

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



José Luis Amaral de Carvalho de Oliveira

Digital Human Models

Conceito, aplicabilidade e tecnologias

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio.

Orientador: Jorge Roberto Lopes dos Santos

Rio de Janeiro
Março de 2013



José Luis Amaral de Carvalho de Oliveira

**Digital Human Models:
Conceito, aplicabilidade e tecnologias**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Orientador

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Claudio Freitas de Magalhães

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Sergio Alex Kugland de Azevedo

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Profa. Denise Berruezo Portinari

Coordenadora Setorial do Centro de Teologia
e Ciências Humanas - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 22 de Março de 2013

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

José Luis Amaral de Carvalho de Oliveira

Graduou-se em Desenho Industrial - Projeto de Produto pela UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) em Dezembro de 2007, atuando principalmente nos seguintes temas: Design de Produto, Ergonomia, Modelagem Tridimensional e Simulação Virtual. Sua experiência profissional inclui 4 anos atuando como bolsista de pesquisa e designer no Laboratório de Ergonomia do Instituto Nacional de Tecnologia.

Ficha Catalográfica

Oliveira, José Luis Amaral de Carvalho de

Digital Human Models: conceito, aplicabilidade e tecnologias / José Luis Amaral de Carvalho de Oliveira; orientador: Jorge Roberto Lopes dos Santos. – 2013.

102 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2013.

Inclui bibliografia

1. Artes e design – Teses. 2. Artes e design. 3. Modelo Humano Digital. 4. Simulação. 5. Fatores Humanos. 6. Projeto. 7. Representação 3D. I. Santos, Jorge Roberto Lopes dos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

Para meus pais, meus maiores amores, com quem aprendi
a sonhar e almejar novas conquistas.

Agradecimentos

A todos os colegas do Laboratório de Ergonomia – INT, por sempre entenderem e me auxiliarem nas dificuldades, e por sempre se dedicarem ao máximo em dar suporte na minha ausência. Por serem parte essencial desta pesquisa e do trabalho que desenvolvo.

Aos meus colegas de PUC-Rio, pelas constantes trocas de informação e pela amizade, sempre trazendo boas risadas.

Ao Programa de Pós Graduação em Design e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos amigos e amigas, que sempre entenderam as ausências e me deram total apoio. Obrigado especial pela paciência com as recorrentes discussões e desabafos relacionadas à dissertação.

A todos os meus professores, por de alguma forma fazerem parte dessa conquista.

À minha chefe, Maria Cristina, por todo o auxílio sem o qual esse trabalho não poderia ser realizado, pelo incentivo durante esses dois anos e pela paciência por minha ausência em diversos momentos nos projetos do Labor.

Aos meus pais, pelo carinho e educação que sempre se esforçaram em me proporcionar, que essa seja só a primeira de muitas conquistas.

Resumo

Oliveira, José Luis Amaral de Carvalho de; dos Santos, Jorge Roberto Lopes *Digital Human Models – conceito, aplicabilidade e tecnologias*. Rio de Janeiro, 2013. 102p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A presente pesquisa tem como objetivo explorar as diferentes possibilidades de aplicação de *Digital Human Models* em projetos para as áreas do Design, Arquitetura, Arte e Engenharia. A partir da construção de um panorama temporal das culturas antigas, com a redescoberta de valores o período do Renascimento e culminando na Revolução Industrial, seguindo com o fator humano sendo agregado aos requisitos de projeto na Revolução Industrial. Do contexto histórico da curiosidade humana por replicar sua imagem até a implementação da representação da forma humana como parâmetro projetual para o setor produtivo. Espera-se com a pesquisa um melhor entendimento dos *Digital Human Models* como ferramenta para o desenvolvimento de projetos, sua aplicabilidade e perspectivas futuras, possibilitando assim a consequente disseminação de seu uso e maior acessibilidade ao usuário final, bem como um mapeamento das etapas e tecnologias de criação dos modelos.

Palavras-chave

Modelo humano digital; simulação; fatores humanos; projeto; representação 3D; DHM

Abstract

Oliveira, José Luis Amaral de Carvalho de; dos Santos, Jorge Roberto Lopes (Advisor) ***Digital Human Models – concept, applicability and technologies.*** Rio de Janeiro, 2013. 102p. MSc. Dissertation - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The present research intends to explore the different possibilities on the application of Digital Human Models on projects for Design, Architecture, Arts and Engineering. Building a panorama over the time starting on ancient cultures, rediscovering values from the antiquity on the period of Renaissance, and culminating on the Industrial Revolution, following with the human factor been adopted as a project requirement during the Industrial Revolution. From a historical panorama of the human curiosity for replicating its own image until the implementation of human representation as project parameters into the productive sector. The main goal of this research is to obtain a better understanding of Digital Human Models as a tool to be used on projects development, its applicability and future perspectives, allowing with it a consequent dissemination of its use and a bigger accessibility to the final user, as well as a mapping of the stages and technologies on creating those models.

Keywords

Digital human model; simulation; human factors; project; 3D representation; DHM

Sumário

Introdução	12
2 A representação humana através do tempo	18
2.1. O modelo humano como representação icônica nas culturas antigas	18
2.2. O modelo humano entre arte e ciência	21
3 O modelo humano como padrão dimensional	30
3.1 A adoção do fator humano como referência	31
3.2 O modelo humano na era Digital	35
4 Tecnologias	44
4.1 <i>Motion capture</i>	44
4.2 Digitalização tridimensional	49
5 <i>Digital Human Models (DHM)</i>	56
5.1 Modelos Comerciais	59
5.2 Necessidades construtivas dos DHM	63
5.2.1 Reconhecimento Facial	64
5.2.2 Base antropométrica	69
5.2.3 <i>HighPoly x LowPoly</i>	69
5.2.4 Movimentação humanizada	72
5.2.5 Adaptação de movimentos	76
6 Considerações finais e perspectivas futuras	78
7 Referências bibliográficas	83
Anexos	86
	Anexo A
	Anexo B
	Anexo C

Lista de figuras

Figura 1 - Gráfico conhecimento x esforço no desenvolvimento de DHM	16
Figura 2 - Deus Osíris – imagem 3D de estatueta esculpida em madeira da coleção Egípcia do Museu Nacional	19
Figura 3 - Figura de um homem esculpindo um Herm, pilar quadrado com as feições do deus Hermes, Grécia 510 a. C	20
Figura 4 - Ilustração mostrando o trabalho Asteca em madeira	20
Figura 5 e Figura 6 - Detalhe do guerreiro terracota e vista ampla do sítio	21
Figura 7 - Estudos de anatomia e proporcionalidade do artista Leonardo Da Vinci, datado de 1490	23
Figura 8 - Francesco Carradori, Florence 1802	24
Figura 9 - <i>The Vision of Saint John</i> , pintura de El Greco datada de 1556	25
Figura 10 - Reprodução da obra <i>Lês Demoiselles d'Avignon</i> .	25
Figura 11 - Reprodução de um dos quadros de Botero, onde nota-se as formas rotundas de todos os humanos.	25
Figura 12 - Sequência de imagens extraídas do vídeo “O Superman” de Laurie Anderson	26
Figura 13 - Interface de escolha de avatares na plataforma <i>Second Life</i>	27
Figura 14 - Capa da revista <i>New Scientist</i>	27
Figura 15 - Reprodução do rosto do avatar do pesquisador Alexander Schwarzkopf, do <i>Project Lifelike</i>	28
Figura 16 - Aspirador desenhado por Henry Dreyfuss	31
Figura 17 - Reprodução de um dos modelos anatômicos apresentados no livro <i>Designing for the people</i>	32
Figura 18 - Fotografia de um dos manequins físicos desenvolvidos pela Bosch	33
Figura 19 - Tela do Sistema Ergokit – Banco de Dados Antropométricos da População do Brasil	34
Figura 20 - Imagens de parte da equipe envolvida no escaneamento da estátua de Davi de Michelangelo	39
Figura 21 - Detalhe dos olhos do Davi de Michelangelo digitalizado, concebido pelos pesquisadores da <i>Stanford University</i>	39
Figura 22 e Figura 23 - Visualização 3D da obra <i>Dawn of christianity</i> ,	

de Erastus Dow Palmer, e sua reprodução impressa em 3D por um dos usuários da rede <i>online Thingiverse</i>	40
Figura 24 - Exemplo de ambiente virtual interativo, onde pode-se interagir com outros modelos humanos e objetos	43
Figura 25 - Exemplo de <i>motion capture</i> por processo acústico – Ultrtrak Pro	46
Figura 26 - Captura de movimento através de sistema magnético	47
Figura 27 - Exemplo de <i>motion capture</i> por processo mecânico – Gypsy	48
Figura 28 - Exemplo de <i>motion capture</i> por processo ótico – Vicon	49
Figura 29 - Exemplo de braço digitalizador	50
Figura 30 - Esquema exemplificando a técnica de triangulação e formação de mesh utilizada nos scanners 3D a laser	51
Figura 31 - Esquema exemplificando a técnica de triangulação utilizada nos scanners 3D de luz estruturada	52
Figura 32 - Comparativo entre scaneamento a laser e por luz estruturada de uma mesma peça	53
Figura 33 - Comparativo entre scaneamento com diferente número de Kinects	54
Figura 34 - Exemplo das poucas opções de customização de medidas antropométricas disponíveis no sistema RAMSIS	61
Figura 35 - Comparativo entre DHM estático e animado quanto à forma quando em uma postura adotada por um modelo animado (verde) e um modelo estático na mesma postura	62
Figura 36 e Figura 37 - DHM desenvolvido pelo artista Dan Roarty, à esquerda sem aplicação textura, já à direita com aplicação de texturas obtidas através de fotografia	65
Figura 38 e Figura 39 - Comparativo de Cabeças de DHM em desenvolvimento, decorridas 8 horas de trabalho, utilizando-se como referência escaneamentos a laser e fotografias em alta definição (imagem a esquerda) e apenas fotografias (imagem a direita)	67
Figura 40 - Modelo sem tratamento, modelo gerado por redução de polígonos automática e modelo gerado através de retopologia manual simplificada	68
Figura 41 e Figura 42 - Exemplo de DHM desenvolvido com pouquíssimos polígonos e o resultado obtido através da aplicação das texturas e sombreamento	71
Figura 43 - Exemplo de retopologia sobre a superfície original gerada por	

um scanner 3D	72
Figura 44 - Estúdio com ambiente neutro e iluminação controlada para captura de movimentos através de sistema óptico	74
Figura 45 - Captura inercial de movimentos de esgrima para <i>game</i> em desenvolvimento pela Rocketbox Studios	75
Figura 46 - Frame de nuvem de pontos de captura de movimentos através de sistema Kinect	76