



# História da Computação Gráfica

António Cardoso Costa

Computação Gráfica - Ramo Computadores e Sistemas  
Departamento de Engenharia Informática - ISEP/IPP



# Objectivos

---

- 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 actual 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 direcções de investigação e aplicação

# Introdução

- Enquadramento da Computação Gráfica
  - A Computação Gráfica (CG) nasce no início dos anos 60
  - Desde cedo evidenciou um potencial imenso, condicionado por
    - Custos iniciais elevados da computação e do hardware
    - Incompreensão dos processos associados à geração de imagem
    - Complexidade inerente a software de sistema e de aplicação
  - Os avanços científicos e tecnológicos ocorreram “em picos”
  - As contribuições prestadas à Computação Gráfica tipificam-se em
    - Pioneiros           - *I. Sutherland, A. Ray Smith*
    - Inovadores       - *J. Blinn, T. Whitted, L. Carpenter*
    - Adaptadores   - *MAGI, Abel & Assoc., LucasFilm*
    - Seguidores       - *SGI, Pixar, Disney, Sony, NVIDIA*

# 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 e 2001
- Futuro da Computação Gráfica  
Curto, Médio e Longo Prazo
- Conclusões

# Origens da Computação Gráfica

---

- Pré-História
  - Algumas das fundações que merecem destaque:
    - **Euclides** [300-250AC] - fez uma formulação inicial da geometria
    - **Brunelleschi** [Séc. XV] - arquitecto 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
    - **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 ecrãs de computadores e televisões
  - Em 1926 **Baird** constrói a primeira televisão

# 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 refrescamento 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

# Origens da Computação Gráfica

- Anos 40 e 50
  - Dois projectos militares norte-americanos incluem elementos básicos de Computação Gráfica:
    - Whirlwind - construção de um simulador de voo
    - SAGE - sistema de defesa aéreo contra ataques nucleares



Projecto *Whirlwind*



Projecto *SAGE*

# 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 transístor
  - 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* (vulgarmente conhecida por *DEC*)



# Origens da Computação Gráfica

---

- Anos 40 e 50 (cont.)
  - Em 1958 no *MIT* liga-se um ecrã 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
  - Nas universidades e em empresas, alguns privilegiados utilizam o computador para investigar ideias e aplicações emergentes
  - Nessas organizações lançam-se as sementes das actividades de investigação e desenvolvimento que conduziriam ao aparecimento da Computação Gráfica (assim baptizada por **W. Fetter** da *Boeing*)

# Origens da Computação Gráfica

- Anos 60
  - Os computadores da época possuem alguns kbytes de memória, não existem sistemas operativos 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*

# Origens da Computação Gráfica

- Anos 60 (cont.)
  - Em 1963 **Sutherland** apresenta um sistema de desenho interactivo de primitivas gráficas 2D baseado em caneta luminosa
  - Em 1963 **Englebart** inventa o dispositivo de interacção “rato”
  - **Zajac** produz nos *Bell Labs* o primeiro filme gerado por computador (imagens formadas de linhas e texto)



Sistema de desenho  
interactivo *SketchPad*

# Origens da Computação Gráfica

- Anos 60 (cont.)
  - Em 1963 surge o primeiro sistema comercial de CAD (DAC-1)
  - Em 1966 é lançada no mercado a consola caseira de jogos *Odissey*
  - É criada a empresa *MAGI*, pioneira na produção computacional de animação e efeitos especiais
  - Em 1967 **Rougelet** cria um simulador interactivo de voo (*NASA*)



Sistema comercial  
de CAD *DAC-1* da  
*General Motors*

# 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 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** no âmbito do *ACM*
  - Nasce a rede *ARPANET*

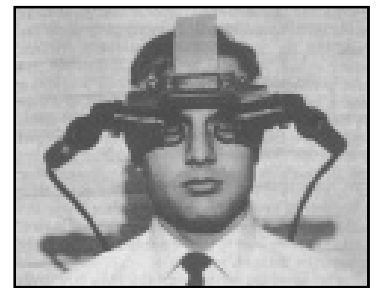
# Origens da Computação Gráfica

---

- 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 recta e introduz a noção de coordenadas homogéneas na representação geométrica de objectos
  - **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

# 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 secção de Computação Gráfica no departamento de Ciências da Computação
  - **Sutherland** apresenta um novo dispositivo de visualização
  - Em 1969 nos *Bell Labs* constrói-se a primeira matriz de pixels (cada pixel representado por 3 bits)
  - **A. Kay** desenvolve, na *Xerox PARC*, o primeiro interface gráfico com o utilizador



Capacete  
HMD

# Origens da Computação Gráfica

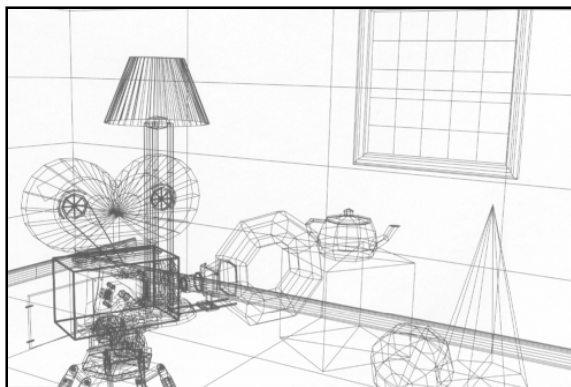
---

- Aspectos de Mudança
  - A década de 60 registou grande actividade na investigação fundamental da Computação Gráfica (algoritmos, métodos e técnicas), dado tudo estar por descobrir e fazer
  - Surgiram as primeiras manifestações de arte computacional (Estugarda e Nova Iorque em 1965, Londres em 1968, etc)
  - 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



# Origens da Computação Gráfica

- Progressos Obtidos nos Anos 60



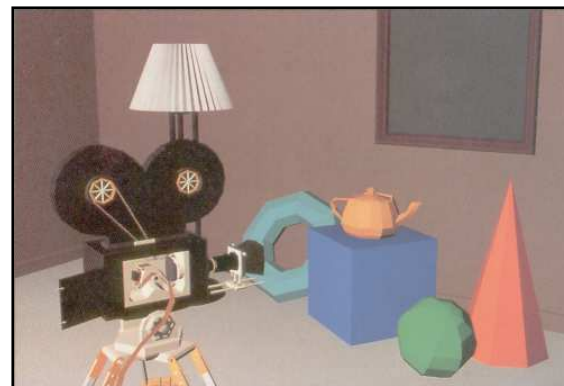
Visualização “malha de arame”



Cálculo de linhas visíveis



Iluminação ambiente



Iluminação difusa

# Organização

---

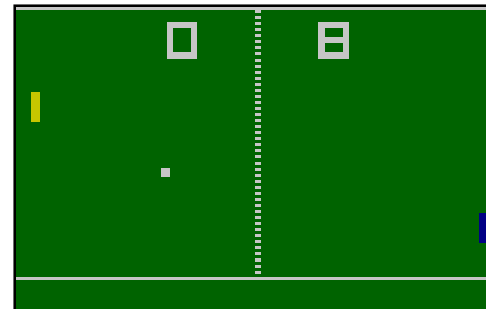
- Origens da Computação Gráfica  
Pré-História e Anos 40, 50 e 60
- Passado da Computação Gráfica  
Anos 70, 80 e 90
- Presente da Computação Gráfica  
Anos 2000 e 2001
- Futuro da Computação Gráfica  
Curto, Médio e Longo Prazo
- Conclusões

# Passado da Computação Gráfica

- Anos 70
  - O computador mais avançado da época (*IBM 360*) possui 64 kbytes de memória, um ecrã vectorial 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*

# 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

# 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 Óscar de Efeitos Especiais
  - 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*

# 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, 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*)

# 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 direccionais de iluminação (reflexões simples)
  - **Mandelbrot** formaliza a teoria dos fractais
  - **Newell** define um objecto 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

# Passado da Computação Gráfica

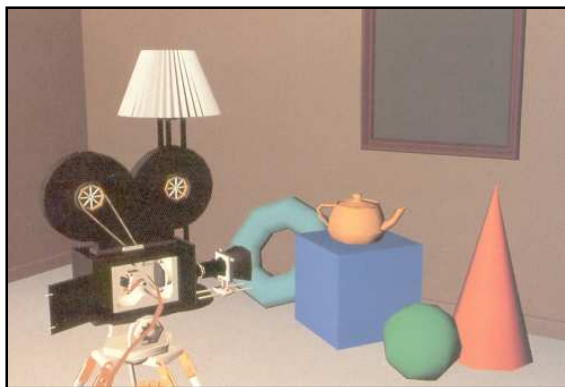
---

- Marcos Científicos dos Anos 70 (cont.)
  - Em 1977 surge o primeiro standard 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 didácticos 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 imenso o grupo de investigadores e programadores em Computação Gráfica
  - O hardware gráfico limitado prometia novos desenvolvimentos

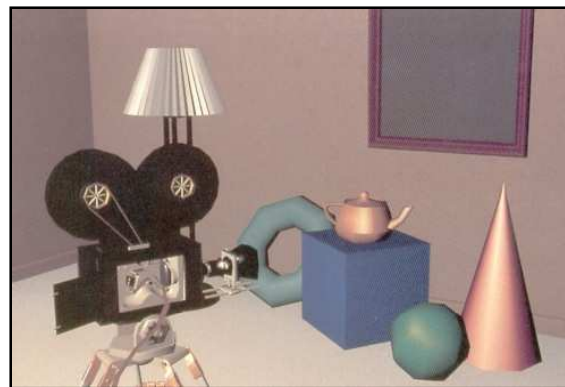


# Passado da Computação Gráfica

- Progressos Obtidos nos Anos 70



Coloração *Gouraud* difusa



Coloração *Gouraud* especular



Coloração *Phong*



Superf. curvas e col. *Phong*

# Passado da Computação Gráfica

- Anos 80
  - É a década do computador pessoal (*IBM PC* e *Apple Macintosh*, incorporando um dispositivo rato e matrizes de pixels com ecrãs de varrimento (desaparecem a caneta luminosa e o ecrã vectorial)
  - A tecnologia *Ethernet* para ligação em rede local difunde-se
  - Em 1980 **Carpenter** mostra no *SIGGRAPH* animações 3D realistas com paisagens verosímeis 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)

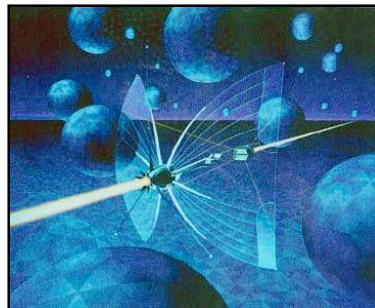
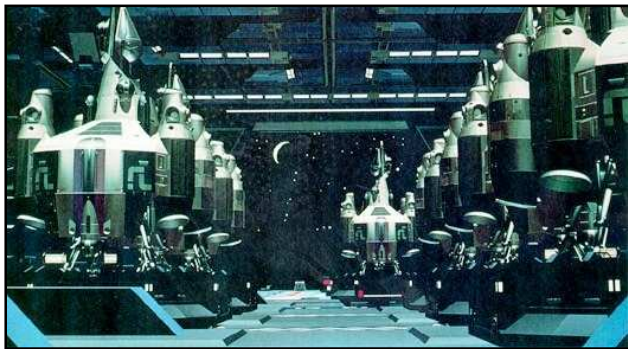


Imagem do  
filme *Tron*

# Passado da Computação Gráfica

- Anos 80 (cont.)
  - Em 1981 a *LucasFilm* cria uma aplicação de síntese 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*

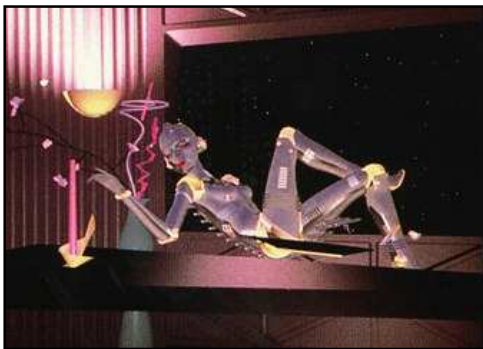


*Star Trek III*



# Passado da Computação Gráfica

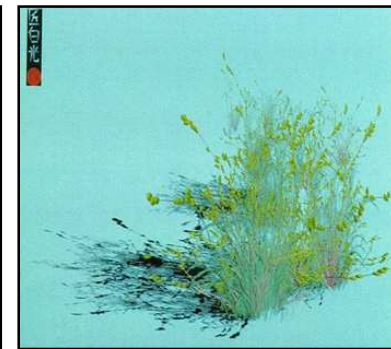
- Anos 80 (cont.)
  - Em 1984 a *Abel & Assoc.* cria um anúncio comercial por computador
  - A *LucasFilm* cria um novo programa de síntese foto realista de imagem baseado no método de traçagem de raios (REYES)
  - Em 1986 **S. Jobs** compra a *Pixar* à empresa *LucasFilm*
  - A *INTEL* e a *Texas Inst.* 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



# Passado da Computação Gráfica

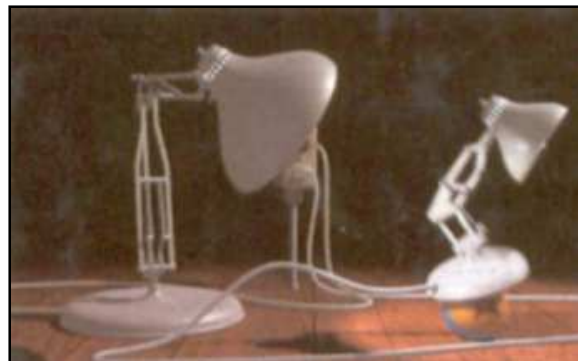
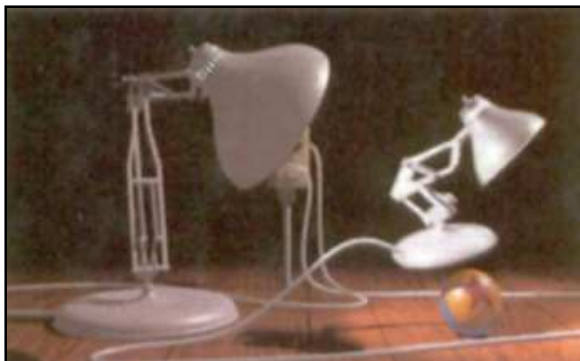
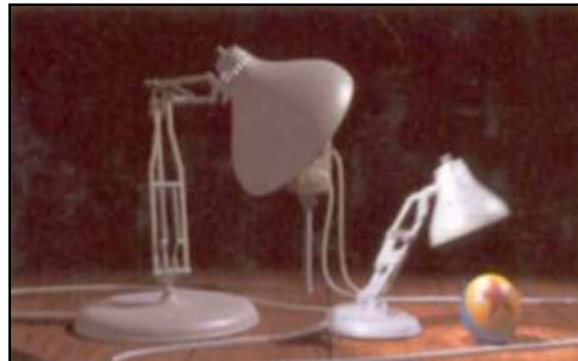
- Anos 80 (cont.)
  - Animação *Luxo Jr.* produzida pela *Pixar*





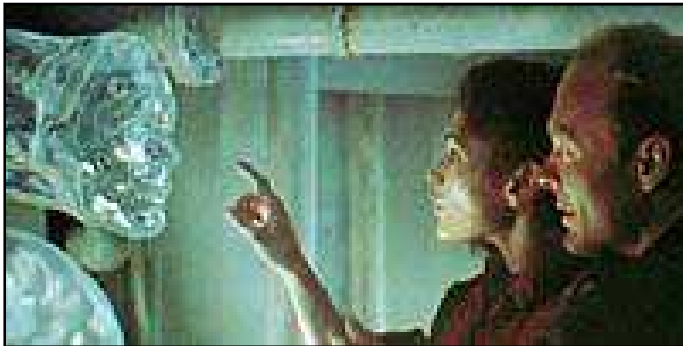
# Passado da Computação Gráfica

- Anos 80 (cont.)
  - Animação *Luxo Jr.* produzida pela *Pixar*



# Passado da Computação Gráfica

- Anos 80 (cont.)
  - Em 1988 a *Pixar* recebe um Óscar 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 foto realista de imagem baseado em teorias de transporte (radiosidade)



Filme *The Abyss*

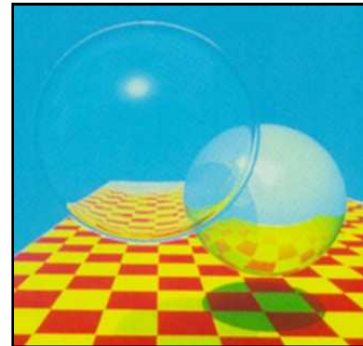


Imagem de  
traçagem de raios

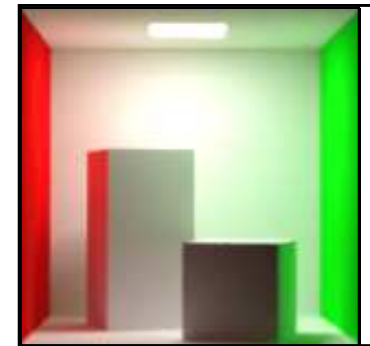


Imagem de  
radiosidade

# 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 fenómenos de transporte da luz, na base da iluminação global
- Progressos Obtidos nos Anos 80
  - O hardware gráfico evolui imenso (algoritmos em hardware)
  - Surge a “guerra religiosa” entre a traçagem de raios e a radiossidade
  - O método de traçagem de raios transforma-se em promessa adiada
  - A equação de **Kajiya** finalmente formaliza a síntese foto e fisicamente realista de imagem 3D e aponta novos caminhos

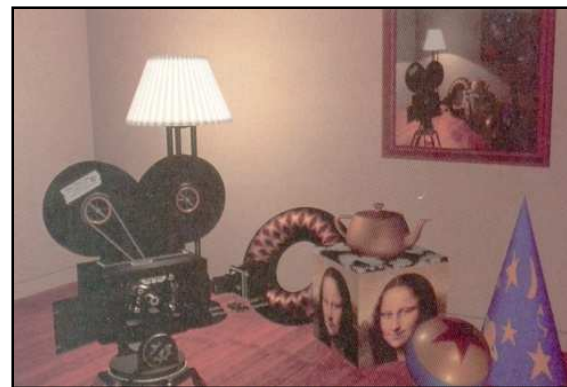


# Passado da Computação Gráfica

- Progressos Obtidos nos Anos 80 (cont.)



Modelos de iluminação



Mapeamento de texturas



Iluminação através de texturas



Reflexões através de texturas

# Passado da Computação Gráfica

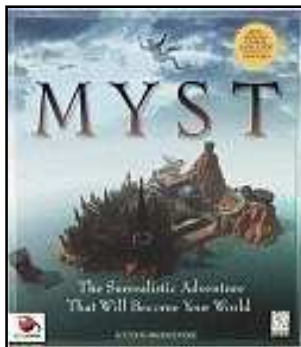
- Anos 90
  - A plataforma dos inícios de 90 era a estação gráfica de trabalho SGI com 16 Mbytes de memória, matriz de pixels com 24 bits/pixel, suporte hardware para coloração *Gouraud* e visibilidade *z-buffer* (os computadores *IBM PC* ainda não possuíam hardware gráfico)
  - Em 1991 **Berners-Lee**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



Imagem do robot *T-1000*  
do filme *Terminator 2*

# Passado da Computação Gráfica

- Anos 90 (cont.)
  - Em 1993 a empresa *Cyan* lança o jogo 3D de personagem *Myst*, que em 1988 se transforma no jogo mais vendido de sempre
  - Em 1995 a *Pixar* produz o filme animado comercial *Toy Story*
  - A *Sony* lança a consola 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)



Jogo *Myst*



Filme *Toy Story*



Filme *A Bug's Life*



*Toy Story 2*

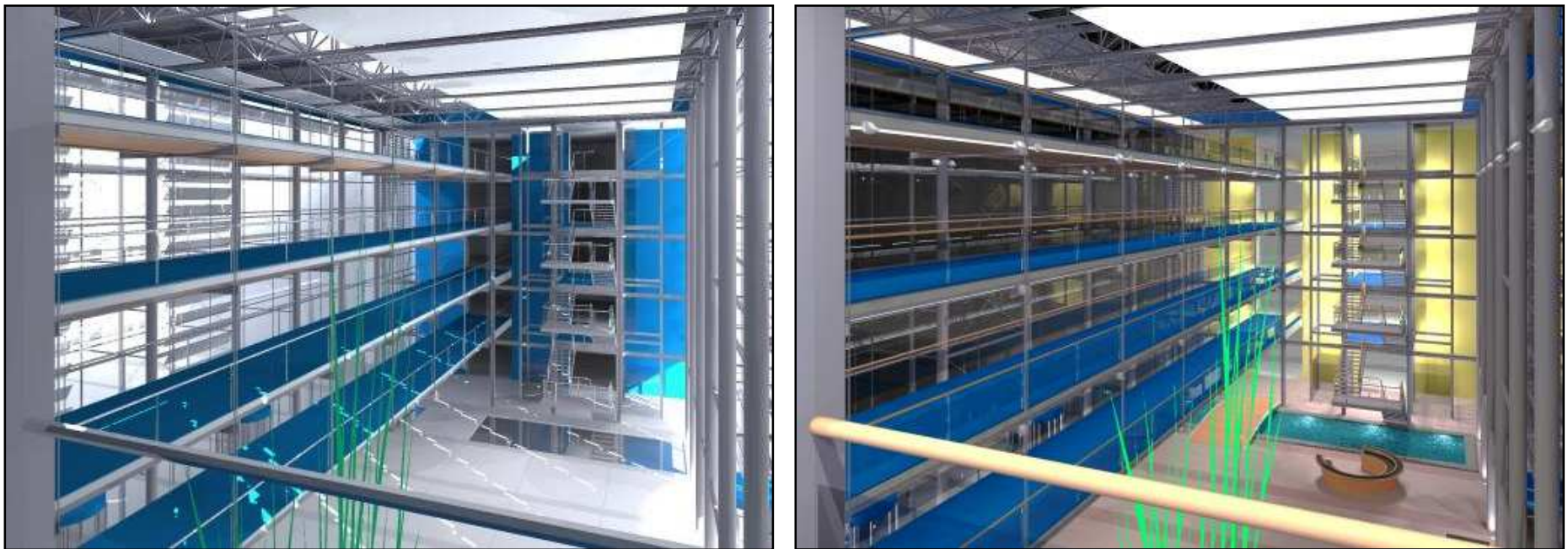
# Passado da Computação Gráfica

- Marcos Científicos dos Anos 90
  - O ACM reforça o reconhecimento público das contribuições científicas dos investigadores da Computação Gráfica através de prémios anuais de mérito (*Achievement Awards* do SIGGRAPH)
  - Em 1992 surge o standard gráfico de programação *OpenGL* (SGI)
  - A Univ. do *Illinois* desenvolve tecnologia de realidade virtual (*CAVE*)
  - A partir de 1993 a *Pixar* recebe prémios sucessivos da Academia
  - Em 1995 **M. Pesce** introduz o conceito *VRML* (standard ISO 1997)
  - Em 1997 a Univ. de *Chapell Hill* cria um novo sistema computacional paralelo para produção interactiva de imagens em cenas complexas
  - Em 1997 a empresa *NVIDIA* começa a contratar investigadores para produzir hardware gráfico 3D para computadores pessoais *IBM PC*



# 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 facto* em arquitectura e luminotecnia



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

# Passado da Computação Gráfica

---

- Progressos Obtidos nos Anos 90
  - 1991 foi o ano de viragem 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 ao fabrico de hardware gráfico 3D para computadores pessoais *IBM PC* e *Apple* (*ATI*, *3dfx*, *NVIDIA*, etc)
  - As consolas de jogos evoluem rapidamente e transformam-se em computadores especializados em jogos (*Playstation* e *Nintendo64*)

# Passado da Computação Gráfica

---

- Progressos Obtidos nos Anos 90 (cont.)
  - A investigação científica dispersou-se por muitos subdomínios especializados, sendo consenso geral que as grandes ideias já teriam sido quase todas inventadas (**Blinn** - *SIGGRAPH* 98)
  - Apareceram arquitecturas paralelas para produção de imagem e animação computadorizada (a *Pixar* foi pioneira nesta área)
  - Deu-se uma enorme disseminação da actividade científica devida à *WWW* e ao *Email* (destaque para *sites* de universidades americanas)
  - A investigação e desenvolvimento em Computação Gráfica migra para os computadores pessoais *IBM PC* (*Windows* e *Linux*), o que facilita enormemente a sua disseminação mundial e a põe ao alcance de qualquer pessoa

# 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 e 2001
- Futuro da Computação Gráfica  
Curto, Médio e Longo Prazo
- Conclusões



# Presente da Computação Gráfica

- Anos 2000 e 2001
  - A plataforma mais comum para actividades em Computação Gráfica é o computador pessoal *IBM PC* com 512 Mbytes de memória, suporte hardware de coloração *Phong*, visibilidade *z-buffer*, mapeamento de texturas em tempo real e ecrã de elevada resolução
  - Em 2000 são lançadas no mercado as consolas 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*

# Presente da Computação Gráfica

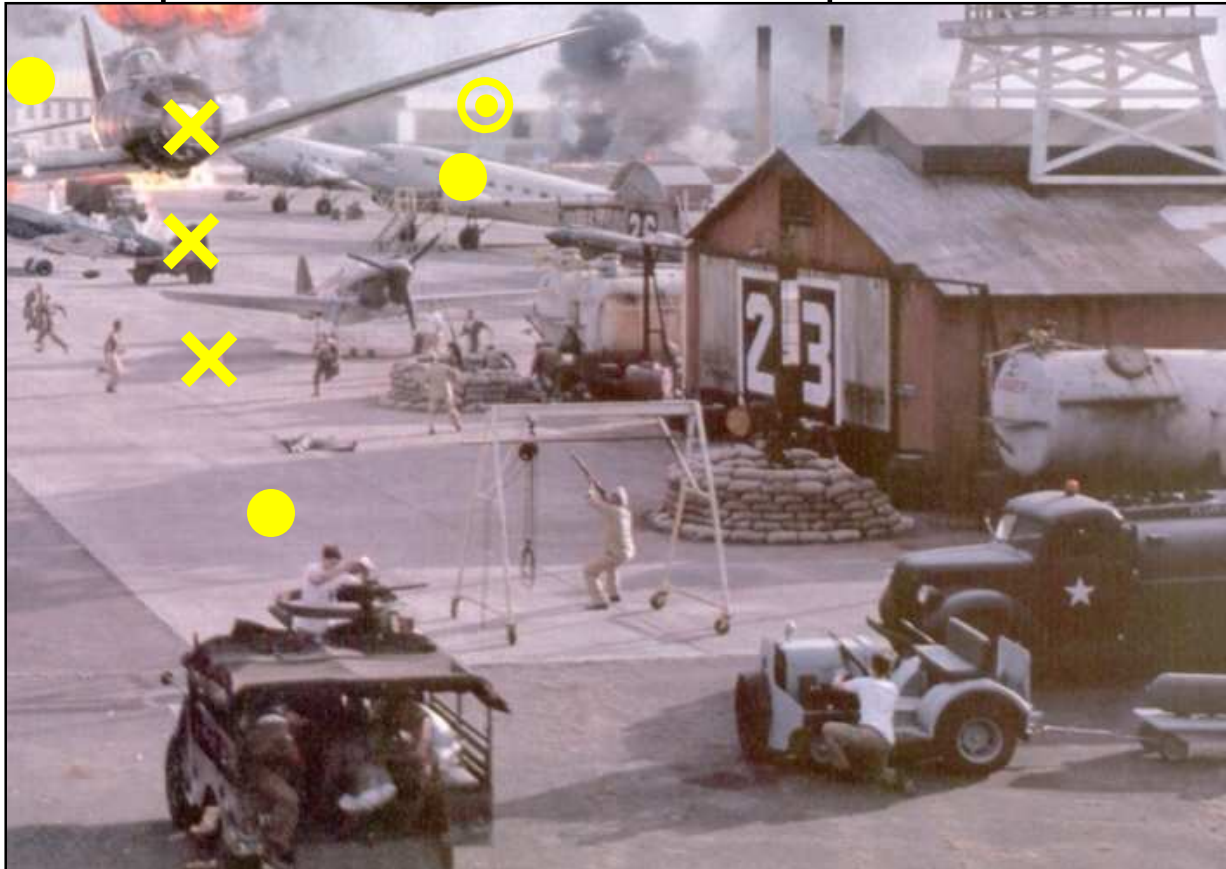
- Anos 2000 e 2001 (cont.)
  - Em 2001 exhibe-se o filme Shrek (*DreamWorks*), que recorre a novos métodos de síntese e animação de personagens “naturais”



Filme animado computacional *Shrek*

# Presente da Computação Gráfica

- Anos 2000 e 2001 (cont.)
  - Em 2001 exhibe-se o filme *Pearl Harbour* (Disney), repleto de efeitos especiais ultra realistas em sequências de combate aéreo e naval



Legenda:

-  - sintético
-  - retocado
-  - real

Filme *Pearl Harbour*

# Organização

---

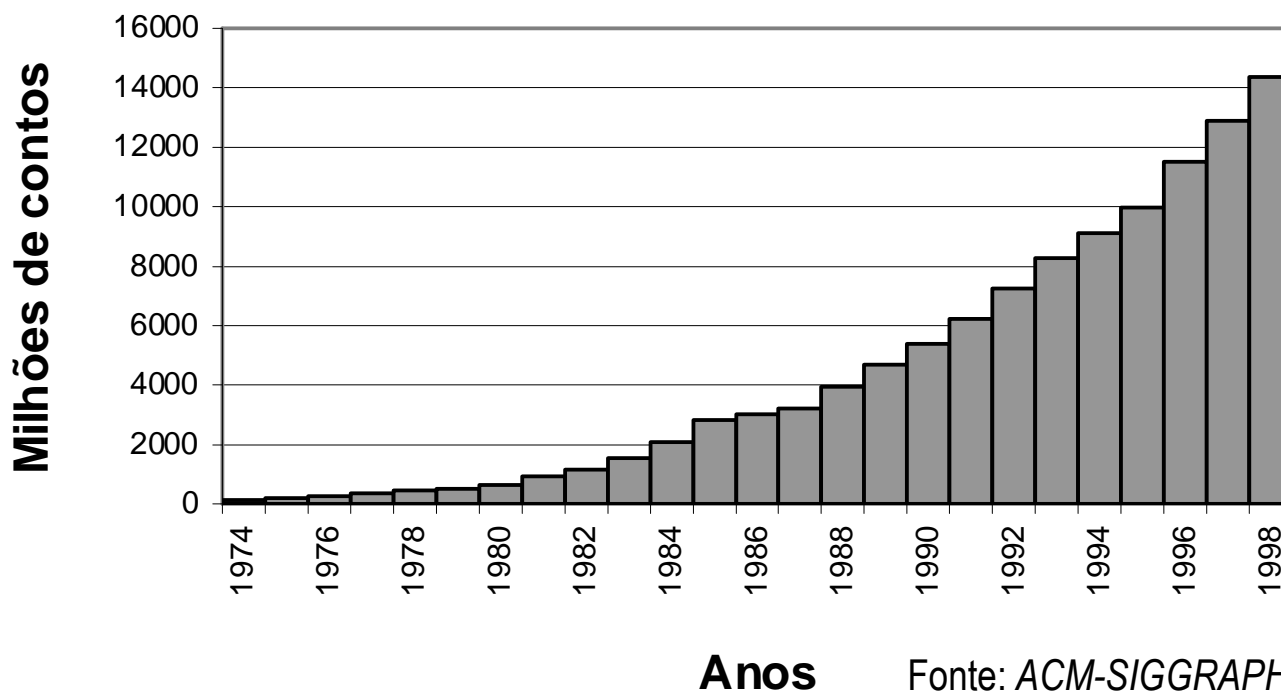
- Origens da Computação Gráfica  
Pré-História e Anos 40, 50 e 60
- Passado da Computação Gráfica  
Anos 70, 80 e 90
- Presente da Computação Gráfica  
Anos 2000 e 2001
- Futuro da Computação Gráfica  
Curto, Médio e Longo Prazo
- Conclusões

# Futuro da Computação Gráfica

- Contexto Actual

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

## Indústria da Computação Gráfica



# Futuro da Computação Gráfica

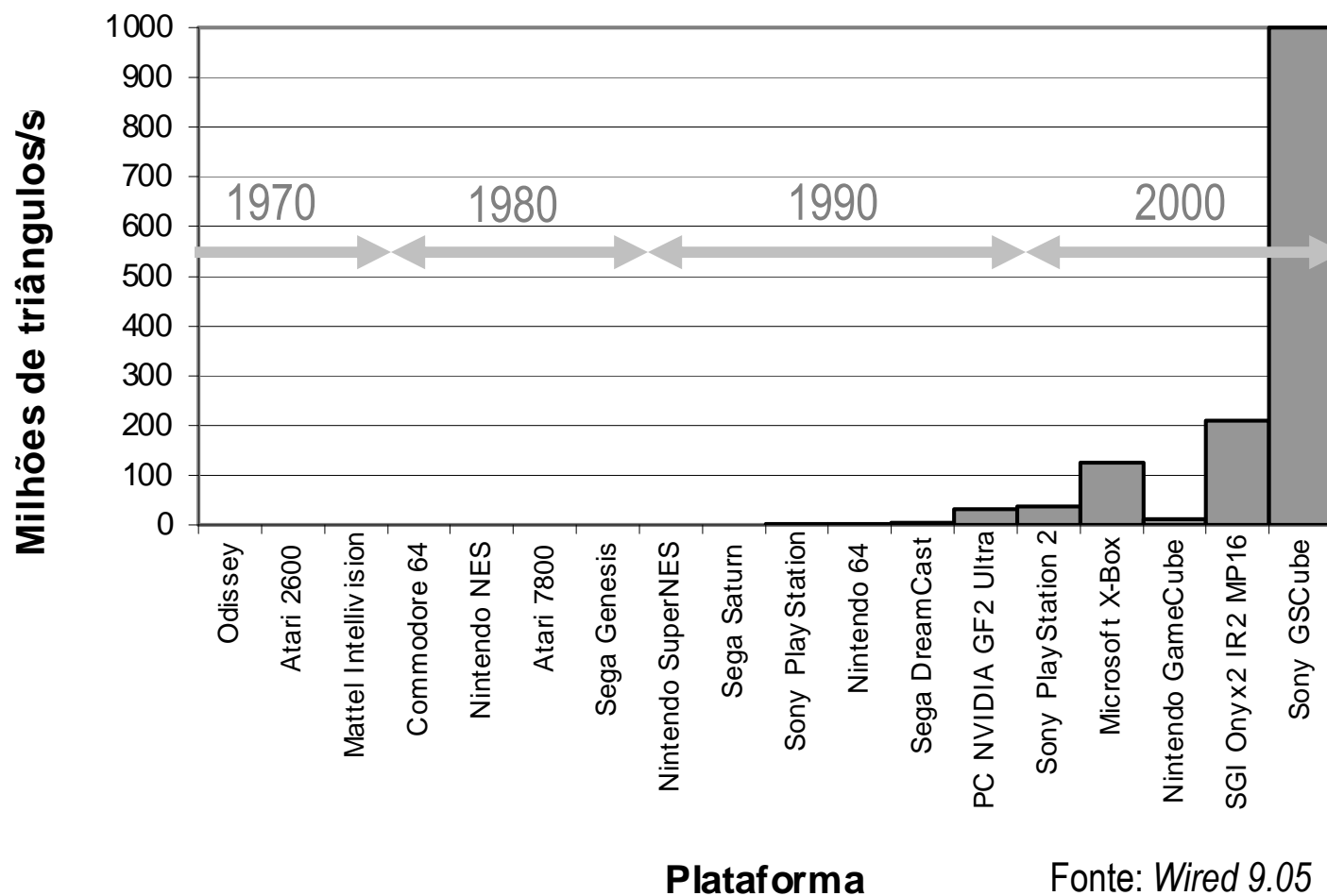
---

- Contexto Actual (cont.)
  - Em 2000 as vendas de bilhetes do cinema americano atingiram os 1725 milhões de contos e as vendas de vídeo jogos os 1472 milhões
  - Segundo a *IDSA*, 60% dos americanos com mais de 6 anos jogam vídeo jogos e esta indústria cresce a um ritmo 3 vezes superior aos das indústrias do cinema e do hardware
  - Desde 1998 que se tem assistido a um desenvolvimento tecnológico impressionante nas plataformas computacionais orientadas à CG, o que se traduz por cada vez mais sofisticados processadores gráficos com desempenhos muito acima dos processadores de uso geral
  - O potencial dos vídeo jogos está a levar à entrada de novas empresas nesta área e ao reposicionamento das existentes

# Futuro da Computação Gráfica

- Curto Prazo

## Desempenho Gráfico





# Futuro da Computação Gráfica

- Curto Prazo (cont.)



3 MT/segundo  
16 Mbytes RAM



38 MT/segundo  
32 Mbytes RAM



12 MT/segundo  
43 Mbytes RAM



100 MT/segundo  
64 Mbytes RAM



210 MT/segundo  
1Gbyte RAM



1000 MT/segundo  
256 Mbytes RAM

Nota: MT = milhão de triângulos



# Futuro da Computação Gráfica

---

- Médio Prazo
  - Para quando a geração em tempo real num computador pessoal de animações computacionais semelhantes aos filmes *A Bug's Life*, *Toy Story* ou *Dinosaur*?
  - Tendo em conta que a evolução dos processadores gráficos segue um ritmo de duplicação de capacidade de processamento em cada seis meses, será possível produzir um filme desse tipo em tempo real e a uma cadência imagem de 60 HZ por volta de...

# 2007!

Nota: autores mais pessimistas propõem 2024!

# Futuro da Computação Gráfica

---

- Médio Prazo (cont.)
  - Os dispositivos de visualização tenderão a evoluir para grandes dimensões, definições de 1200 *dpi* e taxas de refrescamento próximas de 72 Hz, o que poderá levar ao abandono das tecnologias baseadas em *CRT*
  - A síntese realista de imagem deverá voltar a interessar-se pelo método da traçagem de raios como forma preferencial de produção de imagem com elevada qualidade:
    - adopção de modelos de iluminação extremamente verosímeis
    - uso de cenas 3D cada vez mais complexas (milhões de primitivas 3D)
    - facilidade de paralelização do cálculo em redes locais de alto débito
    - recurso a suporte hardware nas tarefas nucleares da traçagem de raios

# 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 interactivos e com suporte de cenas dinâmicas
  - Uso intensivo da computação distribuída na Computação Gráfica
  - No cinema, utilização de actores virtuais indistinguíveis de actores reais (por exemplo, “ressuscitando” actores já mortos!)
  - Disseminação da produção de vídeo de elevada qualidade em computador pessoal
  - Vivências de mundos virtuais extremamente convincentes

# 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 e 2001
- Futuro da Computação Gráfica  
Curto (3 anos), Médio (10 anos) e Longo Prazo
- Conclusões

# Conclusões

---

- Em cerca de 40 anos
  - A Computação Gráfica esteve na origem da indústria dos vídeo jogos
  - Ajudou a transformar o cinema de animação numa arte e a alargar as suas fronteiras (esbater as diferenças entre o animado e o real)
- Nos próximos 40 anos
  - Ajudará a tornar os jogos de computador numa nova forma de arte
  - Com os dispositivos de interacção adequados, esbaterá a separação entre a realidade e as ficções (viver várias vidas paralelas)
  - Tornar-se-à onnipresente e deixará de ser falada como área diferenciada que presta serviços a outras actividades humanas

***“The best way to predict the future is to create it” - Alan Kay***

# 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>