



COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Unidade 2 – Introdução

Ivan Nunes da Silva



Objetivos da Aula

- Explicar como surgiu a Computação Gráfica
 - Antecedentes tecnológicos e científicos.
- Descrever a evolução histórica da Computação Gráfica
 - Principais marcos da investigação científica.
 - Principais aplicações em indústrias e na sociedade.
- Referir a situação atual da Computação Gráfica
 - Temas candentes da investigação científica em curso.
 - Aplicações eminentes em indústrias e na sociedade.
- Perspectivar o futuro da Computação Gráfica
 - Identificar oportunidades e direções de investigação e aplicação.



Organização

- Origens da Computação Gráfica
Pré-História e Anos 40, 50 e 60
- Passado da Computação Gráfica
Anos 70, 80 e 90
- Presente da Computação Gráfica
Anos 2000 a 2010
- Futuro da Computação Gráfica
Contexto de Longo Prazo
- Conclusões

3



Origens da Computação Gráfica

- Pré-História
 - Algumas das fundações que merecem destaque:
 - **Euclides** [300-250AC] - fez uma formulação inicial da geometria.
 - **Brunelleschi** [Séc. XV] - arquiteto e escultor que usou de forma criativa a noção de perspectiva visual.
 - **Descartes** [Séc. XVII] - matemático e filósofo que formulou a geometria analítica e os sistemas de coordenadas 2D e 3D.
 - Livro “Discurso Sobre o Método” → “Penso, logo existo”.
 - **Sylvester** [Séc. XIX] - matemático que inventou as matrizes e a notação matricial, uma das ferramentas mais comuns da Computação Gráfica.
 - Em 1885 iniciou-se o desenvolvimento da tecnologia do **tubo de raios catódicos**, ainda hoje usada em vídeos de computadores e televisões.
 - Em 1926 **Baird** constrói a primeira televisão.



4



Origens da Computação Gráfica

• Pré-História (cont.)

- Em 1927 a indústria do **cinema** define os seus regulamentos, entre os quais se inclui a taxa de “**refreshing**” de 24 imagens/segundo.
- Em 1930 **P. e W. Mauchly** constroem o primeiro computador ENIAC.
- Em 1938 **Valensi** propõe um sistema de televisão a cores.

• Aspectos de Mudança

- No fim dos anos 30, o **cinema sonoro** consolidava a sua presença e a resposta da sociedade era entusiástica.
- A **televisão** dava os primeiros passos e prometia revolucionar.
- Começavam a surgir mais **computadores** para fins especializados.

5



Origens da Computação Gráfica

• Anos 40 e 50

- Dois projetos militares norte-americanos incluem elementos básicos de Computação Gráfica:
 - Whirlwind - construção de um simulador de voo.
 - SAGE - sistema de defesa aéreo contra ataques nucleares.



Projeto *Whirlwind*



Projeto *SAGE*

6



Origens da Computação Gráfica

• Anos 40 e 50 (cont.)

- Em 1941 iniciam-se as emissões regulares de **TV** nos EUA.
- Em 1947 os **Bell Labs** inventam o transistor.
- Em 1950 **Wiener** publica o livro "*Cybernetics and Society*", no qual se especulava sobre os efeitos dos computadores na sociedade.
- Em 1950 **Laposky** cria as primeiras obras de arte com raiz tecnológica, usando para esse efeito um osciloscópio.
- Em 1956 no *MIT* constrói-se o primeiro **computador totalmente transistorizado**.
- Em 1957 é fundada a empresa de computadores *Digital Equipment Corporation* (popularmente conhecida por *DEC*).

7



Origens da Computação Gráfica

• Anos 40 e 50 (cont.)

- Em 1958, no *MIT*, liga-se um vídeo com **capacidades gráficas** ao computador de médio porte *TX-1*.

• Aspectos de Mudança

- Algumas universidades americanas dispõem de acesso a **centros de computação** com os computadores mais evoluídos da época.
- Nessas organizações lançam-se as sementes das atividades de investigação e desenvolvimento que conduziram ao aparecimento da **Computação Gráfica** (assim batizada por **W. Fetter** da *Boeing*).

8



Origens da Computação Gráfica

• Anos 60

- Os computadores da época possuem alguns **kbytes** de memória, não existem sistemas operacionais nem dispositivos gráficos de saída.
- Em 1960 é lançado o computador comercial **DEC PDP-1**.
- Em 1961 no *MIT* é criado o primeiro jogo de computador (*Spacewars*) para o computador *DEC PDP-1*.
- **Whitney Sr.** cria efeitos especiais para o filme *Vertigo* (*Hitchcock*).



Computador
DEC PDP-1

9



Origens da Computação Gráfica

• Anos 60 (cont.)

- Em 1963 **Sutherland** apresenta um sistema de desenho interativo (*SketchPad*) de primitivas gráficas 2D baseado em caneta luminosa.
- Em 1963 **Englebart** inventa o dispositivo de interação "**mouse**".
- **Zajac** produz nos *Bell Labs* o **primeiro filme** gerado por computador (imagens formadas de linhas e texto).



Sistema de desenho
interativo *SketchPad*

10



Origens da Computação Gráfica

• Anos 60 (cont.)

- Em 1963 surge o primeiro sistema comercial de **CAD** (*DAC-1*).
- Em 1966 é lançado no mercado o console caseiro de jogos *Odyssey*.
- É criada a empresa **MAGI**, pioneira na produção computacional de animação e efeitos especiais.
- Em 1967 **Rougelet** cria um simulador interativo de voo (*NASA*).



Sistema comercial de CAD DAC-1
da General Motors



Odyssey Philips

11



Origens da Computação Gráfica

• Anos 60 (cont.)

- Em 1968 é fundada a empresa **INTEL**.
- Aparecem várias **empresas da área da Computação Gráfica**, com destaque para a *Evans & Sutherland* (estações gráficas de trabalho).
- Em 1969 **Bushnell** lança comercialmente a plataforma de vídeo de jogos *Computer Space* (a precursora das máquinas de arcade modernas).
- A empresa **MAGI** produz, para a *IBM*, o primeiro anúncio comercial baseado em **Técnicas de Computação Gráfica**.
- É criado o grupo de interesse **SIGGRAPH** (Special Interest Group on GRAPHics).
- Nasce a rede **ARPANET**.

12



Origens da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 60

- Em 1963 **Coons** inventa a teoria de representação de superfícies curvas através de “**retalhos**” baseados em aproximações polinomiais.
- Em 1965 **Roberts** cria um algoritmo de **remoção de partes invisíveis** de segmentos de reta e introduz a noção de **coordenadas homogêneas** na representação geométrica de objetos.
- **Bresenham** desenvolve algoritmos eficientes para o desenho de primitivas geométricas 2D (algoritmos incrementais de varrimento).
- A Universidade do *Utah* cria o **Departamento de Ciências da Computação**, no qual a Computação Gráfica assumirá papel de destaque na investigação científica.

13



Origens da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 60 (cont.)

- Em 1967 **Appel** cria algoritmos de **cálculo de visibilidade, sombras e visualização 3D**, e um ano depois inventa um método de cálculo de visibilidade precursor do método de traçagem de raios.
- Em 1968 a Univ. do *Utah* convida **D. Evans** a formar uma seção de Computação Gráfica no departamento de Ciências da Computação.
- Em 1969 nos *Bell Labs* constrói-se a **primeira matriz de pixels** (cada pixel representado por 3 bits).
- **A. Kay** desenvolve, na *Xerox PARC*, a primeira interface gráfica com o utilizador do **capacete HMD**.



Capacete
HMD

14



Origens da Computação Gráfica

• Aspectos de Mudança

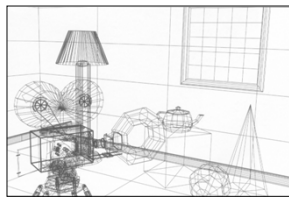
- A década de 60 registrou grande atividade na investigação fundamental da Computação Gráfica (**algoritmos, métodos e técnicas**), dado tudo estar por descobrir e fazer.
- A investigação centra-se em **grupos** sediados em universidades americanas e surge uma massa crítica de investigadores.
- A **Computação Gráfica 2D** desenvolve-se muito rapidamente e aparecem algoritmos fundamentais eficientes.
- A **Computação Gráfica 3D** ainda é muito incipiente e não existem algoritmos de visualização satisfatórios.

15



Origens da Computação Gráfica

• Progressos Obtidos nos Anos 60



Visualização "malha de arame"



Cálculo de linhas visíveis



Iluminação ambiente



Iluminação difusa

16



Organização

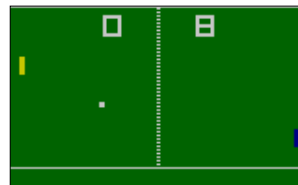
- Origens da Computação Gráfica
Pré-História e Anos 40, 50 e 60
- Passado da Computação Gráfica
Anos 70, 80 e 90
- Presente da Computação Gráfica
Anos 2000 a 2010
- Futuro da Computação Gráfica
Contexto de Longo Prazo
- Conclusões

17



Passado da Computação Gráfica

- Anos 70
 - O computador mais avançado da época (*IBM 360*) possui 64 kbytes de memória, um display vetorial e uma caneta luminosa.
 - Em 1971 surge a empresa de efeitos especiais *Abel & Associates*.
 - Em 1972 *A. Kay*, na *Xerox PARC*, produz o computador gráfico *Alto*.
 - *Catmull* produz curtas animações por via computadorizada.
 - *Bushnell* funda a empresa *ATARI* e lança o vídeo jogo *Pong*.

Computador *Alto*Vídeo jogo *Pong*

18



Passado da Computação Gráfica

• Anos 70 (cont.)

- Em 1973 **Metcalf** desenvolve a tecnologia *Ethernet*.
- É exibido o filme comercial *Westworld*, que continha grafismos 2D produzidos por computador.
- É editado o **primeiro livro** que aborda detalhadamente os algoritmos e métodos da Computação Gráfica (autores **Newman** e **Sproull**).
- Em 1974 **Shoup** e **Ray Smith** criam o programa de desenho *Superpaint* (inspirador dos programas modernos de desenho).
- **Kahn** e **Cerf** definem o protocolo *TCP*.
- O filme comercial *Futureworld* (na sequência de *Westworld*) contém **imagens 3D** simples geradas por computador.

19



Passado da Computação Gráfica

• Anos 70 (cont.)

- Em 1975 **Gates** e **Allen** fundam a empresa *Microsoft*.
- Em 1976 **Jobs** e **Wozniak** fundam a *Apple* e um ano depois lançam o computador pessoal *Apple II*.
- Em 1977 a Academia cria a categoria de Oscar de **Efeitos Especiais**.
- Em 1979 teve a estréia de *Star Wars* (Fox, 6 oscars).
- Em 1978 a *DEC* lança o computador *DEC VAX 11/780*, plataforma muito usada no desenvolvimento de programas gráficos.
- Em 1979 a *Disney* exhibe o filme comercial *Black Hole*, cuja sequência de abertura é totalmente produzida por computador.
- **G. Lucas** contrata *Catmull*, *Ray Smith* e outros para uma nova empresa denominada *LucasFilm*.

20



Passado da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 70

- Em 1970 **Bézier** desenvolve novas formas de representação de superfícies 3D generalizadas (para a indústria automóvel).
- **Gouraud** inventa um método de **coloração de faces 3D**.
- Em 1972 **Shoup** cria, na *Xerox PARC*, a primeira matriz de pixels com 8 bits/pixel.
- **Newell** e **Sancha** inventam algoritmos de **cálculo de visibilidade de superfícies 3D** baseados em técnicas de ordenação.
- Em 1973 realiza-se a **primeira conferência SIGGRAPH**.
- Em 1974 **Catmull** desenvolve um método eficiente de cálculo de visibilidade e coloração de faces 3D (designado *z-buffer*).

21



Passado da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 70 (cont.)

- Em 1975 **Phong** inventa um método de coloração de faces 3D capaz de reproduzir **efeitos direcionais** de iluminação (reflexões simples).
- **Mandelbrot** formaliza a teoria dos **fractais**.
- **Newell** define um objeto geométrico (bule de chá de *Utah*), muito usado em testes e que viria a tornar-se mundialmente famoso.
- Em 1976 **Catmull** cria um programa para geração de imagens intermédias em animação (*tweening*).
- **Blinn** inventa diversos métodos de mapeamento de texturas.

Bule de chá de *Utah*

Texturas

22



Passado da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 70 (cont.)

- Em 1977 surge o primeiro padrão gráfico de programação (puramente 2D), designado **GKS** (*Graphical Kernel System - ANSI*).

• Aspectos de Mudança

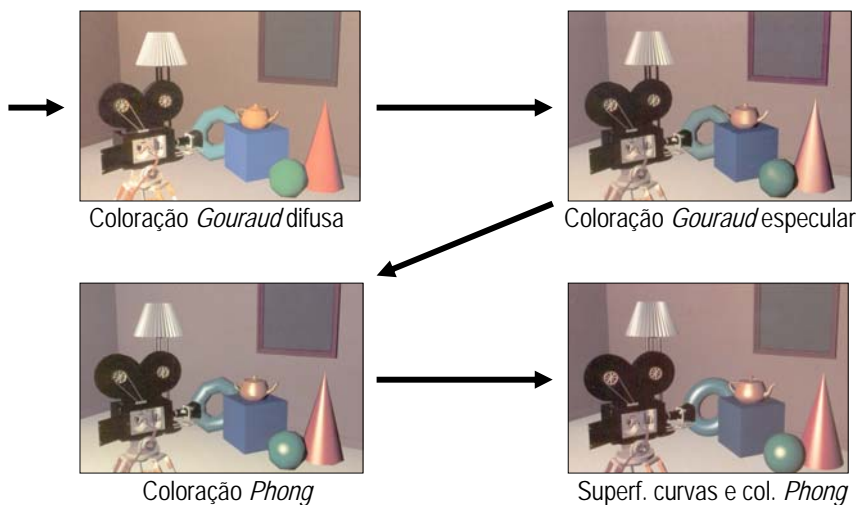
- Obtiveram-se **progressos na visualização 3D**, o que permitiu a criação de curtas animações para fins didáticos e publicitários.
- A **indústria cinematográfica** começou a olhar com interesse para os praticantes da Computação Gráfica e promoveu a caça aos talentos.
- As plataformas **DEC VAX** e **Apple I e II** alargaram imensamente o grupo de investigadores e programadores em Computação Gráfica
- O **hardware gráfico** limitado prometia novos desenvolvimentos.

23



Passado da Computação Gráfica

• Progressos Obtidos nos Anos 70



24



Passado da Computação Gráfica

• Anos 80

- É a década do **computador pessoal** (*IBM PC* e *Apple Macintosh*), incorporando um dispositivo **mouse** e **matrizes de pixels** com vídeos de varrimento (desaparecem a caneta luminosa e o vídeo vetorial).
- A tecnologia **Ethernet** para ligação em rede local se difunde.
- Em 1980 **Carpenter** mostra no **SIGGRAPH** **animações 3D realistas** com paisagens verossímeis geradas por métodos fractais.
- A **Disney** usa técnicas de CG na produção do filme ***Tron*** (as animações foram criadas pelas empresas *MAGI*, *Abel & Assoc.*, etc).

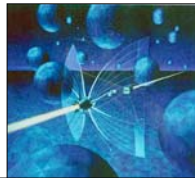


Imagem do
filme *Tron*

25



Passado da Computação Gráfica

• Anos 80 (cont.)

- Em 1981 a **LucasFilm** cria uma aplicação de síntese de foto realista de imagem para fins de produção comercial de animações.
- Em 1982 são fundadas as empresas **SGI** e **Adobe**.
- A **Autodesk** lança uma aplicação de **CAD** designada **AutoCAD**.
- O filme comercial ***The Last Starfighter*** inclui imagens 3D.
- Em 1983 a **Industrial Light & Magic (ILM)** cria os **efeitos especiais 3D** do filme ***Star Trek III - The Wrath of Khan***.



The Last Starfighter



Star Trek III

26



Passado da Computação Gráfica

• Anos 80 (cont.)

- Em 1984 a *Abel & Assoc.* cria um anúncio comercial por computador.
- A *LucasFilm* cria um novo programa de síntese foto de realista de imagem baseado no método de traçagem de raios (REYES).
- Em 1986 **S. Jobs** compra a *Pixar* da empresa *LucasFilm*.
- A *INTEL* e a *Texas Inst.* desenvolvem **processadores gráficos**.
- Em 1988 a *Pixar* tem o filme *Luxo Jr.* nomeado para um Óscar e recebe a patente do programa de síntese de imagem *RENDERMAN*.



Anúncio comercial



Imagens criadas pelo REYES

27



Passado da Computação Gráfica

• Anos 80 (cont.)

- Animação *Luxo Jr.* produzida pela *Pixar*:

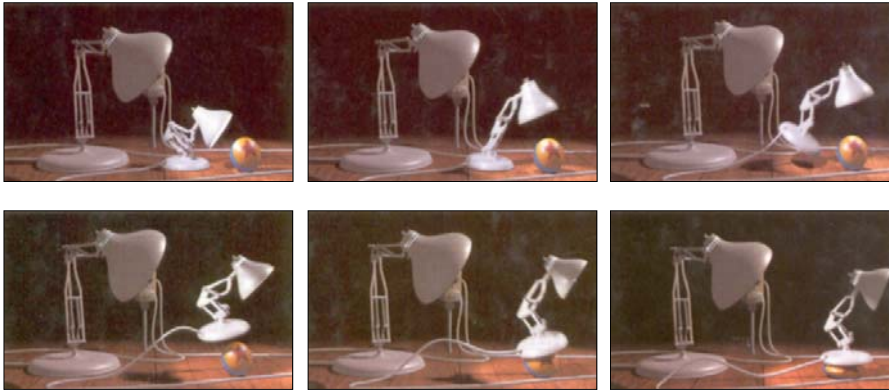


28



- Anos 80 (cont.)

- Animação *Luxo Jr.* produzida pela *Pixar*:



29



- Anos 80 (cont.)

- Em 1988 a *Pixar* recebe um Oscar pelo filme animado *Tin Toy*.
- Em 1989 a *ILM* cria o personagem de "água" do filme *The Abyss*.

- Marcos Científicos dos Anos 80

- Em 1980 **Whitted** inventa o método de traçagem de raios.
- Em 1984 **Greenberg** desenvolve um novo método de síntese de foto realista de imagem baseado em teorias de transporte (radiosidade).



Filme *The Abyss*
(*O segredo do abismo*)

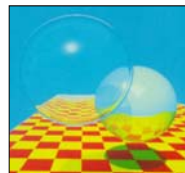


Imagem de
traçagem de raios



Imagem de
radiosidade

30



Passado da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 80

- Em 1984 **Porter** e **Duff** inventam algoritmos sofisticados de **composição criativa de imagens 2D** (aplicáveis ao cinema).
- Em 1986 **Kajiya** descreve a equação matemática que governa os **fenômenos de transporte da luz**, na base da iluminação global.

• Progressos Obtidos nos Anos 80

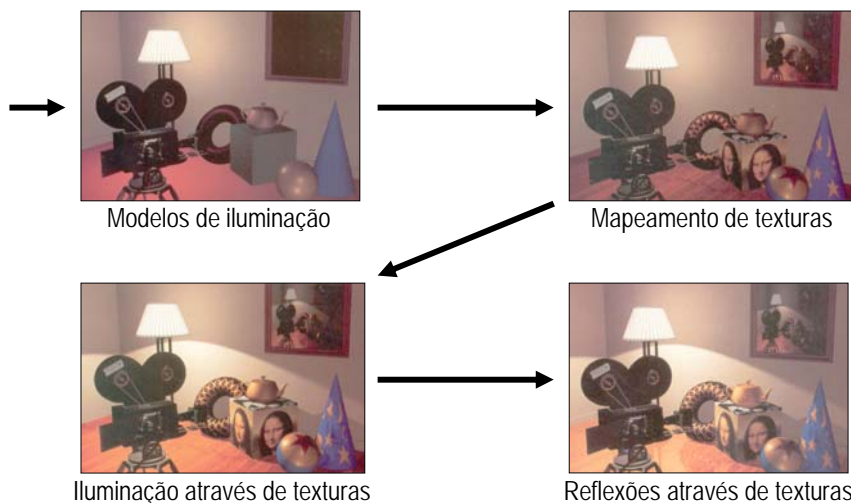
- O hardware gráfico evolui imensamente (**algoritmos em hardware**).
- Surge a competição de formatos entre a **traçagem de raios** e a **radiosidade**.
- O método de **traçagem de raios** transforma-se em promessa adiada.
- A equação de **Kajiya** finalmente formaliza a síntese de foto e fisicamente realista de imagem 3D e aponta novos caminhos.

31



Passado da Computação Gráfica

• Progressos Obtidos nos Anos 80 (cont.)



32



Passado da Computação Gráfica

• Anos 90

- A plataforma dos inícios de 90 era a estação gráfica de trabalho *SGI* com 16 Mbytes de memória, matriz de pixels com 24 bits/pixel, suporte **hardware para coloração Gouraud e visibilidade z-buffer** (os computadores *IBM PC* ainda não possuíam hardware gráfico).
- Em 1991 **Berners-Lee** cria no *CERN* a *World Wide Web*.
- Filme *Terminator 2* (*ILM*) inclui personagem computadorizado (Robot T-1000).
- Em 1993 é produzido o filme *Jurassic Park* (*ILM* e **S. Spielberg**) e um ano depois recebe um Oscar de Efeitos Especiais.



33



Passado da Computação Gráfica

• Anos 90 (cont.)

- Em 1993 a empresa *Cyan* lança o jogo 3D de personagem *Myst*, que se transforma no jogo mais vendido de sempre.
- Em 1995 a *Pixar* produz o filme animado comercial *Toy Story*.
- Em 1995 a empresa nacional *NDR Filmes* lança o filme *Cassiopéia*, que começou a ser produzido em 1992.
- A *Sony* lança o console de jogos *Playstation*.
- Em 1998 a *Pixar* produz o filme *A Bug's Life* e em 1999 *Toy Story 2* (todos os filmes da *Pixar* são enormes sucessos de bilheteira).
- Em 1999 o filme *The Matrix* estreia com o surpreendente efeito "*Bullet Time*".

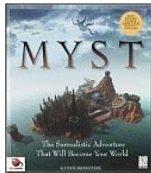
34



• Anos 90 (cont.)



Filme *Cassiopeia*



Jogo *Myst*



Filme *Toy Story*



Filme *A Bug's Life*



Toy Story 2

35



• Anos 90 (cont.)



Chroma Key (Fundo Verde)



Filme *The Matrix* e o "Bullet Time"

36



Passado da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 90

- O *ACM* reforça o reconhecimento público das contribuições científicas dos investigadores da Computação Gráfica através de **prêmios anuais de mérito** (*Achievement Awards* do *SIGGRAPH*).
- Em 1992 surge o padrão gráfico de programação **OpenGL** (*SGI*).
- A Univ. do *Illinois* desenvolve tecnologia de **realidade virtual** (*CAVE*).
- A partir de 1993 a *Pixar* recebe prêmios sucessivos da Academia de Artes Cinematográficas de Hollywood.
- Em 1997 a empresa **NVIDIA** começa a contratar investigadores para produzir hardware gráfico 3D para computadores pessoais *IBM PC*.

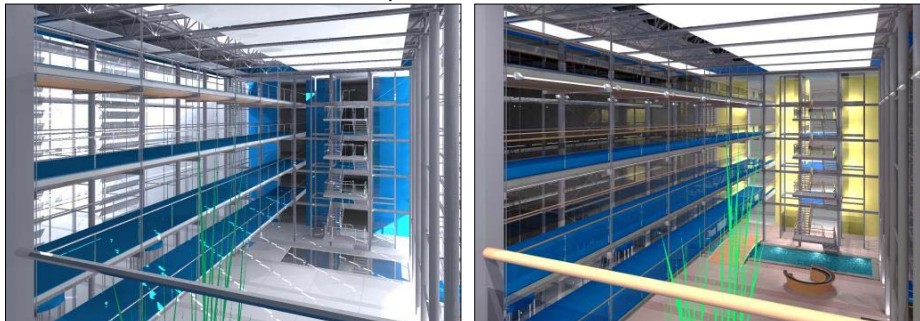
37



Passado da Computação Gráfica

• Marcos Científicos dos Anos 90 (cont.)

- A partir de 1993 **G. Ward** desenvolve o programa de síntese fisicamente realista de imagem **RADIANCE**, que se torna uma referência *de fato* em arquitetura e luminotécnica.



Imagens fisicamente realistas produzidas pelo programa *RADIANCE*
Estudos de iluminação diurno e noturno.

38



Passado da Computação Gráfica

• Progressos Obtidos nos Anos 90

- 1991 foi o **ano de virada da indústria de cinema** em relação à Computação Gráfica e pouco depois essa participação alargava-se às indústrias do vídeo, da televisão e do lazer/entretenimento.
- As empresas **Pixar** e **ILM** emergem como grandes líderes desta área.
- Os **jogos 3D** *Myst*, *Doom*, *Quake* e *Riven* ilustram convincentemente muitos avanços científicos e tecnológicos da Computação Gráfica.
- Surgem empresas dedicadas à fabricação de **hardware gráfico 3D** para computadores pessoais *IBM PC* e *Apple* (*ATI*, *3dfx*, *NVIDIA*, etc)
- Os drives de jogos evoluem rapidamente e transformam-se em computadores especializados em jogos (*Playstation* e *Nintendo64*).

39



Organização

- Origens da Computação Gráfica
Pré-História e Anos 40, 50 e 60
- Passado da Computação Gráfica
Anos 70, 80 e 90
- Presente da Computação Gráfica
A partir de 2000 a 2010
- Futuro da Computação Gráfica
Contexto de Longo Prazo
- Conclusões

40



Presente da Computação Gráfica

• Anos 2000 a 2010

- A plataforma mais comum para atividades em Computação Gráfica é o computador pessoal **IBM PC** com mínimo 512 Mbytes de memória, hardware de coloração **Phong**, visibilidade **z-buffer**, mapeamento de texturas em tempo real e vídeo de elevada resolução.
- Em 2000 são lançadas no mercado os consoles de jogos **Sega Dreamcast** e **Sony Playstation 2** (poderosos computadores gráficos).
- A **Disney** exhibe o filme animado por computador *Dinosaur* e a **Sony** o filme *Hollow Man* (outras empresas avançam para a produção CG).



Filme animado *Dinosaur*



Filme *Hollow Man*

41



Presente da Computação Gráfica

• Anos 2000 a 2010 (cont.)

- Em 2001 exhibe-se o filme *Shrek* (*DreamWorks*), que recorre a novos métodos de síntese e animação de personagens “naturais”.



Filme computacionalmente animado *Shrek*

42



Presente da Computação Gráfica

• Anos 2000 a 2010 (cont.)

- Em 2001 é lançado *Monsters Inc* (Pixar) com efeitos especiais produzidos por módulos computacionais independentes.

Personagem
"Sulley"



Filme computacionalmente animado *Monsters Inc*

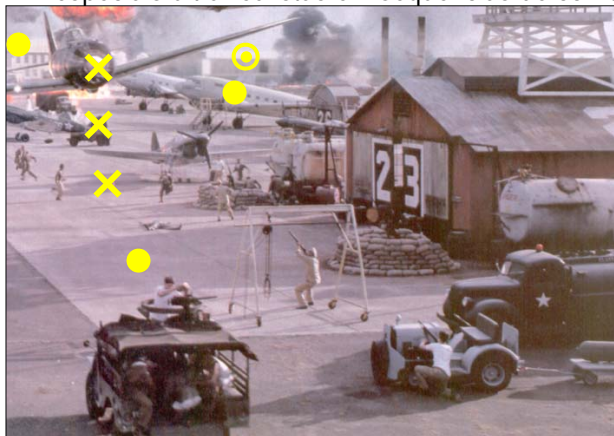
43



Presente da Computação Gráfica

• Anos 2000 a 2010 (cont.)

- Em 2001 exibe-se o filme *Pearl Harbour* (Disney), repleto de efeitos especiais ultra realistas em seqüências de combate aéreo e naval.



Legenda:

- X - sintético
- - retocado
- - real

Filme *Pearl Harbour*

44

Presente da Computação Gráfica

- Anos 2000 a 2010 (cont.)

- Em 2002 Alceu Baptista da Vetor Zero cria a personagem digital Kaya.



45

Presente da Computação Gráfica

- Anos 2000 a 2010 (cont.)

- Em 2003 o filme *The Matrix Reloaded* utiliza efeitos em cenas de luta com personagens virtuais.



Filme *The Matrix Reloaded*

46



Organização

- Origens da Computação Gráfica
Pré-História e Anos 40, 50 e 60
- Passado da Computação Gráfica
Anos 70, 80 e 90
- Presente da Computação Gráfica
Anos 2000 a 2010
- Futuro da Computação Gráfica
Contexto de Longo Prazo
- Conclusões

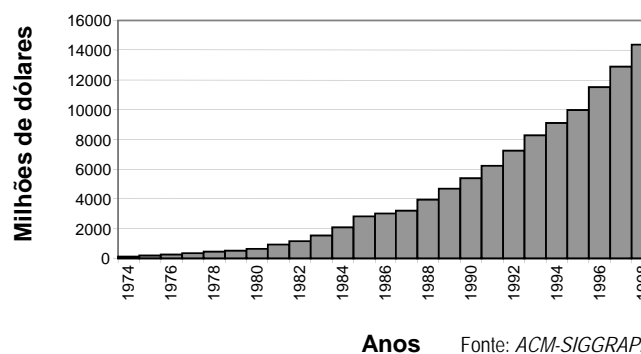
47



Futuro da Computação Gráfica

- Contexto Atual
 - A Computação Gráfica congregou à sua volta várias indústrias e passou a liderar negócios ligados ao cinema, vídeo, lazer, etc.

Indústria da Computação Gráfica



48



Futuro da Computação Gráfica

• Longo Prazo

- Migração para hardware dos principais métodos de visualização 3D baseados em traçagem de raios.
- Desenvolvimento de métodos de visualização 3D interativos e com suporte de cenas dinâmicas.
- Uso intensivo da computação distribuída na Computação Gráfica.
- No cinema, utilização de atores virtuais indistinguíveis de atores reais (por exemplo, “ressuscitando” atores já mortos!).
- Disseminação da produção de vídeo de elevada qualidade em computador pessoal.
- Vivências de mundos virtuais extremamente convincentes.

49



Referências

• Bibliográficas

- Foley et al; *Introduction to Computer Graphics*; AW; 1994
- Freeman, H.; *Interactive Computer Graphics*; IEEE CSP; 1980
- Moller & Haines; *Real-Time Rendering*; A. K. Peters Ltd; 1999
- Morrison; *Becoming a Computer Animator*; SAMS Publishing; 1995
- Watt & Watt; *Advanced Animation and Rendering Tech.*; AW; 1992

• Internet

- Revista *WIRED*; <http://www.wired.com>
- Revista *Computer Graphics World*; <http://www.cgw.com>
- *ACM*; <http://www.acm.org>
- *Pixar*; <http://www.pixar.com>

50