamente e ocupando um espaço crescente no mercado. Na televisão, segundo Cubillo (2008) “O entusiasmo e a ilusão pelas aplicações derivadas da realidade virtual têm crescido em um ritmo vertiginoso nos últimos anos”. Os jogos digitais, mídia na qual praticamente todo conteúdo acontece em AVDIs, representam um dos mercados mais importantes e ascendentes da indústria do entretenimento.

Para Maher *et al.* (2000), os ambientes virtuais devem ser considerados um local virtual onde as pessoas socializam, trabalham e aprendem. Isto significa que os ambientes virtuais têm, em vários sentidos, como paradigma, os ambientes físicos, e aponta que os conhecimentos da arquitetura, usados no design de espaços e

ambientes, também são adequados ao projeto de ambientes *online*. (MAHER, *et al.* 2000). Da mesma forma, pode-se considerar que os conhecimentos do design de produtos são pertinentes ao se projetar os produtos virtuais digitais.

O envolvimento de arquitetos e designers com a produção de ambientes e produtos virtuais, quando ocorre, traz excelentes resultados, como coloca Olivier Azémar, arquiteto com vasta experiência no desenvolvimento de ambientes virtuais para jogos digitais. Quando perguntado sobre o que faz, como arquiteto trabalhando para uma empresa de software, responde que é um arquiteto de *gameplay space*, e que sua tarefa principal é criar ambientes urbanos e formas arquitetônicas realísticas, que proporcionem jogabilidade e diversão. (BORRIES, WALZ e BÖTTGER, 2007, p.132).

Porém, no mercado de trabalho voltado à produção de ambientes e produtos virtuais, observa-se frequentemente a presença de profissionais que tem se dedicado meramente a dominar as ferramentas utilizadas para tal fim, como softwares de modelagem tridimensional e renderização em tempo real, independentemente de terem ou não formação, conhecimento ou preparo em termos de arquitetura e design (CUBILLO, 2008).

Por outro lado, talvez a omissão de arquitetos e designers na produção de cenários virtuais para a televisão seja a causa de avaliações negativas destes, como a de que as limitações impostas pelo uso da cenografia virtual na televisão ainda não sejam compensadas pelas vantagens criativas exploradas até hoje (CUBILLO, 2008).

Um caminho apontado como forte tendência na evolução da cenografia virtual para televisão é a produção de cenários híbridos, com elementos reais e virtuais (CUBILLO, 2008), como se pode ver em vários programas de televisão, como Globo Repórter ou Esporte Espetacular, da Rede Globo. Para Borrier, Walz e Böttger (2007), novas possibilidades de interação físicas baseadas em gestos e movimentos estão criando uma hibridização dos espaços virtuais com os fisicamente construídos, aproximando as disciplinas envolvidas na arquitetura e no *game design*. Se a cenografia virtual tende a se misturar com a cenografia real e a interação com ambientes virtuais em *videogames* se aproxima do gestual natural, isto exige

coerência entre os meios físico e virtual. Pode-se localizar nesta necessidade de coerência, mais um indício de que o projeto dos produtos e ambientes virtuais deve ser elaborado com base nos conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design tangíveis, e não a partir da mera operação das ferramentas de computação gráfica.

Então, a justificativa deste trabalho se dá baseada nas seguintes constatações: o avanço da importância dos AVDIs e o impacto disto na atual cena da mídia e mercado de trabalho, os indicativos da adequação do emprego de conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design e a necessidade da aplicação de conhecimentos complementares a estes. A partir disto, supõe-se que o desenvolvimento de uma sistematização de conhecimentos relacionados ao desenvolvimento de AVDIs, que preencha a lacuna nos conhecimentos tradicionais de arquitetura e design, contribua para que se desenvolvam estes ambientes com uma aplicação eficiente de princípios da arquitetura e design. Isto pode ter reflexos positivos nos processos de criação destes ambientes e no mercado de trabalho associado a sua criação.

## 1.8. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos estabelecidos, a pesquisa se dará em quatro etapas:

Etapa 1 - Elaborar uma fundamentação teórica sobre o desenvolvimento de AVDIs. Esta etapa formará a base de conhecimentos para se atinja os objetivos específicos “a”, “b” e “c”, e será composta de cinco partes:

Evolução histórica – Esta parte tem por objetivo contextualizar historicamente este trabalho. Para tanto, abordará a história do virtual antes do digital, a evolução dos efeitos especiais e da computação gráfica e a evolução dos ambientes virtuais nos jogos digitais.

Conceitos adotados – Nesta parte serão listados conceitos básicos empregados neste trabalho. Este trabalho visa ser útil a profissionais de diferentes áreas como arquitetos, designers, engenheiros, publicitários, etc., que pretendam trabalhar no desenvolvimento de AVDIs. Há conceitos que são interpretados de

forma diferente em diferentes áreas, então, este capítulo tem por objetivo deixar claro quais os conceitos são aqui utilizados.

Aspectos Técnicos – Nesta parte serão listados e explicados conhecimentos de natureza técnica de computação gráfica, relacionados ao desenvolvimento de AVDIs, de forma a permitir que seja atingido o objetivo específico “a”.

Aspectos Compositivos – Nesta parte serão listados e explicados conhecimentos de naturezas compositiva e estética aplicados em mídias relacionadas ao desenvolvimento de AVDIs, de forma a permitir que seja atingido o objetivo específico “b”.

Aspectos Funcionais – Nesta parte serão listados e explicados conhecimentos de naturezas funcional baseados no design de interação, de forma a permitir que seja atingido o objetivo específico “c”.

Etapa 2 – Nesta etapa, baseada na fundamentação teórica, será elaborada e sistematizada uma relação conhecimentos complementares aos tradicionais da arquitetura e do design, para o desenvolvimento de AVDIs. Esta etapa visa atender ao objetivo específico “d”.

Etapa 3 – Esta etapa consistirá de um estudo de caso de desenvolvimento profissional de um AVDI. Será estudado o desenvolvimento da cenografia virtual do programa de televisão Teledomingo, da RBS TV, de Porto Alegre. A análise do desenvolvimento deste cenário objetiva verificar a aplicabilidade dos conhecimentos sistematizados na etapa anterior.

Etapa 4 – Nesta etapa será desenvolvido um AVDI, para o que serão utilizados os conhecimentos sistematizados e verificados nas etapas anteriores. O objetivo desta etapa é validar a sistematização de conhecimentos a partir de sua aplicação e avaliação no desenvolvimento prático de um AVDI. O ambiente desenvolvido é equivalente a um *level* para um jogo de treinamento.

As etapas 3 e 4 tem por objetivo atender ao objetivo específico “e”. E o conjunto de todas as etapas tem por objetivo atender o objetivo geral, fundamentando, gerando, verificando e validando uma sistematização de

conhecimentos que preencha a lacuna nos conhecimentos tradicionais da arquitetura e do design para o desenvolvimento de AVDIs.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo será baseada em cinco partes:

2.1 – Uma relação de conceitos adotados nesta pesquisa.

2.2 – Um relato da história e da evolução da cenografia, dos efeitos visuais e da computação gráfica que chega até exemplos do estado da arte de cenários virtuais, e dos jogos digitais, baseado em eventos que têm relação com o design de AVDIs.

2.3 – Uma análise de aspectos técnicos envolvidos no desenvolvimento de AVDIs. Esta análise abordará conhecimentos técnicos básicos de computação gráfica, importantes para o desenvolvimento de projetos de ambientes desta natureza.

2.4 – Uma análise de aspectos compositivos envolvidos no desenvolvimento de AVDIs. Aqui serão abordadas diferenças entre ambientes físicos e reais, e questões compositivas das mídias nas quais os AVDIs são utilizados, e que têm relação com o design e uso dos AVDIs.

2.5 – Uma análise de aspectos funcionais envolvidos no desenvolvimento dos AVDIs. Esta análise partirá do princípio que o funcionamento destes ambientes está relacionado à qualidade do seu uso. Partindo destas premissas, a análise será feita a partir de princípios básicos de usabilidade e design de interação.

### 2.1. CONCEITOS EMPREGADOS

O propósito deste trabalho não é determinar ou debater conceitos. Porém, as tecnologias abrangidas pela delimitação do trabalho são, de certa forma, jovens ou inovadoras e empregam, em suas nomenclaturas usuais, termos que podem ser interpretados de formas diferentes a partir de diferentes pontos de vista. Por exemplo, segundo Teixeira *et al* (2008), o termo “virtual”, frequentemente é empregado de forma equivocada e segundo Fragoso (2001), “não há consenso a respeito do significado e aplicabilidade do neologismo *interatividade* ou expressões



correlatas”. Então, para evitar equívocos e delimitar mais precisamente o trabalho, aqui estão alguns conceitos adotados neste estudo.

### **2.1.1. Design**

A palavra Design tem origem na palavra latina *designare*, que significa determinar ou designar. Ainda que no Brasil, a palavra design possa estar popularmente associada aos aspectos estéticos dos produtos ou que para Maldonado (*apud* TEIXEIRA *et al*, 2008) esteja associado à atividade de projeto de produtos industrializados, o conceito de Design aqui empregado será o da *International Council of Societies of Industrial Design*, segundo o qual, Design é “uma atividade criativa cujo propósito é estabelecer qualidades multifacetadas de objetos, processos, serviços e sistemas cobrindo todo o seu ciclo de vida” (TEIXEIRA *et al*, 2008). Este conceito contempla perfeitamente a atividade de projeto de AVDIs aqui estudados – cenários virtuais televisivos e ambientes para jogos digitais – que podem ser considerados design mesmo que não tenham por objetivo ser fisicamente produzidos ou industrializados.

### **2.1.2. Virtual**

Segundo Teixeira *et al* (2008), “Comumente, o virtual é usado de forma equivocada para se referir à ausência de existência, considerando a presença tangível e material”. Para Levy (1996) “A virtualização não é uma desrealização (a transformação de uma realidade num conjunto de possíveis), mas uma mutação de identidade, um deslocamento do centro de gravidade ontológico do objeto considerado...”. Seguindo estas colocações, neste trabalho, será considerado que um ambiente ou objeto virtual é real, porém não fisicamente tangível. Virtual será considerado, para este trabalho, como real existente dentro de ambiente simulado por computação gráfica.

### **2.1.3. Design Virtual**

É importante esclarecer o conceito de design virtual porque há processos com diferentes objetivos contidos neste. O projeto dos ambientes virtuais aqui estudados

- cenários virtuais televisivos e ambientes de jogos digitais – pode ser considerado design virtual em virtude dos conceitos de design e de virtual. Porém, as pesquisas na área, e a aplicação de técnicas de design virtual, têm sido usadas de forma consolidada como ferramenta ou metodologia de projeto, onde a aplicação de tecnologias de simulação propiciam maior qualidade e produtividade no design de produtos físicos tangíveis, como colocam Teixeira *et al* (2008):

O Design Virtual pode ser conceituado como o processo interativo de desenvolvimento de produto, através de virtualizações e atualizações sucessivas, buscando a otimização e feito em todas as suas fases, através de meios digitais utilizando as tecnologias e metodologias que garantam a integração e gestão sistêmica do projeto em todos os níveis (TEIXEIRA et al, 2008).

Então, neste trabalho será considerado que o design virtual engloba ambos os objetivos: uma metodologia de desenvolvimento de produtos físicos e o processo de desenvolvimento de produtos cuja existência é objetivada apenas em ambiente virtual. Quando aplicado ao desenvolvimento de produtos físicos, o design virtual tem por objetivo reproduzir as propriedades físicas da forma mais precisa possível, enquanto ao produzir ambientes para existência exclusivamente virtual, pode se desprender propositadamente das leis da física por fins estéticos (CARDOSO, 2002).

#### **2.1.4. Realidade Virtual**

O termo realidade virtual merece ser citado aqui por ser recorrente na mídia, na linguagem popular e por estar frequentemente associado a ambientes virtuais digitais de forma geral. Para Cardoso (2002a, p.36): “A interação do usuário e sua imersão no espaço também caracterizam a realidade virtual”, o que vai ao encontro do conceito de Steuer (1993), segundo o qual “realidade virtual é definida como um ambiente real ou simulado, onde um observador experimenta telepresença”. A telepresença, conceito chave no enfoque de Steuer, é definida por ele, no mesmo texto, como a experiência da presença em um ambiente através de um meio de comunicação. De acordo com estas colocações, bem como a de Greenbaum (1992 apud STEUER, 1993) “Realidade virtual é um mundo alternativo repleto de imagens geradas por computador que respondem a movimentos humanos.” Assim, pode-se considerar que ambientes para jogos digitais são um tipo de experiência de

realidade virtual. Mas no caso dos cenários virtuais para televisão, por um lado os telespectadores têm a impressão de que os apresentadores inseridos no ambiente virtual estariam experimentando telepresença, mas, na verdade, estes atuam em um cenário de vazio. Então para este tipo de ambiente virtual especificamente, a aplicação do conceito de realidade virtual é questionável.

### **2.1.5. Verossimilhança e Realismo**

A qualidade das imagens que pode ser obtida por computação gráfica hoje permite que se obtenham imagens realísticas, praticamente indistinguíveis de fotografias. Mas frequentemente o objetivo não é se recriar algo idêntico ao real, muitas vezes, a intenção é justamente se criar algo irreal ou fantasioso, algo que exista apenas dentro de uma narrativa ficcional. Por outro lado, normalmente, se tem por objetivo que esta criação, ainda que não seja realista, seja verossímil dentro da narrativa da qual ela faz parte.

“Muitos desses filmes utilizam imagens realistas, em alta definição, geradas através da tecnologia 3D. Por outro lado, muitas outras produções, apesar de também utilizarem modernas ferramentas digitais, aplicam-nas em soluções estéticas distintas, optando por uma representação mais ‘simbólica’ do real” (FERREIRA, 2010).

Ferreira (2010) exemplifica esta diferença ao citar as animações como *Toy Story* (1995) e *Antz* (1998), colocando que:

“A verossimilhança destes filmes não repousa em sua semelhança visual com o real, mas na consistência do roteiro, na caracterização dos personagens e suas personalidades, e acima de tudo na capacidade de transmitir a ‘verdade’ proposta no filme.” (FERREIRA, 2010).

Na mesma linha, neste estudo é considerado que o realismo na computação gráfica é a propriedade de a imagem produzida ser de qualidade idêntica à obtida fotograficamente da realidade. A verossimilhança, por sua vez, é aqui considerada como a propriedade da imagem de ser acreditada como real dentro do contexto em que é proposta, que pode ser, por exemplo, uma narrativa ficcional de estética irreal.

### **2.1.6. Interatividade**

Para Steuer (1993) “A interatividade é definida como a medida qual os usuários podem participar modificando a forma e o conteúdo de um ambiente mediado em tempo real.” Considerada assim, a interatividade é uma grandeza variável e um ambiente pode ser mais ou menos interativo. O termo *interactive computing*, tem sua origem na década de 60 quando se incorporou teleimpressoras e máquinas de escrever como unidades de entrada e saída de dados em sistemas computacionais, o que foi considerada uma importante flexibilização na interação usuário-máquina (FRAGOSO, 2001).

Ainda que este enfoque para interatividade possa ser diferente do empregado por pesquisas na área da comunicação, aqui será considerado, como em Steuer (1993), uma definição de interatividade baseada na telepresença, focada em propriedades do ambiente mediado e na relação dos indivíduos com este ambiente. Assim, um ambiente virtual digital aqui será considerado interativo quando a relação dele com o usuário for alterada como resposta a entradas do usuário.

Então, para fins de compreensão precisa do estudo, contextualização do tema e subsequente adequada delimitação da pesquisa, baseando-se nos conceitos citados, serão aqui considerados os quatro itens a seguir.

### **2.1.6. Ambientes virtuais digitais interativos (AVDI)**

Ambientes gerados por computação gráfica com os quais o usuário pode interagir e ter a visualização adequada do ambiente em tempo real.

### **2.1.7. Cenografia virtual televisiva**

Ambientes virtuais gerados por computação gráfica, usados como cenários para apresentação de programas de televisão, renderizados em tempo real e que reagem adequadamente à atuação das câmeras.

### **2.1.8. Ambientes para jogos digitais**

Ambientes virtuais gerados por computação gráfica, onde é ambientada a narrativa dos jogos digitais de computadores e videogames, e que reagem adequadamente em tempo real às ações do usuário ou jogador.

## **2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DE PRODUTOS E AMBIENTES VIRTUAIS**

A contextualização histórica do tema abordado está dividida em quatro partes e tem foco em aspectos que tangem a delimitação deste estudo. Na primeira será abordada a evolução dos produtos virtuais antes do surgimento dos recursos de computação gráfica que possibilitam o desenvolvimento do virtual digital. Na segunda parte, será abordada a história do desenvolvimento da cenografia e dos efeitos especiais no cinema e televisão. Na terceira parte são relacionados exemplos de aplicações atuais de cenografia virtual televisiva. Na quarta parte, por fim, será abordada a história do desenvolvimento dos produtos e ambientes virtuais nos jogos digitais, mídia onde estes aparecem de forma mais fundamental.

### **2.2.1 O virtual antes do digital**

Elementos cenográficos de teatro ou elementos simbólicos de rituais, ainda que tendo sido executados fisicamente, podem ser considerados um tipo de design virtual, uma vez que foram projetados com o intuito de representar uma coisa que existe apenas sob um aspecto fictício. Isto remete a produção do virtual para milênios atrás, desde que o homem pintou as cavernas de Lascaux, onde desenhos de animais significavam, virtualmente, situações de caça, passando por toda história do teatro, onde elementos cenográficos têm o papel de recriar virtualmente lugares, ambientes e objetos distantes ou imaginários.

No renascimento, com o domínio de novas técnicas de desenho, pinturas de ambientes perspectivados tentavam causar uma impressão de aumento do espaço cenográfico (CARDOSO, 2002b), intenção semelhante a dos cenários virtuais televisivos atuais, como cita o website da Orad (<http://www.orad.tv>), segundo o qual, com os recursos de cenografia virtual “o mesmo espaço físico pode ser usado para

muitas produções, e mesmo um estúdio com não mais de 3x3 metros pode ter um aspecto bastante grandioso”.

Na verdade, a prática da cenografia virtual perpassa diversas abordagens do teatro através da história ocidental, sendo observável em artistas de orientações estéticas e teóricas diversas. É interessante lembrar que embora o termo virtual seja bastante aplicado, hoje em dia, a assuntos relacionados com a informática e a computação, da mesma forma que a expressão realidade virtual é utilizada como referente a uma representação digital tridimensional do mundo, executada dentro do computador, a virtualidade não é absolutamente exclusividade da tecnologia digital. (MACHADO, 2006)

Para Cardoso (2002a, p.37), no século XIX quando se começa a usar a luz elétrica na cenografia ou no início do século XX, quando se começa a usar projeções cinematográficas para simular locações, são experiências do uso do virtual, associado a novas tecnologias para a época, na história da cenografia.

Representações virtuais são encontradas em jogos que se valem de dispositivos mecânicos e eletrônicos muito antes do advento dos jogos digitais.

“Os jogos como dispositivos vão ter uma etapa mecânica, que significa a utilização de próteses, como taco de sinuca, para auxiliar em determinadas ações. Após essa etapa irão surgir jogos eletrônicos e híbridos (eletromecânicos), para depois passarmos aos digitais” (PINHEIRO, 2005).

No jogo de pebolim ou *table soccer*, por exemplo, um campo e jogadores de futebol são simulados em uma mesa com barras que o jogador pode girar às quais são presos bonecos que representam os jogadores. Assim como para jogadores do pebolim, os jogadores virtuais dos jogos digitais atuais são criados com objetivos básicos semelhantes: funcionar adequadamente dentro de seu respectivo suporte (mesa ou computador) para o bom andamento do jogo e cumprir uma função estética e conceitual, representar visualmente, da melhor forma que sua técnica construtiva permitir, um jogador de futebol.

Hoje o design de produtos virtuais digitais está presente em várias mídias, com destaque nos jogos digitais, cinema, ambientes de Internet e televisão. Suas origens e referências históricas naturalmente passam pelos produtos virtuais cenográficos do teatro, que levam aos do cinema, cuja narrativa vem sendo uma das referências para os jogos digitais. Segundo Cruz (2005) “vem ocorrendo um forte

processo de apropriação mútua (*remediation*) entre as duas linguagens (o Cinema e os Games) que ainda está nos primórdios de suas possibilidades”. Brett (2007) vai ainda mais longe e afirma que “os videogames só podem ser considerados uma forma de arte se o cinema também o for”.

### 2.2.2 A evolução da cenografia e dos efeitos especiais

Efeitos especiais para cinema surgiram no início do século passado da necessidade de se criar situações artificialmente, que não pudessem ser recriadas em estúdio, em campo, ou por serem representações de lugares imaginários (LEÃO, 2010).

Entre 1896 e 1914, o ilusionista francês Georges Méliés experimentou várias técnicas de efeitos especiais como a sobreposição múltipla de negativos, efeitos de distorção de tempo (*time-lapse*) e efeitos de transição (LEÃO, 2010), em seus filmes, como em “*Le Voyage dans La Lune*” (fig. 02) de 1902.



Figura 02: Imagem do filme “*Le Voyage dans La Lune*” de George Melies, 1902.

Fonte: <http://cinetoscopio.com/curtas/critica-a-viagem-a-lua/>

As primeiras experiências dos irmãos Lumière deram origem à técnica de *matte-painting* (LEÃO, 2010 p.13). Esta técnica consiste em se filmar um ambiente, cobrindo-se parte do fotograma que será exposto isoladamente em outra filmagem, possibilitando assim a inserção de maquetes e pinturas na composição da cena. Em 1907 Norman Dawn desenvolveu o *matte-shot*, técnica de mesclagem de filmagens

que utiliza uma placa de vidro em uma caixa colocada em frente à câmera, que é pintada de forma a esconder a parte que não deve ser exposta. Em 1916 Frank Williams desenvolveu a técnica dos *travelling mates*, técnica que permitia separar as personagens em movimento e inseri-las em diferentes fundos. Estas técnicas permitiram a mesclagem de ambientes, maquetes e atores em uma mesma cena.

“Nas décadas seguintes a indústria dos efeitos especiais (FX) aperfeiçoou a utilização de miniaturas, dos *mattes* e do *stop-motion*, mas continuaram a surgir novas ideias e métodos como as impressoras ópticas e o processo de *Schüfftan*” (LEÃO, 2010 p.15).

A técnica do *stop-motion* diz respeito à criação da animação baseada em sequência de fotos de miniaturas, sendo o movimento feito na miniatura frame a frame, em um processo extremamente artesanal. A impressora ótica é um dispositivo mecânico incorporado à câmera que permitia alguns efeitos como transições gradativas (*fade*). O processo *Schüfftan* consiste no uso de um conjunto de espelhos para adequar a escala de ambientes (LEÃO, 2010 p.13).

Também passaram a ser usadas as técnicas de carrossel, *background* e *foreground projection*, técnicas onde ambientes eram criados por elementos em movimento ou projeções previamente filmadas ao fundo do cenário.

De facto, o processo que deu origem às tecnologias utilizadas nos modernos Estúdios Virtuais chamado de *bluescreen* ou *greenscreen*, *chroma-key*, *color keying* ou *color-separation overlay (CSO)* teve a sua origem no desenvolvimento de diversos métodos análogos, explorados ao longo dos anos para a combinação de imagens. (LEÃO, 2010 p.17)

Conforme esta colocação, podemos considerar que a origem histórica do processo de *chroma-key*, essencial aos cenários virtuais para televisão, está em tecnologias que tinham o mesmo fim, porém não eram eletrônicas, mas sim meios de se permitir o uso de ambientes ou elementos virtuais a partir de processos físicos e mecânicos.

Personagens de desenhos animados, ainda que não sejam digitais, são bons exemplos de produtos virtuais. Podem, em seus primórdios, ter sido criados com tinta sobre películas e vir a ser materializados na forma de brinquedos, mas a personagem em si, enquanto protagonista de uma ficção, é uma entidade virtual. O primeiro desenho animado foi o Gato Felix, de 1907, dos Estúdios Sullivan. Segundo



Costa (1985 p. 202) o termo efeitos especiais teria surgido pela primeira vez nos créditos do filme *What Price Glory*, de 1926, de Raoul Walsh. Um modelo do Gato Felix foi utilizado nos primeiros testes de transmissão de televisão, em 1928. Em 1937, os Estúdios Disney exibiram *Branca de Neve e os Sete Anões*, primeiro longa metragem de animação.

Em 1940, Larry Butler, creditado como criador da técnica de *bluescreen*, recebe o Oscar de efeitos especiais pelo filme “O Ladrão de Bagdá”. A técnica é semelhante à de *chroma-key* utilizada hoje eletronicamente, porém na época era feita analogicamente, a partir de adaptações na técnica de filmagem *Technicolor*, que estava em seus primórdios ([http://www. absoluteastronomy.com/topics/Chroma\\_key](http://www.absoluteastronomy.com/topics/Chroma_key)).

Uma das primeiras experiências de computação gráfica criada deliberadamente como arte é creditada a Ben Laposky, que fotografou as ondas em um osciloscópio com fins estéticos (fig. 03), em 1950 (CARLSON, 2004).

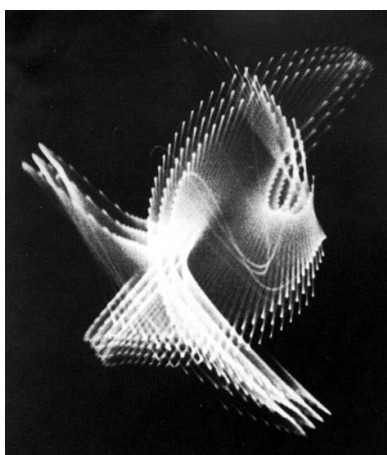


Figura 03: *Oscillon Number Four*, de Ben Laposky, 1950  
Fonte: <http://www.dam.org/dox/2459.z8vdz.H.1.De.php>

Em 1950, no Brasil, é criada a TV Tupi, que em 1951, lança a primeira novela, “Sua vida me pertence”, de Walter Foster. As primeiras novelas e transmissões eram ao vivo, e os cenários relativamente precários. Era uma experiência muito próxima do teatro. A ação acontecia no centro do palco, as câmeras eram alinhadas frente à ação e o público, se houvesse, assistia de uma plateia, de trás das câmeras (LEÃO, 2010 p.44).

A TV começa a se soltar do teatro em direção ao ritmo do cinema com a chegada do *video tape*, que foi criado em 1956 por Ray Dolby, Charles Ginsberg e Charles Anderson da empresa Ampex. As mudanças decorrentes da chegada do *video tape* são tão importantes que marcam o início da segunda fase da televisão (CARDOSO, 2002b).

As empresas de televisão começam a perceber a importância da cenografia em seus produtos e passam a formar especialistas e trazer profissionais da área do teatro e cinema. “No caso específico da BBC, a formação dos seus próprios cenógrafos televisivos, levou à introdução da prática e rigor técnico da arquitetura no departamento de Cenografia” (LEÃO, 2010 p.45).

A computação gráfica começa a nascer entre o fim dos anos 50 e início dos 60. O engenheiro francês Pierre Bézier foi um dos primeiros a desenvolver ferramentas para computação gráfica. Seu sistema, o UNISURF, foi utilizado no desenvolvimento de carros para a Renault na década de 1960 (WATT, 2000 p.69). Em 1959, teve início do desenvolvimento do “DAC-1”, *Design Augmented by Computers* (fig. 04), concluído em 1963, sistema criado pela General Motors (MACHOVER, 1978). O sistema lidava com modelagem tridimensional virtual, era possível entrar com uma descrição 3D de um automóvel e observá-lo de diferentes ângulos. Em 1963, Ivan Sutherland, desenvolveu em seu Doutorado, no MIT, o *Sketchpad*, primeiro editor gráfico orientado a objetos. Em 1964, William Fetter desenvolveu para a Boeing, o primeiro modelo de ser humano virtual digital. Em 1960, Fetter usou o termo “Computação Gráfica” para descrever seu trabalho na Boeing (Carlson, 2004).



Figura 04: DAC-1, primeiro sistema CAD, da General Motors, de 1963  
Fonte: <http://design.osu.edu/carlson/history/tree/images/dac.JPG>

Em 1968, o sucesso do filme “2001 Odisseia no Espaço”, traz o interesse do público aos filmes de ficção científica com forte apelo em efeitos especiais. Este filme destacou-se por seus efeitos parecerem extremamente realísticos para a época. Mas nele ainda não foram usadas técnicas de computação gráfica, mas sim evoluções de técnicas já existentes à época (LEÃO, 2010 p. 23).

Em 1974 começam a aparecer experiências de renderização (processo de exibição de imagem finalizada) em tempo real como o *Adage Real Time 3D Line Drawing System* e o *Catmull*, sistema que inclusive trabalhava com superfícies curvas e aplicava texturas com mapeamento às superfícies (CARLSON, 2004). Em 1977, Frank Crow desenvolve o sistema de *antialiasing*, procedimento que suaviza as bordas dos objetos renderizados, trazendo um grande acréscimo de qualidade às imagens geradas por CG. Em 1978 James F. Blinn apresenta o recurso de mapeamento *Bump*, que permite que se aplique diferenças de rugosidade às superfícies renderizadas.

Na década de 60 a tevê começa a transmitir a cores e a utilizar recursos eletrônicos mais sofisticados, entrando em uma terceira fase (CARDOSO, 2002b). A CG começa a deixar de ser um recurso estritamente técnico e, através de mídias de entretenimento e começa a chegar aos olhos do público.

Também a partir da década de 70, o cinema começou a utilizar CG em efeitos especiais. A primeira experiência de uso de imagens geradas por computador é creditada ao filme *Westworld* de 1973. Em 1976, para o filme *Futureworld* “As técnicas de CGI foram utilizadas na concepção de uma mão e de uma face animadas pela Universidade do Utah No primeiro caso a mão animada foi feita a partir da mão esquerda de Edwin Catmull, cientista de computação” (LEÃO, 2010 p. 24).

Em 1977, com *Guerra nas Estrelas IV*, George Lucas começa sequência de filmes que trazem ao imaginário dos cinéfilos uma grande coleção de produtos virtuais, desde espaçonaves a armas como o sabre de luz. Apresenta, entre muitos outros, um efeito especial pioneiro e visionário, um modelo aramado holográfico da “Estrela da Morte”, a partir do qual os personagens estudam como atacar seus inimigos (CARLSON, 2004). A Divisão de Computação da Lucasfilm se divide em

duas empresas: a LucasArts, que passa a desenvolver jogos digitais, e a Pixar, que passa a desenvolver arte em computação gráfica. Hoje são duas gigantes do design de produtos virtuais.

Em 1979 a NASA apresenta uma animação desenvolvida por Jim Blinn para ilustrar a viagem da espaçonave *Voyager* para o programa de televisão *Cosmos* (fig. 05), de Carl Sagan, usando os recursos de CG em um misto de propaganda e simulação (CARLSON, 2004).

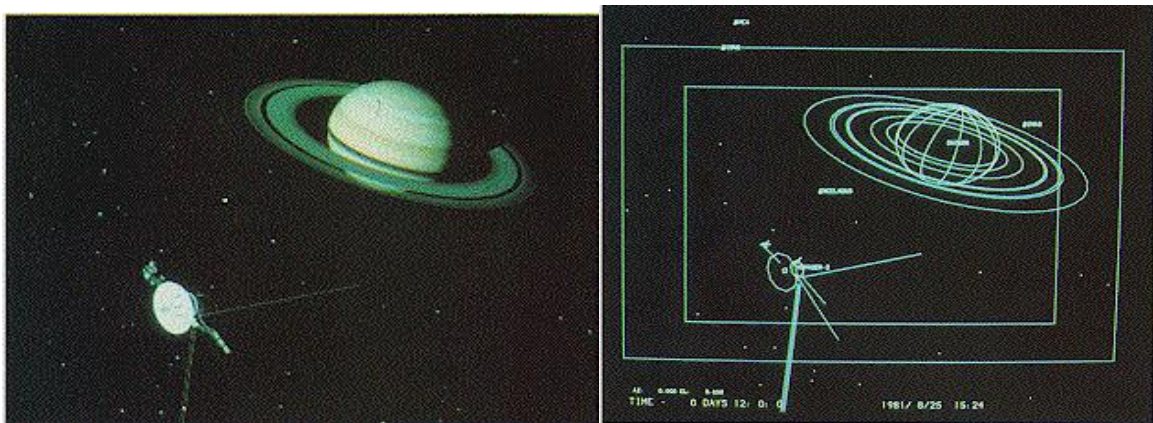


Figura 05. Viagem da espaçonave Voyager, desenvolvida pro Jim Blinn em 1979.  
Fonte: <http://sophia.javeriana.edu.co>

Em 1980, o estúdio Hannah-Barbera começa a implementar automação e recursos de computação gráfica na produção de desenhos animados e os estúdios Disney começam a produção do filme *Tron*, um marco na história da CG no cinema. *Tron* foi o primeiro filme a ter trechos de 15 minutos de CG e tem uma história diretamente relacionada com esta tecnologia, seu enredo se passa, em muitas partes, dentro de ambientes virtuais de jogos digitais.

A partir da década de 80, mais recursos que aumentam as possibilidades e a qualidade dos produtos da CG foram sendo criados, como o *alpha-buffer*, criado por Carpenter, da Lucasfilm, que melhora a qualidade de transparências e sobreposições de objetos; a Radiosidade, criada na Cornell University por Donald Greenberg, que calcula as interações entre as cores das superfícies (WATT, 2000 p. 306). Em 1989 é lançado o renderizador *Mental Ray*, um software desenvolvido pela empresa alemã Mental Images, que pode ser utilizado com softwares de modelagem tridimensional e gera imagens praticamente foto-realísticas dos modelos. (CARLSON, 2004). Grandes produtoras como a Pixar já tinham seus renderizadores

de alta qualidade, mas a chegada do *Mental Ray* deixou esta tecnologia mais acessível a um grande contingente de profissionais e empresas de menor porte.

O filme *Young Sherlock Holmes* de 1985 apresenta a primeira personagem animada por computação gráfica pintada à laser diretamente na película permitindo uma integração entre a personagem virtual e o ambiente filmado que seria impossível de ser obtida com as técnicas tradicionais de *matte-painting* (LEÃO, 2010 p. 27).

Em 1985 a animação de curta metragem *Luxo Jr* (fig. 06), foi premiada na *Siggraph*, a mais tradicional conferência anual de computação gráfica, e em 1988, *Tin Toy*, ganhou o Oscar de melhor curta animado, ambos desenvolvidos pela Pixar e dirigidos por John Lasseter. Estas animações impressionaram pela qualidade, para a realidade tecnológica da época, e por terem conseguido, por exemplo, transformar duas luminárias de mesa, em personagens simpáticos e cativantes. *Luxo Jr.* e *Tin Toy*, que podem ser assistidos no site <http://www.pixar.com>, marcam o início das produções de animação em CG para o cinema.



Figura 06: Cena de *Luxo Jr*, animação de John Lasseter, Pixar, de 1985.  
Fonte: <http://www.pixar.com/shorts/ljr/tale.html>

Em 1989 James Cameron filmou “O Segredo do Abismo” (fig. 07) onde entre os personagens virtuais havia um tentáculo vivo, feito de água, com inovadores

efeitos de transparência e refração, em uma integração inédita entre o objeto virtual e o ambiente filmado. Para os efeitos especiais do filme, além do software *RenderMan*, da Pixar, foi utilizado um software que ainda não havia sido lançado no mercado, e que hoje é vastamente utilizado para edição de imagens, o *Photoshop*.



Figura 07: Cena de “O Segredo do Abismo” de James Cameron, 1989.  
Fonte: <http://www.cinemablend.com>

Com a chegada de softwares como o *Autodesk 3dStudio* em 1990 e o *Alias Maya* em 1998 (CARLSON, 2004), entre outros, a computação gráfica começa a ficar mais acessível a computadores pessoais, deixando de ser exclusividade de grandes estúdios. Em meados da década de 90 estes softwares estavam nos computadores pessoais de estudantes de arquitetura, publicidade, design, artes, entre outros cursos, consolidando a popularização e indicando a viabilidade do design de produtos virtuais como atividade profissional.

Também na década de 90 se consolida o uso de computação gráfica nas produções cinematográficas. Sucedem-se títulos com inovações, a imaginação dos criadores dos filmes passa a ditar as novidades, ao invés de as possibilidades técnicas determinarem o que pode ser criado. Em 1991 James Cameron e a *Industrial Light and Magic* criam um personagem de metal líquido que se transforma em qualquer outro personagem para o filme “*Exterminador do Futuro II*”. Em 1993 Steven Spielberg, também com a tecnologia da *ILM* recria dinossauros realísticos para o filme *Jurassic Park*. Em 1995 John Lasseter recebe um Oscar pelas técnicas utilizadas em *Toy Story*, um longa de animação onde brinquedos vivos são os

personagens principais e o estilo visual é algo entre o *cartoon* tradicional e o espaço tridimensional realístico.

Em 1998, dois filmes onde os personagens são insetos trouxeram diferentes inovações. *Bugs Life*, da Pixar, trouxe inovações em materiais, mapeamento e iluminação enquanto *Antz*, de Eric Darnell e Tim Johnson, trouxe uma nova simulação de água, e um sistema de animação facial baseado nos músculos da face, trazendo mais realismo para a interpretação dos personagens. (CARLSON, 2004)

Em 1999 a Warner Brothers lançou *Matrix*, dos irmãos Wachowski. Mais que um filme, *Matrix* é uma história contada em diferentes mídias. Parte dela está em uma série de animações, parte em uma série de histórias em quadrinhos e parte está em um jogo digital *on line*, ambientado em ADVIs. O filme ganhou o Oscar de efeitos especiais. O mote central da ficção também faz referência ao design virtual: os seres humanos estariam todos conectados a um sistema de realidade virtual, sem saber, onde tudo o que se vê e se interage, sem exceção, é objeto virtual digital (LEÃO, 2010 p.46) O filme recebeu quatro Oscars, inclusive o de efeitos visuais.

Em 1999 George Lucas retoma a sequência de Star Wars, com o quarto filme, que pela cronologia da história, representa o Episódio I. Nele há um personagem controverso, *Jar Jar Binks*, que tem relativa importância na trama e é criado completamente por CG. Além dele, outros 65 personagens virtuais participam do filme (CARLSON, 2004).

Nos anos 2000 os longas de animação se tornaram um ramo consolidado e de muito sucesso na indústria do cinema, com títulos como *Shrek*, da *Dreamworks*, de 2001, as sequências de *Toy Story* ou *Monsters S/A*, da Pixar, de 2001.

Em 2001, *Final Fantasy – The Spirit Within* (fig. 8), da Square Pictures, cria uma animação onde todos os personagens e ambientes são virtuais digitais realísticos. Normalmente, nas animações anteriores, os seres humanos eram representados de forma caricata e a maioria dos personagens eram animais ou objetos antropomorfizados. *Final Fantasy*, bem como *Beowulf*, animação dirigida por Robert Zemeckis, de 2007, que usou a mesma estratégia, foram experiências

corajosas e com um resultado interessante, mas que, para alguns, sofreram de alguma forma o efeito *Uncanny Valley*.



Figura 08: Final Fantasy: The Spirits Within (2001)  
Fonte: <http://www.ocf.berkeley.edu/~amarisw/History.html>

Roboticistas acreditam que as pessoas têm uma impressão desagradável de robôs humanoides que tem uma aparência quase humana, mas imperfeita. Isto é chamado de *uncanny valley*, e não se limita a robôs, mas também a qualquer tipo de objeto humanoíde, como bonecos, máscaras, caricaturas, avatares em realidade virtual e personagens em filmes de computação gráfica. (SEYAMA e NAGAYAMA, 2007)

Em 1970, Mori Masahiro escreveu um artigo sobre uma suposta repulsa a robôs e personagens humanoides quase perfeitos. Este tipo de sensação ficou claro quando os personagens de jogos digitais e animações chegaram a um ponto de quase perfeição visual na simulação de humanoides. O espectador percebe que há algo errado, diferente ou irreal. Supõe-se que o olho humano tem uma capacidade apurada para identificar rostos sem vida. “Ao tentar criar grafismos mais realistas nos videogames, os heróis do esporte começaram a parecer mais mortos do que vivos.” (A Era do Videogame, Discovery Channel, 2007).

Em dezembro de 2009, James Cameron lançou “Avatar”, um filme longametragem de ficção científica utilizando os recursos de computação gráfica mais sofisticados que existem no mercado, na atualidade. Segundo Glenn Dery, Supervisor de Produção Virtual, “A intenção é capturar inteiramente a performance do talento. Nós gravamos “toneladas” de referencias em alta definição de diferentes ângulos, então nós temos como pegar todo tipo de nuances.” (HAND, 2009) Apenas



o fato de haver um supervisor de produção virtual já é sinal da importância que os produtos virtuais alcançaram.

Na trama de “Avatar” o personagem humano passa a controlar o corpo de um alienígena. Segundo James Cameron, “A parte que tivemos que criar durante as filmagens foi a tecnologia de captura facial de imagem que traduzisse cem por cento do que os atores faziam” (HAND, 2009). Este sistema de captura (fig. 09) de movimentos faciais, aliado às mais sofisticadas técnicas de modelagem, texturização, iluminação e artistas talentosos, faz de “Avatar” candidato a ser o primeiro filme a ultrapassar o *uncanny valley*, e ter personagens virtuais realísticos que não têm sinais de morbidez ou inverossimilhança.



Figura 09: Zoë Saldania interpretando a personagem Neytiri no filme Avatar  
Fonte: <http://www.vizworld.com/2009/12/art-motion-capture-avatar/>

Cada segundo, no cinema, é composto por 24 imagens ou *frames*, enquanto na televisão são quase 30 *frames* por segundo. Para filmes que serão exibidos em 3D, este valor, chamado de *frame rate* pode chegar a 120. Quando se cria uma animação em computação gráfica, cada um destes frames é construído ou renderizado em computadores em um processo que consome algum tempo. Quanto maior a qualidade, mais tempo de renderização é necessário. Porém, nos jogos digitais, o que acontece na tela não depende do roteirista, mas sim das atitudes e escolhas do jogador. Então o que acontece nos jogos é que o equipamento – o computador pessoal ou videogame – precisa renderizar 30 frames em um segundo. Para viabilizar isto, os objetos, personagens e ambientes virtuais dos jogos têm que ser muito mais simples que os presentes em animações cinematográficas, onde

cada frame pode levar o tempo que for necessário para ser renderizado (OMERNICK, 2004). Quando a tecnologia dos jogos digitais chegou a um grau de qualidade gráfica aceitável para os padrões da televisão, no meio da década de 90, esta tecnologia – a renderização em tempo real – aliada a uma tecnologia apropriada e adaptada da indústria militar – a da captura de movimentos – surgiu, na televisão, a cenografia virtual. Com a apropriação da tecnologia dos jogos digitais, o equipamento detecta o movimento das câmeras, e renderiza o ambiente em tempo real, reconstruindo o cenário instantaneamente, com uma sintonia espacial e temporal completa entre cenário e apresentadores.

Cenários virtuais físicos já eram utilizados na tevê de forma análoga ao teatro, com tapadeiras e elementos cenográficos, desde o surgimento da tevê (CARDOSO, 2002b). A partir do início da década de 70, começou a se utilizar cenários virtuais em *chroma-key*, o que significa que o fundo da cena era substituído por qualquer outra imagem, levando o apresentador, virtualmente, a outro local. Esta técnica, porém, não permite movimentos de câmera de forma verossímil, pois a câmera se desloca com relação ao apresentador, mas não com relação à imagem colocada no fundo, causando um efeito, que denuncia a irrealdade do ambiente para o telespectador.

Em 24 de novembro de 1994 iniciou-se o uso de cenografia virtual em tempo real para televisão. A Antena 3TV utilizou o pioneiro sistema de cenografia virtual em tempo real *Brainstorm eStudio* para um boletim meteorológico de 1994 a 1996. (LEÃO, 2010 p.56).

Até o meio da década de 90, considerava-se que os cenários virtuais ainda não chegavam a um grau de realismo adequado, justamente pela falta de “sujeira” (CARDOSO, 2002b). A volumetria, texturas e iluminação simplificadas para viabilizar a renderização em tempo real não estariam trazendo resultados realistas. Mas hoje, acompanhando a acelerada evolução da CG dos jogos digitais, é possível fazer cenários virtuais com características estéticas muito mais próximas dos cenários reais.

Por outro lado, o objetivo na cenografia virtual não é o realismo, mas sim a verossimilhança. Os cenários virtuais possibilitam que se crie virtualmente quase

qualquer cenário, de qualquer porte, sem limitações físicas ou de custos. Segundo a Orad “O uso das modernas capacidades de modelagem e autoração para a criação de cenários, remove os limites do design de cenários convencionais, fazendo da imaginação do artista, o único limite”. Naturalmente esta colocação é uma espécie de propaganda comercial, mas que revela qual o objetivo do uso da tecnologia. Sendo assim, várias emissoras de tevê passaram a adotar a cenografia virtual em vários programas, por questões tecnológicas, estratégicas e financeiras. Por exemplo, os programas Fantástico e Globo Repórter, da Rede Globo, e os programas RBS Notícias e Teledomingo, da RBS TV, já utilizaram ou utilizam, total ou parcialmente recursos de cenografia virtual.

Atualmente, a televisão está migrando para o sistema digital de alta resolução (HDTV). A resolução da tela, para os telespectadores que têm aparelhos com tal capacidade, mudou de cerca de 720x486 pixels para 1920x1080 pixels (LEÃO, 2010 p. 48). Em termos práticos isto significa que a televisão agora mostra muito mais detalhes em sua imagem. Para a cenografia isto significa que cenários físicos precisaram ter uma qualidade técnica mais apurada e manutenção mais intensa, o que implica mais custos. A cenografia virtual, por outro lado, já está preparada para esta mudança, os equipamentos atuais alcançam a resolução de HDTV sem que isto implique aumento de custos.

### **2.2.3. O estado da arte da cenografia virtual televisiva**

Hoje dezenas de empresas de televisão, de diversos países, empregam recursos de cenografia virtual. Muitas vezes a solução de cenografia virtual é usada como uma forma de reduzir custos, não visando prioritariamente o ganho de qualidade, mas em alguns casos são feitos grandes investimentos, para se chegar a produtos diferenciados. Pode ser considerado um exemplo de qualidade e do estado atual da arte em cenografia virtual televisiva o estúdio virtual da televisão alemã ZDF (figuras 10 e 11), que usa recursos de cenográfica virtual mesclada a um mobiliário físico e instalações de iluminação sofisticadas (fig. 12).



Figura 10: cenário da televisão alemã ZDF com elementos físicos e virtuais.  
Fonte: [http://www.vizrt.com/products/viz\\_virtual\\_studio/case\\_studies/](http://www.vizrt.com/products/viz_virtual_studio/case_studies/)

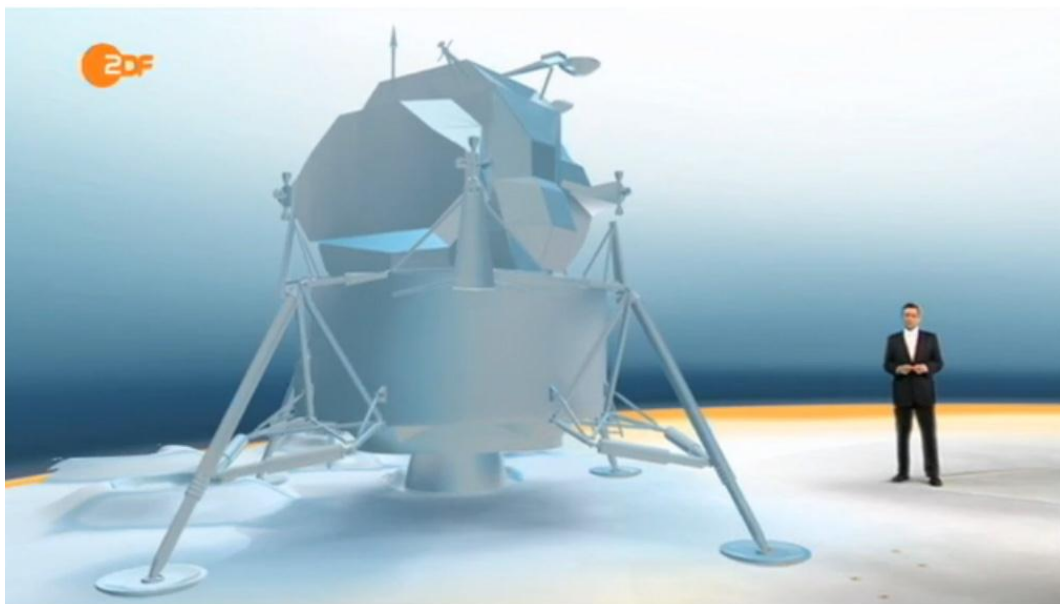


Figura 11: cenário da televisão alemã ZDF com arte incidental 3D.  
Fonte: [http://www.vizrt.com/products/viz\\_virtual\\_studio/case\\_studies/](http://www.vizrt.com/products/viz_virtual_studio/case_studies/)



Figura 12: cenário da televisão alemã ZDF mobiliário físico e iluminação sofisticada.  
 Fonte: [http://www.vizrt.com/products/viz\\_virtual\\_studio/case\\_studies/](http://www.vizrt.com/products/viz_virtual_studio/case_studies/)

Recursos de cenografia virtual são muito usados associados a recursos de grafismo, como nos exemplos a seguir, onde apresentadores da Global Canadá (fig. 13), da NBC (fig. 14) apresentam estatísticas de eleições em grafismos aplicados em AVDIs. As figuras 15 e 16 mostram grafismos virtuais com estatísticas de eleições aplicados sobre ambientes físicos. Ainda que estes últimos não sejam AVDIs, estão aqui citados como exemplos da tendência de integração entre ambientes físicos e virtuais na televisão.

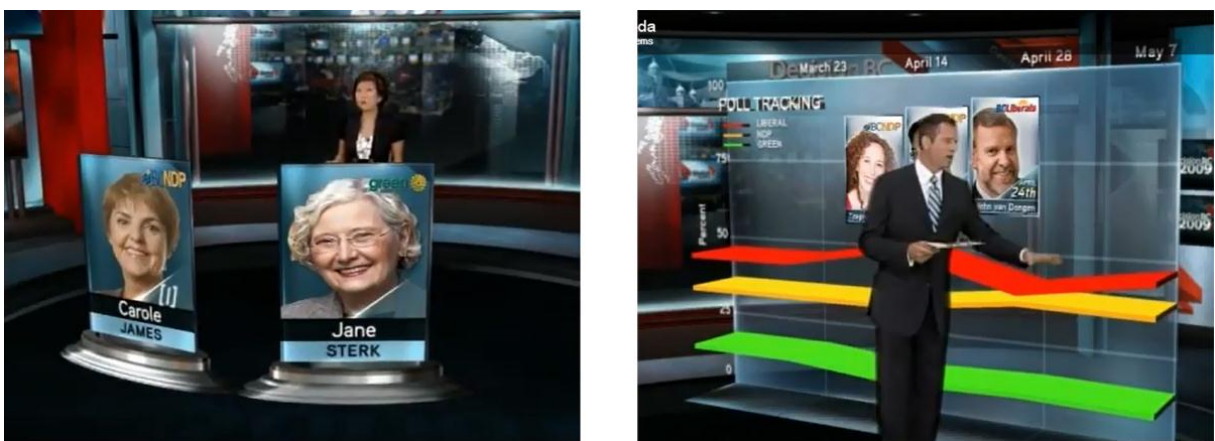


Figura 13: Cenografia virtual da televisão Global, do Canadá.  
 Fonte: [www.orad.tv](http://www.orad.tv)

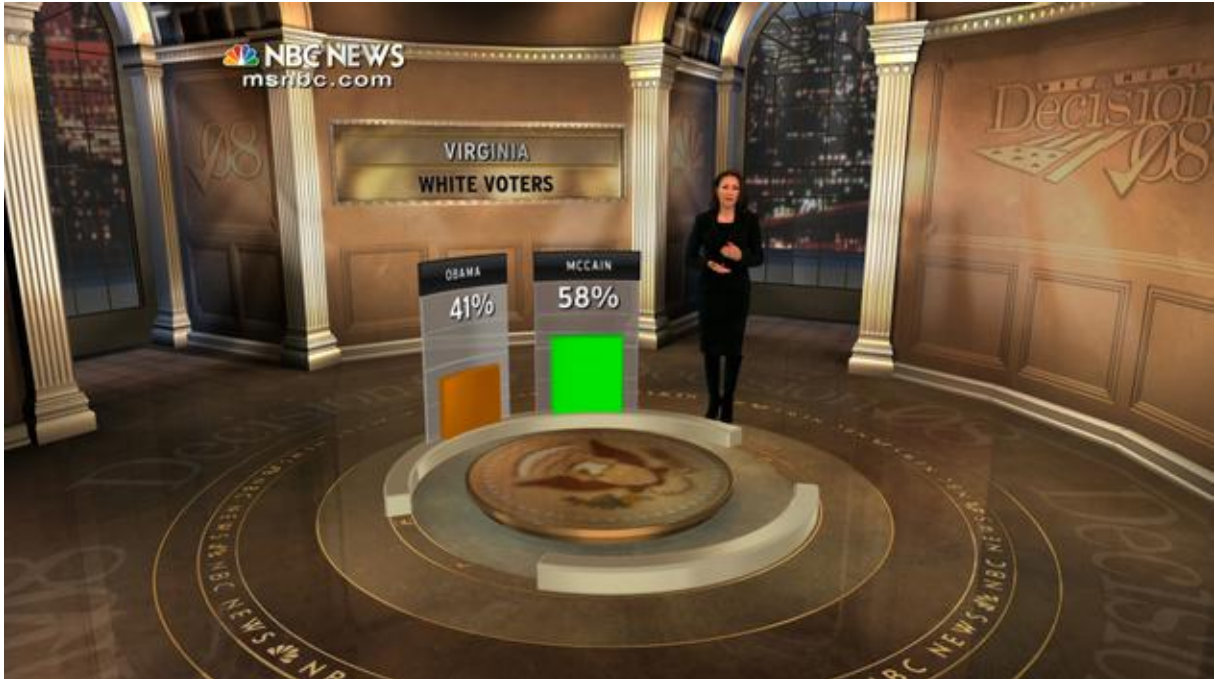


Figura 14: Cenografia virtual da televisão NBC NEWS, dos EUA.  
 Fonte: <http://www.dailywireless.org/2008/11/05/the-virtual-set/>



Figura 15: Elementos virtuais aplicados em cenário da BBC, da Inglaterra.  
 Fonte: <http://www.mikeafford.com/tv-graphics/projects/bbc-election-vote-2001.html>



Figura 16: Elementos virtuais aplicados em cenário na Rede Globo.  
 Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=ErQWmGdqrMc>

Um formato tradicional de apresentação de previsão do tempo na televisão é o apresentador explicar a previsão em frente a mapas com informações meteorológicas, inserido por *chroma-key*. Com a chegada da cenografia virtual, algumas televisões passaram a utilizar esta tecnologia no quadro de previsão do tempo de seus noticiários. Uma referência para este tipo de utilização é a previsão do tempo do Jornal Nacional, da Rede Globo (fig. 17).



Figura 17: Cenário virtual na previsão do tempo do Jornal Nacional da Rede Globo.  
 Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=2x6Zasr2RJc>

Recursos de cenografia virtual também são utilizados para ilustrar matérias específicas ou especiais em telejornais que são ancorados em estúdios físicos. A figura 18 mostra um cenário virtual desenvolvido especificamente para as matérias sobre a ocupação das favelas no Rio de Janeiro, para os telejornais da Rede Globo. No cenário aparece uma espécie de maquete virtual de uma favela sobre a qual um técnico em segurança faz explicações sobre o assunto.



Figura 18: cenário virtual desenvolvido para matéria sobre segurança para telejornais da Rede Globo.  
Fonte: [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=WlJUz\\_pz9Sk](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=WlJUz_pz9Sk)

Há programas que são totalmente ancorados em cenários completamente virtuais, como é o caso do Teledomingo, da RBS TV, que é objeto de estudo de caso deste trabalho. A empresa de televisão RedeTV é um exemplo de empresa que usa amplamente os recursos de cenografia virtual, a figura 19 mostra um de seus cenários virtuais, desenvolvido para o programa Dr. Holywood.



Figura 19: Cenário Virtual do programa Dr. Holywood, da RedeTV.  
Fonte: [www.orad.tv](http://www.orad.tv)



#### 2.1.4. Produtos virtuais em jogos digitais

Enquanto nas demais mídias os produtos virtuais digitais foram conquistando seu espaço de acordo com a evolução da computação gráfica, nos jogos digitais eles são presentes e fundamentais desde seu surgimento. A evolução dos jogos digitais é tão intrínseca que se confunde com a evolução dos produtos e ambientes virtuais que constituem seu conteúdo.

Os primeiros jogos surgiram como brincadeiras em laboratórios de alta tecnologia, sem intuítos comerciais, como fruto na inventividade dos cientistas. São o caso do “Tênis para Dois” (fig. 20), criado em 1958 por William Higinbotham (HERMAN, *et al.* 2002) no osciloscópio da usina nuclear em que trabalhava e do *SpaceWar*, criado por Steve Russel, no MIT, com ícones simples representando naves inspiradas em Buck Rogers.

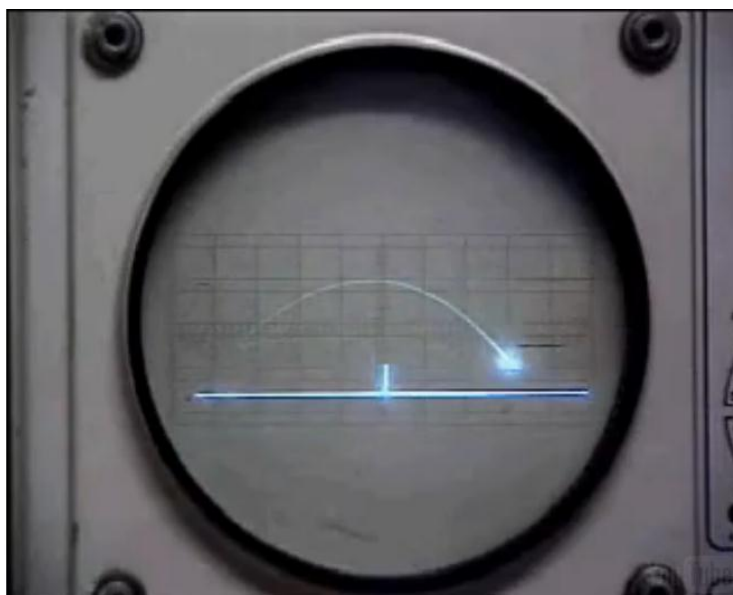


Figura 20: Tênis para dois, de William Higinbotham, 1958.  
Fonte: <http://www.wired.com/gamelife/2010/12/tennis-for-two/>

A primeira geração de videogames que chegou ao mercado tinha gráficos e jogabilidade muito simples. Ralph Baer, engenheiro de televisão de uma empresa que pesquisava dispositivos de segurança para o governo, começou, por iniciativa própria, a pesquisar como criar diferentes formas de entretenimento que usassem a televisão para mais do que apenas sintonizar canais (HERMAN, *et al.* 2002). Desenvolveu alguns protótipos e em 1967, trabalhando com Bill Rusch, criou o

embrião do que mais adiante viria a ser um dos jogos mais populares da história (PINHEIRO, 2007), o Pong (fig. 21).



Figura 21: Pong, de Ralph Bauer, 1973.  
Fonte: <http://pongmuseum.com/faq/>

Em 1972 o aparelho desenvolvido por Bauer é lançado comercialmente como Odissey Magnavox (HERMAN, *et al.* 2002). Os gráficos eram de baixíssima resolução, personagens e ambientes eram representados por poucos pixels. Além do aparelho, havia dispositivos físicos como películas coloridas com cenários para se colocar em frente à tela da televisão (fig. 22). Do ponto de vista do produto virtual, é interessante observar como ele necessita, nesta época, muito da imaginação do usuário, e também de dispositivos físicos, para completar sua compreensão.



Figura 22: Odissey Magnavox, desenvolvido por Ralph Bauer, lançado em 1972 e seus dispositivos físicos. Fonte: PINHEIRO (2007, p.78)

Um fator bastante explorado pelos jogos digitais é o imaginário. Nos primeiros jogos o esforço era imenso, pois os jogadores deveriam auxiliar a sua imersão na experiência, fazendo com que sua mente acreditasse que um traço era um tenista. O material publicitário ao redor da máquina e nas caixas de jogos, como imagens e textos, auxiliavam a imersão (PINHEIRO, 2007, p.88).

Fundada em 1972, por Nolan Bushnell, Ted Dabney e Larry Bryan, a Atari, uma das mais importantes empresas da história dos jogos digitais, fez um teste de uma máquina de Pong que funcionava com moedas, em um bar, e que resultou em um grande sucesso. Durante alguns anos, houve atritos com a Magnavox acerca da propriedade intelectual de Pong, o que acabou em um acordo e não chegou à corte. Este caso marca o início da questão da propriedade intelectual de produtos virtuais (PINHEIRO, 2007).

Pouco depois, outras empresas começaram a fabricar produtos semelhantes, cópias com pequenas alterações. Como os softwares não haviam sido patenteados, Bushnell considerou que a solução seria a produção de mais jogos diferentes. Começa a surgir, implicitamente uma valorização da propriedade intelectual do design virtual como estratégia de negócios.

A segunda geração de videogames chegou em 1976 com o lançamento do *Channel F*, primeiro videogame que funcionava com jogos em cartuchos, então chamados de *Videocarts* (HERMAN, *et al.* 2002). Com isso surgiu uma mídia digital que mudou a concepção do mercado de videogames e que viria a permitir a criação de uma indústria de produção de conteúdo digital, onde se insere, ainda em fase embrionária, o design de produtos virtuais digitais interativos.

Em 1977 tem chegou uma nova geração de videogames, da qual fazem parte o Odissey2 e o VCS, da Atari, posteriormente lançado no Brasil com o nome de Atari2600, que lança um equipamento que enriquece intensamente a relação do usuário com o meio virtual dos jogos: o *Joystick* (fig. 23).



Figura 23: *Joystick* para Atari 2600  
Fonte: Pinheiro (2007, p.97)

Novos estilos de jogos como *Míssil Command*, *Space Invaders* e *PacMan*, reergueram o mercado de jogos, que estava saturado de consoles com diversas versões do Pong. Basicamente, a inovação desta geração é reflexo do avanço da tecnologia envolvida na qualidade dos produtos virtuais contidos nos jogos.

Em 1980 a Atari lançou *Battlezone*, um jogo de tanques, de alta qualidade para a época, por usar fórmulas vetoriais para simular um ambiente 3D. Em virtude do jogo, a Atari foi contratada pelo exército americano para desenvolver softwares de treinamento, o que é considerado a primeira experiência de *Serious Games* da história dos jogos digitais (HERMAN, *et al.* 2002).

A autoria dos jogos não era devidamente valorizada até o fim dos anos 70, quando o designer Warren Robinett criou o jogo *Adventure* (fig. 24), um novo estilo, com a narrativa baseada nos livros em RPGs (*Role Playing Games*, jogos onde os jogadores assumem o papel de personagens em uma trama) e nos livros de Tolkien (PINHEIRO, 2007). Os produtos virtuais como cenários, personagens e objetos eram representados por poucos pixels, a criatividade dos usuários trabalhava na criação virtual da ambientação quase como acontece na relação entre o leitor e a história portada por um livro. No jogo *Adventure*, Robinet criou o primeiro “ovo de páscoa”, termo usado para informações escondidas pelos autores dentro de softwares, com a intenção de assinarem sua obra, como prova de autoria. Trata-se, neste jogo, de uma sala secreta onde aparecia o nome do autor do jogo. Este segredo não era do conhecimento pela Atari, e foi descoberto apenas depois do lançamento do jogo, chamando muita atenção na mídia.



Figura 24: Tela inicial (a), cartucho (b) e “ovo de páscoa” (c) do jogo Adventure, de Warren Robinett, para o Atari VCS

Fonte: <http://jogosmofados.blogspot.com/2010/07/adventure.html>

Em 1979, descontentes com a falta de reconhecimento por sua autoria nos jogos, Alan Miller e outros programadores ou designers, saem da Atari e começaram a produzir jogos para o console, mesmo sem estarem vinculados com a Atari. Criaram então a Activision, que teria sido a primeira empresa a desenvolver conteúdo para videogames independentemente da fabricante do equipamento.

No início dos anos 80 a Activision e a Eletronic Arts, desenvolvedoras de jogos eletrônicos, passaram a valorizar o designer do jogo. Projetar jogos, produtos e AVDI's deixava de ser uma atividade de engenharia eletrônica para ser um projeto de cunho artístico e tecnológico, envolvendo inclusive profissionais de gerência de projeto.

Em 1982 os jogos estavam em alta na sociedade norte-americana. Títulos como *River Raid* e *Pitfall* foram lançados. Na mesma época o filme TRON fora lançado nos cinemas, com uma trama baseada em videogames e realidade virtual. A mídia dava atenção aos jogos e começou a surgir interesse pela atividade profissional de desenvolvimento de jogos digitais, especialmente no que diz respeito à produção de conteúdo. (PINHEIRO, 2007)

Entre 1982 e 1984 houve uma grave crise na indústria dos jogos digitais, que ficou conhecida como o *great crash* da indústria do *video game* (HERMAN, *et al.* 2002). Devido ao modelo de negócios que havia se formatado na indústria dos games, a falta de inovação dos títulos e ao fato de as vendas de consoles terem chegado a um teto do que a tecnologia de então poderia alcançar, aconteceu um forte desaquecimento do mercado. A indústria dos videogames foi considerada

morta por analistas de mercado da época (A Era do Videogame – Discovery Channel, 2007).

Este desaquecimento no mercado americano permitiu a ascensão de duas empresas japonesas que lançavam consoles e conteúdos novos: a Nintendo e a Sega. A Nintendo começou com a produção de cartas de baralho em 1889, passou a se destacar em 1959 quando começou a fazer cartas com personagens Disney. Foi pioneira na indústria dos jogos digitais e hoje é produtora do Nintendo Wii, um console de controles tão intuitivos e inovadores que, quando de seu lançamento, ampliou substancialmente o mercado de videogames, trazendo para ele pessoas que não tinham o hábito de jogar (PINHEIRO, 2007).

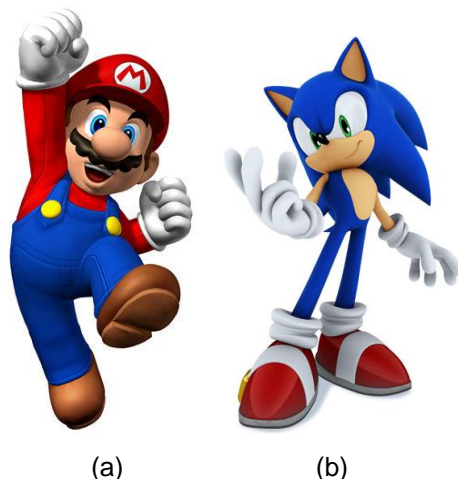
A terceira geração de videogames foi marcada pelos consoles de 8 bits, como o Nintendo NES e o Master System, da Sega (HERMAN, *et al.* 2002). Os consoles de tecnologia japonesa ascendiam em meio ao *Crash* dos videogames no mercado americano. Os jogos e gráficos desta geração ainda estavam muito longe de ser realistas, mas já representavam um grande avanço ante a geração anterior (fig. 25). A ainda baixa resolução e as apenas 256 cores são muito modestas se comparadas aos padrões atuais, mas já permitiram uma grande melhoria no detalhamento dos ambientes, objetos e personagens virtuais.



Figura 25. Double Dragon, jogo digital para o console Master System, de 1987.  
Fonte: <http://www.gamespot.com/double-dragon-advance/images/261982>

A partir de 1987 começaram a chegar ao mercado os consoles de quarta geração, de 16 Bits, como o PC Engine, da NEC e o Mega Drive, da Sega (HERMAN, *et al.* 2002).

Com o novo console, a SEGA conseguiu ganhar território que era da Nintendo, mas esta ainda tinha como grande diferencial não um console, mas um personagem virtual: Mario (fig. 26a). Criado por Shigeru Miyamoto em 1981, Mário apareceu pela primeira vez no clássico jogo Donkey Kong. O lançamento do Super Nintendo, console de quarta geração, teve como principal atrativo justamente as novas aventuras de Super Mario. Isto demonstra a importância e a consolidação do papel do conteúdo virtual e seu papel no mercado. Mario, um produto virtual, era a âncora da estratégia da Nintendo. A Sega, então, respondeu com a criação do personagem Sonic (fig. 26b).



(a)

(b)

Figura 26: Mario (a), o encanador da Nintendo e Sonic (b), o porco-espinho da Sega. Aposta das empresas em personagens virtuais para ancorar vendas de consoles.

Fonte: Pinheiro (2007, p.119)

A quinta geração de videogames chegou na década de 90, com o lançamento do Sega Saturn e do Sony PlayStation em 1995 e o Nintendo 64, em 1996.

O videogame da SONY se torna o melhor equipamento da história contemporânea dos jogos digitais e a partir da proposta de processamento de polígonos para criação de ambientes em três dimensões revoluciona as tipologias de jogos. (PINHEIRO, 2007)

O fato de a Nintendo não ter optado pela mídia CD para os jogos e de os recursos gráficos serem inferiores ao do Playstation conferiram certa vantagem a Sony. O Playstation foi um marco na indústria, gerando uma nova realidade na

qualidade da narrativa dos jogos digitais (fig. 27) (HERMAN, *et al.* 2002). Porém a Nintendo não sentiu tão severamente este impacto em virtude dos conteúdos que já vinha oferecendo desde os consoles anteriores, seus personagens e franquias eram que continham um diferencial.



Figura 27: Resident Evil, jogo para o console Playstation de 1996. Ambientes e personagens tridimensionais.

Fonte: <http://gamesantigos.blogspot.com/2007/09/resident-evil-1.html>

A sexta geração de videogames chegou em 2000, com o Sony Playstation II, e o videogame passa a se candidatar a pivô da tendência de convergência de mídias. Além de mais uma grande evolução na qualidade gráfica dos ambientes tridimensionais e efeitos especiais, a mídia para os jogos do Playstation é o DVD. Com isso ele permite mais do que apenas jogar, o console pode ser usado como DVD player para assistir filmes, pode-se jogar em rede e acessar a internet. Com adaptações de sistema operacional seria possível inclusive rodar Linux e utilizá-lo como computador pessoal (PINHEIRO, 2007).

Em 2002 um novo ator importante chegou ao mercado de consoles. A Microsoft, que até então desenvolvia apenas conteúdo, como jogos para computadores pessoais. O console Xbox passa a ser o principal concorrente da Sony. (HERMAN, *et al.* 2002)

A sétima e atual geração de videogames chegou em 2005 com os lançamentos do Xbox 360, do Nintendo Wii e do Playstation III em 2006. O Playstation III e o Xbox 360 trouxeram um novo patamar de qualidade gráfica (fig. 28). Os novos consoles representam o momento tecnológico e a tendência de



convergência das mídias. Com seu console, usuário pode assistir filmes em alta resolução *online*, jogar em rede, navegar na Internet, tudo no mesmo hardware.



Figura 28: Call Of Duty – Modern Warfare II, jogo para PC, XBOX360 e PlaystationIII  
<http://www.infinityward.com/games.php?id=1#/screenshots?id=3>

O Nintendo Wii entrou no mercado com uma estratégia completamente diferente das outras principais marcas. A qualidade gráfica de seus jogos é sensivelmente inferior a dos concorrentes da sétima geração. Porém, o Wii investiu em inovação focada na experiência do usuário. O jogador usa dois controles com sensores de movimento e posição, ou equipamentos opcionais como volantes, balanças e metralhadoras, e passa a haver uma relação física e corporal com o jogo. Para controlar os avatares o jogador precisa, praticamente, se exercitar. Há inclusive um opcional chamado *Wii Fit*, onde o jogo se baseia em atividades físicas como alongamento e Yoga (FINCO, 2010). Com esta estratégia, a Nintendo ampliou o público de usuários de Videogames, trazendo para este grupo, pessoas que não se incluíam neste perfil. Após o sucesso desta nova estratégia, tanto a Sony quanto a Microsoft passaram a segui-la. A Microsoft lançou recentemente o *Kinect*, um sistema revolucionário onde, a partir de câmeras especiais, o videogame interpreta os movimentos do usuário sem que este precise usar qualquer equipamento para

interagir com o jogo. Os jogadores simplesmente jogam com gestos e interpretam, como atores, seus personagens em frente ao console. Segundo Ferreira (2009) “Nos sistemas de realidade mista, as fronteiras entre os mundos físico e virtual tendem a desaparecer, resultando numa sobreposição destas duas camadas”.

No final de 2009 a Tectoy lançou no Brasil o videogame Zeebo. Antecipando uma tendência da indústria, o Zeebo não tem mídia física, não usa cartuchos, CDs, DVDs ou BluRay para seus jogos. O próprio console se conecta a Internet, a partir de um sistema 3G integrado. Os jogos são comprados diretamente pela Internet, recebidos por download e gravados na memória própria do console. Os jogos do Zeebo têm os gráficos sensivelmente inferiores aos dos consoles de sétima geração, mas isto é consequência da estratégia de visar um mercado de usuários casuais ou de menor poder aquisitivo, com um equipamento mais simples.

Em paralelo com a evolução dos consoles de videogames, acontecia a evolução dos jogos para computadores pessoais. O fato de os jogos para PCs terem atingido um patamar de qualidade capaz de competir com os jogos de consoles é apontado como uma das causas do crash dos videogames no meio da década de 80. Os jogos dos PCs foram evoluindo, acompanhando a evolução de hardware – processadores e placas de vídeo - que por sua vez sempre estiveram muito próximos da tecnologia de ponta dos consoles. O público de PCs sempre teve um perfil um pouco diferente do público de videogames. Estudantes acadêmicos que quando crianças jogaram Atari2600, por exemplo, utilizavam computadores quando jogos mais intelectualizados apareceram. É o caso de *SimCity* (1989), de Will Wright, onde o jogador administra uma cidade ou *Civilization* (1991), de Sid Meyer, onde o jogador lidera uma civilização desde seu surgimento até o fim da história. Estes jogos mostraram uma face extremamente construtiva e sofisticada do entretenimento eletrônico, explicitando ao jogador as noções de causa e consequência sociais e políticas que estão relativamente veladas no mundo real (A Era do Videogame – Discovery Channel, 2007).

Outra tendência há muito consolidada, especialmente nos jogos para PCs é a de ter o jogador, o usuário final, como coautor da narrativa, como gerador de conteúdo. Como muitos jogadores de PCs eram estudantes de informática, estes começaram a alterar a programação dos jogos, alterando mapas e personagens de

acordo com suas preferências e idéias. Após um primeiro momento de surpresa, esta possibilidade foi compreendida pela indústria como algo positivo e muitos jogos passaram a vir com editores que possibilitam que os jogadores criem seus próprios cenários e customizações.

Acho que todo jogador tem um quê de designer de jogos, *“eu faria isso diferente, eu mudaria aquilo”*, nos games modernos a gente dá ferramentas que podem mudar as regras básicas do jogo, você acrescenta mapas, cenários, unidades novas, como se estivesse criando sua própria versão do game. Dar este poder ao jogador multiplica a diversão do jogos. Você não está jogando o meu game, mas sim um que foi projetado por dezenas ou centenas de pessoas. Assim fica muito mais divertido” (SID MEYER, em “A Era do Videogame” 2007).

“Pessoas como Will Wright afirmam que no futuro 60% do conteúdo dos jogos não será feito por designers profissionais, mas por amadores que consomem esses jogos, e diz que os games modernos competem pelas comunidades, e quem criar a comunidade mais criativa será o vencedor. Isso mostra uma mudança na maneira de ver os games: de produtos para experiências.” (HENRY JENKINS, Dir. de Estudos Comparativos de Mídia – MIT, em “A Era do Videogame – Discovery Channel” 2007).

Enquanto a televisão e outras mídias procuram meios e experiências de se fazer interativa e conseguem resultados modestos como, no máximo, a participação de telespectadores em enquetes, os jogos digitais, além da interatividade intrínseca de sua natureza, chegaram a um grau de sofisticação em sua relação com o usuário final onde os papéis do protagonista e autor aproximam-se de forma efetiva.

“Hoje existe uma linha bem estreita separando o consumidor e o produtor de mídia. Antes existia um muro, os produtores desenvolviam a mídia para os consumidores do outro lado do muro.” (WILL WRIGHT, in “A Era do Videogame”, 2007).

### 2.3. ASPECTOS TÉCNICOS

Este capítulo apresenta uma relação de conhecimentos de ordem técnica de computação gráfica, associada à produção de cenários virtuais televisivos e ambientes de jogos digitais. A maior parte destes conhecimentos se aplica aos dois tipos de ambientes.

Ainda que o designer que cria um cenário para um programa de televisão ou para um jogo digital, possa não ser quem o modelará diretamente, ele precisa conhecer conceitos e técnicas para que o projeto seja viável e de qualidade. Segundo Byrne (2006 p.6) é colocada uma grande responsabilidade no *level designer* (profissional responsável pelo desenvolvimento do ambiente do jogo), com relação aos cenários funcionarem com boa performance, mesmo em termos técnicos.

Estas particularidades técnicas são importantes e diversas. Envolvem desempenho de hardware associado com fatores como memória, poder de processamento, quantidade de polígonos dos modelos e qualidade da iluminação (BYRNE, 2002, p.122-123). Utilizar cenografia virtual em um programa de tevê, por exemplo, modifica significativamente o processo de realização em suas diferentes fases, pré-produção, produção e pós-produção (CUBILLO, 2008).

No mesmo sentido de apontar a importância de processos técnicos de computação gráfica na atividade de projeto, do ponto de vista do Design Virtual, Teixeira *et al* (2008b) colocam que as ferramentas gráficas para modelagem não devem ser vistas como meras pranchetas eletrônicas, mas que têm papel crucial na própria definição das geometrias.

Os recursos técnicos de computação gráfica variam muito entre os diferentes softwares e estão em acelerada evolução, então a relação a seguir não tem a pretensão de ser definitiva, mas sim apresentar conceitos básicos e fundamentais.

### **2.3.1. Cenografia Virtual para televisão**

O uso do *chroma-key* é um recurso tradicional dos efeitos especiais, como visto na contextualização histórica, e muito utilizado hoje na televisão em noticiários e informes meteorológicos (LEÃO, 2010 p.73). Consiste na substituição de uma cor por outra imagem (CUBILLO, 2008) ou por outro sinal de vídeo, desta forma, permite que se coloquem apresentadores ou objetos virtualmente em outros locais onde não estão fisicamente (fig. 29).

Mas o *chroma-key*, usado desta forma, apresenta uma limitação: é praticamente impossível qualquer movimento de câmera. Um movimento na câmera do *foreground* diferente da câmera do *background* implica na perda da referência da perspectiva (LEÃO, 2010 p.73), com conseqüente perda da verossimilhança.



(a)

(b)

Figura 29: Personagem do jogo Hades2, capturado com fundo azul (a) e inserido com a técnica *chroma-key* em um cenário (b).

Fonte: arquivo pessoal do autor.

O surgimento de duas tecnologias permitiu o surgimento da cenografia virtual para televisão como é praticada hoje: o traqueamento e a renderização em tempo real. Os atuais sistemas conseguem interpretar o movimento das câmeras e condições das lentes e gerar virtualmente ou renderizar um ambiente, previamente criado em computação gráfica, a partir do ponto de vista da câmera real. Então o apresentador é colocado dentro deste ambiente virtual via *chroma-key*.

“A cenografia virtual, por tanto, é o resultado da incrustação entre o sinal da câmera e o entorno virtual gerado por computação que se atualiza em tempo real para se adaptar às mudanças do sinal de câmera. O resultado para o telespectador é uma imagem uniforme” (CUBILLO, 2008).

A figura 30 mostra um esquema de como funciona um sistema de cenografia virtual. Os parâmetros de posição da câmera do estúdio são enviados para um sistema que faz com que a câmera virtual seja atualizada e renderize o cenário virtual com estes mesmos parâmetros. A imagem *foreground* (os apresentadores) e a imagem *background* (o cenário virtual) são enviadas para um sistema que as combina e gera a imagem dos apresentadores dentro do cenário virtual para transmissão ou gravação.

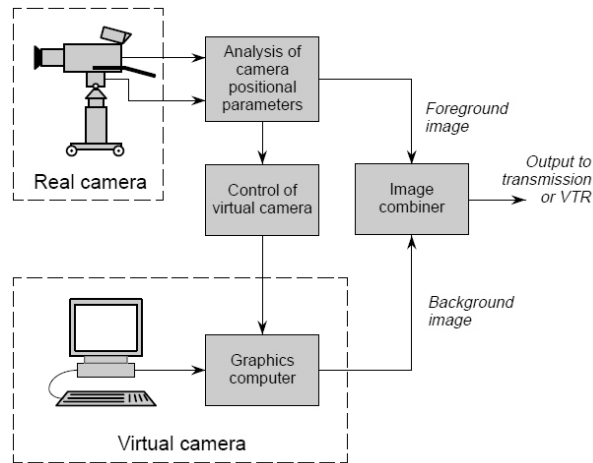


Figura 30: esquema básico do funcionamento de um estúdio virtual  
 Fonte: ROTTHALLER, 1996 apud LEÃO, 2010.

A figura 31 mostra o *switcher* da RBS TV, de onde são coordenadas as operações de produção no cenário virtual. É possível ver, na parte superior da figura, imagens do cenário virtual pronto, e no canto inferior esquerdo, o estúdio azul para o *chroma-key*.



Figura 31: *Switcher* de produção da RBS TV durante um piloto, alguns dias antes da estréia do novo cenário do Teledomingo.  
 Fonte: Arquivo pessoal do autor.

### 2.3.2. Ambientes para jogos digitais

O conceito de ambientes para jogos digitais está associado ao que a indústria dos jogos chama de *Level Design* e que significa mapa, missão ou estágio em muitos jogos (BYRNE, 2005, p.6).

Do ponto de vista técnico, a principal característica em comum entre os ambientes para jogos digitais e os cenários virtuais para televisão é a renderização em tempo real. Ambos os sistemas utilizam softwares conhecidos como *engines* e assim têm o mesmo tipo de características, liberdades e restrições técnicas. Este é o motivo pelo qual o treinamento da ORAD para o desenvolvimento de cenários virtuais, começa por instruir os profissionais a pensar o cenário como ambiente de um videogame (contato pessoal, 2009).

Uma das diferenças entre os jogos e os cenários virtuais está na usabilidade. Enquanto nos cenários virtuais para televisão a informação da posição da câmera virtual para a renderização vem da câmera real, nos jogos esta informação vem de ações do jogador. Estas ações podem vir do teclado, do joystick ou de dispositivos que interpretam os movimentos do jogador, como os presentes no Nintendo Wii (FINCO, 2010) ou do Kinect, acessório para o XBOX360, da Microsoft. A figura 32 exibe um jogo digital para XBOX onde a câmera de renderização em tempo real obedece a gestos dos jogadores, que atuam como se dirigissem automóveis.



Figura 32: jogo digital para Kinect XBOX360, onde a condições do cenário são determinadas por gestos dos jogadores.

Fonte: <http://www.xbox.com/pt-BR/kinect>

### 2.3.3. Tracking

Tanto os jogos digitais quanto os cenários virtuais para televisão sofrem uma série de restrições em seus processos de renderização, porque estes têm que acontecer em tempo real. Isto ocorre porque o observador, a câmera a partir do qual

é calculado o *render* tem seus movimentos definidos em tempo real pelo usuário. No caso dos jogos digitais, o jogador define este movimento a partir do joystick, teclado, mouse ou dispositivos de captura como o Microsoft Kinect. No caso dos cenários virtuais para televisão, a captura acontece em um estúdio especialmente preparado, com *chroma-key*, e equipamentos que permitem que o sistema leia a posição e propriedades da câmera, o que é chamado de traqueamento ou *tracking*.

Segundo Cubillo (2008) o *tracking*, na cenografia virtual para televisão, é o sistema de rastreia os movimentos da câmera e esta informação é levada ao cenário virtual que se atualiza em tempo real.

Existem diferentes sistemas de *tracking*, os mais utilizados atualmente são o por infravermelho, o por *pattern recognition* (grid) ou o por sensores mecânicos. (LEÃO, 2010 p.78)

O sistema por infravermelho é o mais usado, apesar de ser o mais caro, porque tem vantagens importantes sobre os outros sistemas, em especial a liberdade de movimentos das câmeras. Neste sistema (fig. 33) o estúdio é preparado sensores e as câmeras com leds infravermelho (LEÃO, 2010).

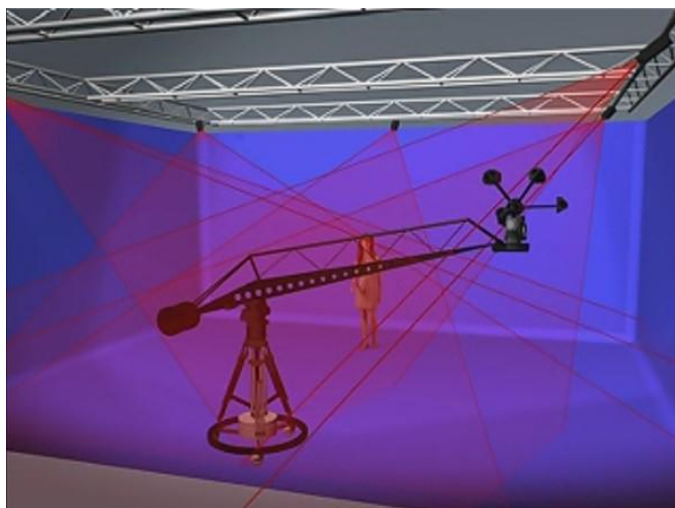


Figura 33: Sistema de *tracking* por infravermelho.  
Fonte: [www.orad.tv](http://www.orad.tv)

No sistema de *pattern recognition*, um *grid* é instalado no estúdio e o software do sistema consegue, a partir da perspectiva deste *grid*, captado pelas câmeras, interpretar qual a posição, ângulo e abertura da lente (fig. 34). Este sistema apresenta uma série de restrições, as câmeras não podem se deslocar, e há



necessidade de a câmera captar pelo menos três linhas horizontais e verticais do grid (LEÃO, 2010 p.80). Estas restrições impõe uma série de dificuldades de enquadramentos (experiência pessoal) reduzindo as opções funcionais do cenário.



Figura 34: Estúdio Virtual da RBS TV usado na produção do Teledomingo em 2009.  
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O sistema de sensores mecânicos apresenta ainda mais restrições, por poder se montado apenas em câmeras em pedestal ou tripé (LEÃO, 2010 p.82), mas tem a vantagem de ser rápido e preciso. É baseado em sensores instalados diretamente na câmera.

As atuais aplicações de realidade aumentada para computadores pessoais, celulares, *tablets* e dispositivos de captura de posição e movimento em videogames como o Nintendo Wii e o Microsoft XBOX Kinect, podem ser interpretadas como indícios de que sistemas de traqueamento em tempo real se tornem mais acessíveis em um futuro próximo.

#### **2.3.4. Modelos tridimensionais virtuais**

Modelos tridimensionais virtuais estão presentes em diversas áreas, como televisão, cinema, jogos digitais, medicina, engenharia, design, publicidade e arquitetura (LEÃO, 2010 p. 93). A modelagem geométrica é usada em várias etapas do desenvolvimento de produtos, desde o design conceitual, definindo as formas básicas, passando pela geração de alternativas, otimizações e simulações até o

detalhamento, prototipagem virtual e geração da documentação (TEIXEIRA *et al* 2008b).

O resultado da modelagem geométrica é a geração precisa de modelos de superfícies ou de sólidos, modelos de malhas compostas de faces, imagens, animações e desenhos em duas dimensões (TEIXEIRA *et al* 2008b). Para Watt (2000, p.1) em computação gráfica, o método mais popular para representar um objeto é o *polygonal mesh model*. Nestes modelos, a superfície dos objetos é representada por um conjunto de polígonos planos conectados, sendo que cada polígono é uma lista de pontos conectados (WATT, 2000 p.1). Além da técnica de polígonos, os objetos tridimensionais podem ser de outros tipos *Bi-cubic Parametric Patches*, *Constructive Solid Geometry (CSG)*, *Spatial Subdivision Techniques* e *Implicit Representation* (WATT, 2000 p.30).

Com relação às técnicas de modelagem, há pelo menos quatro principais técnicas: Criação de objetos poligonais, *subivision surfaces*, NURBS e *Patch modeling* (LEÃO, 2010 p.97).

Os modelos podem ser desenvolvidos de diferentes maneiras como a modelagem manual, assistida por digitalizadores tridimensionais, por scanners de varredura laser ou a partir de dados matemáticos (WATT, 2000 p.39).

A forma mais utilizada para modelar os ambientes foco deste estudo é a modelagem com polígonos a partir da operação de softwares como Autodesk 3ds Max, Maya e Autocad. Há várias maneiras de criar modelos usando as ferramentas destes softwares. Normalmente os modelos são criados a partir da criação formas básicas de 2 ou 3 dimensões, que são combinadas e editadas até se chegar à forma desejada. Uma das técnicas mais utilizadas na modelagem de objetos para jogos digitais é conhecida como *box modeling* (OMERNICK, 2004), onde se começa com uma geometria simples como um cubo e edita-se seus componentes (vértices, arestas e polígonos) utilizando as ferramentas do software (como *edit poly*, no 3ds Max) até se obter a forma desejada.

A criação dos modelos diretamente a partir da interface destes softwares pode ser feita a partir de desenhos artísticos, técnicos, fotografias ou diretamente a

partir da criatividade do artista. A figura 35 mostra uma imagem do desenvolvimento do cenário virtual do programa Teledomingo no *software* 3DStudio Max.

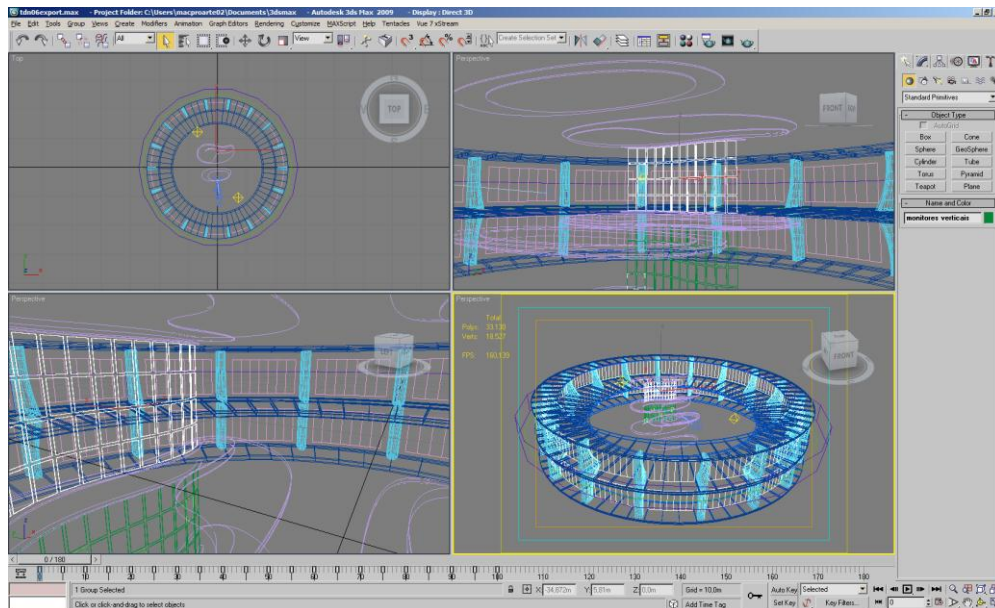


Figura 35: Imagem do desenvolvimento do modelo tridimensional do cenário do Teledomingo no 3ds Max.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Na modelagem por *subdivision surfaces*, define-se uma geometria mais rude e ferramentas de subdivisão aumentam o detalhamento gerando uma forma de aparência suave (LEÃO, 2010 p.97). No software 3ds Max 2011, por exemplo, estas técnicas de subdivisão podem ser executadas com ferramentas internas como o *meshsmooth*, o *turbosmooth*, ou mesmo diretamente dentro da edição de polígonos.

Enquanto os polígonos são compostos de vértices, arestas retas e superfícies, as técnicas de NURBS (*Non-Uniform Rational B-Splines*) e *Patches* (WATT, 2000) utilizam curvas para a modelagem. Estas curvas são definidas por funções matemáticas, então se pode controlar sua resolução e o número de pontos que serão processados na renderização (LEÃO, 2010 p. 98).

Modelos criados com uma técnica podem ser convertidos para outros tipos. Pode-se, por exemplo, construir um modelo 3D usando *patches* e convertê-lo em um modelo de polígonos editáveis. Isto, porém, deve ser feito com atenção porque pode trazer alguns efeitos colaterais como uma complexidade indesejada na malha.

### 2.3.4.1. Tipos de Arquivos 3D

Há várias extensões e tipos diferentes de arquivos que contêm modelos tridimensionais, de diferentes *softwares* e com diferentes funções. Há arquivos que contêm apenas pontos, malhas, animações ou materiais e outros que contêm projetos completos, unindo vários tipos de informações.

Para o desenvolvimento dos AVDIs foco deste estudo, é importante deixar claro que, para utilizar estes ambientes, eles têm que estar devidamente configurados nos formatos dos softwares de renderização em tempo real nos quais serão usados - as *engines* dos jogos e dos cenários virtuais. Não basta que sejam feitos e atinjam a qualidade desejada nos softwares 3D usuais de mercado, cada *engine* tem suas restrições técnicas, seus sistemas de materiais, iluminação e renderização e pode ser mais ou menos amigável na importação e uso destes modelos.

Por exemplo, um ambiente desenvolvido no 3ds Max, para ser utilizado como cenário virtual no sistema Orad, deverá ser exportado para o formato VRML para então ser importado no software *3Designer*, próprio da Orad. Neste, o modelo terá uma iluminação e renderização completamente distintas do projeto original, desenvolvido no 3ds Max.

Em outro exemplo, se o ambiente for desenvolvido no 3ds Max para ser utilizado como *level* de um jogo desenvolvido na *engine* Unity3D, passará também a sofrer influência de outros elementos como luzes e *scripts* definidos no projeto do jogo e será renderizado pelo algoritmo próprio da *engine*.

Nos jogos Hades2 (1999), Matchball Tennis (2003), Der Pferderennstall (2004), Winguel (2005), Thoroughbred Tycoon (2006) e FarmVet (2007), desenvolvidos pela Espaço Informática (experiência própria do autor) os modelos foram utilizados nas *engines* *GameStudio* da empresa Conitec. Para tanto, os ambientes tinham que ser desenvolvidos em softwares próprios da *engine*, extremamente restritivos, que não permitiam sequer o uso de objetos com superfícies côncavas. Os personagens e objetos virtuais tinham que ser importados no formato *mdl*, um tipo de arquivo que não é exportado diretamente a partir do 3ds

Max, o que resultava em um processo complexo e demorado no uso dos modelos 3D.

O processo de produção de um AVDI pode envolver várias combinações diferentes de softwares, dependendo das opções feitas pelas empresas e profissionais envolvidos. Do ponto de vista técnico, é fundamental que se conheça as particularidades das relações destes softwares para que o processo de execução do ambiente aconteça adequadamente.

### **2.3.5. Materiais, Texturas e Mapas**

Para se compreender o processo de texturização em jogos digitais é necessário compreender a diferença entre texturas e materiais ou *shaders*. Materiais ou *shaders* definem as propriedades físicas como refletividade e rugosidade enquanto texturas são meramente bitmaps ligados ao *shader*, que representam a imagem que aparece estampada no objeto (OMERNICK, 2004 p.46).

Como a texturização em tempo real requer uma geometria limitada, as texturas são usadas para compensar os detalhes que não podem ser representados por polígonos (OMERNICK, 2004 p.47).

“Sempre que possível, os sólidos são substituídos por regiões planas e texturas para diminuir o número de faces para representar os objetos. Essa substituição é feita de forma criteriosa para evitar a perda de qualidade gráfica do ambiente” (AYMONE, 2003).

Os aspectos a seguir estão associados a características e técnicas que devem ser levados em conta para a criação e uso de materiais, texturas e mapas.

#### **2.3.5.1. Formato de arquivos de imagem**

Há vários tipos de arquivos gráficos, cada um com diferentes especificidades. A primeira distinção básica que precisa ser feita é entre arquivos de imagem, os *bitmaps*, e arquivos vetoriais. *Bitmaps* são compostos por pixels, são dependentes da resolução, o que significa que a qualidade é prejudicada se observada muito de perto, mas são o formato que representa melhor imagens como fotografias. Imagens vetoriais são compostas por formas geométricas

matematicamente controladas, não perdem qualidade se observadas de perto e se prestam para desenhos mais limpos. Comumente, arquivos tipo *bitmap* como *tga*, *jpg*, *bmp* e *png* são utilizados para texturas, mas arquivos vetoriais como *ai*, *cdr*, *dwg*, também são úteis no design de ambientes virtuais, uma vez que podem ser importados em softwares de modelagem como o 3ds Max e o Maya, e usados no design do ambiente (OMERNICK, 2004 p.50).

### **2.3.5.2. Profundidade de cor**

A profundidade de cor, ou *color depth*, (OMERNICK, 2004 p.51) também chamada *color resolution* ou *bit depth*, é o número de bits que é usado para representar a cor em cada pixel de uma imagem. Quanto maior a profundidade de cor, maior a qualidade da imagem, mas também é maior o peso para que ela seja processada.

Imagens com 1bit de *color depth*, resultam em imagens em preto e branco com qualidade limitada, onde cada pixel que a forma pode ser apenas branco ou preto, sem nuances de cinza. Já 2 bit possibilitam 4 cores, 4 bits possibilitam 16 cores, 8 bits possibilitam 256 cores, 16 bits possibilitam mais de 65 mil cores e 24 bits possibilitam mais de 16 milhões de cores, o que é conhecido como *true color*. Alguns formatos de arquivos como *tga* e *png* permitem que a imagem tenha 32 bits por pixel, sendo que 16 bits são usados para a definição da cor do pixel e 8 bits são usados para definir sua opacidade, o que é conhecido como canal alpha. Desta forma, com 32 bits se obtém imagens de alta qualidade de cor e com excelentes nuances de transparência. Em jogos para computadores pessoais ou consoles como XBOX360 e Playstation, bem como em cenários virtuais para televisão, pode-se usar de texturas com 24bits, ou 32 bits quando é necessário transparência. Mas a redução de *color depth*, quando isto não significar perda de qualidade estética, é usada como recurso para tornar as texturas mais leves e desonerar a renderização em tempo real (OMERNICK, 2004 p.51).

### **2.3.5.3. Canal Alpha**

O canal alpha é como uma imagem de 8 bits alocada dentro dos 32 bits de uma imagem RGBA (sigla para cada um dos 4 canais: *red*, *green*, *blue* e *alpha*).

Esta técnica tem uma importância especial em ambientes renderizados em tempo real porque, além de permitir transparências de alta qualidade, como janelas com vidros sujos, podem proporcionar uma grande economia de polígonos (OMERNICK, 2004 p.81). A figura 36 mostra uma imagem de vegetação utilizada no jogo *Thoroughbred Tycoon*, da Espaço Informática (2006). A vegetação foi desenvolvida como modelo tridimensional no 3dMax. Mas a malha 3D da vegetação seria muito complexa para ser renderizada em tempo real, então, no jogo, foi usada a imagem resultante da renderização do próprio 3ds Max (à esquerda), com transparência a partir do canal alpha (à direita). Assim, a vegetação geometricamente complexa, foi inserida no jogo como textura de um modelo de apenas 2 polígonos.



Figura 36: Vegetação do jogo *Thoroughbred Tycoon*, da Espaço Informática (2006).  
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

#### 2.3.5.4. Tamanho e Resolução de imagens

Uma imagem digital em seu estado puro, não tem um tamanho físico definido, ela é apenas um punhado de pixels (CHAVEZ e BLATNER, 2009). Enquanto arquivo, o tamanho de uma imagem equivale a seu número de pixels, normalmente expresso como a largura vezes a altura. O termo megapixel, comum na especificação de câmeras digitais, diz respeito à quantidade total de pixels na imagem. Por exemplo, uma imagem de 4.256 pixels de largura por 2.832 pixels de altura, tem no total 12.052.992, o que é considerado 12 megapixels.

A resolução de uma imagem é o número de pixels para cada unidade de medida de área (CHAVEZ e BLATNER, 2009). Assim, a imagem de tamanho digital de 12 megapixels citada anteriormente, se for impressa em uma resolução de 300

ppi (pixels por polegada), ficaria com um tamanho físico de 36 cm por 24 cm. Se a mesma imagem for impressa com uma resolução mais baixa, por exemplo de 72 ppi, ficaria com um tamanho físico de 150 cm x 100 cm. Isto significa que uma mesma imagem pode ter diferentes tamanhos físicos, variando-se a sua resolução, o que implica em sua qualidade, uma vez que com mais pixels é possível se ver mais detalhes e com mais resolução as imagens ficam mais nítidas.

Em ambientes virtuais renderizados em tempo real, é necessário buscar o máximo de detalhes usando as texturas no menor tamanho possível, uma vez que quanto maior a textura, maior seu custo de renderização (OMERNICK, 2004 p.54). Ao se falar de ambientes *online*, o tamanho da textura também é um fator que pode deixar o ambiente mais lento em virtude do tempo de *download* (AYMONE, 2003).

Por questões de processamento e memória dos computadores, texturas quadradas com o número de pixels por lado igual a uma potência de 2 (por exemplo: 32x32, 64x64 até 1024x1024) são mais usuais, em softwares de renderização em tempo real (OMERNICK, 2004 p.51).

#### **2.3.5.5. Shaders**

Além da textura, imagem que pode ser estampada em um modelo, outras características importantes compõe seu material ou *shader*. A forma como ele interage com a luz (*local reflection model*), por exemplo, pode mudar completamente a forma como é exibido e compreendido.

Na prática, as superfícies não são opticamente perfeitas. Com exceção do vidro ou da água parada, as superfícies exibem micro geometrias. Os modelos de reflexão locais, responsáveis por este aspecto visual, calculam o ângulo do reflexo, chamado *fresnel* e adicionam e ele modelos matemáticos que simulam esta micro geometria (WATT, 2000).

Segundo o 3ds Max 2011, “a cor que o objeto reflete quando é iluminado por boa luz” (3DS MAX REFERENCE, 2011) é a *diffuse color*, ou cor difusa. Tecnicamente, o reflexo difuso é reflexo que ocorre quando a luz é refletida em todas as direções a partir de uma superfície (WATT, 2000 p.211).



A *specular color*, cor especular, é a cor refletida pelos locais mais iluminados de uma superfície brilhante (3DS MAX REFERENCE, 2011). Tecnicamente, o reflexo especular acontece quando a luz atinge uma superfície espelhada e um feixe de luz é refletido desta superfície (WATT, 2000 p.211).

O cálculo destes reflexos, em softwares de renderização é feitos por algoritmos chamados *shaders*. Há vários *shaders* diferentes, com diferentes características e propósitos. Alguns tem nomes relacionados a suas características, outros às pessoas que os desenvolveram, como é o caso de Blinn e Phong, dois *shaders* historicamente importantes.

O *shader* desenvolvido por Phong em 1975 usa a lei do cosseno de Lambert, onde a intensidade da luz refletida é uma função do cosseno entre normais de superfície da direção da luz recebida (WATT, 2000 p.212). Segundo o manual do 3ds Max, em termos práticos, o *shader* Phong (fig. 37a) suaviza as bordas entre as faces e faz brilhos realistas em superfícies regulares. Ele interpola intensidades em uma face com base na média das normais das faces adjacentes e calcula o vetor normal para cada pixel da face.

Em 1977, Blinn (1977) publicou um artigo sobre como o reflexo especular baseado na física poderia ser usado em computação gráfica. Em 1982, Cook e Torrance (1982) expandiram este modelo, levando em conta o tipo de material da superfície e o ângulo de incidência da luz. Segundo o manual do 3ds Max 2011, o *shader* Blinn (fig. 37b) é uma variação de Phong, com o qual se pode obter brilhos produzido pela luz refletida em superfícies em ângulos pequenos. Estes brilhos seriam perdidos ao se aumentar a suavização usando-se o sombreado Phong.

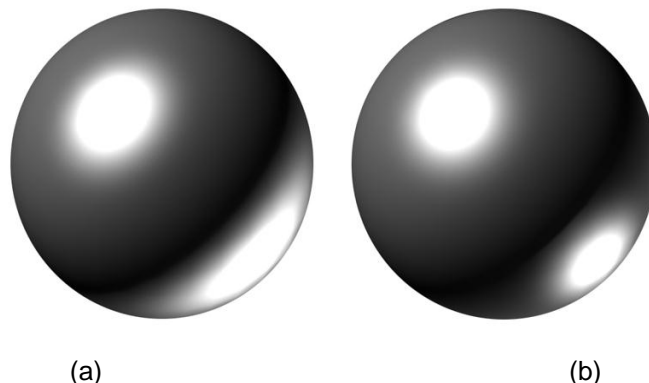


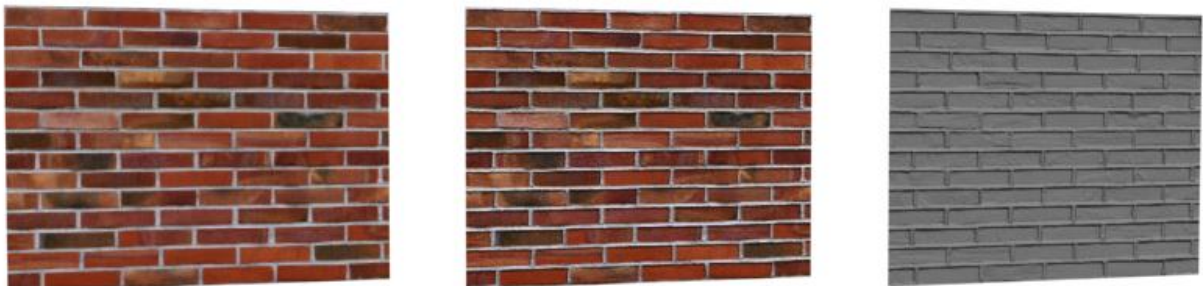
Figura 37: Um material gerado no 3ds Max2011 utilizando o shader Phong (a) à esquerda e outro utilizando o shader Blinn (b) à direita.

### 2.3.5.6. *Bump Mapping*

O *Bump Mapping* é uma técnica desenvolvida por Blinn em 1978, que permite que a superfície apresente imperfeições como rugosidades e arranhões em sua superfície, sem que haja necessidade de isto se refletir em sua geometria. Para tanto, a informação da normal (ângulo da superfície) em cada pixel, é dada por um *bitmap* (WATT, 2000 p.236). No 3ds Max 2011, para fazer o *bump mapping* usa-se um bitmap onde o que está mais claro aparece como saliência e o que está mais escuro, de forma aprofundada.

O recurso do mapeamento *bump* é extremamente útil porque na prática permite que geometrias grandes possam apresentar detalhes aparentemente geométricos sem que isso implique no uso de mais polígonos. Muitos jogos hoje utilizam *bump mapping* com este fim (OMERNICK, 2004 p.92), mas este uso depende de que a *engine*, o software de renderização em tempo real disponha este recurso, o que nem sempre é o caso dos cenários virtuais ou *engines* para hardwares mais modestos como telefones celulares.

A figura 38 mostra uma parede de tijolos apenas com uma textura simples, a mesma parede com aplicação de *bump mapping* além da textura simples e a mesma parede apenas com a rugosidade gerada pelo *bump mapping*.



(a)

(b)

(c)

Figura 38: um plano com uma textura simples (a), um com textura e *bump* (b) e um apenas com *bump mapping* (c).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

### 2.3.5.7. Normal Mapping

Outra técnica usada para se enriquecer o detalhamento de modelos é o *Normal Mapping*. Usado nos jogos de última geração, a ideia é similar a do *bump mapping*, mas é uma técnica mais precisa e poderosa (OMERNICK, 2004 p.195). Enquanto no *bump mapping* se utiliza um bitmap de tons de cinza para definir a profundidade dos pixels na superfície, o *normal mapping* utiliza uma imagem de três cores onde o canal vermelho informa a orientação lateral da normal, o canal verde informa a orientação vertical e o canal azul informa a profundidade do ponto.

O *normal map* pode ser criado dentro dos softwares de modelagem, como o Blender, o Maya e o 3ds Max (fig. 39), e ser utilizado em *engines* de renderização em tempo real que dispõem do recurso, como a Unity3D. O resultado são modelos de alta qualidade, mesmo com uma contagem reduzida de polígonos.

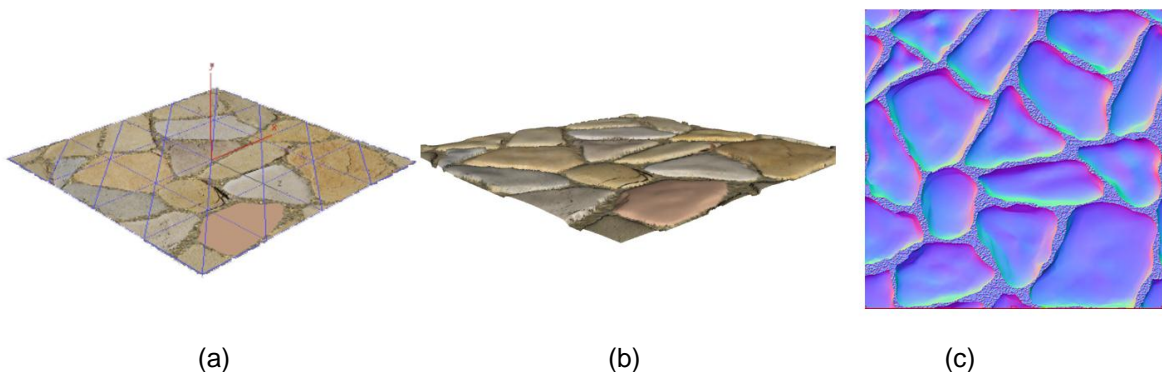


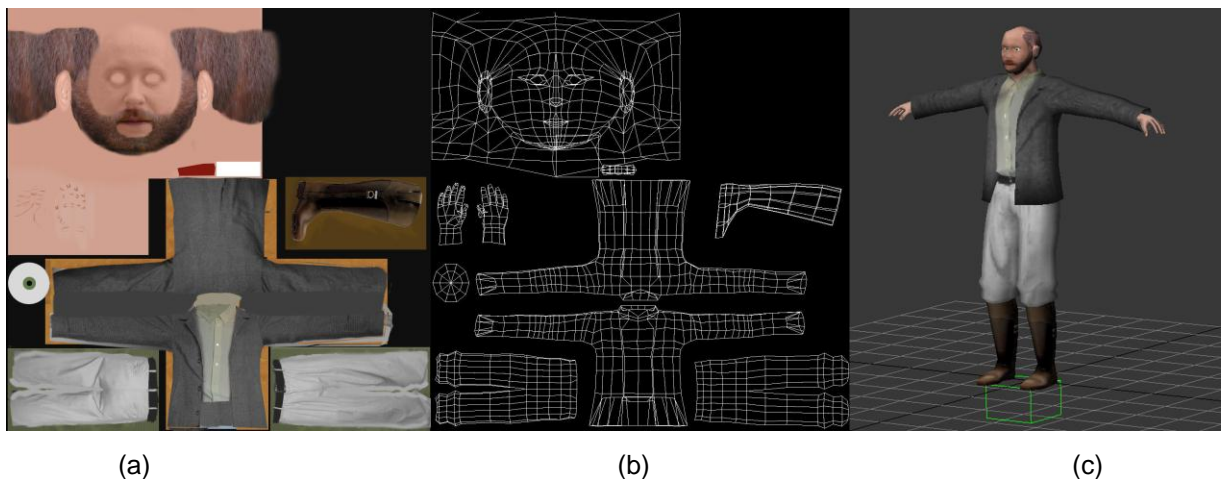
Figura 39: Aplicação de *normal map* no 3ds Max 2011. Um plano com poucos polígonos (a) fica com a aparência de uma superfície volumetricamente detalhada (b) devido à aplicação de *normal map* (c).  
Fonte: Tutorial do Autodesk 3ds Max 2011

### 2.3.5.8. Mapeamento

O mapeamento, também conhecido como *UV* ou *UVW mapping*, é um sistema que especifica como um *bitmap*, material ou textura será exibido na superfície do objeto 3D. Segundo o tutorial do 3ds Max2011, as letras UVW representam as coordenadas no espaço do próprio objeto, enquanto as letras XYZ são usadas para descrever o espaço da cena em geral. Segundo Watt (2000 p.228), a estratégia mais popular para mapear texturas é associar, durante a fase de modelagem, as coordenadas da textura aos polígonos do objeto.

Uma das formas mais comuns e usuais de se aplicar UVWs a objetos é a partir de projeções (OMERNICK, 2004 p.116). Pode-se projetar o mapeamento a um objeto de várias formas, a partir de projeções geométricas como planos, cilindros, esferas, etc.

Para objetos mais complexos, como personagens humanoides, por exemplo, é necessária uma edição mais precisa do mapeamento da textura. Para tanto, cada software de modelagem 3D vem com suas ferramentas para permitir que o usuário edite manualmente as UVs de forma a conseguir um mapeamento mais preciso e eficiente (OMERNICK, 2004 p.120). A figura 40 mostra a textura e o mapeamento de um personagem, e o resultado no modelo 3D.



(a) (b) (c)  
 Figura 40: O bitmap com a textura (a), o mapeamento UVW (b) e o modelo 3D (c) de um personagem do jogo *Thoroughbred Tycoon* (2007), da Espaço Informática.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

### 2.3.5.9. Tile

Texturas que se encaixam quando repetidas, chamadas *tile*, são muito utilizadas em ambientes virtuais, porque permitem que se cubram grandes superfícies sem a necessidade de grandes arquivos (LEÃO, 2010 p. 152). Esta estratégia é muito usada em áreas de gramados, pavimentos, paredes, etc. (OMERNICK, 2004 p.61). O risco do emprego desta técnica é que a repetição da textura crie um padrão visualmente identificável, o que passa ao usuário uma sensação de artificialidade no ambiente.

A figura 41a mostra um ambiente onde o piso é mapeado por projeção plana com uma textura *tile* que se encaixa tanto vertical quanto horizontalmente (fig. 41b)

enquanto as paredes são mapeadas com uma textura que se encaixa apenas horizontalmente (fig. 41c).

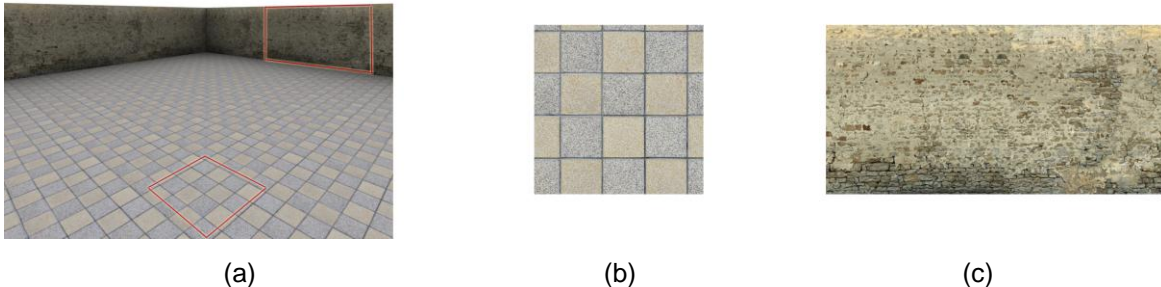


Figura 41: Um ambiente com texturas tile (a). O piso (b) que se encaixa nos dois eixos e a parede (c) que se encaixa apenas horizontalmente.

### 2.3.5.10. *Multiple UVs* – Camadas de Mapeamento

Vários softwares de modelagem 3D permitem que se atribua várias camadas de mapeamento de UVWs a objetos. Isto é útil para algumas situações complexas de mapeamento e para situações como a definição da texturização de terrenos para ambientes de jogos digitais (OMERNICK, 2004 p.123). Os terrenos frequentemente são objetos 3D diferenciados, chamados *terrain*, compostos por uma malha de pontos equidistantes nos eixos X e Y, que variam apenas no eixo Z, também chamados mapas de alturas (*heightmaps*). O funcionamento dos terrenos muda de *engine* para *engine*, mas, em geral, eles podem receber mais várias texturas, com diferentes mapeamentos e inclusive sua volumetria pode ser determinada a partir de uma textura.

Cada um dos terrenos gerados para o jogo FarmVet (2007) da Espaço Informática, foram produzidos com 5 imagens diferentes na engine *GameStudio A6*. Uma imagem determinava a volumetria (fig. 42), onde as áreas mais claras são as mais protuberantes e as escuras as mais rebaixadas. Outra imagem continha a textura, o que era estampado no terreno (fig. 43) como as cores nos diferentes tipos de solo e a projeção das sombras da vegetação (que assim não precisavam ser calculadas pela *engine*). Uma terceira imagem (fig. 44) era usada para gerenciar outras duas texturas, que agiam como diferentes detalhes. Esta imagem era composta apenas por verde e vermelho e indicava onde seria aplicada a imagem de detalhe de grama (fig. 45a) ou a de terra (fig. 45b). Cada textura de detalhamento

têm um mapeamento UVW tile próprio, enquanto as imagens da volumetria e da estampa são aplicadas de forma a encaixar na largura e comprimento do terreno inteiro. A figura 46 mostra o resultado final no jogo FarmVet.

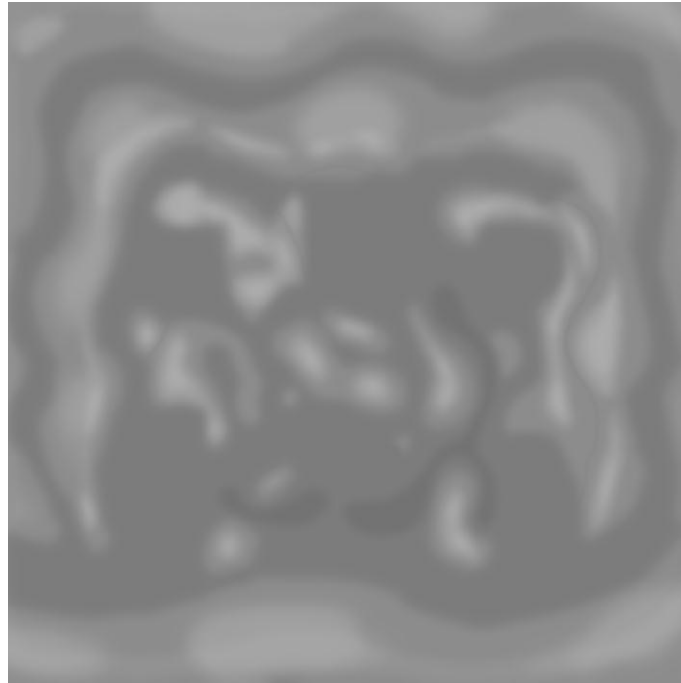


Figura 42: Imagem que determina a topografia do terreno  
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 43: imagem que é estampada no terreno  
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 44: Imagem que gerencia onde cada textura de detalhe é aplicada no terreno.  
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



(a)



(b)

Figura 45: Texturas de detalhamento aplicas no terreno na parte onde a imagem anterior determina como verde (a) e como vermelho (b)  
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 46: frame do jogo FarmVet (2007) com o terreno criado com as imagens acima e múltiplos UVWs.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

### 2.3.6. Iluminação

Os ambientes virtuais e objetos nele inseridos são, como no mundo físico, visíveis quando possuem luz própria ou quando são iluminados por fontes de luz, como lâmpadas, aparatos de iluminação de palco, luz solar, fogo, etc (LEÃO, 2010 p.108).

#### 2.3.6.1. Tipos de Luzes

Segundo Omernick (2004 p.166), a maioria dos softwares 3D oferecem os mesmos tipos de luzes, mas com diferentes nomes e ícones representativos, e estas luzes são tentativas de reproduzir a iluminação do mundo físico.

Ao se comparar softwares 3D e, especialmente ao se comparar os tipos de software, como os dedicados a modelagem e render como 3ds Max, Blender e Maya com as *engines* de renderização em tempo real como a Unity3D e com sistemas para cenografia virtual para televisão como o 3Designer da Orad, percebe-se que há semelhanças entre luzes que existem em todos eles, mas também que há diferenças na disponibilidade de recursos, que é mais restrita nas *engines* de jogos e ainda mais restrita nos sistemas para televisão.



No 3ds Max 2011, por exemplo, há dois tipos diferentes de luzes, as *standard* e as fotométricas. As *standard* são objetos geradores de luz virtual cujos parâmetros e propriedades são referentes ao ambiente virtual. A unidade da intensidade da luz, por exemplo, é simplesmente “1” e seu alcance é determinado por uma distância estipulada nas unidades que o software estiver definido para usar. Estas luzes são de fácil edição, porém não são necessariamente realísticas. Com luzes *standard*, pode-se, por exemplo, definir que uma determinada luz ilumine homogeneamente com uma intensidade “1”, um raio de 10 “unidades genéricas” e esta luz perca intensidade numa faixa de 5 metros, o que seria praticamente impossível de se reproduzir em uma iluminação de um ambiente físico. A maioria dos softwares de renderização em tempo real, tanto para jogos digitais como para televisão, hoje, ainda possuem apenas esta modalidade de luzes.

O 3ds Max, por exemplo, também dispõe hoje de luzes fotométricas. São luzes que buscam reproduzir de forma mais precisa o efeito de fontes de luzes reais. Segundo as instruções de uso do software, é possível se determinar a forma de distribuição, intensidade, temperatura de cor, entre outras características de luzes do “mundo real”. Também é possível importar arquivos de propriedades de luz de fabricantes reais de luzes, baseados em modelos comerciais. Assim, é possível, por exemplo, reproduzir a iluminação criada por uma lâmpada incandescente de 60 Watts de um fabricante específico.

As fontes de luz, como coloca Omernick (2010) e pode-se encontrar nos manuais dos softwares, são frequentemente dos seguintes tipos:

*Point light, omni ou free light.*

Como o nome indica, trata-se de um ponto que emite luz para todos os lados, aproximadamente como funcionam velas e lâmpadas incandescentes.

*Spotlights*

São fontes de luz como de lanternas e projetores de cinema, onde um ponto emite uma luz que se abre conforme um ângulo.

*Directional Lights*

São fontes de luz como o sol, onde os raios são paralelos. Este tipo de luz gera sombras que não se deformam de forma perspectivada e tem a intensidade igual em qualquer ponto por ela iluminado.

### *Ambient Light*

A luz ambiente é uma luz que está presente em todos os lugares. Pode ser usada para como luz de preenchimento ou para iluminar de forma homogênea uma cena, mas normalmente faz com que os objetos iluminados percam contraste e sensação de volumetria. Este tipo de luz não existe no mundo físico, onde o equivalente a luz ambiente é criado pela luz que se reflete de modo generalizado nas superfícies dos objetos do ambiente.

Além dos tipos comuns de luz citados acima, os diferentes softwares podem ter tipos particulares de fonte de luz. Entre as luzes standard do próprio 3ds Max, há um simulador de luz ambiente para ambientes externos, o *skylight*. Softwares de renderização como o *VRay* tem luzes próprias, com características e propriedades específicas. O renderizador *MentalRay* permite fontes de luz com área e forma controláveis. Há também materiais que emitem luz e que podem ser aplicados objetos da cena.

Ainda que os tipos mais sofisticados de iluminação não estejam disponíveis nos softwares que fazem renderização em tempo real, existem meios de se levar recursos sofisticados a estes ambientes, como a técnica *render to texture*, explicada mais adiante.

### **2.3.6.2. Sombras**

A sombra cumpre um papel muito importante, sem sombras uma imagem renderizada parece irreal (WATT, 2000 p.263). As sombras são função da iluminação, então, como há diversos tipos de luzes e vários softwares para renderização, há diversos tipos de sombras, que variam na forma como são calculadas, quanto custam em termos de recursos de hardware e qual efeito produzem.

As sombras podem ter as bordas duras e bem definidas, bordas difusas ou ainda conter zonas de sombra e de penumbra (WATT, 2000 p.263). No mundo físico isto depende do tamanho, do formato e das posições da fonte de luz, do objeto que projeta a sombra e da superfície que recebe a sombra. No caso de ambientes virtuais, estas propriedades também dependem das configurações deliberadamente escolhidas para luzes e sombra.

A obtenção de sombras de qualidade pode ser um processo demorado e inviável para a renderização em tempo real. Frequentemente, em jogos digitais, objetos estáticos dos cenários têm sombras de melhor qualidade que objetos que possuem interatividade (fig. 47). Isto ocorre porque, em objetos estáticos, pode ser aplicado previamente um processo de sombreamento mais sofisticado do que o aplicado a objetos que têm que ser renderizados em tempo real, como personagens interativos.



Figura 47: Imagem do Jogo Thoroughbred Tycoon (2006) da Espaço informática. As sombras de elementos estáticos como das árvores e das paredes dos prédios têm um aspecto diferente da dos personagens, que é calculada em tempo real.

A mesma situação pode ocorrer no caso dos cenários virtuais para televisão, nos quais além desta, mais uma incoerência pode ocorrer. As sombras virtuais são calculadas (em tempo real ou não) no processo de renderização, de acordo com as luzes virtuais, porém as sombras dos elementos físicos (personagens e móveis, por exemplo) podem ser geradas pela iluminação do cenário ou eletronicamente pela mesa do suíte de operações. É necessário observar se uma possível incoerência não ocasiona um aspecto irreal comprometedor ao resultado final.

### 2.3.6.3. *Global Illumination*

Segundo Leão (2010 p.108) existem dois tipos de cálculos de luz, a direta (*local illumination*) que é a luz que parte da fonte, vai até a superfície e a ilumina, e a luz indireta, calculada como GI, *Global Illumination*. Segundo Watt (2000), *Global Illumination* é o termo usado para modelos que renderizam uma cena avaliando a luz refletida por um ponto, levando em conta toda a iluminação que chega neste ponto. Isto significa que se considera também a luz que está chegando a este ponto, vinda de outros objetos que tenham refletido alguma luz. Para Omernick (2004 p.168), a GI tenta recriar mais precisamente a iluminação, calculando rebatimentos da luz nas superfícies.

Segundo o 3ds Max 2011, a GI aumenta o realismo das imagens renderizadas simulando o efeito de interreflexão. Isto gera efeitos como o *color bleeding* (sangramento da luz), onde, por exemplo, uma camiseta branca perto de uma parede vermelha, aparece avermelhada.

A renderização em softwares como o 3ds Max e o Maya tem recursos de GI, mas esta normalmente não é disponível em tempo real. Mark e Fussel (2005) colocam que o próximo desafio no sentido de aumentar a qualidade da renderização em tempo real e simular efeitos dinâmicos de GI.

### 2.3.6.4. *Lightmap*

A técnica de *lightmap* funciona como um mapa de textura aplicado ao objeto, mas que guarda informações sobre a iluminação e não sobre a imagem da textura. O *lightmap* tem como vantagens o fato de que, uma vez criado, pode-se eliminar as luzes da cena, posto que a iluminação já está calculada e de que se pode trocar as texturas dos objetos, sem a necessidade de se calcular novamente a iluminação. As desvantagens são que cada objeto necessita de seu *lightmap*, o que não acontece com texturas simples, que podem ser reutilizadas em vários objetos e em *tiles*, e o fato de que o *lightmap* é estático (LEÃO, 2010 p. 408).

Algumas *engines* de jogos possuem um sistema de *lightmap* integrado. Segundo a Unity3D, seu sistema de *lightmap* mapeia a iluminação e a aplica como

textura de forma a aumentar a performance do jogo, e esta capacidade inclui cálculos de *global illumination*, permitindo iluminações de qualidade que não teriam como ser obtidas de outra forma em renderização em tempo real.

### 2.3.6.5. Vertex Lighting e Per-Pixel Lighting

Segundo o manual da Unity3D, as luzes podem ser renderizadas de duas maneiras: por *vertex lighting* ou por *pixel lighting*. O método de *vertex lighting* calcula a iluminação apenas nos vértices dos modelos e a interpola sobre as superfícies. No *pixel light*, cada pixel da imagem é calculado, o que resulta numa iluminação de mais qualidade e num processo de renderização muito mais dispendioso, em termos de tempo e memória.

Segundo Omernick (2004 p.184), o uso planejado do *vertex light* pode representar uma economia muito importante de memória e isso é especialmente importante dado o funcionamento das *engines* de jogos, onde há luzes projetadas em tempo real sobre a geometria, usando *pixel lighting* criam um processo muito pesado de renderização. Isto de fato é utilizado em jogos de alta qualidade, mas o uso do *vertex lighting* pode prejudicar a qualidade da imagem renderizada, em virtude de evidenciar a geometria da malha, principalmente se a malha for irregular. A figura 48a mostra um ambiente onde o piso é uma malha regular e as paredes, uma malha irregular. A luz à esquerda está usando *pixel lighting* e a da direita, *vertex lighting*. Na figura 48b, pode-se perceber como a geometria da malha prejudicou a qualidade da iluminação *vertex light*.

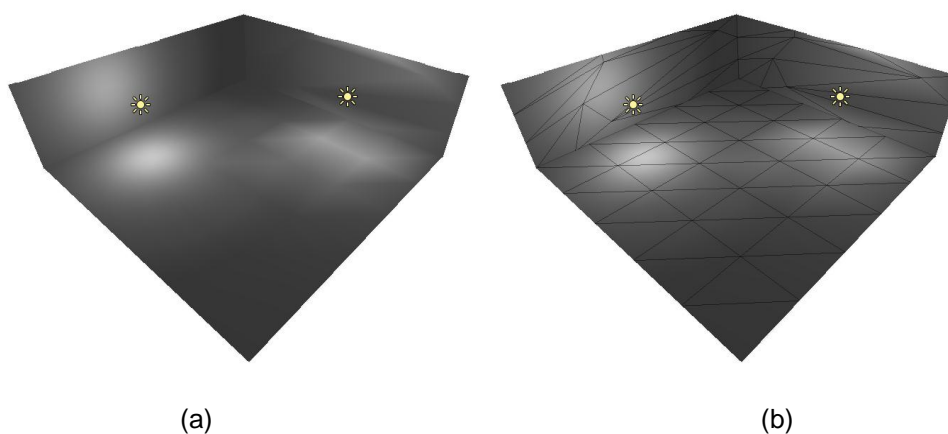


Figura 48: Ambiente exibido texturizado (a) e em *wireframe* (b), iluminado por uma luz *pixel light*, onde a iluminação é mais homogênea e uma luz *vertex light* onde a luz evidencia as irregularidades da malha dos objetos.

Segundo Leão (2010 p.173) há softwares de renderização em tempo real de cenários virtuais para televisão que trabalham apenas com *vertex light*, não tendo ainda incorporado o *pixel light*, como já vem acontecendo nos videogames, o que coloca como quesito para qualidade final da imagem, uma modelagem harmônica e regular dos objetos.

### 2.3.7. Renderização em tempo real e otimização

O processo de renderização “pinta” a geometria da cena usando as luzes, os materiais e as configurações do ambiente como o fundo da cena e a atmosfera, definidos pelo usuário, segundo o 3ds Max (3DS MAX REFERENCE, 2011). O *input* para uma renderização poligonal é uma lista de polígonos e o *output* é uma cor para cada pixel que estes polígonos exibem na tela. As *engines* de renderização fazem duas tarefas principais. A primeira é processar a geometria do objeto. A segunda é o processo de avaliação da interação entre a luz e o objeto tridimensional, chamado *shading* (WATT, 2000 p.124) Em termos práticos, o processo de *render* é o processo de transformação das informações dos modelos geométricos em imagem ou vídeo, o qual envolve uma série de cálculos que podem ser demorados. Normalmente, quanto maior a qualidade e mais recursos sofisticados estão envolvidos, maior o custo em tempo da renderização.

Em virtude disto, surge uma divisão importante: A renderização onde cada imagem ou *frame* pode ser criada em um tempo maior que o de exibição em vídeo, e a renderização em tempo real, onde cada *frame* tem que ser criado e exibido instantaneamente, permitindo a sequência de imagens renderizadas seja interpretada como vídeo pelo olho humano.

Uma *engine* de jogos renderiza geometrias 3D essencialmente da mesma forma que softwares como 3ds Max e Maya, mas é projetada para fazer isto muito rapidamente. Como comparação, cada frame do filme *Toy Story*, de 1995, levava até 15 horas para ser renderizado. Uma *engine* para jogos normalmente renderiza de 30 a 60 frames a cada segundo (OMERNICK, 2004 p.22).

Para Aymone (2003) “Para que se tenha um ambiente em realidade virtual em que se possa navegar com agilidade pela Internet, é preciso otimizá-lo ao máximo”.

Polígonos em excesso e texturas muito grandes são informações que podem deixar o ambiente mais “pesado”, ou com *frame rate* mais lento, o que significa animações com problemas de frequência, ficando travadas e sem fluidez. Para ambientes *online*, além da preocupação com a otimização da renderização, também tem que ser levado em conta o tempo de *download* das informações envolvidas no processo. Quanto menores as texturas empregadas, mais rápida será a transferência dos arquivos via Internet, para que o jogo comece. Quanto mais simplificada for a geometria dos objetos 3D, menor será o requisito de hardware necessário para a renderização em tempo real (AYMONE, 2003).

### 2.3.7.1. High Poly e Low Poly

*High poly* e *low poly* são os termos para caracterizar modelos tridimensionais respectivamente com muitos e poucos polígonos. Segundo Leão (2010 p.97), em virtude da influência da complexidade da malha no desempenho da renderização, a modelagem *low poly* (com poucos polígonos) é a utilizada para situações de renderização em tempo real como cenários virtuais, enquanto a modelagens *high-poly*, com muitos polígonos, é utilizada no cinema, por exemplo.

O número de polígonos que define o que é *low* ou *high poly* não é exato e vem mudando à medida que evoluem os recursos da computação gráfica. De maneira geral, pode-se considerar que o modelo *high poly* é desenvolvido objetivando a qualidade, em detrimento do tempo de *render* enquanto o modelo *low poly* é feito tendo por limite a quantidade de polígonos que permita uma renderização rápida.

Segundo o manual da Unity3D (UNITY MANUAL, 2011), o número de polígonos utilizados em personagens de jogos digitais depende da qualidade e da plataforma. Para dispositivos móveis são usuais personagens com 300 a 1500 triângulos, para computadores pessoais, entre 500 e 6000. Se os personagens forem usados em situações onde há vários personagens em cena, ou se o jogo será usado em computadores antigos com menos recursos gráficos, esta contagem tem que ser mais modesta. Como exemplo, os personagens do jogo *Half Life2* tinham entre 2500 e 5000 triângulos e os jogos mais importantes de última geração para PlayStation 3 e Xbox360 normalmente tem entre 5000 e 7000 triângulos.

Imagens obtidas por digitalização via scanner 3D normalmente têm contagens de polígonos muito altas (fig. 49), além de malhas não orientadas por loops otimizados, técnica de modelagem segundo a qual a organização da malha acompanha de forma harmônica a forma e anatomia. Isto as torna inviáveis para uso em ambientes de renderização em tempo real sem um trabalho artesanal de retopologia (BÜLOW *et al.* 2010).

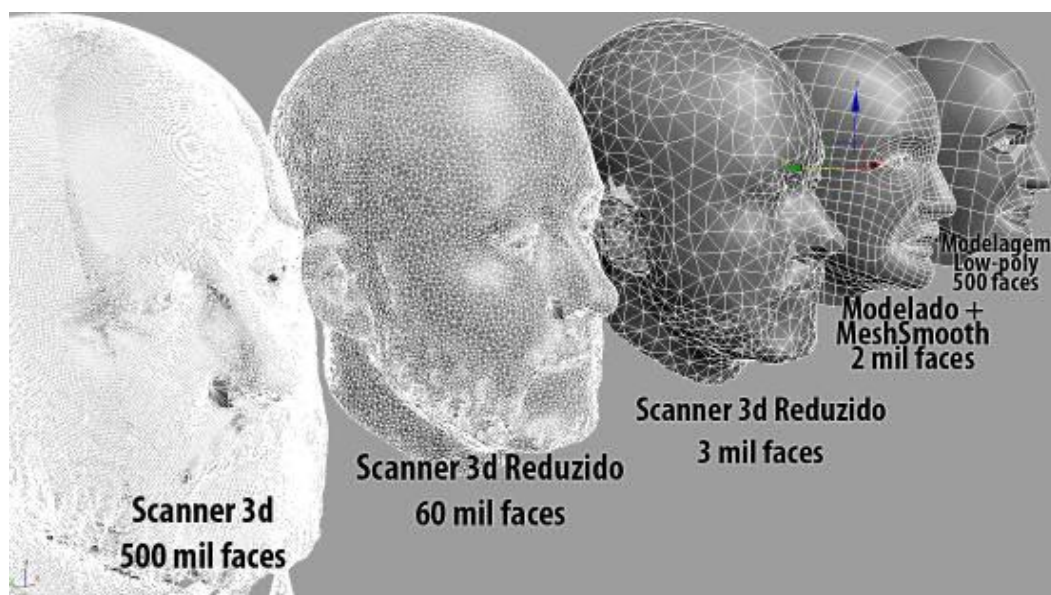


Figura 49: Uma cabeça (no caso a do autor deste trabalho) em versões com diferentes quantidades de polígonos, em comparação com uma cabeça modelada manualmente, de forma mais organizada e econômica.

Fonte: Bülow *et al.* 2010.

### 2.3.7.2. Suavidade

É possível controlar a forma como são exibidas as arestas entre os polígonos de um modelo. A aresta pode aparecer ou ser misturada entre as faces, segundo o 3ds Max (3DS MAX REFERENCE, 2011), formando uma superfície curva suave. Vários programas de modelagem oferecem meios de controlar de forma automática ou manual esta suavidade. Pode-se definir um ângulo entre as faces, até o qual as arestas são renderizadas de forma suave, de forma que apenas arestas mais agudas sejam visíveis. Também é possível se escolher manualmente quais arestas serão exibidas suavemente e quais serão aparentes.

A figura 50a mostra um personagem *low poly* totalmente facetado, o que o deixa com um aspecto bastante artificial. Na figura 50b o mesmo personagem tem as faces que formam um ângulo de até 30° suavizadas, o que já parece mais



realista, mas ainda há linhas estranhas no nariz, braços e camiseta. Na figura 50c o mesmo modelo tem suavizadas as arestas de até  $85^\circ$ , o que o deixa com aspecto mais realista, apenas arestas como as do limite das mangas da camisa continuam vivas, o que é desejável. As três visualizações são do mesmo modelo, com o mesmo número de polígonos.

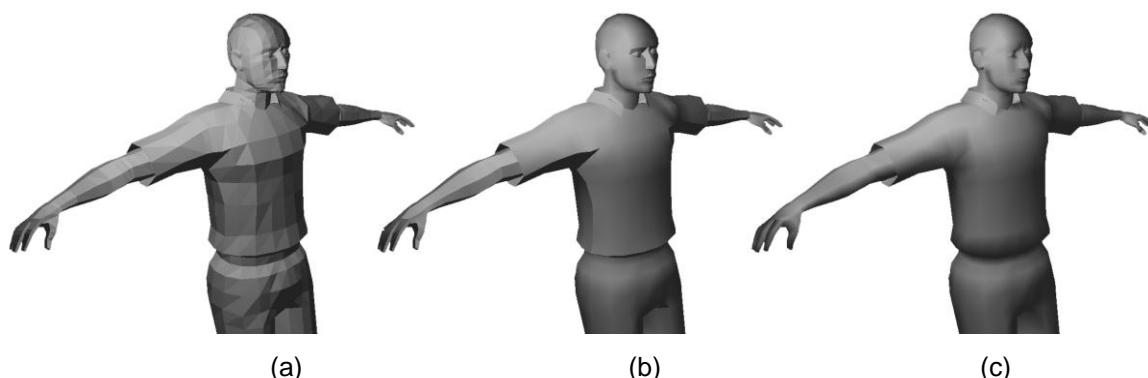


Figura 50: Personagem do jogo *Feelin'it Golf*, da Espaço Informática (2007), com três diferentes ângulos de suavidade entre seus polígonos.  
Fonte: arquivo pessoal do autor.

É importante que não se confunda a suavidade na exibição da malha obtida com a ferramenta *smooth*, com ferramentas como de suavização de geometria, como o *meshsmooth* e o *turbosmooth*, presentes em softwares de modelagem como o 3ds Max. Estas são utilizadas para suavizar a geometria propriamente dita, criando mais polígonos a partir de um modelo mais simples. Estas ferramentas subdividem os polígonos existentes, podendo ser configuradas para fazer mais ou menos subdivisões, deixando a malha mais ou menos complexa e suave (fig. 51). Esta é uma técnica muito utilizada para a criação de objetos e personagens *high-poly*. O resultado são modelos de alta qualidade, mas que podem se tornar muito pesados para a renderização em tempo real.

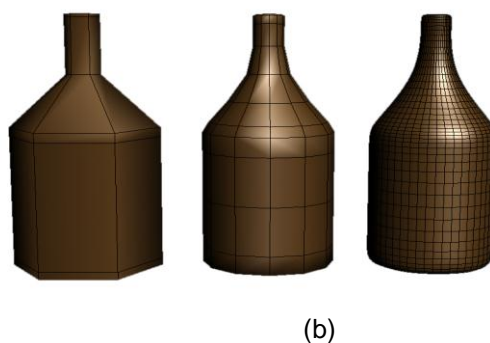


Figura 51: Três objetos modelados no 3ds Max 2011: uma garrafa low-poly com 38 polígonos (a), uma com turbosmooth de 1 subdivisão (b), com 312 polígonos e outra com turbosmoth com 3 subdivisões, com 4992 polígonos.

#### 2.3.7.4. *Level of Detail*

O recurso de conhecido como LOD ou *level of detail* (nível de detalhes) substitui modelos tridimensionais automaticamente, baseando-se na sua distância para a câmera ou no tamanho que terá na imagem renderizada. Se utilizado de forma descuidada, este recurso pode quebrar a sensação de imersão de um jogo digital (BATES, 2004), posto que a substituição de um modelo mais detalhado por um mais simplificado pode ser visível e chamar a atenção do jogador. Se utilizado com cuidado, este recurso apenas reproduz o fenômeno natural de o ser humano enxergar menos detalhes em objetos mais distantes.

O uso de modelos LOD permite uma significativa melhora de performance e o uso de um número maior de modelos em uma cena renderizada em tempo real. Como apenas os modelos mais próximos têm um peso maior, é possível se colocar vários modelos em uma cena, sem um acréscimo exagerado na complexidade da renderização.

Vários softwares 3D e várias *engines* de jogos digitais têm este recurso, vastamente utilizado nos jogos digitais, disponível inclusive para ambientes em VRML (AMES, NADEAU e MORELAND, 1996).

A figura 52 mostra três modelos com diferentes níveis e detalhes de um mesmo personagem, um cavalo do jogo *Thoroughbred Tycoon*, da Espaço Informática (2006). O primeiro modelo (fig. 52a), mais pesado, com mais de dois mil polígonos, é exibido apenas quando a câmera está muito próxima. O segundo modelo (fig. 52b) com cerca de mil polígonos, é exibido quando a câmera está a uma distância intermediária e o terceiro modelo (fig. 52c), com apenas 200 polígonos, é exibido apenas quando está muito distante da câmera, de forma que seu aspecto simples não é percebido pelo jogador.

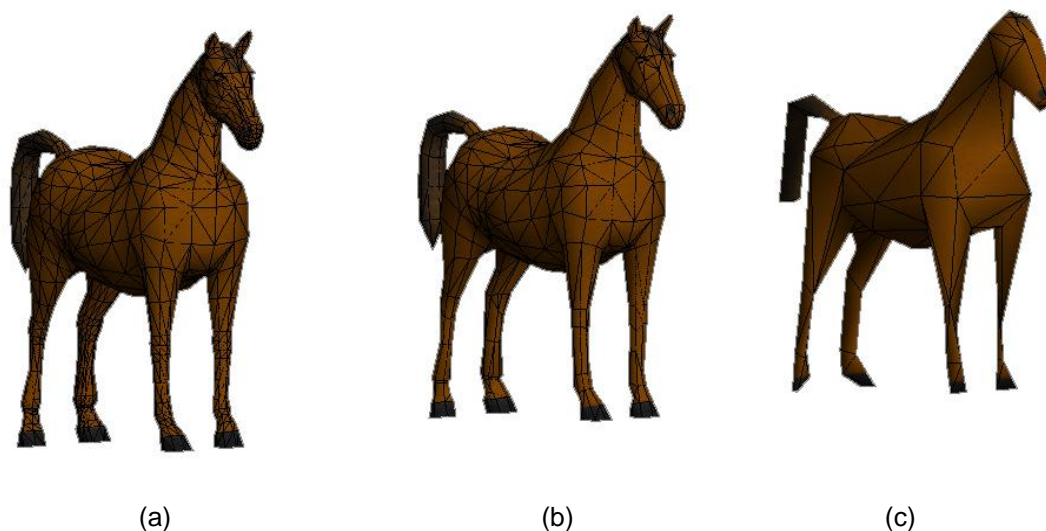


Figura 52: Modelos 3D usados como levels of detail para um personagem do jogo *Thoroughbred Tycoon*, da Espaço Informática (2006).  
Fonte: arquivo pessoal do autor.

#### 2.3.7.4. Mip Mapping

A técnica de *Mip Mapping*, ou *Multiple Texture Maps* é semelhante à técnica de LOD, mas aplicada às texturas. O *mip mapping* utiliza texturas menores para superfícies que estão mais distantes do observador. Este recurso permite uma texturização de mais qualidade, uma vez que possibilita que seja utilizada uma textura de maior tamanho para superfícies mais próximas, que seriam muito pesadas para uso generalizado (LEÃO, 2010, p.375).

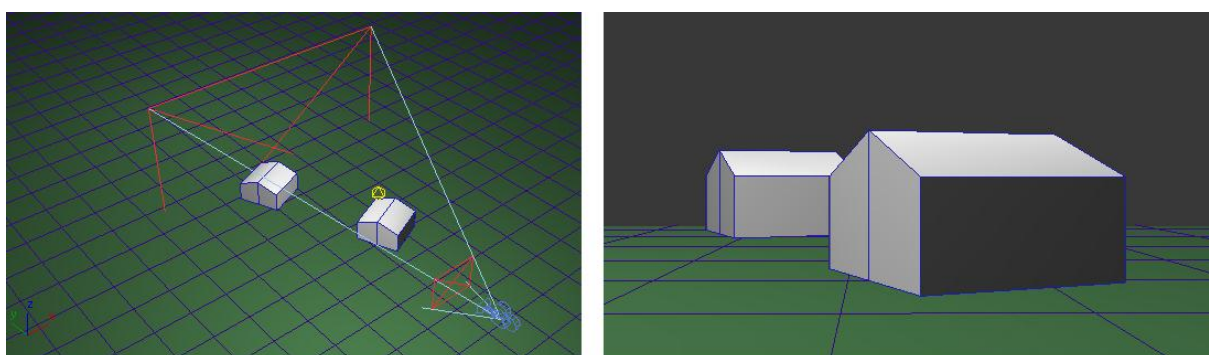
#### 2.3.7.5. Frustum

Frustum é o nome dado, na geometria, à porção do volume de um sólido entre dois planos que o cortam. O campo de visão de uma câmera física é equivalente a uma pirâmide de altura infinita. Em computação gráfica, frustum é o nome dado à porção do espaço visível para a câmera virtual. Segundo o Unity Manual (2011), o frustum é o espaço compreendido pelo campo de visão da câmera e os planos de corte próximo (*near plane*) e distante (*far plane*). Estes planos definem as distâncias entre as quais os objetos são renderizados.

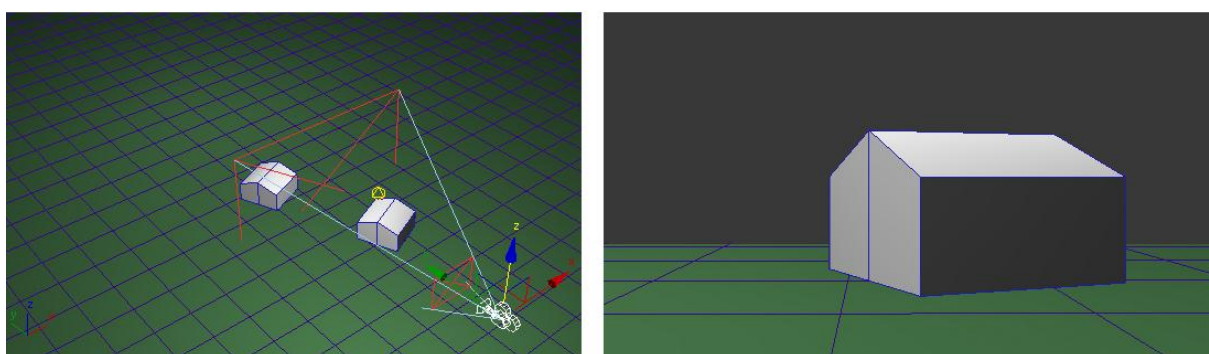
A definição de *near* e *far plane* é importante para ambientes renderizados em tempo real por questões de desempenho. Quanto mais polígonos e texturas visíveis, dentro do frustum, maior a necessidade de processamento e memória para

a renderização. Assim o gerenciamento dos planos de corte e do projeto espacial do ambiente tem um papel decisivo na viabilidade e no bom desempenho.

As figuras 53 e 54 mostram como o gerenciamento do frustum pode ser decisivo tanto em termos estéticos como técnicos. Na figura 53a, as duas casas estão dentro do frustum, a imagem renderizada é mais completa (fig. 53) e mais próxima do que seria uma visão realística. Na fig. 54a o *far plane* está mais próximo da câmera, com o frustum menor, a casa mais distante não aparece e a imagem renderizada fica incompleta (fig. 54b), mas muito mais leve para ser renderizada.



(a) (b)  
 Figura 53: duas casas dentro do frustum da câmera (a) e a imagem resultante (b).



(a) (b)  
 Figura 54: apenas uma casa dentro do frustum da câmera (a) e a imagem resultante (b).

O corte de partes distantes de ambientes é comum em jogos digitais. Uma maneira utilizada para disfarçar este corte é o uso de *fog*, uma neblina que se intensifica na distância do *far plane* (fig. 55). Pode-se usar o *fog* com tonalidade escura para ambientes noturnos, o que faz parecer que a paisagem some na escuridão da noite.



Figura 55: Frame do jogo *Thoroughbred Tycoon* da Espaço Informática (2006), onde o corte do far plane aparece, mas é disfarçado com um efeito de fog.

Fonte: [www.espacoinf.com/horse](http://www.espacoinf.com/horse)

#### 2.3.7.6. *Render to textures*

No sistema de *render to textures*, também conhecido como *texture baking*, as texturas são previamente criadas a partir de materiais e iluminação sofisticados, que requerem um tempo de renderização considerável, e são então aplicadas aos objetos já com estes efeitos prontos. Esta técnica permite que em *engines* de renderização em tempo real para jogos digitais, cenários virtuais, ou mesmo na exibição VRML em *browser* (AYMONE e TEIXEIRA, 2007) o ambiente simule texturas e iluminação rebuscadas, sem que haja necessidades de geração e cálculos de iluminação em tempo real. É como se todos os efeitos de iluminação e sombra estivessem "pintados" diretamente nos objetos. Desta forma o computador passa a ser dispensado de calcular os efeitos de luz e sombra, exibindo apenas as geometrias texturizadas, o que economiza processamento e permite a exibição de ambientes aparentemente ricos, em tempo real.

Este é o sistema de iluminação e texturização mais usado em cenografia virtual televisiva hoje (LEÃO, 2010 p.151). Os sistemas de cenografia virtual têm recursos de iluminação virtual mais precários que os de softwares como 3ds Max e Maya, mas tem *hardwares* muito potentes. Assim, o sistema de *render to textures* pode usar texturas bastante grandes, produzidas com uma renderização excelente, e chegar a um resultado esteticamente muito interessante.

A desvantagem deste método é a grande restrição de movimentos. Como as sombras estão pré-aplicadas aos objetos, estes não podem se mover, pois suas sombras não os acompanhariam.

A figura 56a mostra o *bitmap* do *render to texture* do piso do ambiente da figura 56b. Trata-se de uma versão em VRML do cenário virtual do programa Teledomingo, da RBS TV de Porto Alegre. O modelo pode ser visitado na internet no endereço [http://gustavo.bulow.com.br/ufrgs/designvirtual/dv\\_bulow.WRL](http://gustavo.bulow.com.br/ufrgs/designvirtual/dv_bulow.WRL). Para ser visualizado, é necessário um player de VRML como o Cortona3D.



(a)

(b)

Figura 56: Textura *baked* (a) do chão do ambiente (b), uma versão em VRML do cenário virtual do programa Teledomingo.

Fonte: [http://gustavo.bulow.com.br/ufrgs/designvirtual/dv\\_bulow.WRL](http://gustavo.bulow.com.br/ufrgs/designvirtual/dv_bulow.WRL)

## 2.4. ASPECTOS COMPOSITIVOS

Este capítulo apresenta uma relação de conhecimentos de ordem compositiva, associados à produção de cenários virtuais televisivos e ambientes de jogos digitais. São abordados aqui a relação entre a arquitetura e os cenários virtuais e princípios compositivos utilizados em mídias que estão relacionadas com os AVDs como cinema, fotografia e jogos digitais.

### 2.4.1. Arquitetura e os cenários virtuais

Ambientes físicos são projetados para serem experimentados a partir dos sentidos do ser humano. Eles possuem propriedades de habitabilidade como

conforto térmico e acústico e são enxergados pelo olho humano naturalmente, sem restrições ou enquadramentos. Os AVDI's focados neste estudo, cenografia para televisão e jogos digitais, por outro lado, são experimentados através de algum suporte de mídia como a tela da televisão ou o monitor de um computador.

Como este estudo relaciona conhecimentos complementares aos da arquitetura e do design associados ao desenvolvimento de AVDI's, aqui é considerado que os aspectos compositivos destes conhecimentos são associados à composição utilizada nas mídias que fazem a interface entre o usuário e este espaço, no caso, a televisão e o monitor. Além de aspectos compositivos próprios da televisão e jogos digitais, são aqui analisados também aspectos compositivos do cinema, que guarda relações importantes com a televisão e dos jogos digitais (BRETT, 2007).

Quanto à relação entre a arquitetura e as mídias, Santos (2005) coloca que a arquitetura fílmica é “todo e qualquer tipo de construção utilizada para conferir legitimidade ao espaço fílmico, seja ela física ou virtualmente construída apenas para tal fim, ou já existente e capturada pelas lentes nos processos de filmagem”. Isto confere a qualidade de arquitetura fílmica, então, aos ambientes construídos virtualmente por computação gráfica.

Para Costa (1985 p.230), segundo análise de Erich Rohmer, são identificados três espaços: O *espaço pictórico*, que é a própria imagem cinematográfica; o *espaço arquitetônico*, constituído pelo ambiente natural ou reconstruído cenograficamente e que é filmado; e o *espaço fílmico*, que é o ambiente virtual reconstruído na mente do espectador, a partir das imagens que o filme lhe fornece. Ele coloca ainda que o equilíbrio entre estes componentes coincide com o equilíbrio entre a abstração e o realismo, o que marca a qualidade de grandes obras cinematográficas. Pode ser traçado um paralelo para o caso da cenografia virtual onde o *espaço pictórico* seria a imagem resultante do programa, o *espaço arquitetônico* seria o modelo tridimensional e o *espaço fílmico* seria o ambiente virtual reconstruído na mente do telespectador ou jogador.

Além das relações existentes entre a arquitetura e o espaço fílmico e, por conseguinte, com os ambientes virtuais, pode-se considerar importante a aplicação

de princípios da composição arquitetônica em cenários, porque esta ajuda a criar a identidade e a compreensão do ambiente. Segundo Santos (2005) “A imagem arquitetônica ganha corpo e ajuda a delinear a natureza dos filmes, a função das ações e a atmosfera das locações”.

Cardoso (2002 p.39) coloca que, nos ambientes virtuais, o projeto pode se libertar de restrições físicas como a gravidade ou técnicas construtivas e de materiais. Esta liberdade deve ser vista como um recurso à disposição do projetista, mas deve-se ter em mente que estas restrições estão na gênese da forma arquitetônica que é a referência de compreensão do espaço por parte do usuário ou telespectador, como indica Santos (2005):

“Devido ao fato de alguns símbolos arquitetônicos terem suas imagens já bem fixadas pela população, sua utilização na configuração do espaço fílmico sintetiza a experiência e facilita a decodificação deste espaço, visto que entre eles e o espectador já existe certa apropriação emotiva” (SANTOS, 2005).

Então, resumidamente, pode-se considerar que a aplicação de princípios compositivos arquitetônicos e de design é válida para o projeto de AVDIs, e são complementares a estes, os princípios compositivos empregados na televisão, cinema e jogos digitais.

#### **2.4.2. Diferenças entre a visão humana e a câmera**

Para o projeto de cenários que serão vistos em suportes como televisão e monitores, é essencial compreender as diferenças entre a visão humana e a visão da câmera. Não só do ponto de vista técnico, mas também do ponto de vista humano. “A visão humana é seletiva, os olhos e o cérebro conjuntamente selecionam o que querem e não querem ver” (WATTS, 1999 p. 93). As pessoas veem coisas diferentes nas mesmas imagens, interpretam as coisas com base em seu gênero, idade, profissão, *stress* e perfil psicológico.

Segundo Rabiger (2003 p.257), enquanto o olho humano tem um campo de visão de quase 180°, as lentes das câmeras, mesmo as grande angulares, tem um campo muito mais restrito e esta limitação é compensada, nos enquadramentos



cinematográficos, com uma reorganização das composições, “para que os espectadores tenham a sensação de distância e relação espacial normais”.

Para Santos (2005), “enquanto enquadramento e montagem são códigos compositivos bidimensionais no cinema, na arquitetura são tridimensionais”. Enquadramento e montagem estão associados a como a câmera pode capturar as imagens e como elas são temporalmente organizadas.

Pode-se considerar então que há diferenças na forma da interpretação, diferenças técnicas e estéticas entre a percepção do espaço do olho humano para a câmera. Pode-se concluir também que estas diferenças são conhecimentos complementares aos tradicionais da arquitetura e design, e que podem contribuir para o projeto de AVDIs.

### **2.4.3. Lentes**

Segundo Meehan (em HARVEY, 1993 p.22) uma das mais importantes propriedades das lentes é a distância focal, porque controla o tamanho, a ampliação do objeto na imagem. Tecnicamente, a distância focal é a distância entre o ponto de convergência da luz, no conjunto de lentes que compõe a objetiva até o ponto onde a imagem é projetada. Na prática, a distância focal está ligada ao ângulo de visão. Quando maior a distância focal, em milímetros, menor o ângulo abrangido pela visão da câmera.

As lentes que proporcionam uma sensação de perspectiva semelhante à percebida pelo olho humano são chamadas “normais”, e têm usualmente como referência uma distância focal de 35 mm e cerca de 54° de campo de visão. Lentes que abrangem ângulos de visão maiores conseguem comprimir uma porção maior do espaço dentro do espaço da imagem, mas distorcem perceptivelmente a imagem, são chamadas de “grande-angulares”. Lentes que pegam ângulos pequenos, como no caso de telescópios e lunetas, são chamadas de “teleobjetivas” ou “telefoto”. (RABIGER, 2003 p.259)

Assim, com variações nas propriedades das lentes e no posicionamento das câmeras, podem-se obter imagens do mesmo assunto, mas com composições e

impressões dramáticas diferentes. Rabiger (2003 p.260) se refere a estas possibilidades como “manipulação da perspectiva”.

As figuras 57 a 60 mostram um cenário virtual composto por um cemitério e um castelo usados para o jogo digital Winguel (Espaço Informática, 2005) focado por três diferentes câmeras. Mesmo que o castelo e o cemitério ocupem aproximadamente a mesma área das três imagens resultantes, a impressão dramática e a sensação de distância são distintas. A figura 57 mostra uma planta do cenário com a posição e ângulo das câmeras.



Figura 57: Vista superior do cenário com a posição e ângulo das câmeras.

A figura 58 mostra o cenário visto por uma teleobjetiva de 135 mm com ângulo de visão de apenas 15°, à longa distância. Os elementos parecem achatados e há sensação que estão distantes da câmera.



Figura 58: Cenário visto por uma lente tele-objetiva, posicionada à longa distância.

A figura 59 mostra o cenário visto por uma lente normal, de 35 mm e ângulo de visão de cerca de  $54^\circ$ , a média distância. Os elementos parecem naturalmente perspectivados.



Figura 59: Cenário visto por lente normal, posicionada à média distância.

A figura 60 mostra o cenário visto por uma lente grande angular de apenas 15 mm com ângulo de visão de cerca de  $100^\circ$ . Os elementos parecem exageradamente perspectivados, gerando forte efeito dramático. A proximidade da câmera para o cemitério que está em primeiro fica explicitada e o castelo parece mais distante do que na figura 50, mesmo estando mais próximo.



Figura 60: Cenário visto por lente grande ângular, posicionada próxima ao ambiente.

#### 2.4.4. Composição fotográfica

A composição fotográfica é aqui analisada por ser a principal referência de composição de imagens para o cinema, televisão e, conseqüentemente, para AVDis que são utilizados a partir de um monitor.

Caulfield (em HARVEY, 1993 p.76) coloca que a composição em fotografia é pessoal e subjetiva e, apesar de haver regras consagradas, o fotógrafo deve conhecê-las para que possa escolher qual delas aplicar ou mesmo qual delas quebrar para obter o resultado que subjetivamente considera melhor.

Uma fórmula clássica para composição, também utilizada na arquitetura e no design, é a proporção áurea. Esta regra diz que, para produzir as proporções mais agradáveis, uma linha ou área de deve ser dividida em duas partes de forma que a relação entre a parte pequena e a parte grande seja a mesma que entre toda a linha e a parte grande. Em fotografia, frequentemente a proporção áurea é frequentemente substituída pela “regra dos terços”. Segundo esta regra, a imagem deve ser dividida em três partes, horizontal e verticalmente e o ponto de maior interesse da imagem deve estar uma das intersecções destas linhas (fig. 61) (CAULFIELD em HARVEY, 1993 p.76).



Figura 61: Imagem da previsão do tempo em cenário virtual do Jornal Nacional, da Rede Globo. A posição da apresentadora com relação ao cenário corresponde à regra dos terços.

Fonte: <http://g1.globo.com/videos/jornal-nacional/>

Outra composição citada por Caufield (em HARVEY, 1993 p.77) é a das “curvas em S”, na qual basicamente compõe-se a imagem com elementos que têm a forma aproximada da letra “S” em perspectiva. A autora coloca que, para a fotografia, esta regra é limitada a locais onde existam elementos com tal característica, como rios ou estradas de formato sinuoso. No caso do desenvolvimento de cenários virtuais, onde se criam os elementos e onde se conhece os enquadramentos que serão prioritariamente usados, o uso de curvas em S pode ser um recurso deliberadamente concebido, como mostra a figura 62.



Figura 62: Imagem da vinheta de abertura do programa Teledomingo, da RBS TV, que explora uma curva em “S” do cenário como elemento compositivo.  
Fonte: Editoria de arte RBS TV

Para Peterson (em HARVEY, 1993 p.84) os dois princípios mais importantes da composição na fotografia são a simplicidade e a tensão. A simplicidade pode ser obtida tendo o objeto em um ambiente claro e simples, mas a tensão vem da relação entre os elementos visuais que compõe a foto. Peterson cita o que chama de um dos maiores clichês da fotografia de paisagens, fotografar a cena emoldurada por galhos de árvores. Mesmo sendo um clichê, a técnica efetivamente funciona, porque de forma simples emoldura a imagem, dá sensação de perspectiva e senso de profundidade à composição.

Nos cenários virtuais, os elementos são definidos pelo designer, que então pode controlar deliberadamente a tensão entre eles para criar a composição. No

caso dos cenários virtuais para televisão, o designer pode inserir elementos tanto ao fundo (*background*) quanto à frente (*foreground*) dos apresentadores. No caso dos ambientes de jogos digitais, mesmo que o jogador decida para onde ir e para onde olhar, o designer pode projetá-los de forma que haja uma composição deliberada em momentos importantes do jogo.

Outro importante elemento para a composição fotográfica de uma imagem é a profundidade de campo. Ela diz respeito à área ou distância na imagem que está dentro e fora de foco (fig. 63), ou seja, está mais ou menos nítida. Para Peterson (em HARVEY, 1993 p.94) não importa quão boa é a composição de uma fotografia, se a profundidade de campo não estiver bem empregada, a imagem não será forte. Por outro lado, mesmo composições pobres podem impressionar quando empregam bem a profundidade de campo. Peterson coloca ainda que, como o uso da profundidade de campo pode tirar o foco de elementos que estão à frente e atrás do ponto de interesse, a correta manipulação deste recurso permite que a composição da imagem tenha propriedades narrativas.



(a)



(b)

Figura 63: Dois frames do video “Profusão” (BÜLOW, 2009) onde há diferença de profundidade de campo gerada no 3ds Max 2009. À esquerda (a) o objeto em primeiro plano está fora de foco, e os objetos ao fundo estão nítidos. À direita o cubo em primeiro plano está nítido e o fundo está desfocado.

Fonte: <http://gustavo.bulow.com.br/pos>

No caso dos cenários virtuais, o uso do recurso de profundidade de campo está condicionado aos recursos de renderização disponíveis no sistema empregado. Em jogos digitais, as *engines* mais recentes, como a Unity3D, permitem o uso estético de profundidade de campo (fig. 64), mas como é um recurso pesado em termos de processamento, frequentemente os jogos permitem que isto seja desabilitado para que o jogo funcione com um *frame rate* adequado em computadores mais simples. Sistemas de cenografia virtual para televisão como o da

ORAD permitem que a profundidade de campo seja manipulada pelos operadores durante o uso do cenário virtual.



Figura 64: Exemplo do uso do recurso Depth of Field na Unity3D.

Fonte: <http://unity3d.com/support/documentation/Components/script-DepthOfFieldEffect.html>

#### 2.4.5. Planos e sequências

Para projetar um ambiente virtual, o designer precisa ter noção de sob que ângulos ele será visto. Diferentemente do espaço arquitetônico físico, onde o usuário tem o campo de visão humana e olha para onde quer, o ambiente virtual será visto a partir do ponto de vista da câmera. Em vídeo, o gerenciamento deste enquadramento leva em conta a dimensão tempo e é chamado “plano”. Segundo Martinelli (2006), “Entende-se por plano a imagem captada desde o momento em que a câmera é ligada, e começa a filmar, até ser desligada”.

Watts (1999, p.91) ressalta o aspecto dinâmico da composição da leitura dos planos por parte do espectador ao colocar que “Os olhos focalizam um ponto de interesse por vez; depois se movem para outro ponto de interesse, em seguida para outro e deste para, talvez, de volta para o primeiro”. Ele coloca ainda, e isto pode ser induzido pela estética do cenário e pela direção de cena, que os olhos se dirigem, primeiramente, para a parte iluminada da cena e seguem o que se mover. (WATTS, 1999 p.91).

Segundo Costa (1985 p.180), a composição da imagem leva em conta a relação entre o ambiente ou espaço enquadrado, chamado de campo de filmagem, e a forma como é enquadrada a figura humana, que habitualmente é o que define o tipo do plano cinematográfico. Apesar de não haver uma distinção rigorosa entre estes tipos, Costa (1985 p.180) apresenta uma lista dos principais planos e campos, dos quais os relevantes para este trabalho estão relacionados a seguir:

Plano Geral: Enquadra todo o ambiente da cena (fig. 65), ou conjunto de ambientes, situação na qual pode ser chamado de *Plano Conjunto*.



Figura 65: Plano Geral no início da transmissão ao vivo em cenário virtual, da apuração das eleições de 2010, na TVCOM de Porto Alegre.

Fonte: Editoria de Arte RBS TV.

Plano Meio Conjunto: Enquadramento que dá destaque à figura humana, sem isolá-la do ambiente.

Plano Médio: exhibe parte de um ambiente (fig. 66).





Figura 66: Plano médio, exibindo parte do ambiente enquadrando a apresentadora e um mapa virtual com informações jornalísticas.  
 Fonte: Editoria de Arte RBS TV.

Plano Americano: enquadra a figura humana aproximadamente dos joelhos à cabeça (fig. 67).



Figura 67: Plano americano com os apresentadores.  
 Fonte: Editoria de Arte RBS TV.

Primeiro Plano ou *Close Up*: enquadra a figura humana do busto à cabeça (fig. 68).



Figura 68: Close up do apresentador Lasier Martins.  
Fonte: Editoria de Arte RBS TV.

Primeiríssimo Plano: Enquadra apenas o rosto.

Plano Detalhe: Enquadra uma parte do corpo ou de um objeto, especificamente (fig. 69).



Figura 69: Plano detalhe de informações da apuração da eleição, exibida em elemento cenográfico virtual.

Fonte: Editoria de Arte RBS TV.

Ângulo: no que diz respeito ao ângulo entre a câmera e o ambiente ou objeto focado, o enquadramento pode ser diretamente frontal ou ter ângulos horizontal e

vertical. Verticalmente, a câmera pode estar acima do objeto, apontando para baixo, o que é conhecido como *plongê* (fig. 70a) ou abaixo do objeto, apontando para cima, o que é conhecido como *contra-plongê* (fig. 70b).



(a)

(b)

Figura 70: duas imagens do jogo *Thoroughbred Tycoon* (2006) da Espaço Informática. Um plano plongê em um estábulo virtual (a) e um plano contra-plongê (b) em uma corrida de cavalos, em hipódromo virtual.

Fonte: <http://www.espacoinf.com/horse/horse05.htm>

O termo “sequência” denomina um conjunto de planos que descreve “uma situação que ocorre num espaço e num tempo determinados” (MARTINELLI, 2006). A ação na televisão é narrada normalmente por sequências, não em planos isolados. Em termos de cenário, isto significa que diferentes partes do ambiente, em diferentes ângulos, serão mostradas em uma mesma ocasião e o ambiente deve ser coerentemente compreendido e interpretado pelo espectador.

“Quando você está planejando uma filmagem, pense em sequencias, não em tomadas únicas. Uma sequencia é um parágrafo visual, um agrupamento de tomadas que registram um evento ou compartilham uma ideia no filme pronto. Uma tomada está para uma sequencia assim como uma sentença está para um paragrafo” (WATTS, 1999 p.18).

No que diz respeito à dinâmica das sequências, Watts (1999 p.35) sugere que se “comece e termine com as pessoas fora da tomada”, de forma a facilitar a edição e manter a contextualização e continuidade dos acontecimentos narrados. Ele sugere também que se faça um grande plano geral, de forma que se tenha uma tomada de um ponto de vista a partir do qual o espectador compreenda onde a câmera está. Estas práticas têm que ser levadas em conta e previstas pelo projetista de cenário virtual. Para viabilizar isto, é necessário que o ambiente tenha espaços

por onde os apresentadores possam entrar e sair e haja uma disposição de elementos que permita um plano geral.

#### **2.4.5. Movimentos de câmeras**

A arquitetura tradicional prevê deslocamentos do usuário pelos espaços e é pensada sob todos os pontos de vista que este usuário possa ter. Estes deslocamentos também são possíveis na arquitetura dos AVDIs, mas também são mediados pela câmera e pelo monitor. Assim, novamente o vídeo e o cinema passam a ser referências compositivas. Para Rabiger (2003 p.49), a diferença na composição de um plano para uma fotografia impressa é que, no caso do cinema, a imagem precisa ser interpretada dentro do tempo do movimento, enquanto a fotografia pode ser analisada com o tempo que o observador bem entender.

Os movimentos de câmera são classificados em diferentes tipos. A lista a seguir é composta por movimentos descritos por Costa (1985 p.185) e Cassidy (2009) como sendo os mais comuns:

Panorâmica ou *pan* – Rotação da câmera para os lados. Se for uma volta completa, chama-se panorâmica de 360°.

*Tilt* – Rotação da câmera para cima ou para baixo, sem deslocamento.

*Zoom* – Mudança da distância focal e, conseqüentemente, do ângulo de visão da câmera. O zoom pode dar a sensação de aproximar ou afastar os objetos da câmera sem que essa se desloque, como um telescópio, acarretando mudanças na perspectiva.

Pedestal – Deslocamento vertical da câmera sem rotação ou mudança em seu eixo.

*Travelling* – Deslocamento linear da câmera, normalmente colocada sobre um carrinho ou equipamento semelhante.

*Dolly* – É um tipo de *travelling*, um deslocamento da câmera, mas necessariamente para frente ou para trás. Diferentemente do *zoom*, com a *dolly* não

há diferença no ângulo de visão da câmera, o que resulta em efeitos visuais significativamente diferentes.

*Truck* – Também é um tipo de *travelling*, um deslocamento da câmera, mas necessariamente lateral, sem rotação ou mudança em seu eixo.

Grua – Deslocamento vertical que pode ser associado a deslocamento linear e rotações. Fisicamente, este movimento é obtido colocando-se a câmera na extremidade de um braço móvel instalado em um carrinho.

Câmera na mão ou *Handheld Shooting* – deslocamentos obtidos a partir do manuseio manual direto da câmera sem auxílio de aparato específico.

*Floating cam* ou *Steadicam* – deslocamentos obtidos pelo movimento do operador da câmera, que é fixado a ela mediante um equipamento com amortecedores. Este equipamento permite uma grande liberdade de movimentos e preserva a fluidez e continuidade contínua do movimento.

Na cenografia virtual para televisão, o sistema de hardware instalado determina quais movimentos a câmera poderá fazer. Por exemplo, no sistema Orad, se o traqueamento for por identificação de grid, as câmeras poderão fazer apenas *pan* e *zoom*. Se o sistema for de localização por infravermelho, as câmeras podem se deslocar e girar livremente.

O deslocamento de personagens em jogos digitais do tipo *first person*, que será descrito adiante, é equivalente ao *Steadicam*, mas na computação gráfica e nos jogos este movimento é comumente chamado de *walkthrough*.

#### **2.4.6. Edição**

A edição ou montagem é o procedimento que vai juntar os planos e as sequencias e a partir dela surgirão vídeos, filmes ou matérias jornalísticas. Watts (1999 p.32) faz uma série de indicações para que a captação de imagens ou filmagem seja dirigida de tal forma que permita uma edição de qualidade. Entre estas indicações estão a elaboração de diferentes enquadramentos como *close-ups*, planos gerais e planos de detalhes. Com relação à duração e movimento, sugere

que se faça tomadas longas para que se comece e termine as tomadas com as pessoas fora da tela e se procure planos de corte com ações paralelas. Em uma entrevista, por exemplo, quando há um corte na fala do entrevistado, manter a imagem resultaria em um pulo que explicitaria o corte, causando uma impressão desagradável. A colocação de uma tomada do entrevistador exatamente sobre o ponto deste corte para evitar o pulo é o uso do “plano de corte”.

Rabiger (2003 p.49) sugere que haja relação entre composições de planos, a chamada “composição externa”, uma relação transitória entre a composição de uma tomada que está terminando e a seguinte, que está começando.

Para o desenvolvimento do projeto do cenário, estas indicações significam que este deve prever e propiciar este tipo heterogêneo de uso. O projeto deve propiciar o uso de diferentes planos e enquadramentos, mas mantendo a coerência e visual. Ele pode ter animações em elementos cenográficos, mas deve observar para que elas não prejudiquem ou mesmo inviabilizem a continuidade e ritmo de uma edição.

Existe um princípio básico de filmagem e gravação, que deve ser respeitado no projeto dos cenários, segundo o qual posições e direções de movimentos devem ser consistentes na tela. “Se um automóvel está trafegando da direita para a esquerda em uma tomada, ele deve continuar da direita para a esquerda na tomada seguinte – ou vai parecer que o carro deu uma volta” (Watts, 1999 p.46). A não observação deste princípio é conhecida como quebra de eixo, corte de eixo ou cruzamento de eixo. Se for necessário fazer tomadas de eixos opostos, é necessário introduzir uma tomada neutra entre elas, (WATTS, 1999 p.47) ou fazer um plano contínuo que mostre o deslocamento da câmera. A avaliação da necessidade da manutenção do eixo ou da quebra deste deve respeitar a necessidade de o espectador compreender o espaço e o que está acontecendo nele.

#### **2.4.7. Iluminação**

Na arquitetura e design, a iluminação é pensada com base em suas propriedades físicas, como elemento de grande importância para o projeto, estética e funcionalmente. Já nos ambientes virtuais, novamente o efeito da iluminação sobre

o ambiente será mediado pelo suporte midiático a partir do qual o usuário interagirá com o ambiente, no caso, um monitor. Novamente, o vídeo e o cinema passam a ser a referência compositiva, onde aspectos estéticos da iluminação têm importância crucial. Segundo Rabiger (2003 p.58) “Cada aspecto da iluminação carrega fortes associações emocionais que podem ser empregadas no drama e dar ótimos resultados”.

A iluminação para vídeo e cinema serve de paradigma para a iluminação em ambientes virtuais tanto do ponto vista técnico quanto estético. A nomenclatura empregada na operação da iluminação a classifica quanto a vários aspectos diferentes, como quanto ao tipo de iluminação da tomada, à qualidade da luz, posicionamento e fontes da luz e configuração da iluminação no ambiente. A seguir é apresentada uma lista desta nomenclatura baseada em Rabiger (2003 p.58-62), Bern (2006) e Salles (2009 p.73-80), com itens considerados relevantes para a delimitação deste trabalho.

#### **2.4.7.1. Tipos de iluminação**

Aqui são relacionados cinco tipos de iluminação básicos, que dizem respeito ao resultado geral da iluminação na imagem: *high key*, *low key*, *graduate tonality*, alto contraste e baixo contraste.

*High key* – Cena toda iluminada, com poucas áreas de sombra. Geralmente com luz direcional, como a do sol.

*Low key* – Cena toda escura, mostram-se pequenas áreas iluminadas, geralmente internas ou noturnas.

*Graduated tonality* – tomada sem pontos muito luminosos ou muito escuros, composta uma variação de meios-tons.

Alto contraste – a tomada pode ser *high key* ou *low key*, mas deve haver uma grande diferença nos níveis de iluminação entre as áreas de luz e de sombra.

Baixo contraste – a tomada pode ser *high key* ou *low key*, mas o nível de iluminação da área de sombra deve ser próximo do nível da área de luz.

### 2.4.7.2. Qualidade da luz

A qualidade da luz diz respeito à quão definida é a sombra que ela gera e quanto contraste ela propicia ao objeto iluminado. Salles (2009) atribui duas características à luz solar quanto a sua qualidade. Quando atinge um objeto diretamente, classifica-a como “dura”, e quando o atinge indiretamente, classifica-a como “suave”. Dentro desta interpretação para qualidade da luz pode-se classificá-las de forma genérica como direcional ou difusa.

Luz Direcional – qualquer fonte de luz especular que crie sombras definidas, como o sol, o holofote de um estúdio ou a chama de uma vela. São chamadas de fontes de luz dura porque criam sombras definidas.

Luz Difusa – cria sombras pouco definidas ou imagens sem sombra. Por exemplo, lâmpadas fluorescentes, luz do sol refletida em uma parede fosca, céu nublado ou luz suave de estúdio.

### 2.4.7.3. Fontes de luz

A configuração da iluminação do plano é feita baseada em algumas fontes de luz que recebem nomes baseados na função que têm dentro desta configuração.

Luz principal ou *key light* – Fonte de luz principal que define as partes mais importantemente iluminadas e sombreadas do objeto ou ambiente, como o sol ou a luz dominante do ambiente, como a que entra por uma janela.

Luz de preenchimento ou *fill light* – aumenta a iluminação em áreas de sombra, de forma que não fiquem completamente escuras, com um contraste irreal. Em tomadas internas, esta normalmente é uma luz suave que acompanha a direção da câmera para minimizar novas sombras. Usualmente, é criada como luz suave refletida.

Contraluz, *rim light* ou *back light* – É a luz jogada em um objeto por trás e, muitas vezes, também por cima. Uma luz vinda do fundo pode criar uma espécie de linha iluminada no contorno do objeto que ajuda a separá-lo do fundo da imagem, criando um efeito de profundidade interessante na composição.



Luz Justificada - Luz que aparece nos enquadramentos como parte da cena, associada ou enfatizando a presença objetos cenográficos. Por exemplo, abajures ou velas de aniversário. Em geral, ela tem função narrativa ou compositiva e fornecem pouca ou nenhuma luz funcional ao ambiente.

#### 2.4.7.4. Configurações da iluminação

A configuração da iluminação é a maneira como são ajustadas e dispostas as fontes de luz no ambiente, para iluminá-lo, e aos personagens e objetos compositivos do plano. A seguir, é apresentada uma lista de alguns esquemas clássicos de iluminação de cinema e vídeo, com diagramas e imagem renderizada, recriados em ambiente virtual no 3ds Max para este estudo.

Iluminação frontal – Feita a partir de uma luz próxima da câmera, como *flashes* embutidos em máquinas fotográficas (fig. 71). Como a fonte de luz é quase coincidente com o ponto de vista, as sombras projetadas não são claramente visíveis. Para Rabiger (2003 p.61) “A iluminação frontal achata a pessoa e tira muito do interesse do rosto. A maioria das fotografias com flash é frontal e, portanto, insípidas”.

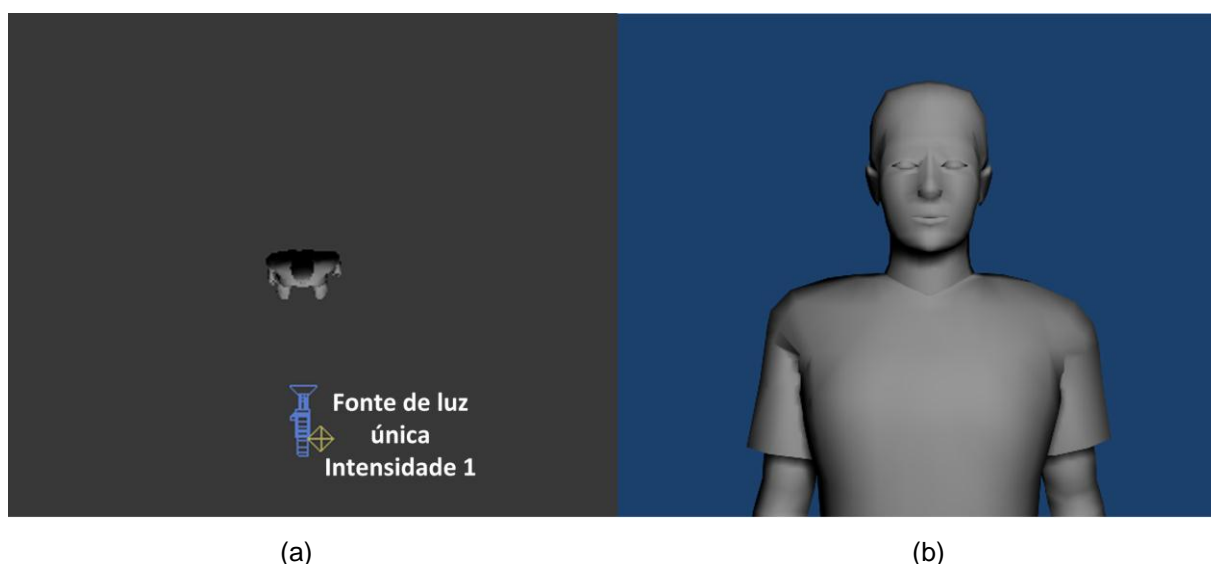


Figura 71: Diagrama (a) e imagem gerada (b) com configuração de iluminação frontal.

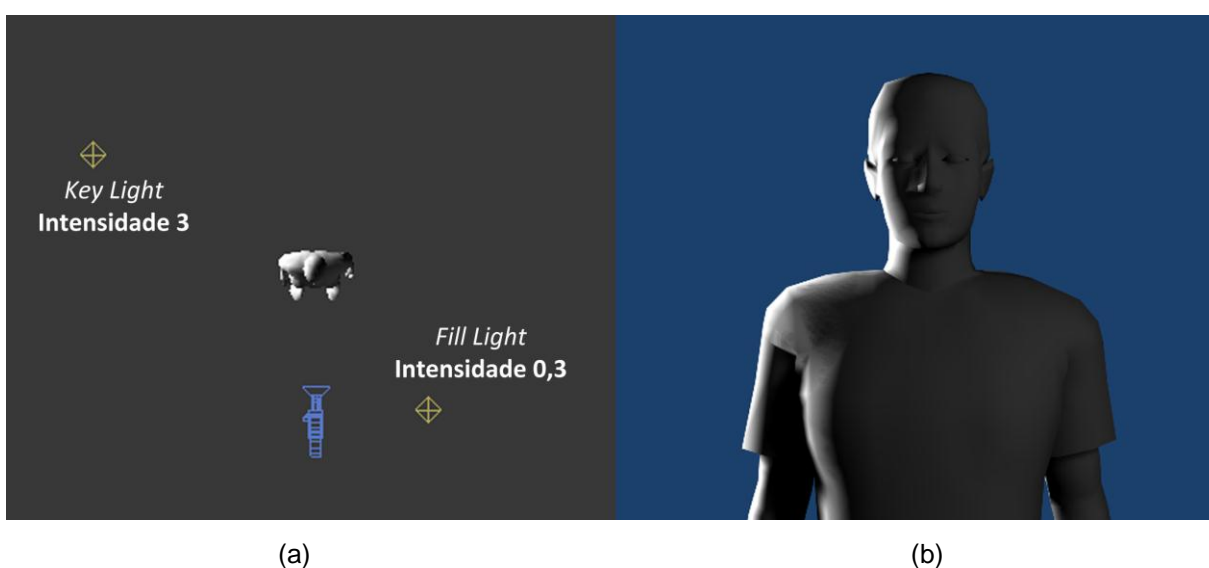
Iluminação ampla – Pode ser feita com uma *key light* lateral e uma *fill light* preenchendo as partes não iluminadas pela *key light*, para regular o contraste. Com a luz vinda do lado, uma ampla área do rosto fica iluminada e ao mesmo tempo há

amplas áreas de sombra (fig. 72), o que pode ser controlado alterando-se a luz de preenchimento. Esta luz revela mais a volumetria e os ângulos do rosto.



(a) (b)  
Figura 72. Diagrama (a) e imagem gerada (b) com configuração de iluminação ampla.

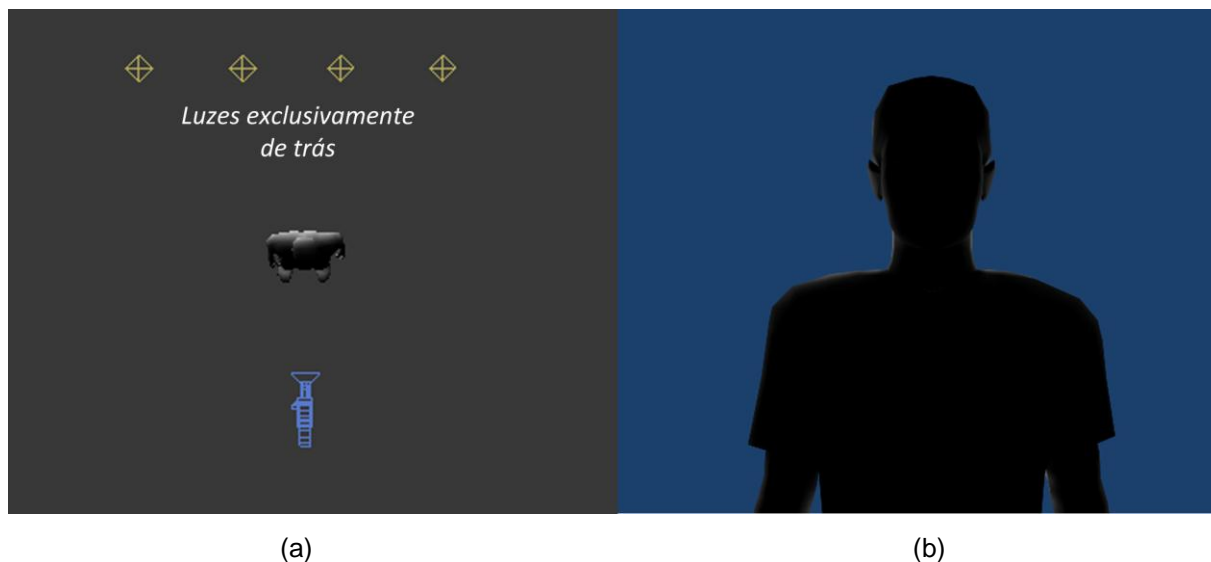
Iluminação estreita – É obtida com a luz principal para o lado e para trás, de forma que apenas parte do rosto ou objeto seja intensamente iluminado (fig. 73). A luz de preenchimento é que determina o que pode ser visto da parte do rosto não iluminada pela luz principal. Para Rabiger (2003 p.61), o efeito da iluminação estreita é “decididamente dramático”.



(a) (b)  
Figura 73: Diagrama (a) e imagem gerada (b) com configuração de iluminação estreita.

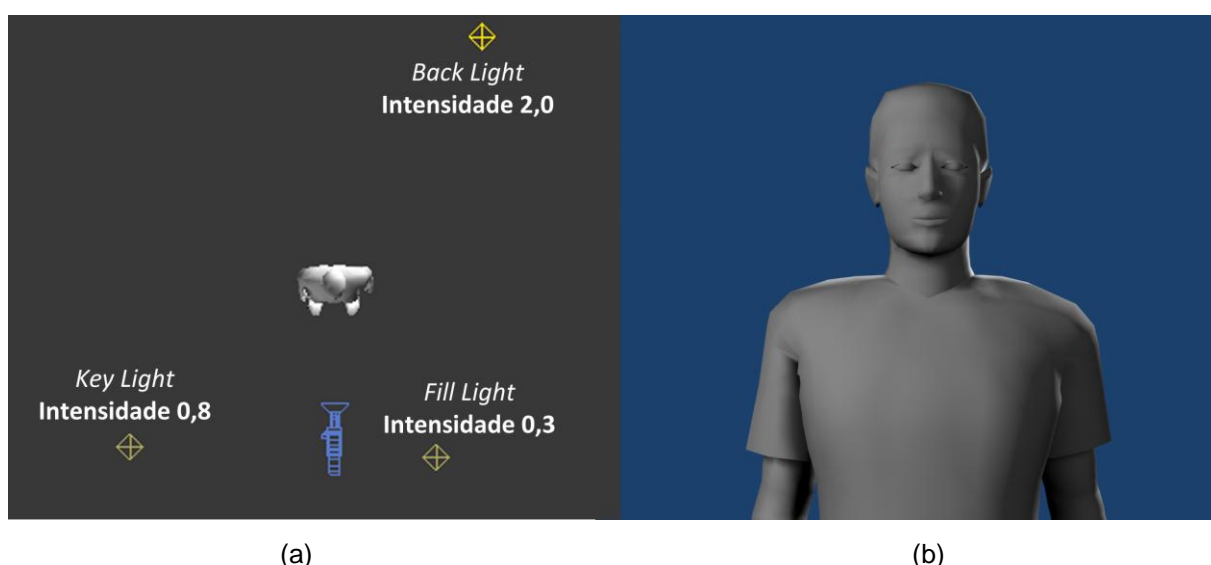
Silhueta – Obtida com toda a iluminação vinda de trás da pessoa (fig. 74). O rosto da pessoa não reflete luz, prejudicando a identificação. Este recurso é utilizado

em jornalismo para ocultar a identidade da pessoa. O efeito pode ser deliberadamente usado para gerar um clima misterioso, de suspense ou “agourento” (RABIGER, 2003 p.62).



(a) (b)  
Figura 74. Diagrama (a) e imagem gerada (b) com configuração silhueta.

Iluminação de três pontos – É uma configuração de iluminação hollywoodiana clássica (SALLES, 2009 e BIRN, 2006), que produz um efeito muito interessante usando apenas três fontes de luz: (fig. 75) uma principal disposta lateralmente (à cerca de  $45^{\circ}$ ) e pouco acima do plano do objeto ou pessoa, uma luz de preenchimento, vinda do lado oposto à principal, mas não necessariamente simétrica, e uma contraluz forte o suficiente para criar uma linha de recorte. Esta configuração é amplamente usada em cinema, televisão e computação gráfica.



(a) (b)  
Fig 75. Diagrama (a) e imagem gerada (b) com configuração de iluminação de três pontos.

#### 2.4.7.5. Iluminação em cenários virtuais para televisão

A elaboração da iluminação do cenário virtual precisa levar em conta a necessidade de coerência entre duas configurações de iluminação: a do estúdio físico, onde estão os apresentadores, e a do ambiente virtual. Este desafio pode resultar em incoerências visuais e representar dificuldades na verossimilhança da imagem final (CUBILLO, 2008).

Segundo André Armani (contato pessoal, 2011), coordenador responsável pela iluminação e operação dos estúdios da RBS TV de Porto Alegre, em um cenário físico, a iluminação deve se preocupar com todo o cenário. Cada detalhe e elemento cenográfico tem que ter iluminação que atenda a necessidade de percepção de contrastes, volumes e percepção tridimensional.

“No cenário virtual, a iluminação tem que ser a mais próxima do ambiente que se quer criar, as diferenças dos contrastes e volumes, na maioria das vezes, já vem prontos no cenário virtual e a iluminação quase sempre fica sendo como uma base geral, onde apenas se deve acrescentar detalhes conforme a necessidade do cenário que foi criado.” (ARMANI, contato pessoal, 2011).

Isto significa que o designer do ambiente virtual precisa pensar a iluminação que deve ser executada ainda nos softwares 3D, não sendo deixada a cargo do técnico de iluminação dos estúdios físicos. O fato de esta iluminação se dar virtualmente, em computação gráfica, significa grande economia na criação do cenário, em termos de equipamentos de luminotécnica.

A iluminação do ambiente virtual deve ser pensada de forma que possa ser obtida uma coerência com os recursos de iluminação físicos que serão usados no cenário onde serão captados os apresentadores. Segundo Armani, a iluminação do estúdio físico é feita de forma a deixar as paredes homogêneas para que o recorte do *chroma-key* funcione adequadamente e de forma geral sobre os apresentadores, que tem que estar devidamente iluminados em qualquer ponto do estúdio que venham a ocupar. A iluminação também é feita de forma genérica, em virtude da configuração da iluminação deste estúdio atender diferentes programas com diferentes cenários virtuais, inclusive tendo que poder atender cenários novos ainda não projetados.

#### 2.4.8. Blocking

Uma vez conhecidos os tipos de lentes, composições, enquadramentos, movimentos de câmera e recursos de iluminação, o design do cenário virtual pode ser desenvolvido de forma integrada para permitir que a direção do programa faça com liberdade e qualidade o *blocking* da cena. Segundo Tomaric (2010, p.240) o processo de *blocking* inclui a definição das posições iniciais, percursos e posições finais dos atores ou apresentadores, a ação da câmera, incluindo planos e movimentos, a configuração da iluminação e a decoração e disposição de elementos no cenário.

#### 2.4.9. Composição em Jogos Digitais

Quanto aos aspectos conceituais artísticos, a criação dos ambientes para jogos gozam de ampla liberdade. As restrições vêm de aspectos técnicos, como as abordadas no capítulo anterior, que são muito mais flexíveis que os limites da cenografia física, e pela temática do jogo ao qual pertencem (ADAMS, 2002).

O ponto de vista em jogos digitais é o ponto a partir do qual o jogador enxergará o ambiente. Este ponto está frequentemente ligado ao gênero no qual o jogo se enquadra e à jogabilidade que propõe (BATES, 2004 p. 39)

Alguns jogos podem se passar em ambientes que não têm relação direta e explícita com ambientes tridimensionais realísticos, como por exemplo, o clássico Tetris, desenvolvido por Alexey Pajitnov em 1985 (fig. 76). Mesmo assim, podem ser estabelecidas interpretações conceituais, como Pinheiro (2007 p.158), que considera que em Tetris há “uma carga cultural que está ligada a um estereótipo russo de construtivismo, da resolução de quebra-cabeças, entre outros elementos”.



Figura 76: Primeira versão do jogo Tetris. Não há relação explícita com ambientes tridimensionais reais.

Fonte: <http://thisdayintechhistory.com/category/video-games/>

Os pontos de vista mais frequentes em jogos de ação são conhecidos como “primeira pessoa”, onde o jogador enxerga o mundo pelos olhos da personagem (fig. 77) e “terceira pessoa”, onde o jogador enxerga o mundo e também a personagem que está controlando (BATES, 2004 p. 39).



Figura 77: Imagem de Wolfenstein3D, jogo pioneiro do gênero First Person Shooter, lançado para MS-DOS em 1992. O jogador enxerga pelos olhos do personagem que comanda.

Fonte: [http://www.gamasutra.com/view/feature/2674/educational\\_feature\\_a\\_history\\_and\\_.php?page=2](http://www.gamasutra.com/view/feature/2674/educational_feature_a_history_and_.php?page=2)

Em jogos em terceira pessoa em que a personagem principal aparece em primeiro plano e tem grande importância (fig. 78), normalmente possui alta poligonagem e texturas de qualidade, o que consome boa parte dos recursos de renderização. Pode-se considerar que, em jogos em primeira pessoa, os ambientes podem ser mais elaborados, já que não há necessidade de investir no modelo do personagem principal (BATES, 2004 p.40). Ainda que nos consoles de última geração esta diferença não se faça perceptível, e em muitos jogos o usuário possa escolher o ponto de vista entre terceira ou primeira pessoa, em plataformas mais limitadas como celulares, *tablets* ou computadores de processamento mais limitado, esta diferença deve ser observada.



Figura 78: Imagem do jogo Max Payne, desenvolvido pela Remedy Entertainment em 2001. Visão em terceira pessoa, o jogador enxerga o personagem que está conduzindo.

Fonte: <http://store.steampowered.com/app/12140/>

Segundo Byrne (2005 p.213), há problemas de visualização em jogos em primeira e terceira pessoa causados pela diferença entre a visão humana e a visão propiciada pela tela e pelo ponto de vista no qual se joga. Às vezes, um obstáculo que seria visível num ambiente físico, pela visão humana, pode não estar visível no ângulo da câmera do jogador. Para lidar com este tipo de problema, Byrne sugere que o designer não caia na armadilha de tentar manter tudo em uma escala realística e tenha liberdade para alterar a escala de elementos do cenário, de forma

instintiva e não matemática, para que o jogador veja e consiga interagir com estes elementos adequadamente.

Há jogos nos quais o ponto de vista não é preso ao jogador, podendo inclusive ser fixo, como se fosse uma câmera parada no cenário. Este tipo de ponto de vista é comum em jogos do gênero *Adventure* (fig. 79), que são caracterizados por ter uma história marcante e demandar do jogador a solução de enigmas. Os primeiros *adventures* não tinham ação, eram baseados em textos que descreviam o ambiente e propunham os problemas a serem resolvidos (BATES, 2004 p.49). Assim, para que o jogador procure elementos que propiciem a solução dos *puzzles* no cenário, um ponto de vista estático pode ser adequado. Há jogos que misturam as características de *adventures* com as de jogos de ação e, inclusive, alternam entre pontos de vista estáticos e dinâmicos em terceira ou primeira pessoa.



Figura 79: Imagem do jogo Monkey Island 2, da LucasArts, de 2010. Adventure onde o ponto de vista é um enquadramento estático em cada cena.

Fonte: <http://store.steampowered.com/app/32460/>

Em jogos de luta (fig. 80), normalmente a ação acontece em um espaço relativamente restrito, e não em um conjunto de ambientes a ser percorrido a cada jogo. Da mesma forma, poucos personagens aparecem em destaque em primeiro plano durante toda a ação. Então, o desenvolvimento e o processamento podem ser concentrados em um ambiente e dois ou poucos personagens de cada vez, permitindo uma grande riqueza de detalhes e efeitos (BATES, 2004, p.66)





Figura 80: Imagem do jogo de luta Mortal Kombat, Warner Bros (2011).  
Fonte: <http://www.gamespot.com/xbox360/action/mortal-kombat/images>

Pode-se considerar que a principal característica dos jogos de estratégia seja a de colocar o jogador no lugar de um gerenciador de recursos ou tomador de decisões (BATES, 2004 p.53). É muito comum neste tipo de jogo a utilização de um ponto de vista superior, como *plongês* e vistas aéreas.

Jogos como *The Sims* (fig. 81), de Will Wright, um “simulador de pessoas”, normalmente têm um ponto de vista superior, semelhante a uma perspectiva explodida que pode ser isométrica. Também são conhecidos como *GOD games*, nome que representa o que metaforicamente seria o ponto de vista de Deus: superior e com acesso a tudo.



Figura 81: Imagem do jogo The Sims, de Will Wright (2000).  
Fonte: <http://www.gamespot.com/pc/strategy/simsdeluxe/index.html>

Jogos como o SimCity (fig. 82), da empresa Maxis, também idealizado por Will Wright, também tem um ponto de vista superior. Neste tipo de jogo de estratégia, normalmente a altitude da câmera pode variar desde muito baixa, de forma que se possam ver detalhes da cidade e das pessoas passeando pelas ruas, até muito alto, de forma que se possa enxergar a cidade toda. Dependendo da proposta estética e das técnicas envolvidas na realização do jogo, esta vista pode ser isométrica e presa a um ângulo fixo ou ser cônica e ter a câmera com liberdades de ângulos.



Figura 82: Imagem do Jogo SimCity4 (2003) da empresa Maxis.  
Fonte: <http://store.steampowered.com/app/24780/>

Byrne (2005 p.215) coloca, para os jogos de estratégia, a questão da liberdade do designer de desrespeitar o realismo da escala e manipulá-la em nome da jogabilidade. Em jogos RTS (*Real Time Strategy*) como *Civilization*, de Sid Meyer (fig. 83), é comum que pessoas tenham a altura de prédios e montanhas. Isto é feito para que o jogo seja funcionalmente viável, uma vez que as imagens de personagens, prédios e acidentes geográficos são ícones com os quais o jogador interage ao jogar. Esta manipulação da escala, em nome da jogabilidade, não é exclusividade dos ambientes virtuais ou dos jogos digitais. Peças de xadrez normalmente têm seus tamanhos relativos a sua importância no jogo, e não relativos a seus pares reais: um cavalo é da altura de uma torre, um peão menor que a rainha e o Rei é a peça mais alta de todas. O tamanho das peças representa propriedades das regras do jogo, não a proporção da realidade.



Figura 83: Imagem do jogo Civilization V, de Sid Meyer (2010).  
Fonte [http://store.steampowered.com/app/8930/?snr=1\\_7\\_7\\_151\\_13](http://store.steampowered.com/app/8930/?snr=1_7_7_151_13).

Jogos esportivos normalmente visam o mercado formado pelos fãs do respectivo esporte (Bates, 2004 p.62). Essa busca envolve aproximar o máximo possível os aspectos visuais do esporte, como aparecem na mídia, com os aspectos visuais do jogo, o que significa ter estádios semelhantes aos reais, jogadores semelhantes aos ídolos e até o ponto de vista do jogo semelhante ao das transmissões de televisão (fig. 84), tudo com o máximo realismo possível. Não significa que o visual esteja preso a estes fatores, mas sim que eles são paradigmas e que a eles podem ser somados recursos visuais, como pontos de vista que seriam impossíveis na versão física oficial do esporte, como uma câmera em terceira pessoa presa a uma bola de futebol, por exemplo.



Figura 84: Imagem do jogo FIFA 2011, da EA Sports.  
Fonte: <http://www.gamespot.com/xbox360/sports/fifasoccer11/images/>

Ainda que tecnicamente qualquer jogo digital possa ser considerado uma simulação, há um gênero de jogos conhecido como “simuladores”. Estes jogos buscam simular, da forma mais fiel possível determinadas circunstâncias. Nestes jogos, não só o ambiente, mas todos os elementos envolvidos buscam ser o mais realístico possível. O exemplo mais conhecido é o simulador de voo *Flight Simulator* da Microsoft (fig. 85), mas há diversos simuladores de temas diferentes atendendo nichos de mercado específicos.



Figura 85: Imagem do jogo Flight Simulator X, da Microsoft (2006).  
Fonte: <http://www.gamespot.com/pc/sim/microsoftflightsimulatorx/index.html>

Há jogos que reúnem ao mesmo tempo características de jogos de diferentes gêneros, uma situação frequente em jogos de corrida. Há fãs de jogos de corrida que sabem configurar cada detalhe de um carro de Fórmula 1. Normalmente, este tipo de jogo precisa atender tanto jogadores casuais quanto jogadores extremamente aficionados (conhecidos como *hardcore gamers*). Em termos de design de cenário, isto significa que se deve ser projetado de forma que possa ser usado a partir de diferentes pontos de vista, desde os mais realistas, como em primeira pessoa (fig. 86a), passando por pontos de vista que simulam transmissões de televisão (fig. 86b), até pontos de vista fisicamente impossíveis, como *plongês* que acompanham o carro.



(a)

(b)

Figura 86: Imagens do jogo F1 2010 da Codemasters. (a) visão em primeira pessoa ou semelhante a do televisualmentos (b)

Fonte: <http://www.gamespot.com/pc/driving/f12010/images>

## 2.5. ASPECTOS FUNCIONAIS

Aqui, a fundamentação teórica deste estudo analisa os aspectos funcionais do desenvolvimento de AVDIs. Estes aspectos funcionais estão diretamente ligados à interação entre os usuários e estes ambientes, como coloca Cardoso (2002a, p.36) “A interação do usuário e sua imersão no espaço também caracterizam a realidade virtual”. A interatividade entre usuários e sistemas computacionais, que caracteriza os ambientes de jogos digitais e cenários virtuais, vão ao encontro do conceito de design de interação de Preece, Rogers e Sharp (2005): “Design de produtos interativos que fornecem suporte às atividades cotidianas das pessoas seja no lar ou no trabalho”.

Adams (2002) e Byrne (2006 p.16) consideram que, entre as principais funções dos ambientes virtuais nos jogos digitais, está o papel destes espaços na jogabilidade. Assim, considerando que os aspectos funcionais representam a qualidade da experiência do uso destes ambientes, optou-se aqui por fazer a análise destes aspectos baseada na usabilidade, como é estudada no design de interação. Segundo Nacke (2009), recentemente as pesquisas sobre jogos digitais têm atraído atenção das pesquisas em HCI.

O termo *gameplay* é frequentemente traduzido para o português como jogabilidade, embora ainda não conste em dicionários e haja controvérsia com relação à validade técnica desta tradução (VANUCCHI e PRADO, 2009). Contudo,

de maneira geral, *gameplay* e jogabilidade, fazem menção à forma como o jogador interage com a mecânica do jogo.

Pode-se pensar em uma associação entre o *gameplay* e o design de interação a partir da experiência do usuário, uma vez que a experiência do jogador é importante para a definição do conceito de *gameplay*. Segundo Howland, a definição de *gameplay* acontece em função das “interações significantes que o jogador tem com o jogo” (HOWLAND, 1999 *apud* VANUCCHI e PRADO, 2009).

“Então, assumimos que o *gameplay* emerge das interações do jogador com o ambiente, a partir da manipulação das regras e mecânicas do jogo, pela criação de estratégias e táticas que tornam interessante e divertida a experiência de jogar” (VANUCCHI e PRADO, 2009).

### **2.5.1. Metas de usabilidade do design de interação de Preece, Rogers e Sharp (2005)**

Assim como no caso dos aspectos técnicos e compositivos, para os aspectos funcionais, este trabalho aborda um conjunto de conhecimentos complementares aos tradicionais da arquitetura e do design, para o desenvolvimento dos AVDIs delimitados neste trabalho. Tendo isto em vista, optou-se aqui por sugerir que o eixo de aspectos funcionais deste conjunto de conhecimentos seja baseado nas metas de usabilidade e nos princípios de design e interação propostos por Preece, Rogers e Sharp (2005).

As metas de usabilidade propostas focam os seguintes aspectos:

Eficácia – propriedade do sistema de ser bom em se fazer o que se espera dele.

Eficiência – propriedade de propiciar que os usuários mantenham um alto nível de produtividade ao usarem o sistema.

Segurança – propriedade do sistema de propiciar que seu uso evite o acontecimento de erros e, no caso de ocorrerem, propiciar solução viável e fácil.

Utilidade – propriedade do sistema de propiciar funções que permitam que os usuários desempenhem suas tarefas da maneira que desejam.

*Learnability* – propriedade do sistema de ter seu uso aprendido pelo usuário facilmente.

*Memorability* – propriedade do sistema de oferecer recursos aos usuários para que se lembrem de como realizar tarefas, especialmente as menos frequentes.

### **2.5.3. Metas decorrentes da experiência do usuário**

Para Preece, Rogers e Sharp (2005 p.40), além das metas de usabilidade, que buscam originalmente eficiência e produtividade, há uma série de metas de natureza mais subjetiva, menos claramente definidas, baseadas na experiência do usuário. As autoras associam as metas decorrentes da experiência do usuário às seguintes características em sistemas:

- satisfatórios
- agradáveis
- divertidos
- interessantes
- úteis
- motivadores
- esteticamente apreciáveis
- incentivadores da criatividade
- compensadores
- emocionalmente adequados

A jogabilidade está diretamente relacionada à experiência do usuário (VANUCCHI e PRADO, 2009), então o ambiente virtual no qual o jogo acontece deve ser projetado tendo como meta a qualidade desta experiência. No caso dos cenários virtuais para televisão, a interatividade se dá com a equipe de produção e com os apresentadores e, neste caso, a experiência do usuário ser qualificada pode

se refletir em processos de produção mais criativos, motivadores e propiciadores de qualidade para o produto.

Preece, Rogers e Sharp (2005, p41) estruturam as metas do design de interação relacionando as metas de usabilidade e as metas decorrentes da experiência do usuário conforme a figura 87. O projeto de ambientes físicos leva em conta outras dimensões da experiência do usuário, como condições de habitabilidade, acessibilidade física e adequação ao desempenho de atividades, que podem ser consideradas referências para os ambientes virtuais (MAHER *et al* 2000). No caso do projeto de AVDIs, também são aplicáveis as metas de usabilidade decorrentes de experiência do usuário conforme o design de interação.



Figura 87: metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do usuário.  
Fonte: Preece, Rogers e Sharp (2005, p.41)

#### 2.5.4. Princípios de usabilidade e design

Os princípios de design são, segundo Preece, Roger e Sharp (2005 p.42), “abstrações generalizáveis, destinadas a orientar os designers a pensar sobre aspectos diferentes de seus designs”. Eles são uma série de itens que instruem o



processo de criação do design para que este atenda certos quesitos de qualidade. Para as autoras, os mais importantes para o design de interação são os princípios que se referem a “como os usuários devem fazer quando realizam tarefas utilizando um produto interativo”, característica que pode ser aplicável também a AVDIs. Estes princípios são relacionados pelas autoras como: visibilidade, *feedback*, restrições, mapeamento, consistência e *affordance*.

A visibilidade, enquanto princípio do design de interação significa que quanto “mais visíveis forem as funções, mais os usuários saberão como proceder” (PREECE, ROGER e SHARP, 2005 p.43). Em ambientes virtuais, isto significa que as funções que puderem ser procedidas pelo usuário devem estar visualmente representadas no espaço de forma claramente compreensível.

“O *feedback* se refere ao retorno de informações a respeito de que ação foi feita e do que foi realizado, permitindo à pessoa continuar a atividade” (PREECE, ROGER e SHARP, 2005 p.43). Ambientes virtuais podem ter diversos tipos de elementos capazes de fornecer *feedback*, como objetos que possam ser ativados, utilizados, movidos, etc. Elaborar um *feedback* adequado e realístico pode não apenas permitir que se desempenhe funções competentemente dentro do ambiente, como também ajuda a manter a verossimilhança e a imersão do espectador ou usuário (BATES, 2004 p.21). Se em uma simulação de física em um jogo digital, por exemplo, objetos reagirem a esforços como se fossem reais, o *feedback* contribuiria para que o jogador tenha sensação de imersão no ambiente do jogo.

Restrições referem-se à delimitação das interações que podem ser procedidas em cada situação. Em ambientes virtuais há restrições importantes em termos de se poder mostrar apenas o que foi virtualmente construído. Por exemplo, há jogos que representam cidades inteiras e que sugerem ao usuário que ele tem a liberdade de circular por toda a cidade, porém só parte dela este realmente disponível ao jogador. Segundo Bates (2004 p.113), as restrições e limites têm que ser implementados, sempre que possível, de forma que mantenham o jogador no fluxo do jogo, sem quebrar a imersão da narrativa.

Para os cenários virtuais para televisão, a situação é semelhante. O uso é restrito ao que é virtualmente construído, mas neste caso, não há necessidade de se

disfarçar a restrição dos usuários, mas sim deixa-las claras, para que não transpareçam para o telespectador. Cubillo (2009) coloca que os cenários virtuais, que normalmente são emulados sobre pequenos cenários físicos, trazem restrições de movimentação para os apresentadores.

“O mapeamento refere-se à relação entre os controles e seus efeitos no mundo” (PREECE, ROGER e SHARP, 2005 p.44). Para os jogos digitais, este princípio de mapeamento está na relação entre o jogador e o jogo como um todo, incluindo personagens, interface gráfica de jogo e funções, o que vai além das características do ambiente. Nos cenários virtuais para televisão, isto pode significar uma disposição viável e compreensível dos elementos cenográficos para os apresentadores que estão no estúdio de *chroma-key*.

A consistência refere-se à coerência entre operações semelhantes. Em jogos ou cenários virtuais significa, por exemplo, que se o personagem interage com um elemento virtual de uma forma, quando for interagir com outro elemento de mesma natureza, possa fazê-lo de maneira semelhante, de forma que o uso seja mais intuitivo e fácil de aprender.

“*Affordance* é um termo utilizado para se referir ao atributo de um objeto que permite às pessoas saber como utilizá-lo.” (PREECE, ROGER e SHARP, 2005 p.46). Refere-se, então, à possibilidade de interpretação intuitiva por parte do usuário das funções para qual o produto se destina. Isto vai ao encontro do princípio de *game design* de Bates (2004) segundo o qual o desenho do ambiente deve conduzir o usuário para que ele frua o jogo intuitivamente de acordo com o fluxo para o qual ele foi projetado. Cabe então ao designer do ambiente virtual, projetá-lo de forma a tornar seu uso intuitivo e espontâneo.

### 3. SISTEMATIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS

A partir da fundamentação teórica baseada em literatura técnica e acadêmica, aqui será apresentada uma proposta de relação de conhecimentos, complementares aos conhecimentos tradicionais da arquitetura e design, para o desenvolvimento de AVDIs.

A elaboração desta sistematização consiste em um dos objetivos específicos deste trabalho. A partir de sua verificação em um estudo de caso e de sua aplicação em um experimento, pretende-se validar esta sistematização, para atingir o objetivo geral do estudo.

Os estudos realizados neste trabalho apontaram para a organização destes conhecimentos em três eixos básicos: aspectos técnicos, compositivos e funcionais. Após a relação textual, é apresentado um diagrama onde os conhecimentos estão sistematizados.

#### 3.1. EIXO DE CONHECIMENTOS REFERENTES AOS ASPECTOS TÉCNICOS

Aqui são apresentados seis itens relativos a aspectos técnicos aplicados no desenvolvimento de AVDIs.

##### 3.1.1. Chroma-key

Conceito e uso do *chroma-key*, técnica básica de efeito especial onde uma cor é substituída por outra camada de vídeo, o que permite a incrustação dos apresentadores em um cenário virtual.

##### 3.1.2. *Tracking* em tempo real

Conceito e uso das diferentes técnicas de *tracking* em tempo real, que permitem que a posição e propriedades de lente da câmera física sejam reproduzidas instantaneamente por uma câmera virtual, em um ambiente gerado em computação gráfica.

### 3.1.3. Modelagem tridimensional

Técnicas de criação e manipulação de objetos e ambientes tridimensionais virtuais em computação gráfica, tipos de modelos e tipos de arquivos.

### 3.1.4. Materiais, texturas e mapas

Técnicas a partir das quais as superfícies dos objetos tridimensionais virtuais são exibidas pelo computador, definindo propriedades físicas e associando imagens às superfícies.

Conceitos e usos de técnicas de manipulação e propriedades de imagens digitais como formatos de arquivos de imagem, profundidade de cor, transparência e canal alpha, tamanho e resolução de imagens.

Conceitos e usos de técnicas de aplicação de texturas em modelos tridimensionais como *bump mapping*, *normal mapping*, mapeamento de texturas em modelos tridimensionais, composição em *tile*, e camadas de mapeamento.

### 3.1.5. Iluminação

Tipos de luzes e sombras utilizadas em simulações tridimensionais em computação gráfica.

Conceitos e aplicações de técnicas de iluminação em computação gráfica como *global illumination*, *lighmap*, *vertex lighting* e *pixel lighting*.

### 3.1.6. Renderização em tempo real

Conceito de renderização, técnica a partir da qual o computador exibe os modelos e ambientes tridimensionais finalizados, e as particularidades envolvidas na renderização em tempo real, onde o processamento desta exibição acontece instantaneamente, permitindo interação com o usuário.

Conceitos e aplicação de técnicas associadas à renderização em tempo real como: otimização de geometrias em modelos tridimensionais, modelos *high* e *low*

*poly*, suavidade em superfícies de modelos tridimensionais, *level of detail*, *mip mapping*, frustum e *render to textures*.

### 3.2. EIXO DE CONHECIMENTOS REFERENTES AOS ASPECTOS COMPOSITIVOS

Aqui são apresentados nove itens relativos a aspectos compositivos aplicados no desenvolvimento de AVDIs.

#### **3.2.1. Relações entre a arquitetura e a cenografia virtual**

Diferenças entre as restrições e liberdades estéticas e de projeto entre o design de ambientes físicos e virtuais.

A arquitetura física como paradigma para a criação de ambientes virtuais.

#### **3.2.2. Diferenças entre a visão humana e a câmera**

Especificidades em projetos de ambientes cuja imersão do usuário é mediada por uma câmera e por um monitor ou aparelho de televisão.

#### **3.2.3. Lentes**

Características de propriedades de lentes e a utilização destas características para manipular a perspectiva com fins estéticos.

#### **3.2.3. Composição fotográfica**

Emprego, com fins estéticos, de estilos e fórmulas de disposição dos elementos enquadrados na imagem, como a regra dos terços, curvas em “s”, emolduração da imagem e exploração da profundidade de campo.

### 3.2.4. Planos e sequências

Técnicas e usos de planos, trechos de vídeo contínuos que são classificados com base em enquadramento e duração, em tipos como: plano geral, plano americano, plano médio, *close*, detalhe, *plongê* e *contra-plongê*.

Técnicas e usos de sequências, conjuntos de planos coordenados que descrevem uma situação.

### 3.2.5. Movimentos de Câmeras

Técnicas, aplicações e restrições de movimentos de câmeras, como: panorâmica, *tilt*, *zoom*, pedestal, *travelling*, *dolly*, *truck*, grua, *handheld* e *steadycam*.

### 3.2.6. Edição

Técnica de montagem dos planos e sequências, que resulta no filme ou programa de televisão, e conceitos associados como: planos de corte, composição externa e quebra de eixo.

### 3.2.7. Iluminação

Técnicas que permitem a manipulação da iluminação na cena de forma que se possam obter deliberadamente propriedades estéticas e dramáticas na imagem. Estas técnicas envolvem:

Tipos de iluminação, como *high key*, *low key*, *graduate tonality*, alto contraste e baixo contraste.

Qualidade da luz, como direcional (dura) ou difusa (suave).

Fontes de luz, como luz principal, luz de preenchimento, contraluz e luz justificada.

Configurações da iluminação como frontal, ampla, silhueta e de três pontos.

Características de iluminação específicas para cenografia virtual.

### **3.2.8. Blocking**

Técnica de direção da cena, onde são definidas, na prática, as posições e movimentos de personagens e elementos cenográficos, planos e iluminação.

### **3.2.9. Composição aplicada a jogos digitais.**

Técnicas de cenografia específicas para jogos digitais em seus diferentes gêneros e pontos de vista como: primeira pessoa, terceira pessoa, *adventure*, luta, estratégia, esportes e simuladores.

## **3.3. EIXO DE CONHECIMENTOS REFERENTES AOS ASPECTOS FUNCIONAIS**

Aqui são apresentados quatro itens relativos a aspectos funcionais no desenvolvimento de AVDIs.

### **3.3.1. Gameplay**

Conceito de jogabilidade e sua relação com os AVDIs.

### **3.3.2. Princípios do design de interação**

Aplicação, ao desenvolvimento de AVDIs, de princípios de usabilidade como: visibilidade, *feedback*, restrições, mapeamento, consistência e *affordance*.

### **3.3.3. Metas de usabilidade do design de interação**

Aplicação, ao desenvolvimento de AVDIs, de adaptações de metas de usabilidade como: eficácia, eficiência, segurança, utilidade, facilidade de entendimento e de aprendizado do uso.

No caso da cenografia virtual para televisão, a interação com o cenário virtual se dá durante a produção do programa, situação na qual pode-se considerar usuários os operadores do sistema e os apresentadores. No caso dos jogos digitais, Narr, Noble e Biddle (2007) colocam que, para estudar os jogos digitais sob uma

perspectiva baseada em HCI (*Human-Computer Interaction*), é necessário entender sua natureza como jogos, mídia e software. Nos jogos, a interação ocorre diretamente com o jogador, o usuário final. Desta forma, neste estudo propõe-se dois conjuntos de adaptações das metas de usabilidade do design de interação propostas por Preece, Rogers e Sharp (2005). Uma voltada ao desenvolvimento de ambientes para jogos digitais e outra voltada ao desenvolvimento de cenografia virtual televisiva.

### 3.3.3.1. Adaptação das metas de usabilidade do design de interação de Preece, Rogers e Sharp (2005) para o desenvolvimento de ambientes virtuais para jogos digitais.

Nos ambientes de jogos digitais, a interatividade do ambiente se dá com jogadores ou usuários, que são os consumidores finais do produto do qual o ambiente virtual faz parte. Conforme a figura 88 observa-se que o ambiente virtual do jogo é criado por uma equipe multidisciplinar de designers e programadores (BYRNE, 2005). Dentro deste ambiente acontecerá o jogo, que será usado interativamente pelo jogador.

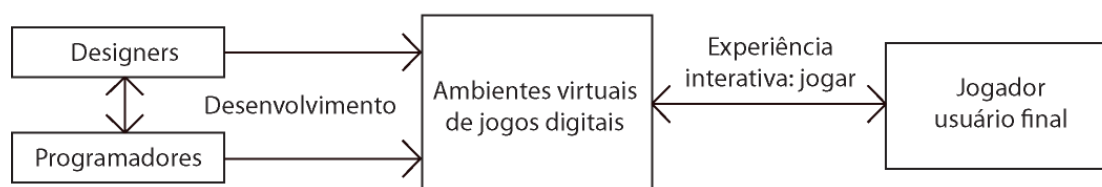


Figura 88: Esquema de criação e uso de ambiente de jogo digital.

Jogos agradam os usuários ao oferecer desafio aos jogadores, testando seu desempenho e seus limites (SWEESTSER e WYETH, 2005). Isto pode, a princípio, parecer o oposto dos princípios de design de interação, que objetivam facilitar o uso, mas isto seria um erro de interpretação. O desafio proposto pelos jogos não está na interface de uso, mas sim nos desafios propostos em sua narrativa. A interface deve ter qualidade de usabilidade para propiciar ao jogador a possibilidade de vencer os desafios propostos pela narrativa do jogo. A partir deste enfoque, podem-se aplicar as metas de design de interação à interface dos jogos.



Uma série de estudos propõe modelos para a análise e projeto de jogos, diretamente aplicáveis no desenvolvimento de seus ambientes e que aproximam a jogabilidade dos princípios do design de interação. Sweestser e Wyeth (2005), propõem um “modelo de *gameflow*”, onde o fluxo do jogo é analisado a partir dos elementos: concentração, desafio, habilidades, controle, clareza de objetivos, imersão e sociabilidade. Segundo Desurvire, Caplan e Toth (2004), os objetivos da produtividade em softwares é fazê-los “fáceis de aprender, usar e dominar”. Diferentemente, nos jogos, as metas de design são normalmente fazê-los “fáceis de aprender, difíceis de dominar” (BATES, 2004).

Desurvire, Caplan e Toth (2004) propõem quatro categorias de heurística para a avaliação do divertimento em jogos digitais:

Gameplay – diz respeito aos problemas e desafios aos quais o usuário será exposto;

História do jogo – diz respeito ao roteiro e as características dos personagens;

Mecânica do jogo – envolve a programação que provê a estrutura sob a qual acontece a interação com o ambiente;

Usabilidade do jogo – diz respeito à interface e elementos que o jogador usa para interagir com o jogo.

Como visto, há diferentes pontos de vista para análise, projeto e avaliação de jogos digitais, mas pode-se chegar à conclusão de que a usabilidade não pode ser ignorada. No momento de projetar o ambiente virtual para um jogo digital, o designer está projetando parte de um software e o uso das metas do design de interação é um recurso à disposição do designer.

Assim, as metas de usabilidade do design de interação propostas por Preece, Rogers e Sharp (2005) poderiam ser adaptadas ao desenvolvimento de ambientes para jogos digitais da seguinte forma:

Eficácia – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar que o jogador utilize o ambiente como cenário do jogo.

Eficiência – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar que o jogador consiga desempenhar bem o papel de seu avatar dentro do jogo.

Segurança – Propriedade do ambiente virtual de assegurar que o fluxo de jogo transcorra adequadamente.

Ambientes mal projetados podem gerar situações conhecidas na indústria dos jogos como *dead man walking* (BATES, 2004 p.33) onde o jogador fica preso, sem poder evoluir ou regredir. Em alguns casos, o jogador sequer tem como saber de sua condição improfícua. Também representam problemas lugares a partir dos quais um jogador têm vantagens que prejudicam o equilíbrio do jogo. A segurança, neste contexto, diz respeito ao ambiente não colocar em risco o funcionamento do jogo como produto.

Utilidade – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar que o jogador desempenhe todas as funções e tarefas que o jogo lhe propõe.

*Learnability* – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar que o jogador compreenda o espaço e aprenda a utilizá-lo de forma competitiva e com destreza.

Uma das diretrizes de *game design* é “proteger os novatos”. Até que um jogador consiga compreender o espaço e ter destreza em um jogo, ele é um alvo fácil para adversários mais experientes, então é adequado que o designer projete dispositivos para protegê-lo durante seu período de aprendizado, para que tenha como evoluir e não desista do jogo (BATES, 2004 p.34).

*Memorability* – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar recursos para que o jogador, ao retornar ao ambiente, lembre-se de como utilizá-lo, de forma que possa se ater à narrativa do jogo.

Em ambientes de jogos de ação, Bates (2004) recomenda que sejam colocados elementos visuais de forma que o jogador reconheça os lugares por onde já passou, permitindo uma compreensão e localização dos espaços que são usados mais de uma vez. A figura 89 é uma imagem do jogo *Combat Arms*, em um ambiente de guerra urbana. Na imagem aparecem os destroços de um helicóptero que servem de ponto de referência para os jogadores orientarem-se no mapa do jogo, além de construir o clima do ambiente.



Figura 89: Imagem do jogo Combat Arms, onde elementos cenográficos orientam e localizam o jogador no espaço virtual.

Fonte: <http://games.levelupgames.uol.com.br/combat-arms/midia/imagens.lhtml>

### 3.3.3.2. Adaptação das metas de usabilidade do design de interação de Preece, Rogers e Sharp (2005) para o desenvolvimento dos cenários virtuais televisivos.

No caso dos cenários virtuais para televisão, as experiências interativas são diferentes das experiências dos ambientes de jogos digitais. Conforme a figura 90, as experiências de interação, no contexto deste estudo, não acontece com o consumidor final. Por outro lado, a equipe técnica de produção tem uma relação interativa de operação de software e hardware e os apresentadores têm uma relação peculiar de interação com o ambiente virtual. Eles atuam em um ambiente de *chroma-key*, (fig. 91) um estúdio completamente pintado de uma única cor, geralmente azul ou verde, que é substituído eletronicamente pelo cenário virtual (fig. 92).

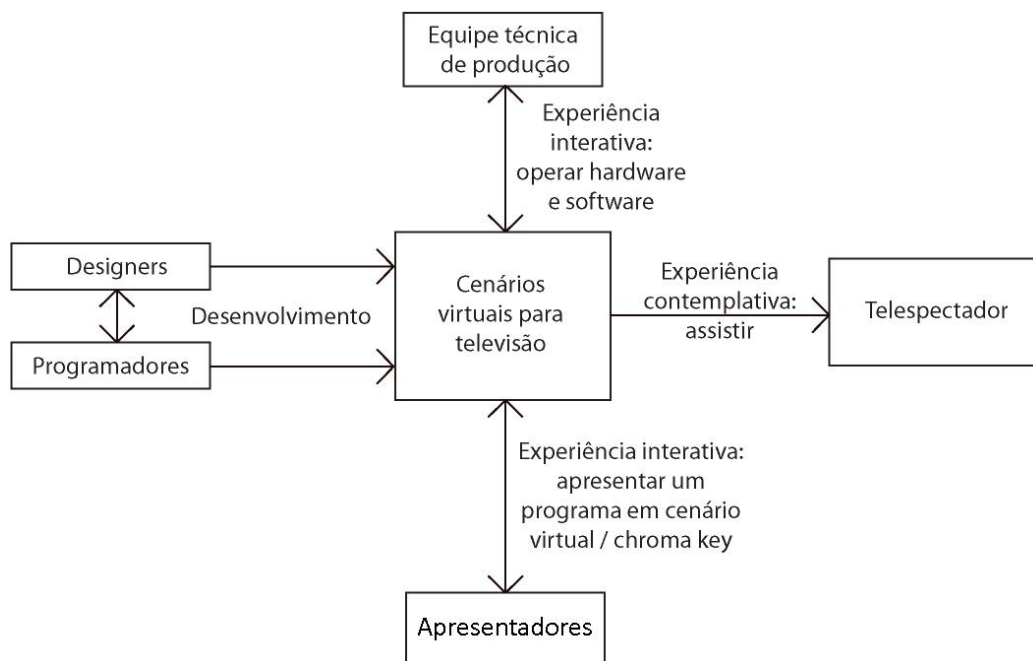


Figura 90: Diagrama de criação e uso de um cenário virtual para televisão.



Figura 91: Estúdio de cenografia virtual da RBS TV de Porto Alegre, onde é gravado o programa Teledomingo, entre outros.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 92: Imagem do programa Teledomingo, com os apresentadores em um cenário virtual digital.  
Fonte: RBS TV.

Basílio Rota, jornalista e editor executivo do programa Teledomingo em 2009, em depoimento sobre o uso da cenografia virtual na produção, coloca que o uso dos cenários virtuais “operacionalmente demanda mais tempo, porque o recurso técnico exige mais planejamento, mas compensa no resultado” e também que “com maior número de quadros e situações disponíveis, passamos a interagir mais o texto com o objeto em cena” (Basílio Rota em BÜLOW, 2009). Esta necessidade de tempo e planejamento é ocasionada pelas operações de *softwares* e *hardwares* necessárias para a utilização do cenário virtual, que são processos de uso abordados pelas metas de usabilidade aqui empregadas.

As relações entre o usuário e os computadores não se resumem à etapa de desenvolvimento destes cenários. Cada vez que o cenário é utilizado na produção de um programa, uma equipe interdisciplinar, diferente da equipe que concebeu o ambiente, é envolvida em um processo que inclui a operação de equipamentos e *softwares*.

A experiência interativa dos apresentadores é distinta da experiência dos designers e dos operadores dos cenários virtuais. Enquanto os operadores são usuários de equipamentos e *softwares* que fazem o cenário virtual funcionar, os apresentadores usam o cenário virtual diretamente. Cubillo (2009) investigou o papel dos apresentadores nos cenários virtuais e identificou algumas situações a partir das quais se pode concluir que é apropriada a aplicação de metas de usabilidade do

design de interação ao desenvolvimento destes ambientes. O estudo indicou que o uso da cenografia virtual limita os movimentos e o espaço de ação do apresentador, e conclui que o uso dos cenários virtuais acarreta mudanças nos processos de produção e em aspectos fundamentais como a interação do apresentador com o cenário.

O jornalista e apresentador Túlio Milman, em depoimento para estudo sobre o cenário virtual do programa Teledomingo da RBS TV, coloca, acerca do uso do cenário por parte dos apresentadores: "Do ponto de vista do apresentador, o cenário exige maior desenvoltura cênica, já que a interação muitas vezes acontece com algo que inexistente concretamente." Ainda sobre dificuldades encontradas no uso do cenário, e que podem ser relacionadas ao design de interação, comenta: "O apresentador, muitas vezes, fica dependendo de processos que não compreende. Por exemplo, limitações técnicas e falhas que ocorrem no *switcher*, mas que não chegam até o estúdio (comunicação)" (TÚLIO MILMAN em BÜLOW, 2009).

Como há duas situações de interação distintas, serão sugeridas aqui adaptações às metas de usabilidade propostas por Preece, Rogers e Sharp (2005) com observações para as interações dos cenários virtuais com a equipe de produção e com os apresentadores.

Eficácia – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar uma cenografia de qualidade para um programa de televisão.

Eficiência – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar que a equipe de produção e os apresentadores consigam manter um alto nível de qualidade e produtividade.

Segurança - Propriedade do ambiente virtual de prevenir que a equipe de produção e os apresentadores cometam erros graves e – se mesmo assim o fizerem – permitir que estes erros sejam facilmente corrigidos.

Levando-se em conta que a televisão costuma trabalhar com prazos curtos e transmissões ao vivo, este item assume grande importância. A interface para os operadores tem que ser clara para evitar erros. No caso dos apresentadores, tem que ser levado em conta, na questão da segurança da usabilidade, o fato de os

apresentadores não estarem enxergando diretamente o cenário com o qual estão interagindo. Segundo Cubillo (2009), este problema é frequente, especialmente quando o programa conta com convidados que não estão acostumados com os processos envolvidos. As soluções que têm sido usadas incluem marcações no chão, ensaios, monitores e projeções de referência.

Utilidade – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar um conjunto adequado de funções que permita à equipe realizar todas as tarefas envolvidas na produção do programa de maneira otimizada. No caso dos apresentadores, pode-se considerar utilidade como a propriedade do ambiente virtual de propiciar que apresentem o programa com a mesma desenvoltura que teriam em um cenário físico.

*Learnability* – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar o aprendizado de tarefas do sistema.

Como o sistema de cenografia virtual é integrado com o sistema de grafismo, é possível que se use uma série de recursos gráficos mais complexos, mas que demandam mais experiência e habilidade da equipe. Então, a dificuldade e o tempo necessário para que a equipe de produção e os apresentadores se capacitem a usar estes recursos está diretamente ligada à produtividade.

*Memorability* – Propriedade do ambiente virtual de proporcionar suporte para auxiliar a equipe de produção a lembrar de como realizar tarefas, especialmente para recursos que não são utilizadas com muita frequência.

Há recursos nos cenários virtuais que são utilizados em intervalos de tempo maiores, em programas com prazos muito curtos de produção. Por exemplo, recursos gráficos de previsão do tempo que são necessários apenas ocasionalmente.

Estas operações requerem habilidade e memória da equipe de produção - que precisa operar recursos não usuais - e do apresentador, que não enxerga estes elementos gráficos diretamente durante o uso. Na figura 93, por exemplo, a jornalista Paula Valdez apresenta a previsão do tempo interagindo com um mapa e um termômetro tridimensionais que ela, na verdade, não vê. Ela atua em um estúdio

vazio preparado para *chroma-key* e os elementos são inseridos por computação gráfica. Assim, as questões de utilidade, *learnability* e *memorability* têm grande importância na relação de interação entre o cenário virtual e os apresentadores.

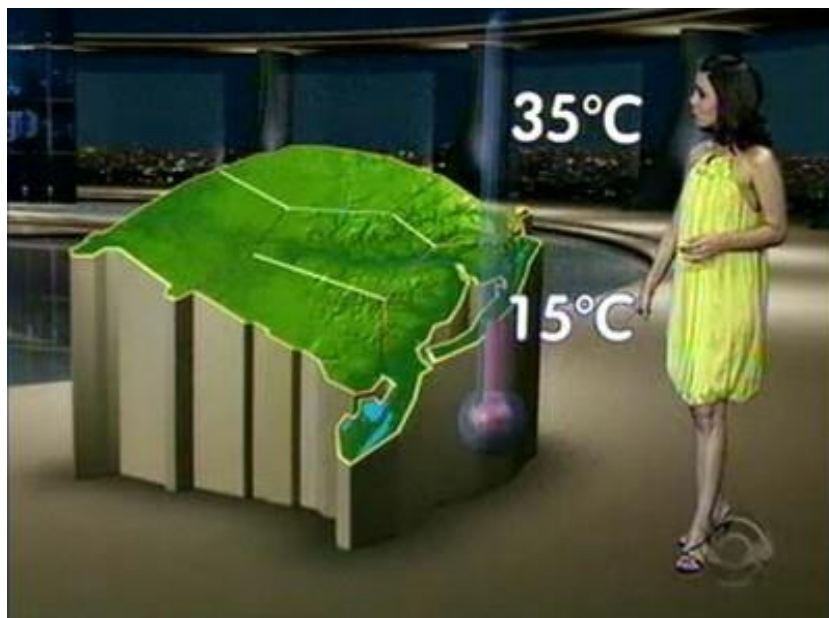


Figura 93. Previsão do tempo em cenografia virtual no programa Teledomingo, da RBS TV de Porto Alegre.  
Fonte: RBS TV

#### **3.3.4. Metas de usabilidade decorrentes da experiência do usuário**

Aplicação, ao desenvolvimento de AVDIs, de metas de usabilidade decorrentes da experiência do usuário que visem que o uso do ambiente tenha características como ser: satisfatório, agradável, divertido, interessante, útil, motivador, esteticamente apreciável, incentivador da criatividade, compensador e emocionalmente adequado.

#### **3.4. DIAGRAMA DA RELAÇÃO DE CONHECIMENTOS**

O diagrama a seguir (fig. 94) resume e organiza de maneira hierarquizada a relação de conhecimentos proposta neste estudo.



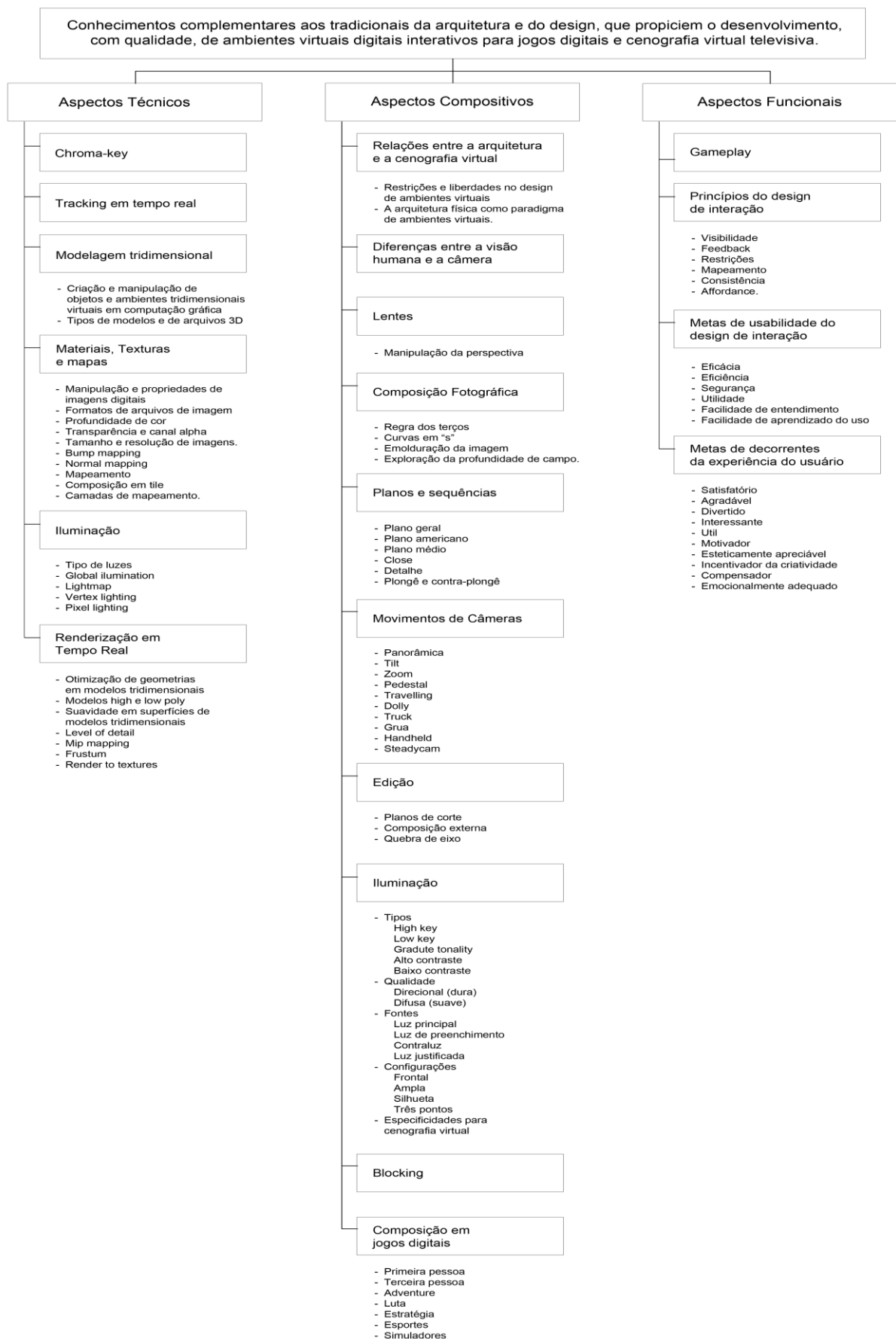


Figura 94: Diagrama da relação de conhecimentos proposta.

#### 4. ESTUDO DE CASO - Cenografia virtual do Programa Teledomingo

Esta etapa do trabalho é uma análise de um caso de desenvolvimento e uso de um AVDI. O caso escolhido para o estudo é a cenografia virtual desenvolvida em 2009 para o programa Teledomingo, da RBS TV.

##### 4.1. SOBRE O TELEDOMINGO

O Teledomingo é um programa de televisão da RBS TV no formato “revista eletrônica”. Apresentado nas noites de domingo após a o Fantástico, para o Rio Grande do Sul, com uma pauta diversificada que envolve temas de entretenimento, jornalismo investigativo e factual. No ar desde 1997, o Teledomingo é um programa muito popular, com altos índices de audiência (segundo o IBOPE em novembro de 2009, 23 pontos de audiência e 53,3% de *share* domiciliar em Porto Alegre). Possui uma penetração diversificada em todas as classes sociais e uma linguagem descontraída que sempre permitiu uma postura ousada em sua produção.

A primeira versão do cenário do Teledomingo era física (não virtual) e seguia um estilo de apresentação de bancada (fig. 95), como um telejornal, se valendo de um *videowall* como elemento cenográfico diferenciado.



Figura 95: Cenário do Teledomingo entre 1997 e 2000.  
Fonte: Arquivo RBSTV

Na segunda geração de cenários, de 2000 a 2003 (fig. 96) e na terceira, de 2003 a 2007 (fig. 97), o programa usou cenários gerados por computação gráfica, mesmo antes de a RBS TV dispor dos sistemas de cenário virtual com *tracking* e renderização em tempo real. Os apresentadores eram colocados em *chroma-key* simples, em diversos ângulos de ambientes produzidos em softwares 3D, mas com movimentos de câmera restritos.



Figura 96: Cenário virtual do Teledomingo entre 2000 e 2003. Fundo *chroma-key*.  
Fonte: Arquivo RBS TV



Figura 97: Cenário virtual do Teledomingo entre 2003 e 2007. Fundo *chroma-key*.  
Fonte: Arquivo RBS TV

Em 2007, foi procedida uma mudança na identidade visual do programa e o Teledomingo passou a ser o primeiro programa do Rio Grande do Sul a ser apresentado com cenografia virtual com *tracking* e renderização em tempo real (fig. 98).



Fig. 98: Cenário virtual do Teledomingo entre 2007 e 2009. Fundo *chroma-key* com tracking e renderização em tempo real.  
Fonte: Arquivo RBS TV

No aniversário de 12 anos do programa, no dia 8 de novembro de 2009, novamente foi procedida uma renovação visual e foi criado um novo cenário, cujo desenvolvimento é relatado neste estudo, com recursos técnicos da então versão mais recente de *hardware* e *software* de empresa israelense de tecnologia Orad. A sequência de imagens da figura 99 mostra o ambiente, onde elementos cenográficos movem-se para exibir imagens da matéria jornalística que está sendo apresentada.



Figura 99: Cenário virtual do Teledomingo entre inaugurado em novembro de 2009.  
Fonte: Arquivo RBS TV

## 4.2. ASPECTOS COMPOSITIVOS

A demanda por um novo cenário para o Teledomingo surgiu naturalmente em novembro de 2008 devido à natureza do programa, que busca sempre a inovação, e da recente instalação de um novo sistema de cenografia virtual na RBS TV. O desenvolvimento deste, porém, foi encarado como mais uma tarefa para o departamento Editoria de Arte, que atende também a toda a demanda de ilustrações, vinhetagem, simulações e artes em geral da RBS TV e TVCOM, com uma equipe de sete editores de arte, à época. Em virtude desta carga de trabalho concomitante, o desenvolvimento do cenário e identidade visual do programa levou cerca de um ano para ser concluída.

O processo de criação do cenário envolveu etapas de:

- concepção artística;
- desenvolvimento, testes e implementação;
- uso e aprimoramentos.

Estas etapas equivalem aos três aspectos abordados neste estudo: compositivo, técnico e funcional.

Na etapa de concepção decidiram-se quais seriam as demandas e diretrizes estéticas:

- o novo cenário deveria refletir ousadia e inovação;
- deveria ser amplo, e esta característica deveria ser percebida pelo telespectador a partir de elementos cenográficos que possibilitassem a leitura da perspectiva e profundidade;
- deveria propiciar uma apresentação dinâmica com movimentos de câmera e de elementos cenográficos;
- inovar visualmente, mas mantendo alguma ligação com a linguagem visual já estabelecida do programa;

- o cenário deveria exibir características fisicamente impossíveis, de forma a deixar claro o fato de o cenário ser virtual, um diferencial exclusivo considerado positivo à época;

- o cenário deveria possibilitar a utilização de vários ângulos diferentes, permitindo variações de planos, enquadramentos e perspectivas, bem como explorar os movimentos de câmera que o sistema permite.

Foi adotada como estratégia generativa a utilização de um objeto central que incorporasse estas diretrizes, a partir do qual foi pensado o resto do cenário. Este objeto é um telão, composto de 48 telas, que flutua e faz movimentos coordenados para exibir vídeos das matérias do programa. A figura 100 mostra um estudo da etapa de projeto conceitual, onde aparece uma experiência com os telões. Para acentuar a percepção do espaço e as perspectivas, foi utilizada no perímetro do cenário uma arcada de pilares. Tanto a arcada perimetral quanto os telões centrais receberam uma iluminação marcante para reforçar a volumetria do ambiente.

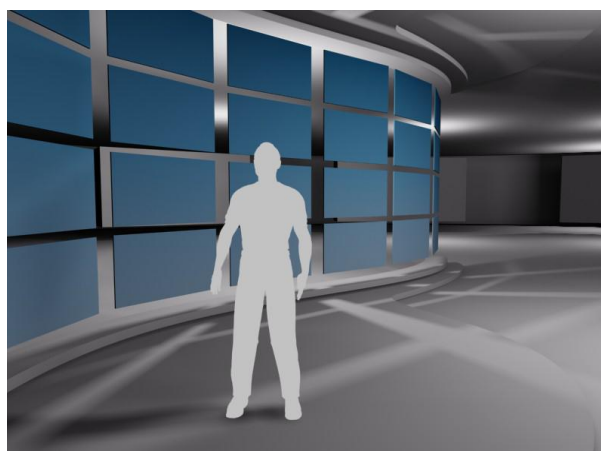


Figura 100: Estudo da etapa de projeto conceitual do cenário  
Fonte: Editoria da Arte RBS TV

O fato de o cenário não ser construído fisicamente permite que a etapa de concepção se misture a outras etapas, principalmente a de desenvolvimento e, até mesmo, a de testes e implementação. Na prática, isto significa que várias vezes o cenário foi testado e sofreu alterações compositivas, em virtude dos *feedbacks* da equipe.

Pode-se verificar que, na etapa de concepção artística, foram empregados conhecimentos abordados na fundamentação teórica e na sistematização de

conhecimentos proposta neste trabalho. Alguns assuntos foram explicitamente explorados inclusive como parte do *briefing* para o desenvolvimento do cenário, como a exploração da virtualidade do ambiente em seu visual, a iluminação foi usada com propósitos estéticos e houve demanda por vários planos, movimentos e composições diferentes envolvendo o cenário e os apresentadores.

#### 4.3. ASPECTOS TÉCNICOS

A etapa de desenvolvimento em computação gráfica, a construção do cenário virtual no *software* Orad 3Designer, foi marcada pela pesquisa e assimilação da tecnologia pela equipe e por alterações de projeto solicitadas à medida que resultados iam aparecendo. Alterações a partir de resultados de etapas do desenvolvimento são naturais no processo de design, quando se utiliza o design virtual como metodologia, como colocam Carniel e Aymone (2010) “o Design Virtual pode ser compreendido como um processo interativo de desenvolvimento de produto, através de sucessivas virtualizações e atualizações”.

O cenário foi completamente modelado dentro do 3ds Max 2009. O modelo tridimensional do cenário foi então exportado para o formato VRML (AMES, NADEAU e MORELAND, 1996) e importado dentro do Orad 3Designer. A estratégia usada foi a de se fazer o processo *render to textures* ou *baked textures* (fig. 101).

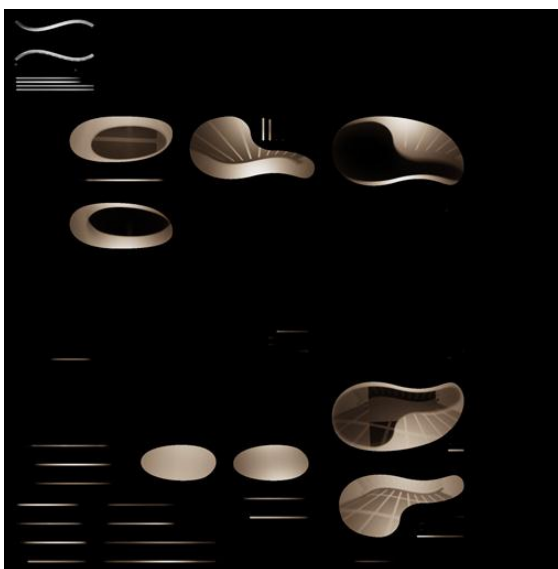


Figura 101: Textura do modelo tridimensional do elemento palco central do cenário, criada com *render to texture*. As sombras já estão incrustadas na imagem da textura.

Fonte: Editoria de Arte RBS TV.

Como colocado anteriormente, o sistema de *render to textures* implica limitações de movimentos, uma vez que as sombras e efeitos de iluminação estão fixados às texturas de forma estática. Esta limitação se fez presente no caso deste cenário, uma vez que o principal elemento cenográfico, o telão central, se movimenta e as sombras supostamente se movimentariam coordenadamente. Como os movimentos deste telão são eventuais e rápidos, levam cerca de 2 segundos, considerou-se que a não coerência da sombra com o movimento do telão não seria percebida pelos telespectadores (fig. 102a).

Por outro lado, na vinheta de abertura do programa, criada por Carlos Jung Porto, foi utilizado o mesmo modelo 3D da cenografia virtual, porém renderizado previamente no 3D Studio Max e tratado no software de animação Adobe *After Effects*. Neste caso, sem a imposição das limitações da renderização em tempo real, foi possível utilizar-se a animação dos telões com a sombra se movendo adequadamente (fig. 102b).



Figura 102: Sombra estática no modelo 3D do cenário interativo (a) e sombra dinâmica no modelo 3D da vinheta da abertura.

Fonte: Editoria de arte RBS TV

A situação foi testada internamente e, mesmo para olhos de profissionais experientes da empresa, o detalhe da incoerência do movimento das sombras não foi percebido. Foi avaliado que o ganho estético do movimento dos telões seria mais interessante que o prejuízo da falta de movimento das sombras, e que o fato de as sombras terem sido mostradas com o movimento correto na vinheta de abertura induziria o telespectador a considerar que as sombras todas se movem coerentemente. Assim, foi decidido que o cenário seria usado mesmo com esta singularidade.



Além das restrições do sistema de *baked texture*, há as restrições de animação nesta situação de uso do VRML como ponte entre o 3ds Max e o Orad 3Designer. Além de texturas e opacidade não comportarem animações, foram encontradas dificuldades significativas na exportação de animações de grupos de objetos.

Assim, para viabilizar a criação do ambiente com todas suas animações de objetos e texturas, foram feitas diversas experiências de exportação. Ao invés de um arquivo único, foram criados diversos arquivos de partes do cenário que continham movimentos relevantes: telão, previsão do tempo, artes incidentais, etc. Animações cuja exportação não foi possível, em razão de limitações do VRML, foram recriadas diretamente no sistema ORAD. Porém, esta é considerada uma segunda alternativa, uma vez que os recursos de animação e a interface mais amigável do 3ds Max são mais adequados para o desenvolvimento de animações rebuscadas.

A participação da tecnologia VRML neste processo é restrita a ser uma ponte entre o 3ds Max e o Orad 3Designer. Não acontece sequer a visualização por *browser* dos ambientes exportados, porque as texturas usadas no cenário são do formato TGA, incompatível com os players para VRML em *browsers*. Ainda assim, a adoção do VRML é uma evolução, posto que a versão anterior do 3Designer utilizava diretamente arquivos MAX, restringindo as possibilidades de desenvolvimento em outros softwares e com consideráveis limitações.

No caso estudado, foi observada a aplicação de grande parte dos conhecimentos técnicos abordados no respectivo capítulo da fundamentação teórica, como descrito acima. Foram empregadas técnicas de *tracking*, modelagem tridimensional em diferentes tipos de arquivos, iluminação, materiais, texturas e mapeamento para um ambiente renderizado em tempo real e utilizado interativamente. Algumas técnicas mais avançadas como *normal bump mapping* não foram empregadas por ainda não estarem disponíveis no sistema Orad, usado neste cenário. Contudo, a presença destes conhecimentos na fundamentação teórica se justifica em virtude da técnica já ser usual em jogos digitais e softwares de renderização convencional.

#### 4.4. ASPECTOS FUNCIONAIS

A etapa de implementação e testes envolveu cerca de três semanas de produção de programas piloto, testes de enquadramentos e alterações baseadas nos resultados obtidos. Nesta etapa, a equipe de operação – direção de imagem, câmeras, apresentadores, operadores dos equipamentos – tem um contato mais intenso e de uma quantidade maior e mais qualificada de avaliações técnicas para a equipe que trabalhou na concepção e desenvolvimento. Por conta disto, acaba havendo uma extensão ou retomada das etapas de concepção e desenvolvimento. Como esta etapa se deu muito próxima da data marcada para a estreia da nova versão do programa, alguns problemas foram detectados, detalhes funcionais e estéticos, e para eles tiveram que ser desenvolvidas soluções em um período de tempo bastante curto, às vezes de algumas horas.

A figura 103 mostra o cenário virtual finalizado, antes da inserção dos apresentadores reais. Foram criados modelos humanóides virtuais para a conferência da escala dos apresentadores no cenário.



Figura 103: cenário virtual do programa Teledomingo finalizado, com modelos humanóides para conferência de escala.

Fonte: Editoria de Arte, RBS TV.

O programa foi para o ar com praticamente todos os novos recursos funcionando e teve uma excelente avaliação. A ideia de se considerar o uso como uma etapa e não uma conclusão do processo vem da diretriz do programa de estar

sempre inovando, e vai ao encontro das premissas da filosofia de projeto integrado de produto (BACK, OGLIARI e DA SILVA, 2008).

Devido à natureza do cenário virtual, alterações e intervenções no cenário têm como custo apenas a mão de obra do designer que já faz parte da equipe da empresa. Com base nisto, desde o primeiro programa se passou a inserir artes cenográficas incidentais baseadas em temas das matérias. Já no primeiro programa foram inseridas virtualmente casas para ilustrar uma matéria sobre casa própria (fig. 104). Para o segundo programa, foi criada uma arte incidental de temática apocalíptica para ilustrar uma matéria sobre o "fim-do-mundo" (fig. 105). Passaram a se desenvolver artes incidentais para ilustrar matérias relevantes, quase semanalmente.



Figura 104: Arte incidental no cenário virtual criada para matéria do programa de estreia.  
Fonte: Editoria de Arte RBS TV

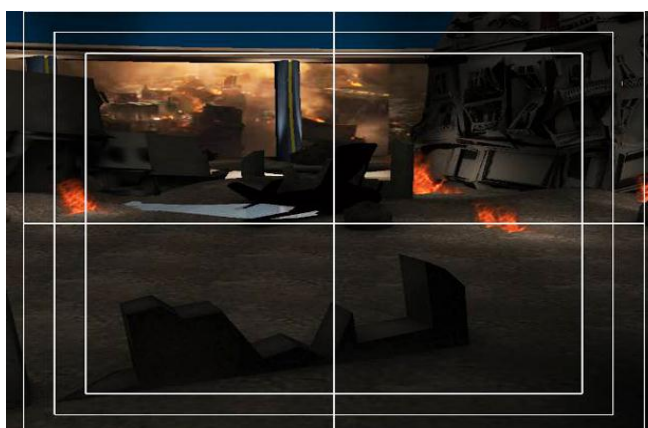


Figura 105: Arte incidental de temática apocalíptica para matéria sobre o filme 2012, aplicada sobre o cenário virtual do programa.  
Fonte: Editoria de Arte RBS TV

As matérias do Teledomingo são produzidas durante a semana e o programa é finalizado aos domingos, podendo ser todo gravado, inclusive as cabeças (partes do programa onde os apresentadores anunciam as matérias) ou ter partes ao vivo. A previsão do tempo normalmente é gravada pouco antes do programa ir ao ar, de forma que possa ser feita com precisão e com uma produção elaborada, com uso de recursos de grafismo. Há recursos no ambiente que são usados apenas eventualmente, como o movimento dos telões, artes incidentais e recursos gráficos que representam fenômenos meteorológicos esporádicos como ciclones extratropicais ou frentes frias.

Assim, como colocado na fundamentação teórica, foram constatadas duas formas distintas de interação intensa com o ambiente virtual: a da equipe que opera o sistema e a dos apresentadores. Em virtude da natureza do programa, como produto da empresa, ficou clara a necessidade de eficácia do cenário virtual, e em virtude da frequência de seu uso, da necessidade de eficiência do cenário e sistema que o opera. Em virtude da agenda, com prazos curtos e entradas ao vivo, e de particularidades e complexidades de uso, relatado por produtores e apresentadores, ficaram claras as aplicabilidades das metas de segurança, utilidade e *learnability*. O fato de alguns recursos serem utilizados apenas eventualmente indicou também a aplicabilidade da meta de *memorability*. Desta forma, foi constatado que são aplicáveis ao projeto do ambiente, para o bom andamento dos processos de produção do programa, os princípios do design de interação e as metas de usabilidade relacionadas na fundamentação teórica deste trabalho.

As metas decorrentes da experiência do usuário, como colocam Preece, Rogers e Sharp (2005), são menos claramente definidas e menos identificáveis ao se analisar um projeto. Pode-se considerar que metas como a interatividade do ambiente ser divertida, satisfatória, agradável, interessante e esteticamente apreciável, estão em consonância com os objetivos do programa enquanto produto. Outras características desejáveis como ser motivador e incentivador de criatividade, o que também está em consonância com as diretrizes e com o ambiente de trabalho no qual é realizado o programa.

Também foi possível avaliar o emprego dos princípios de usabilidade e design. Os princípios da visibilidade e do *feedback* são um problema para os

apresentadores, que agem em um estúdio vazio preparado para *chroma-key*, como também relatado por Cubillo (2009). Tenta-se contornar esta dificuldade com a colocação de monitores que lhes exibem o resultado de sua incrustação no ambiente e com marcações discretas no estúdio, feitas na mesma cor que o fundo em *chroma-key*, no caso, o azul.

O princípio das restrições foi observado na relação entre estúdio físico e ambiente virtual. Ainda que o cenário virtual seja um átrio de cerca de 50 metros de diâmetro, o uso a cada tomada é restrito à área do estúdio físico, cerca de 4m por 5m. Assim pode-se usar uma grande variação de ambientes do cenário, mas em cada tomada o uso é restrito a um pequeno espaço.

O princípio de mapeamento não foi observado, uma vez que os apresentadores não comandam diretamente os elementos virtuais. Estes são operados pela equipe de produção que, para tanto, opera um *software* fornecido pelo fabricante do sistema. Em alguns cenários onde há mais elementos gráficos interativos, como em coberturas de eleições, são desenvolvidas interfaces específicas para a operação do cenário, exatamente para atender com mais competência o princípio de mapeamento.

O princípio da consistência pôde ser observado. Uma vez que a equipe dominou o processo, passou a operar com destreza inclusive situações novas como artes incidentais específicas para matérias, em virtude da coerência nos processos envolvidos na operação.

Como foi percebido que os princípios de visibilidade e *feedback* não são aplicados de forma ideal, em virtude da forma como acontece a interação entre o apresentador e o cenário, conseqüentemente também não se observa uma boa aplicação do princípio de *affordance*. Foi observado que alguns apresentadores têm mais facilidade para trabalhar no *chroma-key*, mas não há elementos facilitadores da intuitividade do uso do cenário em um ambiente vazio e monocromático. No que diz respeito à operação do cenário por parte da equipe de produção, pode-se considerar que alguns objetos auxiliares tornam mais intuitiva a preparação da posição e escala do cenário e contribuem para a aplicação do princípio de *affordance*.

## 5. DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE VIRTUAL DIGITAL INTERATIVO

Esta etapa do trabalho é constituída do desenvolvimento e relatório do desenvolvimento de um AVDI, onde são aplicados conhecimentos técnicos, funcionais e compositivos abordados na fundamentação teórica e propostos na sistematização de conhecimentos. O objetivo desta etapa é realizar e analisar um experimento que demonstre a validade dos estudos realizados neste trabalho.

### 5.1. ESCOLHA DO PROJETO

O ambiente virtual escolhido é o de um jogo projetado pelo autor deste estudo, que ainda não havia sido executado, baseado em artigo desenvolvido pelo mesmo na disciplina de Gestão de Projetos do PgDesign/UFRGS em 2010, ministrada pelo Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes. O AVDI foi desenvolvido para este estudo, como experimento prático integrante desta pesquisa, pelo autor, com auxílio dos programadores Fausto Richetti Blanco e Augusto Bülow.

O jogo é um simulador voltado para a capacitação em gerenciamento de projetos. O ambiente virtual demandado é um estúdio de desenvolvimento de softwares onde trabalharão até seis programadores e um gerente. O jogador, que estará sendo capacitado, assumirá o papel de gerente de projetos, e comandará um avatar no estúdio virtual. Com este avatar, ele poderá se deslocar pelos ambientes, interagir com elementos básicos do cenário e com outros personagens. O jogo completo prevê a avaliação do desempenho do jogador como gerente, com um sistema de pontuação típico de jogos digitais, de forma a trazer desafio e um aspecto lúdico ao produto. Com estes recursos, o objetivo do jogo é servir de material didático interativo, utilizando estratégias de diversão e entretenimento dos jogos digitais, ao colocar o jogador em uma simulação prática da atividade de gerenciamento de projetos.

O escopo deste estudo está delimitado ao desenvolvimento de AVDIs e não contempla programação de códigos e inteligência artificial, então o que será aqui desenvolvido e analisado é apenas o ambiente, e não o jogo completo propriamente

dito. Para poder-se avaliar os aspectos funcionais do ambiente, elementos básicos de interação foram implementados, como variações de câmera e materiais que permitam diferentes visualizações do jogo e que dependem de ações do jogador – o que configura interação, conforme o conceito adotado neste trabalho - e *feedbacks* de alguns elementos do cenário, como reações físicas básicas e exibição de imagens que aqui são apenas representações de ludemas (PINHEIRO e BRANCO, 2008 e BRANCO, 2011) que estariam ativos no jogo completo. Por exemplo, ao clicar no computador do gerente, é exibida uma imagem que representa um gráfico de Gantt, ao clicar em um personagem, é exibida uma imagem que representa o menu de interação do jogador com este personagem.

O projeto do jogo prevê que o usuário verá o ambiente e interagirá com o jogo a partir de um ponto de vista superior, também conhecido na indústria dos jogos digitais, como *god view*. Como se fosse Deus, o jogador opera os avatares a partir de uma visão superior, perspectivada, permitindo uma relação fácil do jogador com os elementos do jogo. (BATES, 2004) Este ponto de vista é comum em jogos de estratégia como *The Sims* (Maxis, Electronic Arts, 2000), principal referência visual e funcional deste produto (fig. 106), ou *Age of Empires* (Ensemble Studios, Microsoft Game Studios, 1997), ambos sucessos mundiais.



Figura 106: Jogo The Sims, referência para o projeto.

Fonte: [http://www.gamershell.com/pc/the\\_sims/screenshots.html?id=51304](http://www.gamershell.com/pc/the_sims/screenshots.html?id=51304)

O programa de necessidades para o projeto arquitetônico do ambiente virtual é semelhante ao que seria demandado para o projeto físico equivalente, composto dos seguintes itens:

1) Um ambiente integrado de trabalho para até seis pessoas, com seis estações de trabalho compostas de mesa e computador. Este espaço terá também uma televisão, um quadro branco, um mural e armários para material de trabalho.

2) Uma pequena recepção, onde trabalhará uma secretária com espaço de espera para duas ou três pessoas.

3) Uma sala para o gerente de projeto, com uma estação de trabalho, uma mesa e 2 cadeiras para atendimento.

4) Uma sala de reuniões para 8 pessoas, com mesa, quadro e televisão.

5) Copa e banheiro.

Copa e banheiro não terão função na narrativa do jogo, mas sua presença é recomendável no AVDI para aumentar a verossimilhança com relação a um estúdio real. A figura 107 mostra a organização do espaço em uma vista superior.



Figura 107: Vista superior do ambiente desenvolvido para o jogo. À esquerda o ambiente de produção, ao centro, a recepção e a sala do gerente, à direita, banheiro, copa e sala de reuniões.



## 5.2. ESPECIFICIDADES PARA O PROJETO DO AMBIENTE VIRTUAL

Apesar de ser projetado tendo como paradigma o projeto do ambiente físico equivalente, há uma série de especificidades empregadas em virtude de o ambiente ser virtual digital interativo. Estas especificidades foram empregadas da forma proposta no capítulo 3, sistematização de conhecimentos, e estão a seguir organizadas de acordo com os eixos propostos: aspectos técnicos, compositivos e funcionais.

### 5.2.1. Aspectos Técnicos

O ambiente, o personagem e os móveis foram todos modelados no 3ds Max 2011, exportados como arquivos tipo FBX e importados dentro da Unity3D versão 3.4.1f5. A Unity3D é uma *engine*, software para criação de jogos digitais que renderiza ambientes 3D em tempo real. A versão da Unity3D utilizada é distribuída gratuitamente no site [www.unity3d.com](http://www.unity3d.com).

A renderização em tempo em real em uma *engine* de jogos digitais como a Unity3D, usada para a produção profissional de jogos digitais, requer computadores com capacidade de processamento, memórias RAM e de vídeo compatíveis com os computadores capazes de rodar jogos digitais atuais. Para que o experimento não tenha como requisitos mínimos máquinas muito sofisticadas, busca-se economia. Não economia de espaço ou materiais, como no caso de um projeto arquitetônico real, mas economia de polígonos e texturas.

Um bom exemplo deste tipo de economia é o modelo da cadeira utilizado no ambiente do jogo. Podem-se encontrar cadeiras virtuais 3D de excelente qualidade, modeladas com cerca de 60 mil polígonos à venda na Internet por cerca de US\$100. (fig. 108). Para este ambiente virtual, com as restrições de desempenho já descritas, a cadeira modelada tem apenas cerca de 370 polígonos (fig. 109). O ambiente inteiro, com todo o mobiliário, tem cerca de 10 mil polígonos.



Figura 108: Cadeira modelada para renderização de alta qualidade, com 60.000 polígonos.  
Fonte: <http://www.gamasutraexchange.com/3d-models/3d-model-office-chair/509107>



Figura 109: Cadeira modelada para renderização em tempo real, para o experimento deste trabalho, com 373 polígonos.

Um recurso usual em jogos digitais para computadores pessoais, para lidar com a relação entre desempenho e qualidade gráfica, é a disponibilização de diferentes configurações para o mesmo ambiente, desde mais econômicas até mais sofisticadas. Desta forma, usuários com computadores relativamente modestos podem utilizar o software optando pela configuração mais simples, enquanto usuários com computadores potentes podem optar por ambientes com os recursos

mais sofisticados. Neste experimento, foram criados ambientes com três diferentes configurações de texturas e materiais:

No primeiro ambiente, foram aplicados os materiais padrão da Unity3D a todos os objetos e paredes, apenas variando-se a cor *diffuse* (fig. 110). No segundo ambiente, os materiais receberam um *bitmap* de textura (fig. 111). Para este ambiente funcionar adequadamente, foi necessário que todos os objetos fossem adequadamente mapeados na sua modelagem tridimensional. No terceiro ambiente também foram utilizados materiais *bumped-diffuse* nas paredes rebocadas e cadeiras. Trata-se de materiais que têm, além do bitmap que lhes dá textura básica, um que lhes determina a rugosidade da superfície. A textura utilizada para determinar a rugosidade é criada pela própria Unity3D, a partir da textura utilizada no *diffuse*, através de um procedimento interno. No terceiro ambiente também foram utilizados materiais do tipo *specular*, que tem reflexos mais realistas, nas mesas e vidros (fig. 112).



Figura 110: Ambiente sem texturas.



Figura 111: Ambiente com texturas *diffuse*.



Figura 112: Ambiente com texturas e *bump* nas paredes e cadeiras e *specular* nas mesas.

Foram utilizadas cinco luzes do tipo omni (uma em cada sala) e duas do tipo direcional. Porém, os recursos técnicos de iluminação utilizados foram limitados em virtude de ter sido usada a versão gratuita da Unity3D, que não disponibiliza os recursos de renderização que geram sombras. Os recursos da versão paga, a Unity3D Pro, permitem a geração de sombras dinâmicas e estáticas. Sendo que, para a utilização de sombras estáticas, ela possui uma ferramenta própria de *lightmap*, a partir da qual ela trabalha com um sistema de *baked textures*, com a qual é produzida a iluminação e sombreado de melhor qualidade oferecida pelo software.

Para que a baixa complexidade das geometrias do ambiente não prejudicasse a qualidade visual, foi definido que o efeito das luzes não seriam renderizados por *vertex lighting* (fig. 113a), mas sim por *pixel lighting* (fig. 113b). A experimentação prática indicou que, neste caso, o benefício em termos de qualidade da imagem final compensa o custo em desempenho de renderização, que não foi perceptível, provavelmente em virtude da simplicidade e porte do ambiente.



Figura 113: (a) Ambiente renderizado com *vertex lighting* e o mesmo ambiente renderizado com *pixel lighting*.

Em virtude da proposta de ponto de vista do jogo, não é adequado fazer uma manipulação de frustum no sentido de não se renderizar objetos mais distantes. Como mostra a figura 114, esta técnica prejudicaria demais a visualização e compreensão do espaço. Devido às dimensões do ambiente e à simplicidade das geometrias, o não emprego desta técnica não trouxe prejuízos sensíveis em termos de desempenho da renderização.



Figura 114: Uma imagem onde o frustum de renderização compreende todo o ambiente (a) e outra onde objetos mais distantes são excluídos da renderização (b).

Como não há grande variação de distâncias da câmera para os objetos neste ambiente, também não há benefícios no uso de *level of detail*.

### 5.2.2. Aspectos compositivos

A primeira diretriz utilizada, do ponto de vista dos aspectos compositivos, foi o uso do ambiente físico como referência para o ambiente virtual. Para atingir o objetivo do jogo como produto, é necessário que o ambiente virtual remeta o usuário à leitura de um ambiente físico equivalente.

Também foram identificadas diferenças entre o projeto virtual e o físico. Para permitir o uso do ponto de vista escolhido, este projeto não pode possuir cobertura, o que vai contra uma das funções mais básicas da arquitetura, a de proteger o habitante de intempéries.

As paredes virtuais não têm a função de isolar visual e acusticamente um ambiente do outro como aconteceria em um ambiente físico, mas sim a de compartimentar os eventos que acontecem no decorrer do jogo. Então, a parede simplesmente não precisaria ter qualquer espessura. Poderia se exibir apenas as

salas, com diferenças no material do piso, ou um ambiente de cada vez, separadamente, por exemplo. Porém, desta forma, o jogador perderia suas referências da realidade, que lhe permitem interpretar e compreender instantaneamente o ambiente virtual. Assim, o mais adequado é que se usem as paredes com espessuras e materiais semelhantes aos reais.

Alguns fatores muito importantes nos projetos físicos, como a insolação, podem ser simplesmente deixados de lado, ou preteridos, em função de outros fatores, como a visibilidade de locais estratégicos. Por exemplo, a colocação da posição da televisão na sala de reuniões, pode não ser a ideal do ponto de vista funcional. Se fosse pensado um cenário físico, onde está, a televisão poderia sofrer reflexos da janela e não ser adequadamente enxergada por alguns usuários do espaço. Porém, o que acontecerá nesta sala de reuniões é apenas uma representação narrativa. O aparelho de televisão não transmitirá imagens aos avatares, sua função é transmitir ao jogador a informação de que aquela é uma sala de reuniões provida de uma televisão. Esta informação, ao jogador e não aos avatares, é que será a função mais importante dela enquanto objeto, e o adequado cumprimento desta função é que determinará sua posição na sala.

Visando o uso em computadores pessoais, diferentemente dos ambientes físicos percebidos pela visão humana diretamente, o ambiente aqui desenvolvido é mediado por câmera e enquadrado em uma tela, no caso o monitor do computador. As câmeras virtuais aqui empregadas utilizam ângulo de 60 graus, o que equivale a uma lente de 31 mm, que é considerada uma grande angular.

A configuração da iluminação (fig. 115) contou com duas luzes direcionais com intensidades e ângulos diferentes, para que cada orientação recebesse uma luz diferenciada, de forma a propiciar a interpretação espacial dos ambientes. Também foi colocado um ponto de luz omni dentro de cada ambiente, para simular a iluminação interna que o ambiente físico teria. Com esta configuração, qualquer lugar do cenário é contemplado com uma *key light*, uma luz de preenchimento e uma *back light*, o que deixa o ambiente esteticamente mais interessante e menos homogêneo.

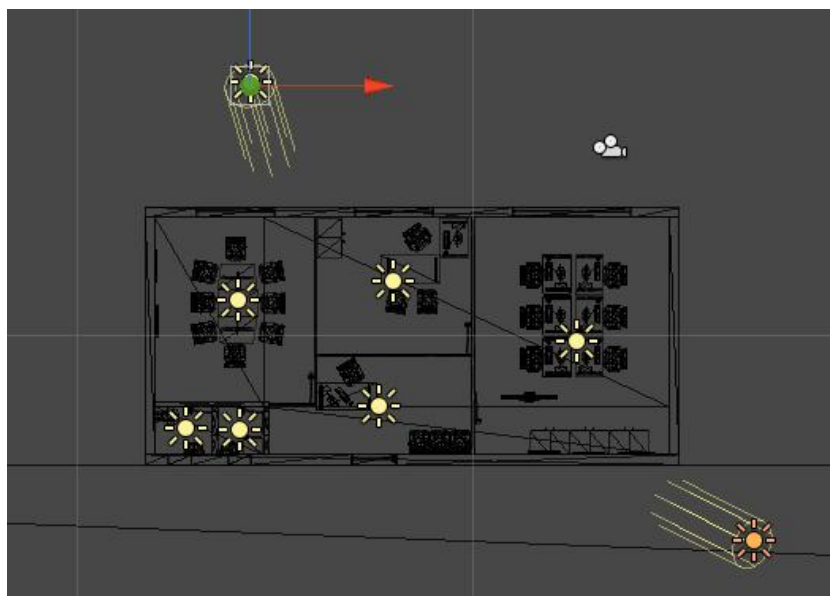


Figura 115: Configuração da iluminação do ambiente virtual. Duas luzes direcionais e seis omnidirecionais propiciam key light, luz de preenchimento, e backlight a todas as salas.

A definição da posição e movimentos da câmera depende da interação do jogador com o ambiente, uma vez que a câmera está vinculada ao avatar. Desta forma, pode-se considerar que a composição da imagem resultante virá das escolhas do jogador e das definições de ponto de vista do design do ambiente.

O projeto para o qual este ambiente foi pensado demanda um ponto de vista superior, do tipo *god view* (fig. 116a), mas para fins de experimentação, também foram implementados mais dois tipos de pontos de vista: visão em primeira pessoa (fig. 116b) e visão a partir de câmeras nas salas (fig. 116c).



(a)

(b)

(c)

Figura 116: Vista superior tipo *god game* (a), visão em primeira pessoa (b) e visão a partir de câmeras fixas no ambiente (c).

A vista superior do tipo *god view* é uma solução consagrada para jogos baseados no gerenciamento de pessoas. Este ponto de vista permite uma visão ampla, geral e esquemática do ambiente.

A visão em primeira pessoa é consagrada em jogos de ação e é a que mais propicia que o jogador se coloque psicologicamente no lugar de seu avatar. Não é considerada a mais propícia para uma simulação de gerenciamento, por não permitir uma visão esquemática do todo. Se um dos objetivos do jogo for treinar o gestor tentando simular radicalmente sua inserção em um ambiente de desenvolvimento, a utilização deste ponto de vista poderia ser a mais adequada.

A visão baseada em câmeras fixas no ambiente remete o usuário à composição cinematográfica. Como nos filmes, mostra-se o ambiente e o personagem principal. O movimento panorâmico da câmera também é usado no cinema (no jogo, a posição da câmera é fixa em posições das salas, mas seu alvo é preso ao personagem) bem como o enquadramento *contra-plongê*. Cada vez que o avatar muda de ambiente, há um corte para outra câmera, o que remete à linguagem de planos e sequencias e a técnica de *blocking* do cinema e televisão. Contudo, é necessário se observar o risco de quebra de eixo quando o avatar muda de sala. O ponto de vista de câmeras presas não propicia a visão esquemática, mais adequada para o gerenciamento. Com sua proximidade com a linguagem cinematográfica, familiar mesmo para usuários não habituados a jogos digitais, este ponto de vista poderia ser a melhor alternativa, se o jogo proposto quisesse colocar o jogador de forma radical no papel do gestor. Isto induziria ele a uma auto avaliação, uma vez que, neste ponto de vista, o jogador vê suas atitudes ao ver seu avatar a partir de um ponto de vista que lhe é familiar.

### **5.2.2. Aspectos Funcionais**

Por ser apenas um AVDI, e não um jogo completo, não é possível fazer uma análise da jogabilidade ou *gameplay* do produto final. Mas como estes são conceitos compreensivos, pode-se considerar que o deslocamento do avatar no ambiente faz parte da jogabilidade. Neste sentido, foram adotados padrões consagrados na indústria dos jogos digitais para o uso deste ambiente. As teclas e movimentos do mouse que comandam os movimentos do avatar, o que diz respeito ao mapeamento segundo os princípios do design de interação de Preece, Roger e Sharp (2005), são os usados para obter o mesmo tipo de *feedback*, que os empregados na maioria dos jogos do mercado. Desta forma busca-se *affordance*, baseando-se o uso do



ambiente em maneiras de utilizar com as quais se espera que os jogadores já estejam habituados. Os comandos para deslocamento no ambiente são:

Seta para frente – anda para frente.

Seta para trás – anda para trás.

Seta para a direita – giro no sentido horário.

Seta para a esquerda – giro no sentido anti-horário.

Movimento lateral do mouse, quando no modo primeira pessoa – giro para os lados.

Clique do mouse – interação com objetos e personagens.

O personagem fica restrito ao ambiente interno do estúdio, onde acontecerá a ação do jogo. Dar liberdade para que ele saísse do ambiente para a rua não traria qualquer benefício para o conteúdo narrativo do produto, e ainda traria custo em termos de artes, modelos e programação.

O princípio da visibilidade mereceu atenção especial. O ponto de vista *god view* é usual em jogos de gerenciamento por permitir uma visão geral do ambiente. Porém, com a câmera em um ponto superior, a cerca de 45 graus do chão, as paredes bloqueiam a visão em partes das salas (fig. 117).



Figura 117: Ambiente em *God View*, com todas as paredes exibidas: dificuldade de visualização dos eventos internos.

Então a solução de arquitetura virtual empregada no ambiente é semelhante à utilizada no jogo *The Sims*: as paredes aparecem íntegras, mas quando o avatar entra em um ambiente cuja visibilidade é prejudicada pela parede, esta desaparece, permitindo uma visualização mais ampla do ambiente.

Por outro lado, o simples desaparecimento das paredes poderia induzir à confusão na compreensão da organização dos espaços, então a solução utilizada é a de subtrair uma parte da parede, mas mantê-la visível até certa altura, no caso se optou por manter 50 centímetros para paredes internas, e rentes ao piso nas externas, insinuando assim sua existência.

A figura 118 mostra o ambiente com as paredes externas, que bloqueariam a visão do jogador, subtraídas. Esta subtração permite a visão na sala das estações de trabalho, mas não resolve o problema nos outros ambientes. As figuras 119 e 120 mostram outras paredes subtraídas, de forma a permitir a visualização em outros ambientes.

Com fins de experimentação, foi implementada uma função que permite ligar e desligar esta adaptação das paredes no ambiente experimental, nas teclas “1” e “2”.



Figura 118: Paredes subtraídas para permitir a visão na sala das estações de trabalho.



Figura 119: Paredes subtraídas para permitir a visão nas salas do gerente e da secretária.



Figura 120: Paredes subtraídas para permitir a visão na sala de reuniões.

A exibição ou não destas paredes e portas acontece dinamicamente, à medida que o jogador vai entrando nas salas. O funcionamento disto depende diretamente da programação, que não faz parte das tarefas do arquiteto ou designer do ambiente. Mesmo assim, a tarefa o envolve, porque ele é o responsável pelo aspecto visual pretendido e ele é que vai fornecer os elementos cuja interação será definida pelo programador.

Também foi adotado, como estratégia para facilitar a compreensão do artifício da ocultação temporária das paredes, exibir o material do qual são supostamente feitas as paredes, onde elas são cortadas. Paredes de alvenaria rebocada, por exemplo, exibem reboco pintado nas suas faces naturais e uma textura de cimento onde ela é virtualmente cortada.

Nos pontos de vista de primeira pessoa e de câmeras presas aos ambientes, a opção de subtração das paredes não foi ativada. O fato do ambiente não ser visto

de cima faria com que as salas não fossem percebidas como ambientes diferentes e a subtração das paredes traria confusão na interpretação do espaço.

O ambiente pode ser analisado de acordo com as metas de usabilidade para o design de interação propostas por Preece, Rogers e Sharp (2005), ao se empregar a adaptação destas metas, propostas neste trabalho, no capítulo 3:

Eficácia – o ambiente pode ser considerado eficaz por propiciar que o jogador entenda e utilize o ambiente como um estúdio de desenvolvimento de softwares, cenário proposto pelo projeto do jogo.

Eficiência – o ambiente pode ser considerado eficiente se propiciar que o jogador consiga desempenhar o papel de gerente de projetos proposto pelo jogo, dentro do ambiente. A análise completa e conclusiva do atingimento desta meta dependeria do jogo completo, mas as interações implementadas indicam que provavelmente a meta seria alcançada.

Segurança – o ambiente pode ser considerado seguro por propiciar que a narrativa transcorra sem que o personagem fique preso ou tenha acesso a algum lugar inadequado, como o lado fora do prédio, ou tenha seu desempenho prejudicado por algum problema gerado pela distribuição dos elementos no espaço virtual.

Foi implementado neste AVDI, meramente com fins de experimentação, a possibilidade de mover alguns móveis. Esta possibilidade talvez possa ocasionar o bloqueio de passagens, o que resultaria no problema conhecido como *dead man walking*, se jogador ficasse preso em uma sala, como na figura 121. Porém, em todas as experimentações de uso procedidas, foi possível desobstruir as passagens, mediante algum esforço. Como a movimentação dos móveis não é essencial ao projeto que deu origem ao experimento, esta poderia ser restrita, modificada ou excluída para evitar problemas, se assim fosse considerado necessário.



Figura 121: O personagem aparentemente preso em uma sala. Possível problema de segurança.

*Utilidade* – o ambiente foi projetado visando que se possam desempenhar nele as funções previstas pelo projeto do jogo. A análise completa e conclusiva do atingimento desta meta dependeria do jogo completo, mas as interações implementadas indicam que provavelmente a meta seria alcançada.

*Learnability* – A navegação e uso do ambiente podem oferecer algumas dificuldades, especialmente para quem não está habituado a jogos digitais, mas é projetada para ser simples e fácil de aprender, com comandos básicos e intuitivos (setas para os lados giram o avatar e setas para cima e para baixo o deslocam). O fato de o jogo utilizar um mapeamento de comandos de deslocamento de avatares consagrado na indústria dos jogos digitais torna seu aprendizado facilitado para usuários que já forem jogadores de jogos digitais.

*Memorability* – O uso do ambiente pode ser considerado fácil de ser memorizado por ter comandos comuns, da mesma forma que foi colocado quanto à *learnability*, e por ter ambientes distintos e de imediata compreensão. Não há dificuldades em se acessar os ambientes ou identificar qual é e o que acontece em cada sala a partir do que se vê delas. A memorização de características e disposição dos ambientes é facilitada na vista superior tipo *god view*, porque nela se tem uma visão de cada sala e sua relação com as outras e ao prédio como um todo.

Com relação à experiência do usuário, como colocam Preece, Roger e Sharp (2005), as diretrizes são mais complicadas de serem avaliadas, mas devem ser consideradas metas quando da elaboração do projeto.

Uma vez que o ambiente visa atender as demandas do projeto do jogo, e este tem por objetivo valer-se de estratégias de entretenimento e diversão dos jogos digitais para propiciar uma experiência lúdica, pode-se considerar que o design do ambiente também visa atender os princípios de ser satisfatório, agradável e divertido. Como as interações implementadas são básicas, a avaliação do atendimento a estes princípios, que dependem do jogo completo, é indicada, mas não conclusiva. Neste mesmo enfoque, pode-se considerar que o ambiente seja interessante a seu público alvo, por simular um ambiente físico de interesse deste público. Também poderá ser considerado útil e motivador se propiciar que se simule a atividade de capacitação proposta no jogo, inclusive por estar dando *feedbacks* ao jogador.

Pode-se supor que o jogo do qual o ambiente faz parte atenderá o princípio de ser incentivador da criatividade, se cumprir o papel de colocar ao jogador desafios que requeiram criatividade para serem superados. O ambiente desenvolvido cumpre o papel de permitir a ambientação desta simulação, mas analisado isoladamente não atende este princípio.

O ambiente pode ser considerado emocionalmente adequado se remeter o usuário a um clima semelhante ao que seria encontrado em um ambiente físico equivalente, se for de fácil utilização e transmitir segurança ao usuário. Sob o mesmo ponto de vista, o uso do ambiente pode ser considerado compensador se propiciar o desempenho das funções esperadas, possibilitando que o usuário tenha um bom desempenho no jogo.

### **5.3. Avaliação do experimento**

Ainda que os objetivos, as funções e as técnicas sejam extremamente diferentes, o fato de o ambiente virtual digital interativo ter como paradigma o ambiente real sugere que a aplicação de conhecimentos da arquitetura contribui para a qualidade e verossimilhança do AVDI.

Por outro lado, também ficou explícito que apenas os conhecimentos tradicionais da arquitetura não são suficientes para o desenvolvimento do ambiente

virtual digital interativo. Há uma série de conhecimentos, complementares aos da arquitetura, envolvidos diretamente no desenvolvimento destes ambientes.

Estes conhecimentos, neste experimento, foram aplicados conforme a sistematização proposta no capítulo 3, baseada em três eixos principais: aspectos técnicos, compositivos e funcionais. A aplicação dos conhecimentos sistematizados e de sua estrutura se mostrou eficaz para o desenvolvimento do ambiente no qual também foram envolvidos conhecimentos da arquitetura tradicional. A divisão dos conhecimentos em eixos se mostrou eficaz para a análise e relato do experimento e para a aplicação dos conhecimentos.

Também ficou clara, durante o experimento e elaboração do relatório, a importância da intensa e próxima relação entre os conhecimentos de cada um dos três eixos. Por exemplo, a aplicação de materiais *bumped diffuse*, por um lado, diz respeito a técnicas de renderização, mas, do ponto de vista prático, pode ser interpretada pelo usuário final como um recurso compositivo, posto que sua grande contribuição esteja na estética. O recurso das paredes se ocultarem automaticamente, para propiciar a visibilidade e uso de cada ambiente, é uma técnica ligada a uma meta de usabilidade, mas que tem impacto essencialmente estético e compositivo, e, para ser obtido, envolve técnicas de modelagem, texturização e programação.

## 6. CONCLUSÕES

A importância do design de ambientes virtuais digitais interativos é inegável ante sua forte e crescente presença na sociedade. Milhões de pessoas assistem a programas ambientados em cenários virtuais e praticamente todo o conteúdo da pujante indústria dos jogos digitais acontece em ambientes virtuais.

A relação entre a arquitetura e design tradicionais e virtuais tem uma evidente importância como paradigma para compreensão e dentro da estratégia generativa dos ambientes virtuais digitais interativos.

Dado o grande volume de particularidades técnicas, compositivas e funcionais envolvidas no design destes ambientes, os conhecimentos tradicionais de arquitetura e design não se mostram suficientes para a prática de projeto de AVDIs. Por outro lado, por carecerem de fundamentação e referências, também apenas os conhecimentos específicos não se mostram suficientes, mas sim complementares aos da arquitetura e design tradicionais.

A sistematização de conhecimentos complementares aos tradicionais da arquitetura e design, para o desenvolvimento de AVDIs, desenvolvida neste trabalho, foi verificada em um estudo de caso e sua eficácia validada pela elaboração de um experimento prático.

Os diferentes softwares e tecnologias de computação gráfica envolvidos no tema desta pesquisa evoluem rapidamente. Então é importante colocar que o conjunto de conhecimentos aqui relacionado não tem a pretensão de representar todos os conhecimentos disponíveis ou necessários para o desenvolvimento destes ambientes, ou representar a relação ideal de conhecimentos para tal fim. O que está aqui proposto é uma relação de conhecimentos, resultante de pesquisa, verificada no estudo de caso, e validada por um experimento, que serve como ferramenta para o desenvolvimento destes ambientes.

A estruturação da relação de conhecimentos nos três eixos – aspectos técnicos, compositivos e funcionais – foi baseada em pesquisa e experiência profissional. O estudo de caso e o experimento prático indicaram que esta estrutura



é adequada para a análise dos ambientes e para a organização dos conhecimentos. Também mostraram que os três eixos estão interativamente ligados. Aspectos de um eixo surtem efeitos em aspectos de outro eixo, como indica a figura 122. Por exemplo, a opção por uma técnica de renderização implica diferenças compositivas; a forma como o ambiente funcionará e será usado implica mudanças técnicas e compositivas e assim por diante. Decisões em um eixo também têm consequências nos outros.

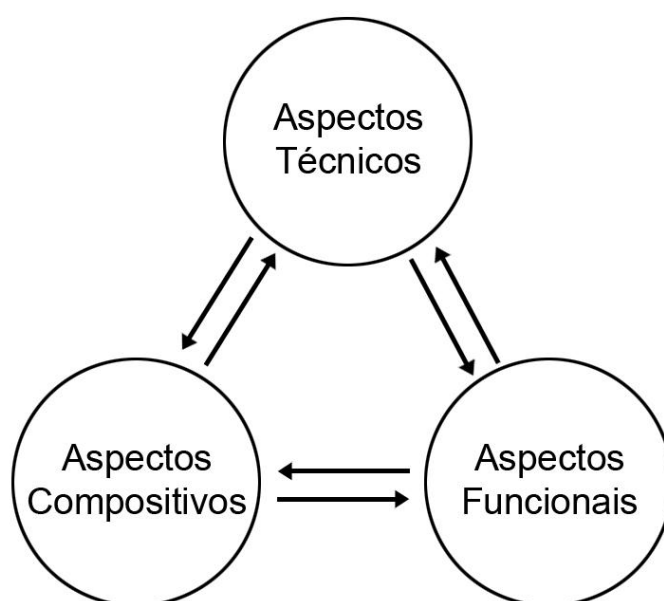


Figura 122. Relações entre os eixos de conhecimentos envolvidos no desenvolvimento de ambientes virtuais digitais interativos.

A posição adotada neste estudo é a de que conhecimentos tradicionais de arquitetura e design são fundamentais para o projeto de AVDIs. Não apenas para um tipo específico de AVDIs, e este é um dos motivos pelos quais a pesquisa não se delimitou a apenas um, mas a dois tipos, cujos aspectos técnicos são quase totalmente coincidentes: ambientes virtuais para televisão e para jogos digitais. A visão aqui adotada pode ser ilustrada conforme a figura 123.

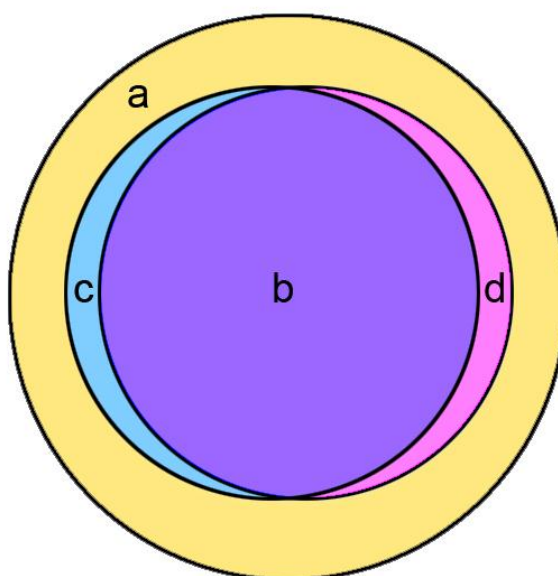


Figura 123: relações entre conhecimentos específicos envolvidos proposta neste trabalho.

Esta figura significa basicamente que há uma grande interseção entre conhecimentos envolvidos no desenvolvimento de cenários virtuais para televisão e os *levels* de jogos digitais, e que estes dois tipos de AVDIs estão contidos dentro de um universo onde há mais tipos de ambientes.

A área “a” representa, além dos conhecimentos aqui sistematizados nela contidos, conhecimentos que não foram aqui analisados por não estarem no escopo delimitado neste trabalho, como os específicos para desenvolvimento de AVDIs para dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones*, dispositivos experimentais de realidade virtual ou recursos de realidade aumentada, por exemplo.

A área “b” representa os conhecimentos em comum para o desenvolvimento de cenários virtuais televisivos e ambientes para jogos digitais. Aqui estão contidos conhecimentos de computação gráfica, especialmente os relacionados à renderização em tempo real. Também aqui estão contidos praticamente todos os conhecimentos compositivos relacionados na sistematização. Igualmente, aqui está contida grande parte dos conhecimentos de usabilidade relacionados como os princípios do design de interação, as metas de usabilidade do design de interação e as metas decorrentes da experiência do usuário.

A área “c” representa os conhecimentos específicos apenas para o desenvolvimento de cenografia virtual televisiva. Estão contidas aqui as técnicas de *tracking* em tempo real (ainda que técnicas afins estejam sendo empregadas em novos *videogames*) e as adaptações das metas de usabilidade de Preece, Roger e Sharp (2005) para as interações entre o AVDI e a equipe de produção e entre o AVDI e os apresentadores.

A área “d” representa os conhecimentos específicos apenas para o desenvolvimento de ambientes para jogos digitais. Estão aqui contidas as técnicas compositivas associadas a pontos de vista e gêneros de jogos digitais, conhecimentos associados à jogabilidade ou *gameplay* e as adaptações das metas de usabilidade de Preece, Roger e Sharp (2005) para as interações entre o AVDI e o jogador.

A organização desta relação de conhecimentos e sua validação servem também para aplicar metodologia científica à análise e desenvolvimento dos AVDIs, fenômenos relacionados à arquitetura e ao design que estão em ascensão e consolidação no mercado profissional.

## 7. SUGESTÕES PARA ESTUDOS

Como a delimitação deste trabalho, apesar de precisamente definida, é ampla, foram encontradas situações que podem ser mais profundamente exploradas em estudos futuros com delimitação mais estreita.

a. Uma vez que este trabalho fornece uma relação de conhecimentos complementares aos da arquitetura e design para o desenvolvimento de AVDIs, esta lista pode servir como base para o desenvolvimento de um plano de ensino para cursos de extensão ou disciplinas específicas para o design destes ambientes.

b. A relação de conhecimentos aqui proposta pode colaborar para o desenvolvimento de uma metodologia de design de ambientes virtuais digitais interativos.

c. A delimitação deste estudo abraça os AVDIs de forma geral e analisa dois exemplos de ambientes deste tipo, voltados para televisão e jogos digitais. Considera-se aqui que esta delimitação, relativamente ampla, é uma etapa natural. Próximos estudos podem ser feitos com uma delimitação mais estreita, focando tipos específicos destes ambientes.

d. Este estudo identificou e utilizou três eixos como forma de organizar a relação de conhecimentos proposta: aspectos técnicos, compositivos e funcionais. Os três eixos se mostraram intensa e interativamente ligados, mas contêm assuntos de naturezas distintas, como computação gráfica, arte e usabilidade. Estudos delimitados a cada um destes eixos poderiam ser mais aprofundados para atender necessidades mais específicas.

d. O assunto aqui abordado foi AVDIs mas, da mesma forma, pode-se estudar o design de produtos virtuais digitais interativos. Por exemplo: elementos interativos de grafismo para televisão ou veículos e armas virtuais para jogos digitais.

e. Foram identificadas tendências de integração entre arquitetura física e virtual, como por exemplo, cenários, em parte físicos, em parte virtuais. Um estudo delimitado a esta integração poderia atender demandas oriundas desta tendência.

f. Foi identificada uma necessidade específica que poderia ser pesquisada em busca de novas soluções. Na análise dos aspectos funcionais, foram identificadas deficiências na aplicação dos princípios visibilidade, *feedback* e *affordance* no uso dos cenários virtuais, para os apresentadores, que precisam atuar em estúdios preparados para *chroma-key* e têm poucas referências práticas do ambiente virtual onde serão inseridos.

## REFERÊNCIAS

**3DESIGNER ORAD**, On Line, disponível em <http://www.orad.tv/3designer>, acessado em 21 de novembro de 2011.

**3DS MAX REFERENCE**, On Line, disponível em <http://download.autodesk.com/us/3dsmax/2012help/>, acessado em 21 de novembro de 2011.

ADAMS, Ernest. **Designer's Notebook: The Role of Architecture in Videogames**. Gamasutra Features, EUA, 2002. Online, disponível em [http://www.gamasutra.com/view/feature/2943/designers\\_notebook\\_the\\_role\\_of\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/2943/designers_notebook_the_role_of_.php) >, acessado em 10/08/2010. Acessado em 15 ago. 2010.

**A Era do Videogame** – DiscoveryChannel, 2008. On Line, disponível em <<http://www.discoverybrasil.com/videogame>>. Acessado em 15 ago. 2010.

AMES, Andrea L.; NADEAU, David R.; MORELAND, John L. **The VRML Sourcebook**. New York: John Wiley & Sons, 1996.

AYMONE, José Luís Farinatti **A Otimização de Modelos em Realidade Virtual para Engenharia**. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2003, Rio de Janeiro. COBENGE 2003, 2003. v. único.

AYMONE, José Luís Farinatti; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves **Animation of Engineering Processes using Virtual Reality (VRML)**. SAE Technical Papers, v. 2007, p. 2007-01-2639, 2007.

BACK, Nelson, OGLIARI, André, DIAS, Acires, DA SILVA, Jonny Carlos. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP – Ed. Manoele, 2008

BARR, Pippin. NOBLE, James. BIDDLE, Robert. Video game values: Human-computer interaction and games. **Interacting with Computers** 19, 180–195, Elsevier, 2007.

BATES, Bob. **Game Design Second Edition**. Ed. Thomson, Boston, Massachusetts, EUA, 2004.

BIRN, Jeremy. **Digital Lighting and Rendering**, New Riders Press, 2nd Edition, 2006. <http://www.3drender.com/light/3point.html> acessado em 10 de agosto de 2011.

BLINN, James Frederick, **Models of light reflection for computer synthesized pictures, SIGGRAPH '77** Proceedings of the 4th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, New York, EUA, 1977

BORRIES, Friederich; Von, WALZ, Steffen P., BÖTTGER, Mathias. **Space Time Play. Computer Games, Architecture and Urbanism: The Next Level** Birkhäuser Basel\_Boston\_Berlin, 2007.

BRANCO, Marsal Alves Ávila. **Jogos digitais: teoria e conceitos para uma mídia indisciplinada**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação de Ciências da Comunicação, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2011.

BRETT, Martin. Should Videogames be Viewed as Art, in CLARKE, Andy. e MITCHELL, Grethe **Videogames and Art** .p204, 205 Bristo, UK, Ed. Intellect 2007

BRIDGES, Alan; CHARITOS, Dimitrios. On architectural design in virtual environments. **Design Studies 18**, Elsevier Science, Great Britain, 1997.

BYRNE, Ed. **Game Level Design**. Charles River Media, Boston, Massachussets, EUA, 2005.

BÜLOW, Gustavo. **Design de produtos virtuais: Cenografia Virtual para televisão, estudo do caso Teledomingo**. (Especialização em Artes Visuais) SENAC.EAD, Porto Alegre, RS, 2009.

BÜLOW, Gustavo. On line, disponível em [www.gustavo.bulow.com.br/pos](http://www.gustavo.bulow.com.br/pos) acessado em 21 de novembro de 2011.

BÜLOW, Gustavo; SPERHACKE, Simone; BERTOL, Liciane Sabadin; DUARTE, Lauren da Cunha; SILVA, Fabio Pindo da, **Processo de criação de personagens virtuais utilizando digitalização tridimensional**. 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Paulo, 2010.

CHAVEZ, Conrad e BLATNER, David, **Understanding Resolution in Adobe Photoshop CS4** Adobe Press, 2009. Disponível em <<http://www.adobe.com/articles/article.asp?p=1332854>> acessado em 21 de julho de 2011.

CARDOSO, João Batista. O cenário virtual televisivo: uma forma específica de representação. **Revista Imes**, N.5 P.33-40, São Caetano do Sul, 2002a.

CARDOSO, João Batista, **A Cenografia Virtual na Televisão Brasileira**. 2002b. On line, disponível em: <<http://www.pucsp.br/~cimid/2com/cardoso/cap1.htm>>, Acesso em: 15 ago. 2010.

Carlson Wayne E. **A critical history of computer graphics and animation** - Ohio State University, 2004. CGI Historical Timeline <http://design.osu.edu/carlson/history/timeline.html> - acessado em 28 de janeiro de 2010.

CARNIEL, Denize Regina; AYMONE, José Luís Farinatti. Design Virtual de Produtos através de um Aplicativo de Banco de Dados. **Design & Tecnologia**, v. 1, p. 113-125, 2010.

CASSIDY, Kyle. **Camera Movement Techniques - Tilt, Pan, Zoom, Pedestal, Dolly and Truck**, 2009, disponível em <http://www.videomaker.com/article/14221/>, acesso em 14 de setembro de 2011.

CAULFIELD, Patricia. **Classical compositional rules**, Shoot! Ed. AMPHOTO, NY, EUA, 1993

COSTA, Antônio. **Compreender o Cinema** 2ª Edição, Ed. Globo, São Paulo, Brasil, 2003.

COOK, Robert L., TORRANCE, Kenneth E. A Reflectance Model for Computer Graphics, **ACM Transactions on Graphics (TOG)** Volume 1 Issue 1, Jan. 1982

CHAVARRO, Oscar Xavier. **COMPUTER GRAPHICS TIMELINE**, PUJ – Bogotá, Colômbia. [http://sophia.javeriana.edu.co/~ochavarr/computer\\_graphics\\_history/historia/](http://sophia.javeriana.edu.co/~ochavarr/computer_graphics_history/historia/) - acessado em 28 de janeiro de 2010.

CRUZ, Dulce Maria. Tempos (pós-)modernos: a relação entre o cinema e os games. **Revista Fronteiras – estudos midiáticos** VII(3): 175-184, setembro/dezembro 2005

CUBILLO, Esteban Galán. Escenografica Virtual en TV. Análisis del uso de escenografía virtual en la realización de un programa de televisión. **Revista Latina de Comunicación Social** año/vol. 11 número 63 pp. 31-42, Canarias, Espanha, 2008.

CUBILLO, Esteban Galán. El trabajo del presentador de televisión en un escenario virtual. **Revista Latina de Comunicación Social**, número 64, páginas 143 a 150. La Laguna (Tenerife): Universidad de La Laguna. 2009.

**DIGITAL ART MUSEUM**, <http://www.dam.org/> acessado em 4 de fevereiro de 2010.

DESURVIRE, Heather. CAPLAN, Martin. TOTH, Jozef A. **Using Heuristics to Evaluate the Playability of Games**. Proceedings CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems, Austria, 2004.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1999

FERREIRA, Emmanoel. **Paradigmas do jogar: interação, corpo e imersão nos videogames**. VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, p. 224 – 232, Rio de Janeiro, RJ – Brazil, 2009

FERREIRA, Emmanoel. Imagem digital e cinema de animação: uma abordagem crítico-comparativa do uso do 3D no cinema de animação contemporâneo. **Contemporânea**, Vol. 8, Num. 3. UERJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2010



FINCO, Mateus David. **Wii FIT: um videogame do estilo de vida saudável.** (Dissertação de Mestrado) Escola de Educação Física da UFRGS. 2010.

HAND, Randall. **The Art of Motion Capture in Avatar.** <http://www.vizworld.com/2009/12/art-motion-capture-avatar/> - acessado em 7 de fevereiro de 2010

HERMAN, Leonard; HORWITZ, Jer; KENT, Stev; MILLER, Skyler. **The History of Video Game.** Originally published on Gamespot, 2002. Disponível em <<http://gamespot.com/gamespot/features/video/hov/index.html>>, acessado em 4 de março de 2011

**History of Felix the Cat** - <http://www.felixthecat.com/history.htm>, acessado em 4 de fevereiro de 2010.

LEÃO, Maria do Rosário da Mota das Dores Ponce de. **Cenografia virtual enquanto tecnologia e o seu desenvolvimento e adaptação ao meio televisivo** (Dissertação de Mestrado) Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Arquitetura, Portugal, 2010.

LÉVY, Pierre. **O que é virtual?** São Paulo: Ed. 34, 1996.

MACHADO, João Carlos. Três paradigmas para a cenofgrafia: Instrumentos para a cena contemporânea. **Revista Em Cena** No. 5, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

MACHOVER, Carl. A Brief, Personal History of Computer Graphics. **Computer Journal**, Volume 11, Issue 11. IEEE Computer Society Press Los Alamitos, CA, USA. 1978

MAHER, Mary Lou; SIMOFF, Simeon; GU, Ning; LAU Kok Hong. **Designing Virtual Architecture.** In Proceedings of CAADRIA2000, 2000, 481-490. Sydney, Australia, 2000.

MARTINELLI, Mirella O que é a montagem num filme? **Revista Comunicação e Educação** Ano XI - Edição n.1 - jan /abr 2006, USP, São Paulo, 2006

MEEHAN, Joseph. Basic Properties os Lenses in **Shoot!** Ed. AMPHOTO, NY, EUA, 1993

MORI, Masahiro (1970). Bukimi no tani - The uncanny valley. **Energy**, 7(4), 33–35.

NACKE, Lennart Erik. **Affective Ludology: Scientific Measurement of user experie in interactive entertainment.** Blekinge Institute of Technology, Suécia, 2009.

OMERNICK, Mathew **Creating the Art of the Game** New Riders Publish, Berkeley, EUA, 2004.

**PIXAR Animation Studios**, <http://www.pixar.com> - acessado em 7 de fevereiro de 2010.

PETERSON, Bryan. FRAMING THE IMAGE, **Shoot!** Ed. AMPHOTO, NY, EUA, 1993

PINHEIRO, Cristiano Max Pereira **Apontamentos para uma aproximação entre jogos digitais e comunicação**. (Tese de Doutorado) PUC/RS. 2007

PINHEIRO, Cristiano Max Pereira e BRANCO Marsal Ávila Alves. **Em Busca dos Ludemas Perdidos**. SBC – Proceedings of SBGames'08: Art&Design Track, Belo Horizonte – MG, Brasil, 2008.

PREECE, Jennifer. ROGERS, Yvonne. SHARP, Helen. **Design de Interação**. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, Brasil, 2005

SANTOS, Fábio Allon dos. **Arquiteturas Fílmicas** (Dissertação de Mestrado) PROPAR, FAC UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 2005

SALLES, Filipe **Apostila de Cinematografia** Mnemocine, 2009. Disponível em <http://www.mnemocine.art.br>, acessado em 14 de setembro de 2011.

SEYAMA, Jun'ichiro. e NAGAYAMA, Ruth S. The Uncanny Valley: Effect of Realism on the Impression of Artificial Human Faces. **Presence, Vol. 16, No. 4**, August 2007, 337–351. Massachusetts Institute of Technology

STEUER, Jonathan, **Defining Virtual Reality: Dimensions Determing Telepresence**. SRCT Paper #104, Stanford, CA, USA, 1993

SWEESTSER, Penelpe; WYETH, Peta. **GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games**. ACM Computers in Entertainment, Vol. 3, No. 3, July 2005. Article 3A.

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves, SILVA, Tânia Luiza Koltermann da, SILVA, Régio Pierre da, AYMONE, José Luís Farinatti **Virtual Design: Concepts** XVII Congresso e Exposição Internacionais da Mobilidade, SAE BRASIL, São Paulo, Brasil, 2008a

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves, SILVA, Tânia Luiza Koltermann da, SILVA, Régio Pierre da, AYMONE, José Luís Farinatti **Virtual Design: Technologies** XVII Congresso e Exposição Internacionais da Mobilidade, SAE BRASIL, São Paulo, Brasil, 2008b

TOMARIC, Jason **Filmmaking: Direct Your Movie from Script to Screen Using Proven Hollywood Techniques** Ed. Focal Press, Burlington, EUA, 2010

**UNITY MANUAL**, On Line, disponível em <http://unity3d.com/support/documentation/Manual/index.html>, acessado em 21 de novembro de 2011

VANNUCHI, Hélia ; PRADO, Gilbertto. Discutindo o conceito de gameplay. **Texto Digital (UERJ)**, v. 5, p. 1-6, 2009.

WATT, Alan. **3D Computer Graphics (3rd Edition)** Pearson Education Limited, Inglaterra, 2000.

WATTS, Harris. **Direção de Câmera** Summus Editora, São Paulo, 1999

WINTER, David. **Pong History** - <http://www.pong-story.com/odyssey.htm> - acessado em 28 de janeiro de 2010.

**ANEXO 1 – RELAÇÃO DE FILMES CITADOS**

**A BUG´S LIFE**, dirigido por John Lasseter, Pixar Animation Studios, EUA, 1998.

**ANTZ**, dirigido por Eric Darnell e Tim Johnson, DreamWorks Animation , EUA, 1998.

**AVATAR**, dirigido por James Cameron, 20th Century Fox, EUA, 2009.

**BEOWULF**, dirigido por Robert Zemeckis, Paramount Pictures, EUA, 2006.

**BRANCA DE NEVE E OS SETE ANÕES**, (Snow White and the Seven Dwarfs) produzido por Walt Disney, EUA, 1937.

**FINAL FANTASY: THE SPIRITS WITHIN** Hironobu Sakaguchi e Moto Sakakibara, Columbia Pictures, EUA/JAPÃO, 2001.

**FUTUREWORLD**, dirigido por Richard T. Heffron, AIP, EUA, 1976.

**GUERRA NAS ESTRELAS IV** (Star Wars IV: a New Hope) dirigida por George Lucas, 20th Century Fox, EUA, 1977.

**GUERRA NAS ESTRELAS: EPISÓDIO I – A AMEAÇA FANTASMA** (Star Wars: Episode I - The Phantom Menace), dirigida por George Lucas, 20th Century Fox, EUA, 1999.

**JURASSIK PARK**, dirigido por Steven Spielberg, EUA, 1993.

**LE VOYAGE DANS LA LUNE**, dirigido por George Melies, França, 1902.

**LUXO Jr.**, dirigido por John Lasseter, Pixar Animation Studios, EUA, 1986.

**MONSTROS S.A.** (Monsters, Inc.), dirigido por Pete Docter, Pixar Animation Studios e Walt Disney Pictures, EUA, 2001.

**O EXTERMINADOR DO FUTURO 2: O JULGAMENTO FINAL**, (Terminator 2: Judgment Day), dirigido por James Cameron, EUA, 1991.

**O LADRÃO DE BAGDÁ**, (The Thief of Bagda) Michael Powell, Ludwig Berger e Tim Whelan, Inglaterra, 1940.

**O SEGREDO DO ABISMO**, (The Abyss) dirigido por James Cameron,

**SHREK**, dirigido por Andrew Adamson e Vicky Jenson, DreamWork Pictures, EUA, 2001.

**TIN TOY**, dirigido por John Lasseter, Pixar Animation Studios, EUA, 1988.

**TOY STORY**, dirigido por John Lasseter, Pixar Animation Studios, EUA, 1995.

**TRON**, dirigido por Steven Lisberger, Walt Disney Productions, EUA, 1982.

**THE MATRIX**, dirigido por Larry e Andy Wachowski, Warner Bros. Pictures, EUA, 1999.

**THE YOUNG SHERLOCK HOLMES**, dirigido por Barry Levinson, Amblin Entertainment, EUA, 1985.

**WESTWORLD**, dirigido por Michael Crichton, MGM, EUA, 1973.

**WHAT PRICE GLORY**, dirigido por Raoul Walsh, EUA, 1926.

**ANEXO 2 – RELAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS CITADOS**

**ADVENTURE**, Warren Robinet, Atari, 1979.

**AGE OF EMPIRES**, Ensemble Studios e Microsoft Studios, EUA, 1997.

**BATTLEZONE**, Ed Rotberg, Owen Rubin e Roger Hector, Atari, EUA, 1980.

**CALL OF DUTY MODERN WARFARE 2**, Activision, Infinity Ward, EUA, 2009

**CIVILIZATION**, Sid Meyer, MicroProse, EUA, 1991.

**CIVILIZATION V**, Sid Meyer, Firaxis Games, EUA, 2010

**COMBAT ARMS**, Doobic Studios, Nexon, EUA, 2008.

**DER PFERDERENNSTALL**, Augusto Bülow, Gustavo Bülow e Joachin Meyer Espaço Informática e Caipirinha Games, Brasil/Alemanha, 2004.

**DONKEY KONG**, Shigeru Miyamoto, Nintendo, Japão, 1981.

**DOUBLE DRAGON**, Yoshihisa Kishimoto, Technos Japan, Taito Corporation, Japão, 1987.

**F1 2010**, Codemasters, Inglaterra, 2010.

**FARMVET**, Espaço Informática e Legacy Interactive, Brasil/EUA, 2007.

**FEELIN'IT GOLF**, Augusto e Gustavo Bülow, Espaço Informática, 2007.

**FIFA2011**, Canadá, David Rutter, Ian Jarvis e Andrew, EA Canada, 2011.

**FLIGHT SIMULATOR X**, Microsoft Game Studios, EUA, 2006.

**HADES 2**, Augusto Bülow, Gustavo Bülow e Maurício Lucas, Espaço Informática, Brasil, 1999.

**HALF LIFE 2**, Valve Corporation, EUA, 2004.

**MATCHBALL TENNIS**, Augusto Bülow e Gustavo Bülow, Espaço Informática, Brasil, 2003.

**MAX PAINE**, Petri Järvilehto, Remedy Entertainment, EUA, 2001.

**MISSIL COMMAND**, Dave Theurer, Atari, EUA, 1980.

**MORTAL KOMBAT**, Ed Boom, NetherRealm Studios, Warner Bros. Interactive Entertainment, EUA, 2011.

**PAC MAN**, Toru Iwatani, Shigeo Funaki e Toshio Kai, Namco, Japão, 1980.

**PITFALL**, David Crane, Activision, EUA, 1982.

**PONG**, Ralph Bauer, EUA, 1973.

**RESIDENT EVIL**, Shinji Mikami, Capcom, Japão, 1996.

**RIVER RAID**, Carol Shaw, Activision, EUA, 1982.

**SIMCITY**, Will Wright, Maxis, EUA, 1989.

**SIMCITY4**, Will Wright, Maxis, EUA, 2003.

**SPACE INVADERS**, Tomohiro Nishikado, Japão, 1978.

**SONIC**, Hirokazu Yasuhara, Sega, Japão, 1991.

**SUPER MARIO BROS**, Shigeru Miyamoto e Takashi Tezuka, Nintendo, 1985.

**TENNIS FOR TWO**, William Higinbotha, EUA, 1958.

**TETRIS**, Alexey Pajitnov, URSS, 1984.

**THE SECRET OF MONKEY ISLAND**, Ron Gilbert, LucasArts, EUA, 1990.

**THE SIMS**, Will Wright, Maxis, EUA, 2000.

**THOROUGHbred TYCOON**, Augusto Bülow e Gustavo Bülow, Espaço Informática, Brasil, 2006.

**WINGUEL**, Augusto Bülow e Gustavo Bülow, Espaço Informática, Brasil, 2005

**WOLFENSTEIN 3D**, John Romero e Tom Hall, ID Software, EUA, 1992.