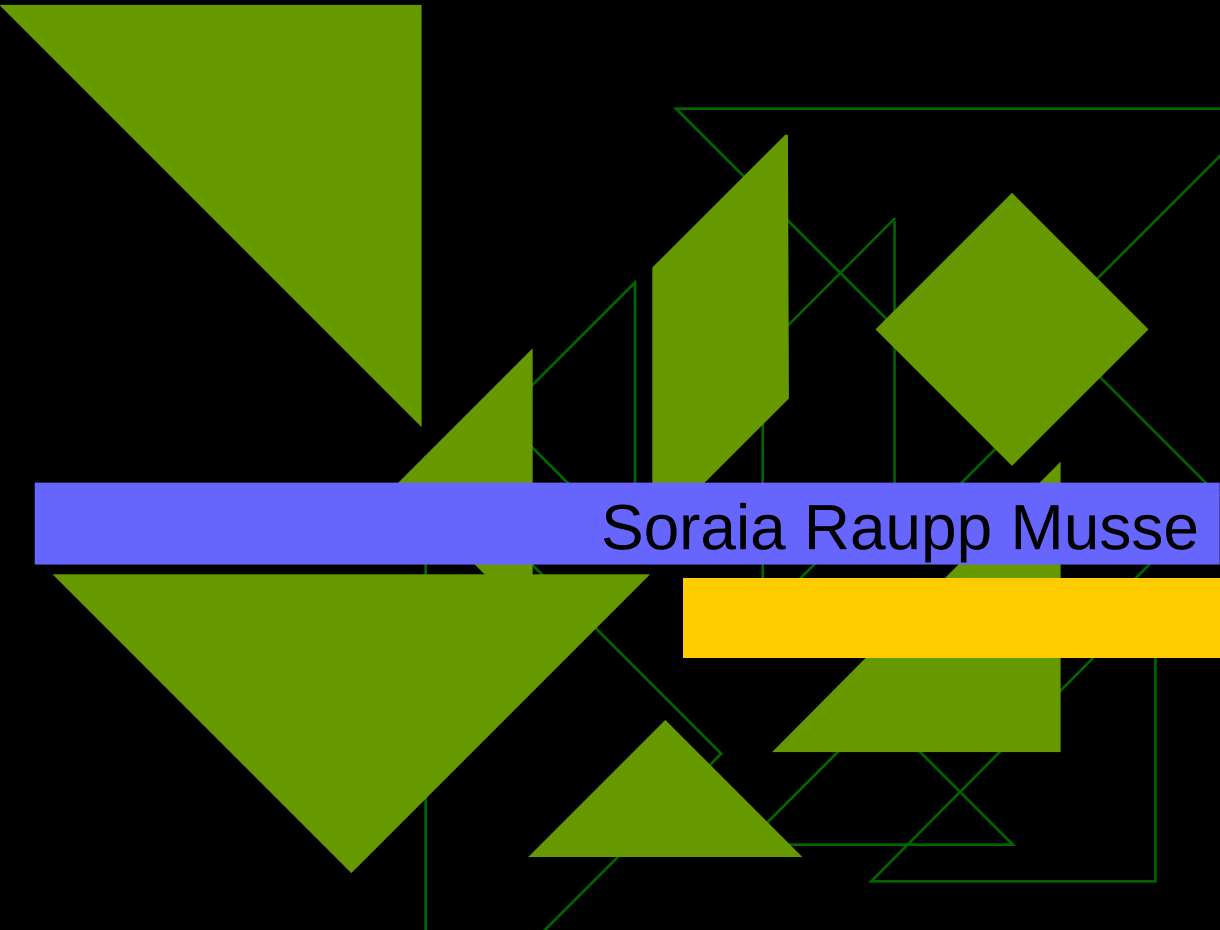


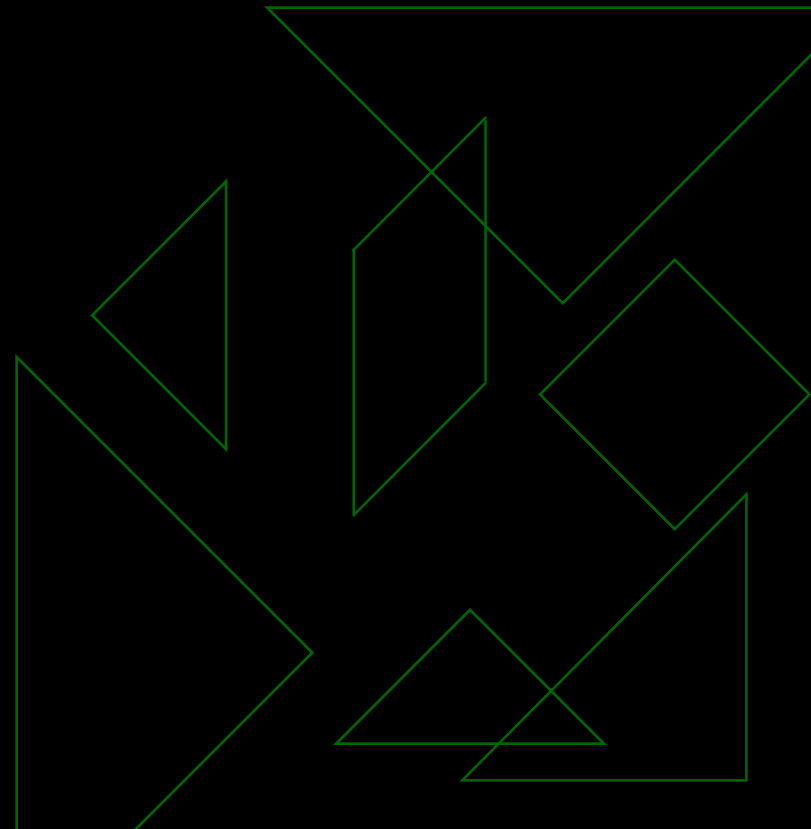
Introdução a Animação



Soraia Raupp Musse

Histórico

- ◆ Fascinação por contar histórias com imagens em movimento



Histórico

- ◆ Fascinação por contar histórias com imagens em movimento
- ◆ Processo global (animação toolkit) – necessidade de programadores
 - ◆ Dreamworks X PDI
 - ◆ Disney X Pixar

Disney X Pixar

- ◆ Lucas Film – década de 80 – o computador nunca permitiria gerar desenhos tão cheios de vida quanto a animação convencional... Pixar era uma divisão da Lucas Film no NY Institute of Technology
- ◆ Pixar (Steve Jobs compra em 1986, John Lasseter e Ed Catmull)
- ◆ Disney tenta comprar a Pixar. Demissão do Michael Eisner que gerenciou a Disney por 2 décadas. Sobe o Robert Iger... Preservado “teoricamente” o ambiente de Liberdade.

Animation Heritage

- ◆ 1928: Walt Disney produz o primeiro desenho animado sonorizado: [Steamboat Willie](#). Esta também é a estreia do personagem Mickey Mouse.
- ◆ 1932: A Disney lança o desenho [Flores e Árvore](#), o primeiro a usar technicolor. A técnica permite que sejam feitas animações coloridas a partir de três cores (azul, vermelho e verde).
- ◆ 1937: Chega aos cinemas Branca de Neves e os Sete Anões, primeiro longa-metragem de animação.



Animation Heritage

- ◆ 1982: É lançado [Tron](#), o primeiro longa a usar computação gráfica em seqüências completas de filmes.
- ◆ 1982: [Start trek](#) sequence
- ◆ 1986 – [Young Sherlock Holmes](#) (Primeira utilização de personagens em filmes de CG)
- ◆ 1988: [Tin Toy](#), da Pixar, se torna o primeiro filme de animação computadorizada a ganhar um Oscar.
- ◆ 1993: É realizada a primeira edição do [Anima Mundi](#), festival brasileiro de filmes e vídeos de animação.

Animation Heritage

- ◆ 1993: Estréia O [Estranho Mundo de Jack](#), dirigido por Tim Burton. O longa é o primeiro a utilizar o stop motion. A técnica consiste em fotografar cada movimento do objeto. Essas imagens editadas juntas dão a impressão de movimento.
- ◆ 1995: Toy Story, da Pixar, se torna o primeiro longa-metragem de animação totalmente computadorizado.
- ◆ 2000: A Academia de Artes e Ciências Cinematográficas criou uma categoria do Oscar para premiar filmes de animação criados digitalmente. O primeiro vencedor foi Shrek.



Animation Heritage



- ◆ 2001: Chega aos cinemas Final Fantasy, animação cujos personagens foram todos criados em computador (não há uso de atores).
- ◆ 2004: É lançado Os Incríveis, primeiro filme da Pixar com personagens humanos.
- ◆ Cenas de CG: [Beauty and the Beast](#) (1991), [Lion King](#) (1994), Dreamworks: Antz, Shrek



Animation Heritage

- ◆ ILM: Jurassic Park (1993), Jumangi (1995), Mars Attacks (1996), Flubber (1997), Titanic (1999)
- ◆ Angel Studios: Lawnmower Man (1992)
- ◆ PDI: Batman Returns (1995), Shrek
- ◆ Tippett Studio: Dragonheart (1996), Starship Troopers



Animation Heritage

- ◆ Pixar: Toy Story, A Bug's Life, Monster's Inc., etc...
- ◆ A família do Futuro: 2007
- ◆ Bolt: 2008
- ◆ [Enrolados](#): 2010
- ◆ Detona Ralph: 2012
- ◆ [Brave](#): 2012 (Pixar)
- ◆ [Frozen](#): 2013
- ◆ Big Hero 6: 2014
- ◆ [Moana](#): 2016
- ◆ Toda a lista da [Disney](#)
- ◆ ILM: Jurassic Park (1993), Jumangi (1995), Mars Attacks (1996), Flubber (1997), Titanic (1999)
- ◆ Angel Studios: Lawnmower Man (1992)
- ◆ PDI: Batman Returns (1995), Shrek
- ◆ Tippett Studio: Dragonheart (1996), Starship Troopers (1997)
- ◆ Blue Sky Studios: Ice Age

O que é a *“Animação”*

“Animar é dar vida a quem não se move”

(Richard Parent)

Seqüência de imagens...

Sistema de Percepção

- ◆ *A persistência da visão (descoberta em 1800) consiste na habilidade dos receptores dos olhos manterem a informação e enviarem-na para o cérebro*
 - *Ex. Olhando para a luz, fecha os olhos*
 - *Ex. Acompanha o movimento de um disco e troca para um objeto parado*
 - *Ex. Motion blur*



Persistência da Visão **- *positive afterimage* -**

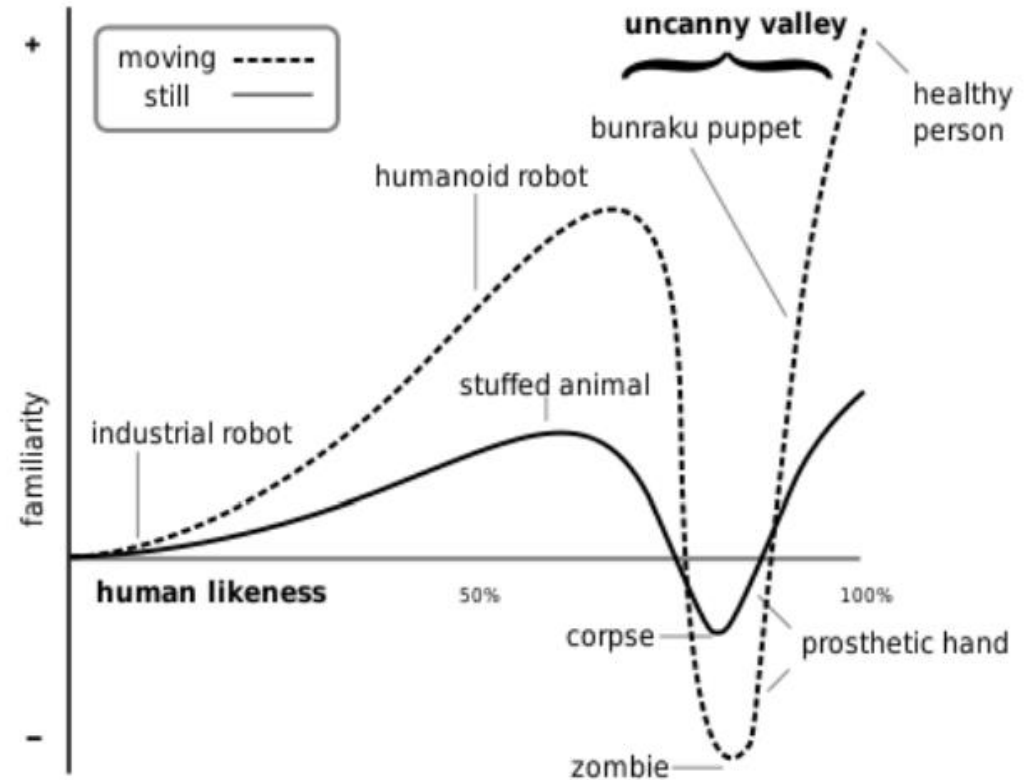
Outros exemplos:

- flash**
- movimento**



Sistema de Percepção

◆ *Uncanny Valley*

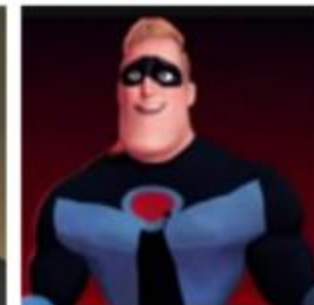




C.1 Unknown



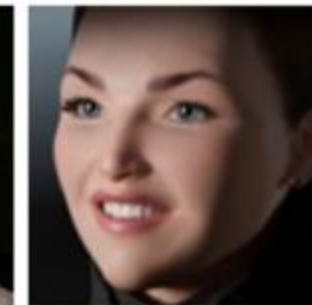
C.2 Obama's cartoon



C.3 Movie:
The Incredibles



C.4 Game:
Half Life



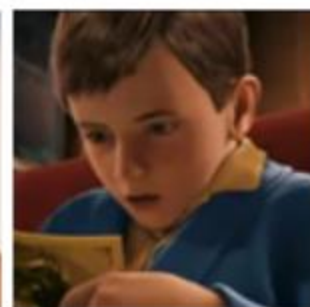
C.5 Unknown



C.6 Movie:
Beowulf



C.7 Unknown



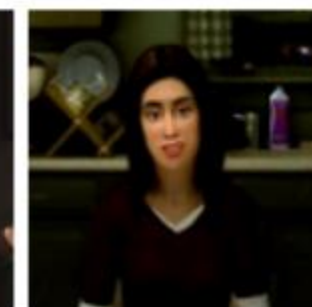
C.8 Movie:
Polar Express



C.9 Game:
Final Fantasy



C.10 Game:
GTA



C.11 Game:
Heavy Rain



C.12 Movie:
Rango



C.13 Movie:
Cloudy with a



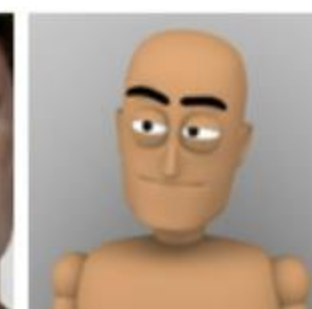
C.14 Unknown



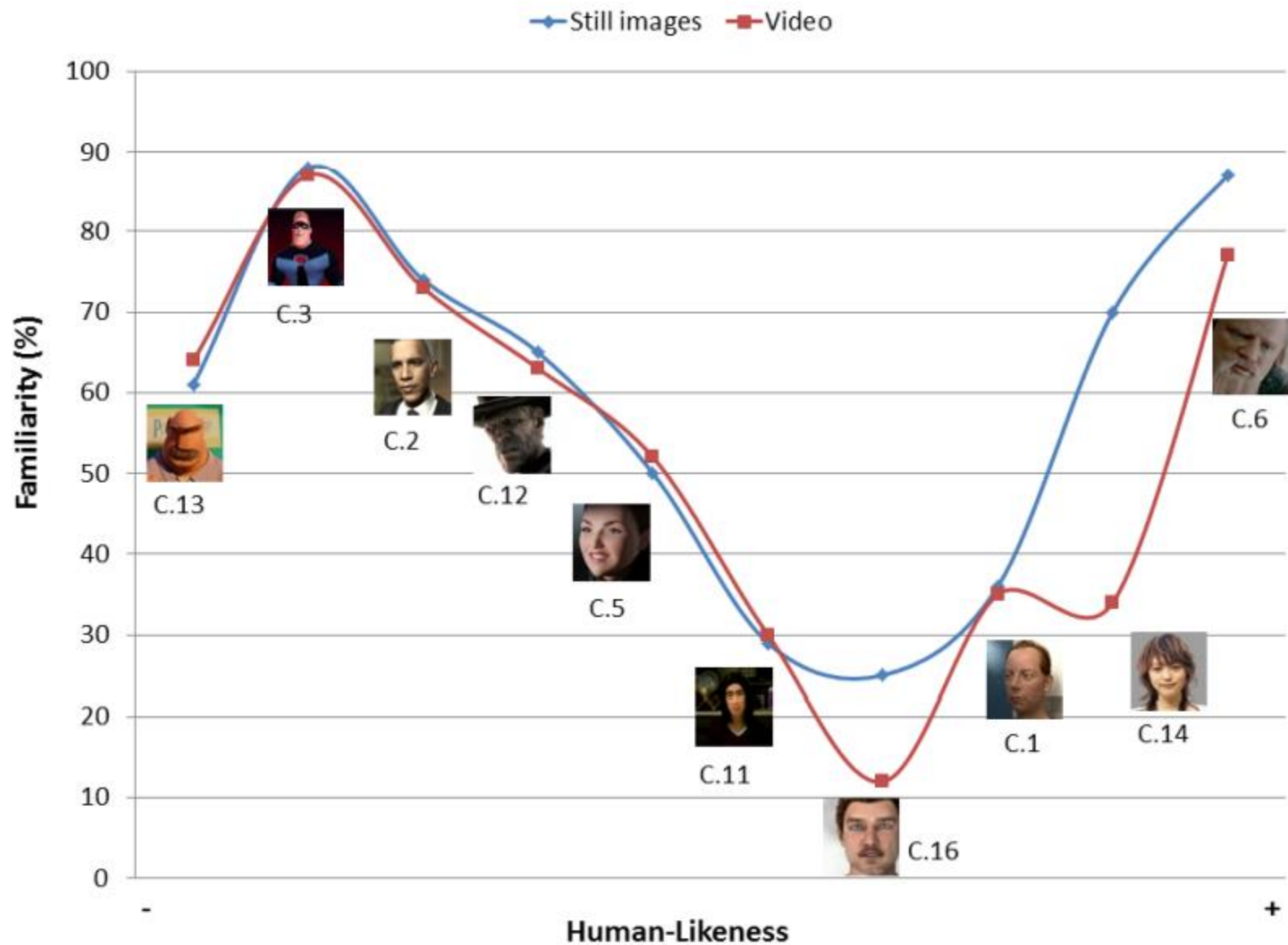
C.15 Unknown



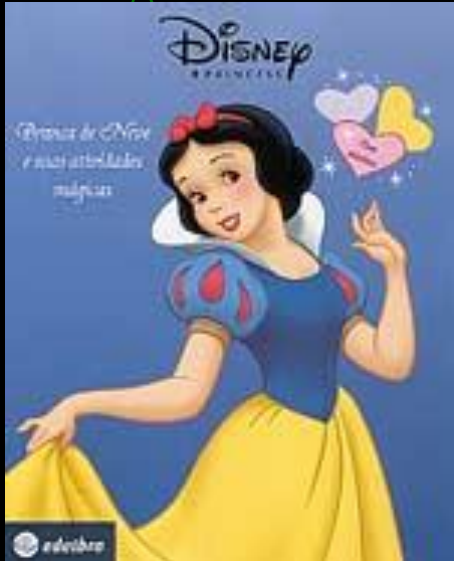
C.16 Unknown



C.17 Unknown



Animação Tradicional



- Primeiro longa-metragem
- Storyboard
- Rotoscopia
- Keyframe



Animação Assistida

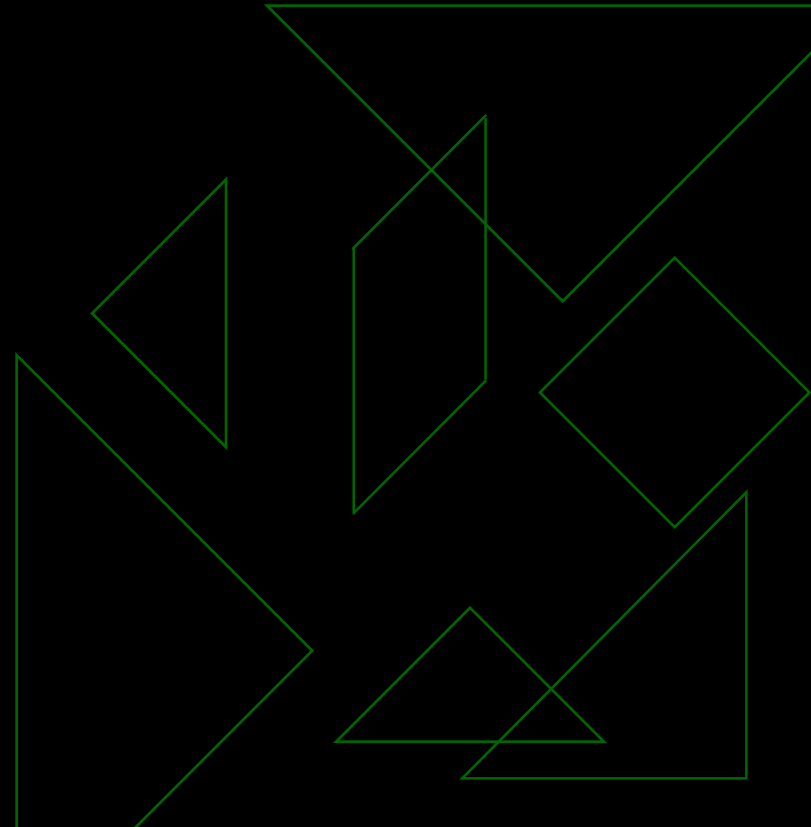
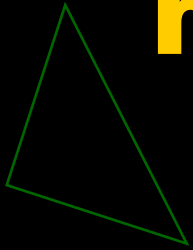
- Computador auxilia no processo de rendering (OK)
- Computador pode auxiliar no processo de geração de quadros intermediários?
- Idéia da Animação Modelada
 - Problema?? Como adquirir o modelo??

Modelagem: Escaneamento 3D

- a) Scanner 3D a laser de mão ligado a um braço giratório
- b) Scanner 3D a laser giratório



Uma vez tendo-se os modelos...



O que significa o termo “*Animação Computadorizada?*”

- “Geração de frames consecutivos que são exibidos numa frequência suficiente para que o olho humano não consiga diferenciá-los e tenha então a sensação de movimento”

O quão diferente eles devem ser?

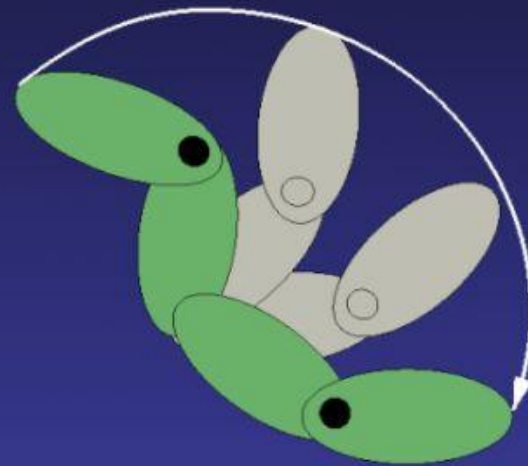


OK! Mas, o que são frames???

Em que frequência devem ser exibidos?

Animation Techniques

Keyframing



Controle Explícito

◆ Rotoscopia

Terminator II (1991)



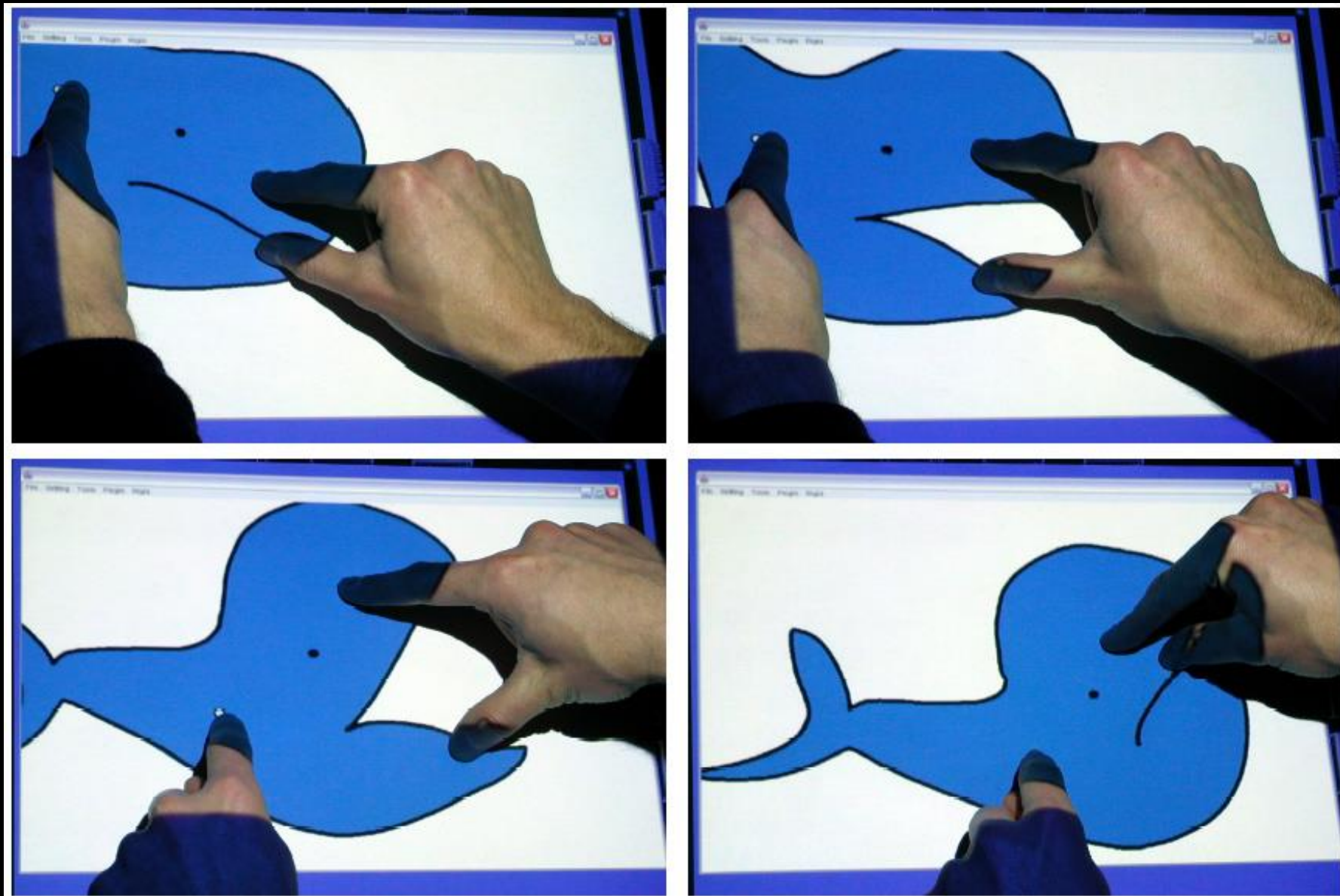


Figura 1: Manipulação da figura usando um SmartSkin. O usuário pode interativamente mover, rotacionar e deformar figuras com ambas as mãos, como se estivesse manipulando o objeto real.



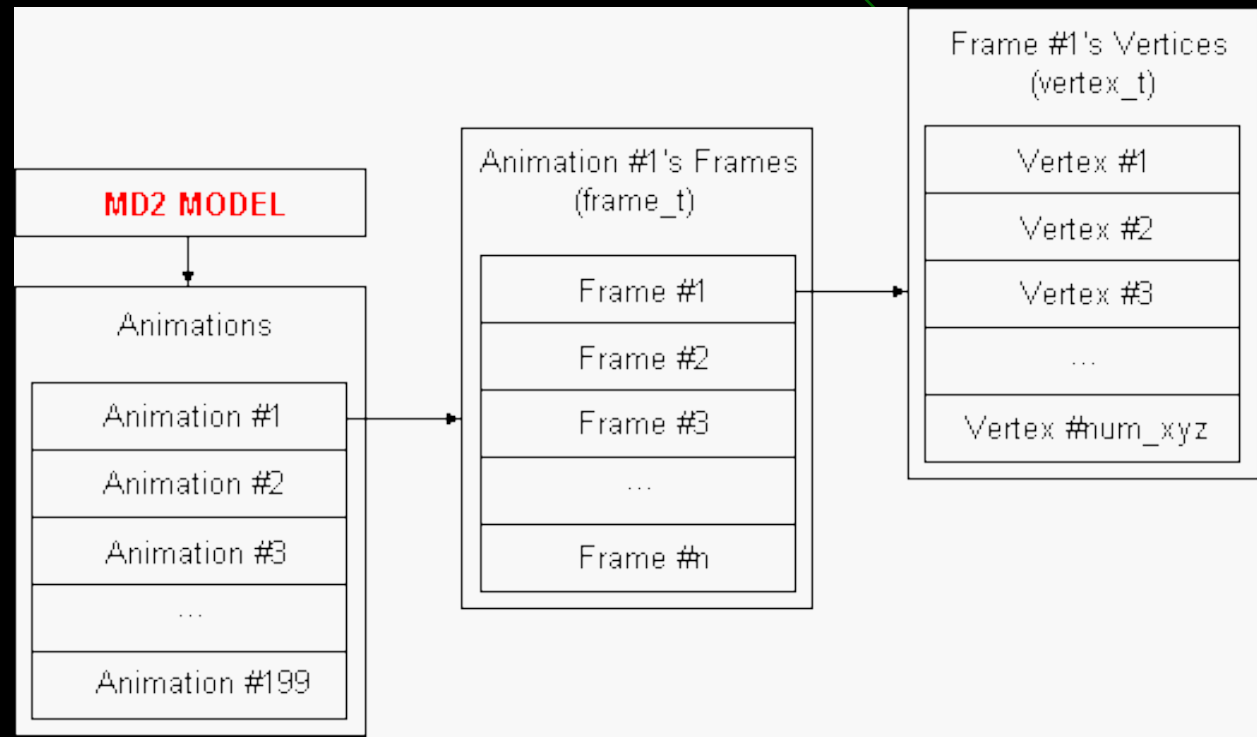
Controle Explícito

◆ Motion Capture



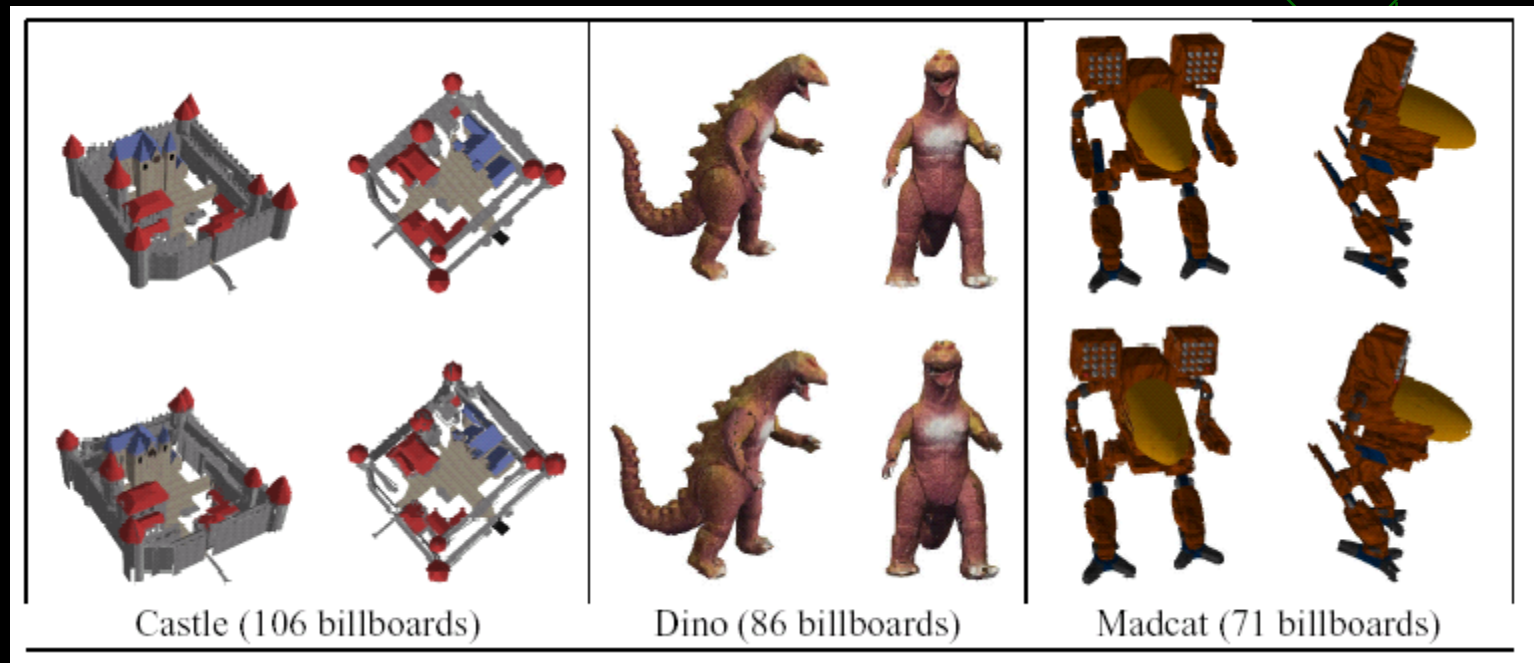
Animação Explícita

- ◆ Pré-processada (ex. MD2 – Quake)
 - Lista de vértices que variam em função do tempo



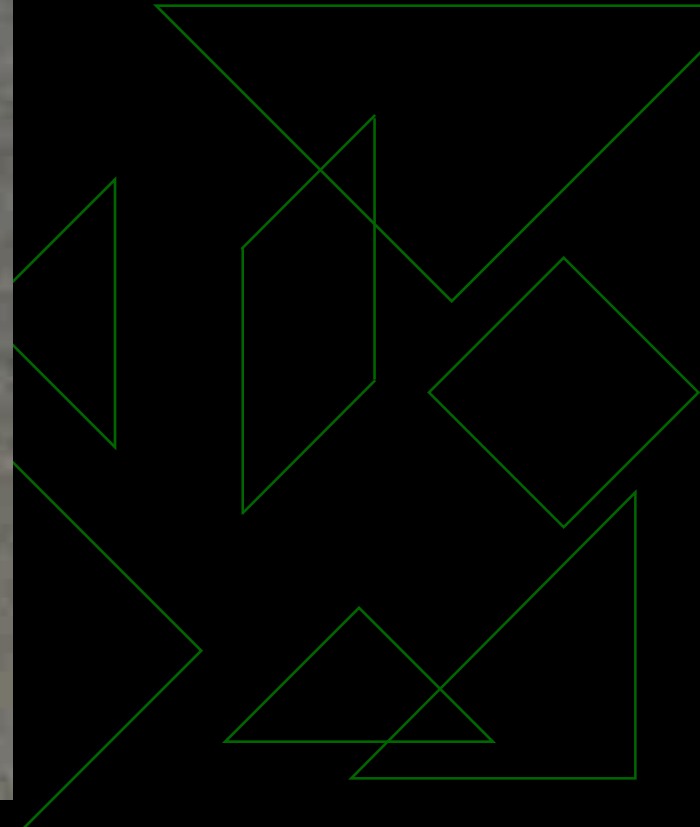
Animação Explícita

- ◆ Sprites animados
- ◆ Billboards, impostores



Hamster

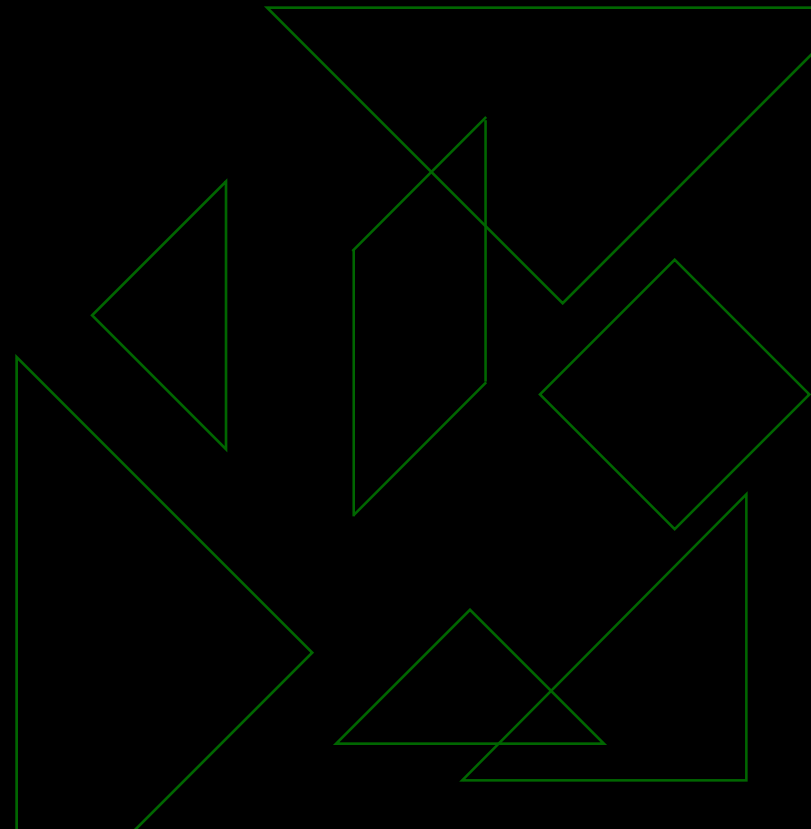
- ◆ 15,000 usable sprite frames, or 30,000 after mirroring





Animação baseada em Física

- ◆ Partículas
- ◆ Corpos rígidos
- ◆ Corpos deformáveis
- ◆ Corpos articulados



Sistema material

- ◆ Composto por partículas ligadas entre si por relações
- ◆ Movimento: variação de posição e orientação

Tipos de movimento

- ◆ Movimento interno (variação de distância entre os pontos internos) – Não existe para corpos rígidos
- ◆ Movimento externo (variação de distância entre os pontos externos)

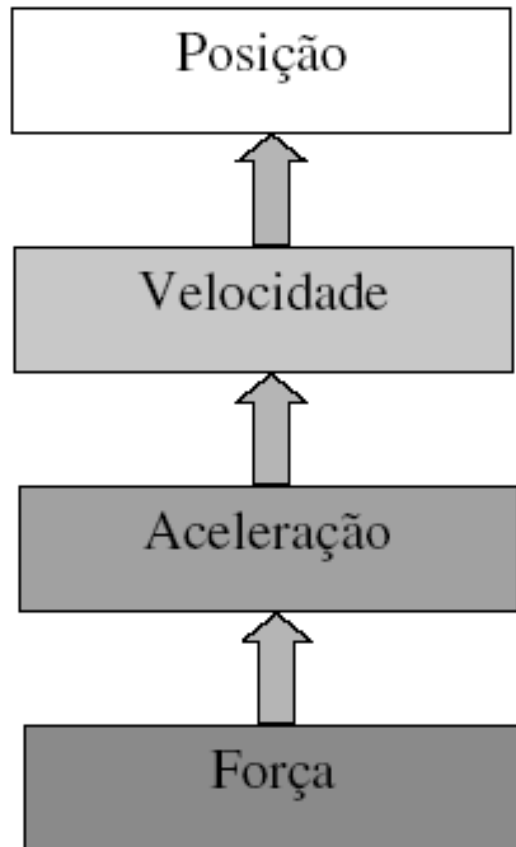
Partículas

- ◆ São corpos que não possuem dimensão
- ◆ Só possuem movimento translacional (não tem CM)



Física

- Animação → Mudança da Posição ao longo do tempo:



$$\mathbf{x} = (x, y)$$

$$\mathbf{v} = (v_x, v_y)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{x}_0 + \mathbf{v} \cdot dt$$

$$\mathbf{a} = (a_x, a_y)$$

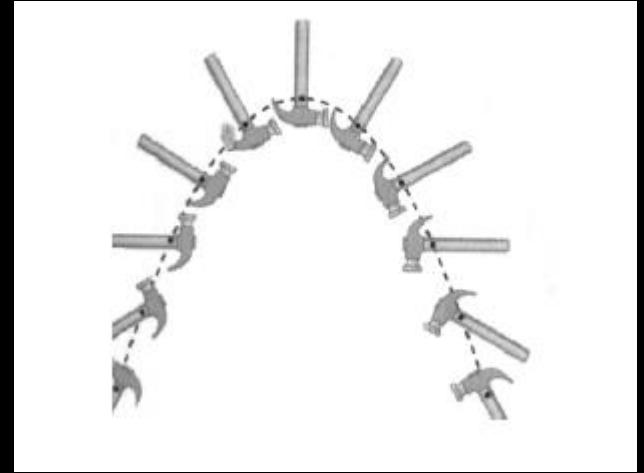
$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{a} \cdot dt$$

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} = \dot{\vec{x}}$$

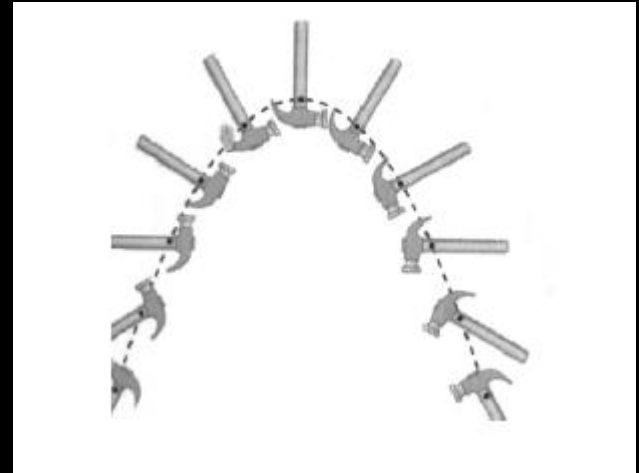
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \ddot{\vec{x}}$$

Corpos rígidos



- ◆ Corpos com massa
- ◆ Possuem movimento translacional e rotacional
 - Translacional (como se houvesse somente o CM)
 - Rotacional: física considerando o torque
 - Não possui movimento interno

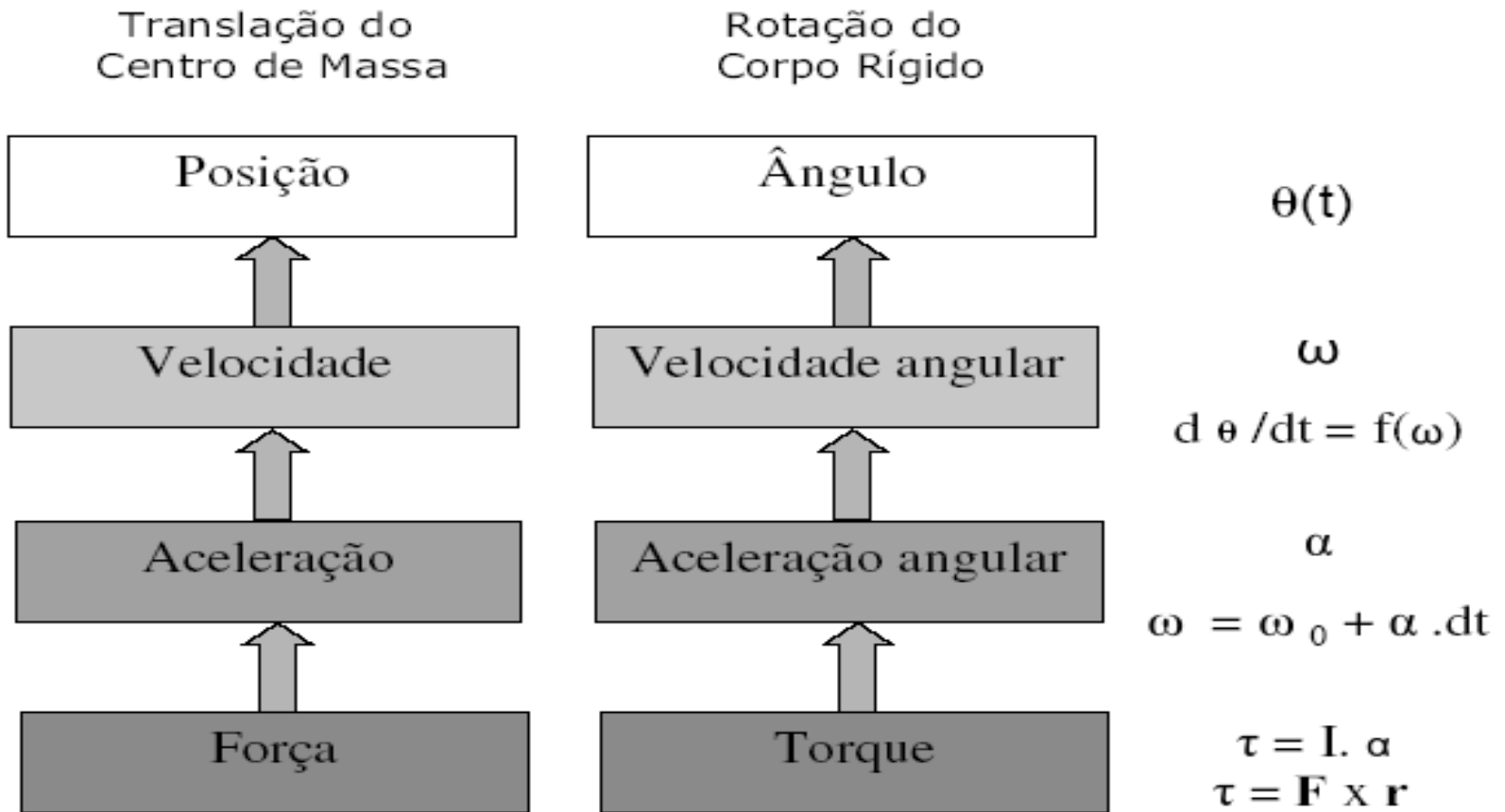
Corpos rígidos



◆ Dados do modelo:

- CM (vetor que descreve a localização do centro de rotação livre)
- Dimensão (x,y,z)
- Massa total
- Distribuição da massa (simétrico ou não)
 - ◆ Para simétricos: calcula movimento translacional
 - ◆ Para assimétricos: calcula produto de inércia

Corpos Rígidos

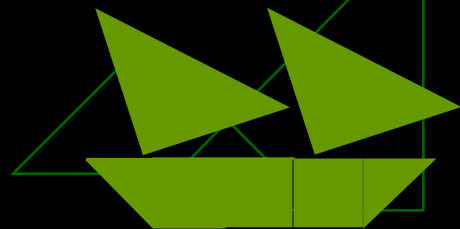


Exemplos de Técnicas de Animação

- ◆ Motion Control
 - Cinemática, dinâmica

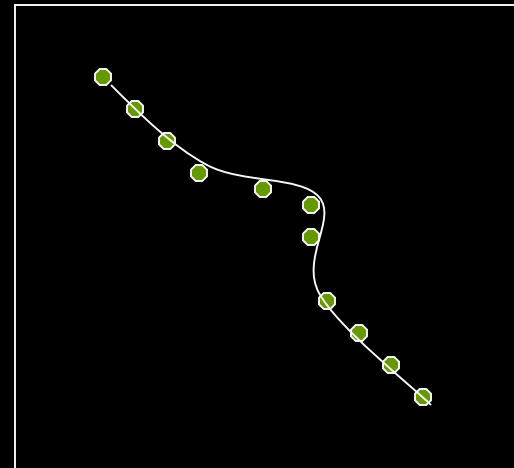
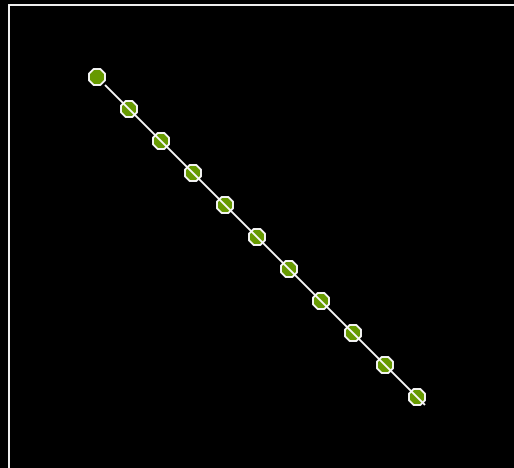


Kacic (2003)

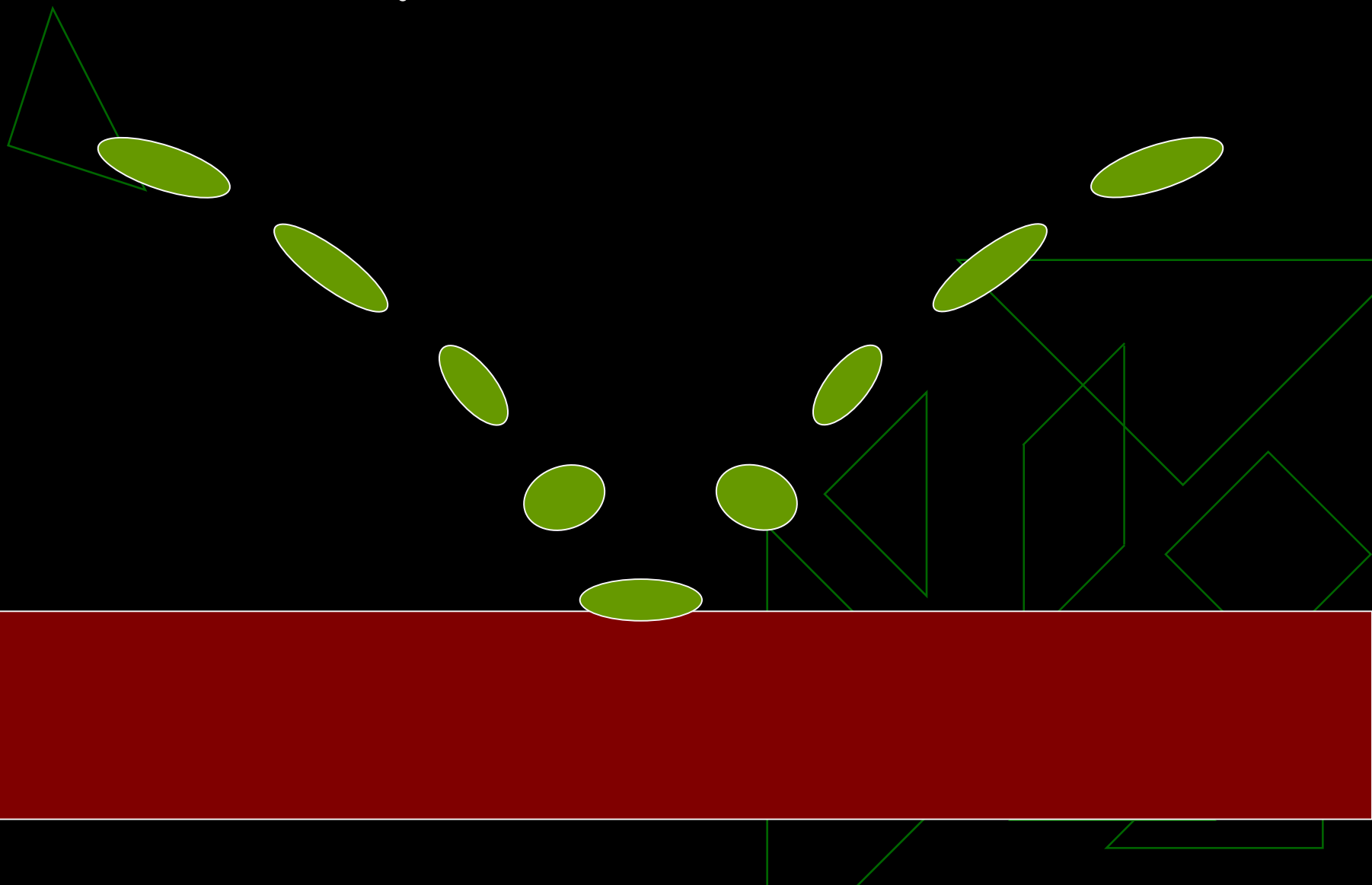


Técnicas de Animação

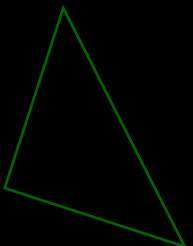
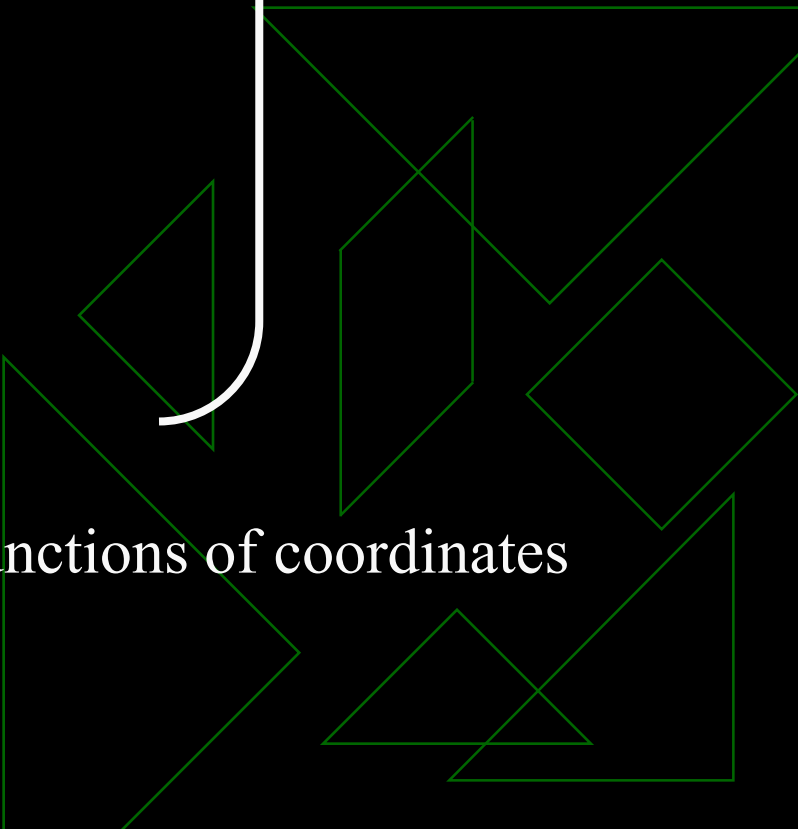
Corpos deformáveis



Non-uniform Scale

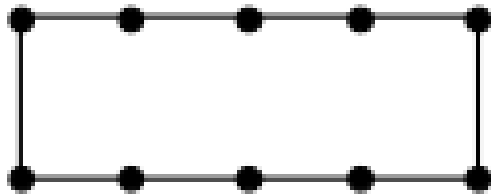


Global Deformations

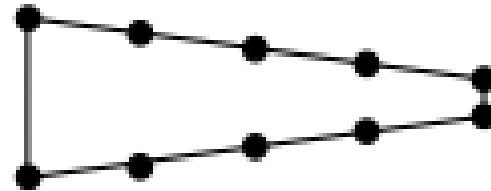

$$\begin{pmatrix} f(x,y,z) & g(x,y,z) & \dots \\ \dots & & \end{pmatrix}$$


Transformation matrix elements - functions of coordinates

Global Deformations - taper



a) original object



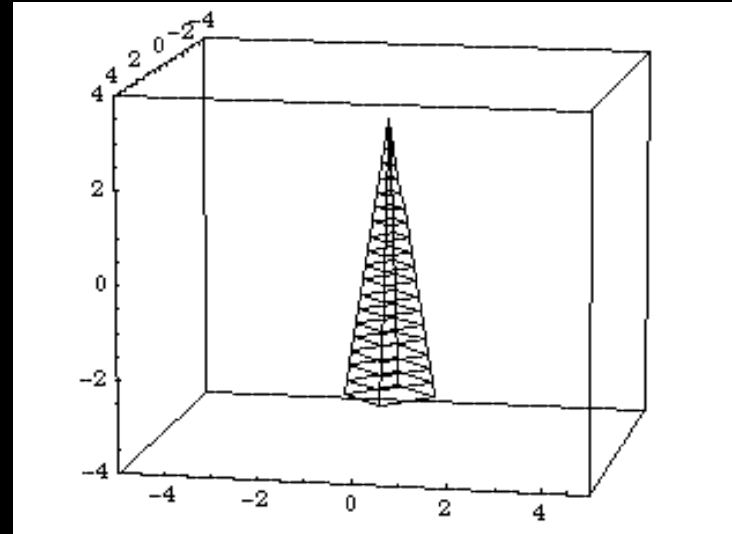
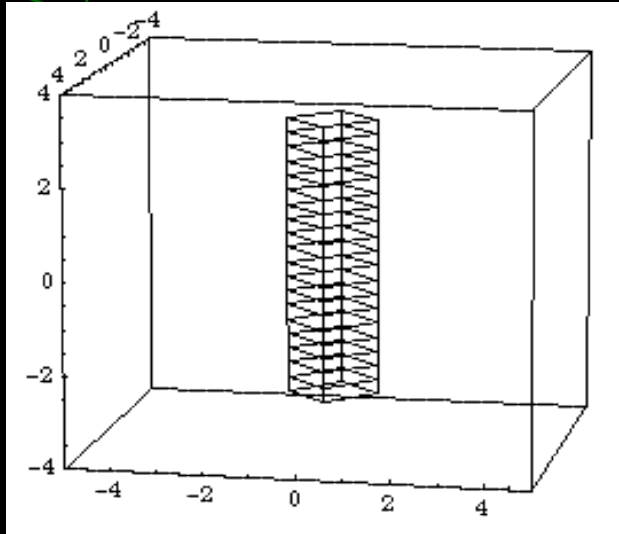
$$\begin{aligned}x' &= x \\y' &= f(x)\end{aligned}$$

b) tapered object

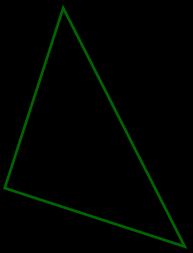
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & f(x) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

$$P' = M(P) \cdot P$$

Global Deformations - taper



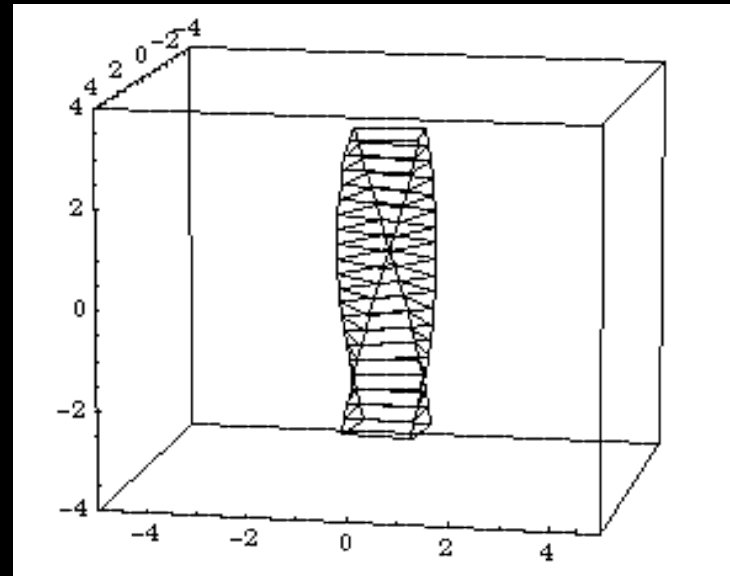
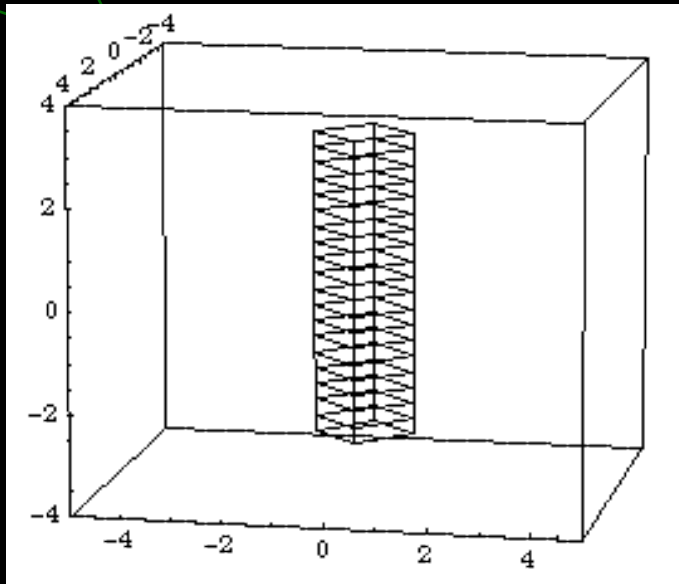
Global Deformations - twist


$$x' = x * \cos(f(y)) - z * \sin(f(y))$$

$$y' = y$$

$$z' = x * \sin(f(y)) + z * \cos(f(y))$$


Global Deformations - twist



Global Deformations - rotate

y_0 - center of bend
 $1/k$ - radius of bend
 y_{min} - y_{max} - bend region

$$\hat{y} = \begin{matrix} y_{min} & y \leq y_{min} \\ y & y_{min} < y < y_{max} \\ y_{max} & y \geq y_{max} \end{matrix}$$

$$\theta = k \cdot (\hat{y} - y_0)$$

$$C_\theta = \cos \theta$$

$$S_\theta = \sin \theta$$

$$x' = x$$

$$y' = \begin{cases} -S_\theta \cdot z - \frac{1}{k} + y_0 \\ -\left(S_\theta \cdot \left(z - \frac{1}{k}\right)\right) + y_0 + C_\theta \cdot (y - y_{min}) \\ \left(-\left(S_\theta \cdot \left(z - \frac{1}{k}\right)\right) + y_0 + C_\theta \cdot (y - y_{max})\right) \end{cases}$$

$$y_{min} \leq y \leq y_{max}$$

$$y < y_{min}$$

$$y > y_{max}$$

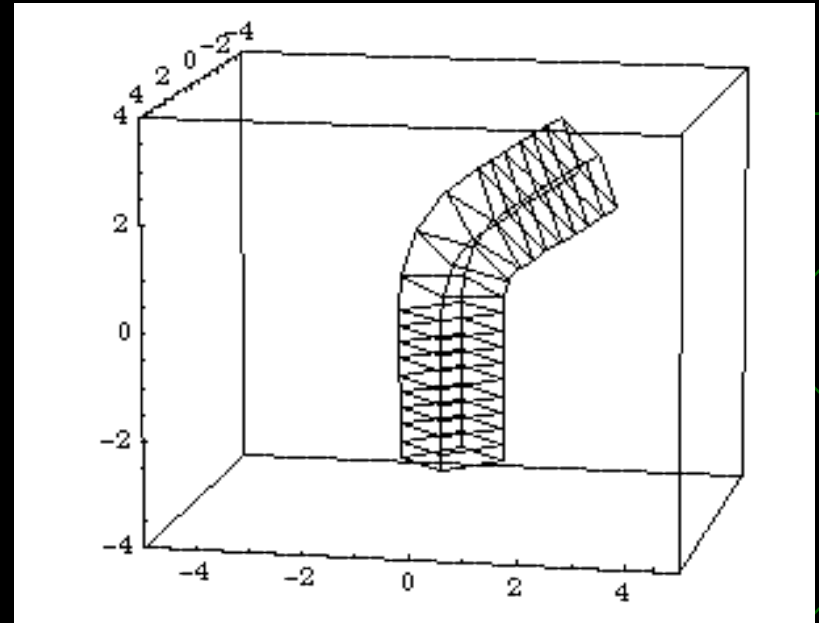
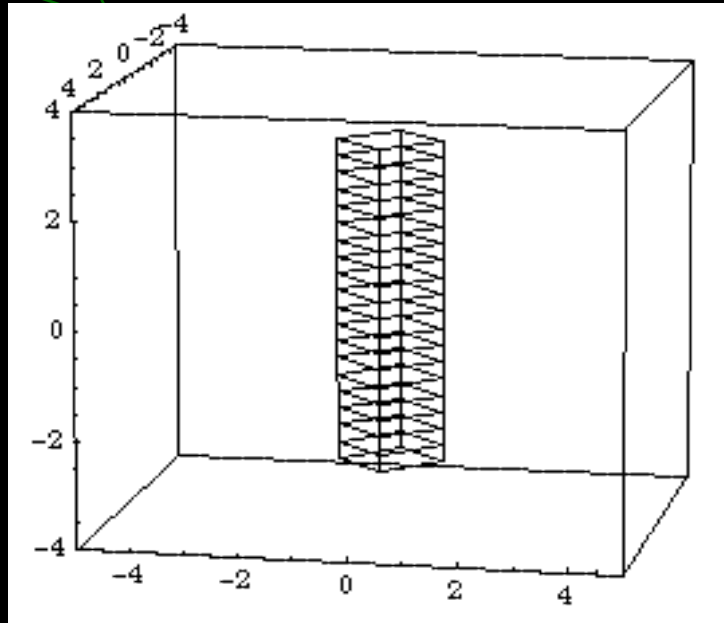
$$z' = \begin{cases} -C_\theta \cdot z - \frac{1}{k} + \frac{1}{k} \\ -\left(C_\theta \cdot \left(z - \frac{1}{k}\right)\right) + \frac{1}{k} + S_\theta \cdot (y - y_{min}) \\ \left(-\left(C_\theta \cdot \left(z - \frac{1}{k}\right)\right) + \frac{1}{k} + S_\theta \cdot (y - y_{max})\right) \end{cases}$$

$$y_{min} \leq y \leq y_{max}$$

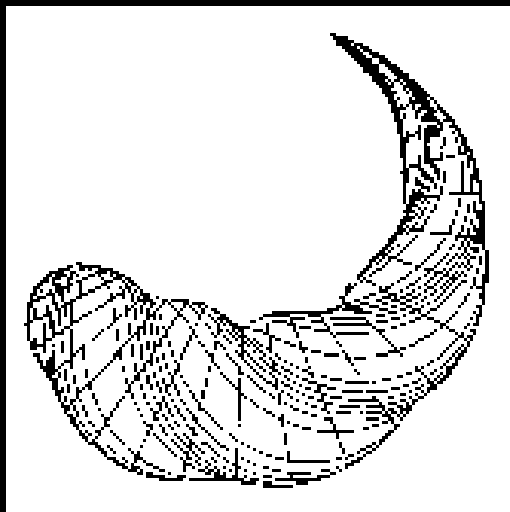
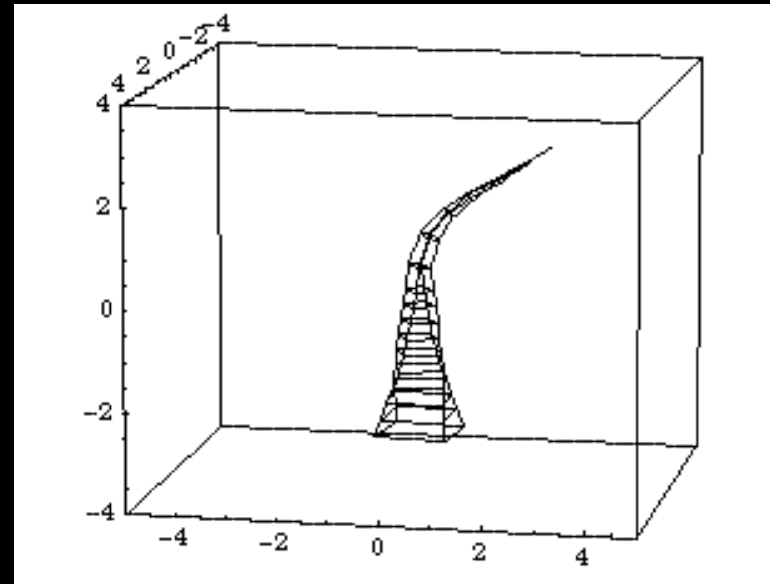
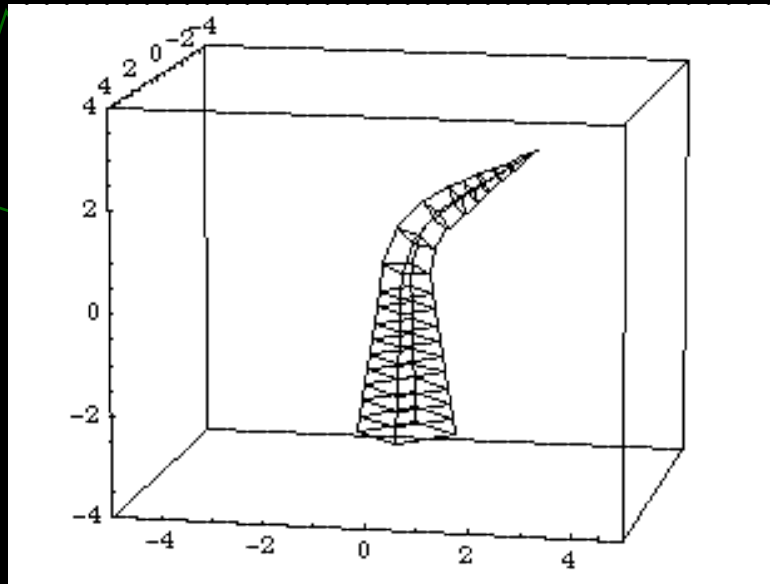
$$y < y_{min}$$

$$y > y_{max}$$

Global Deformations - rotate

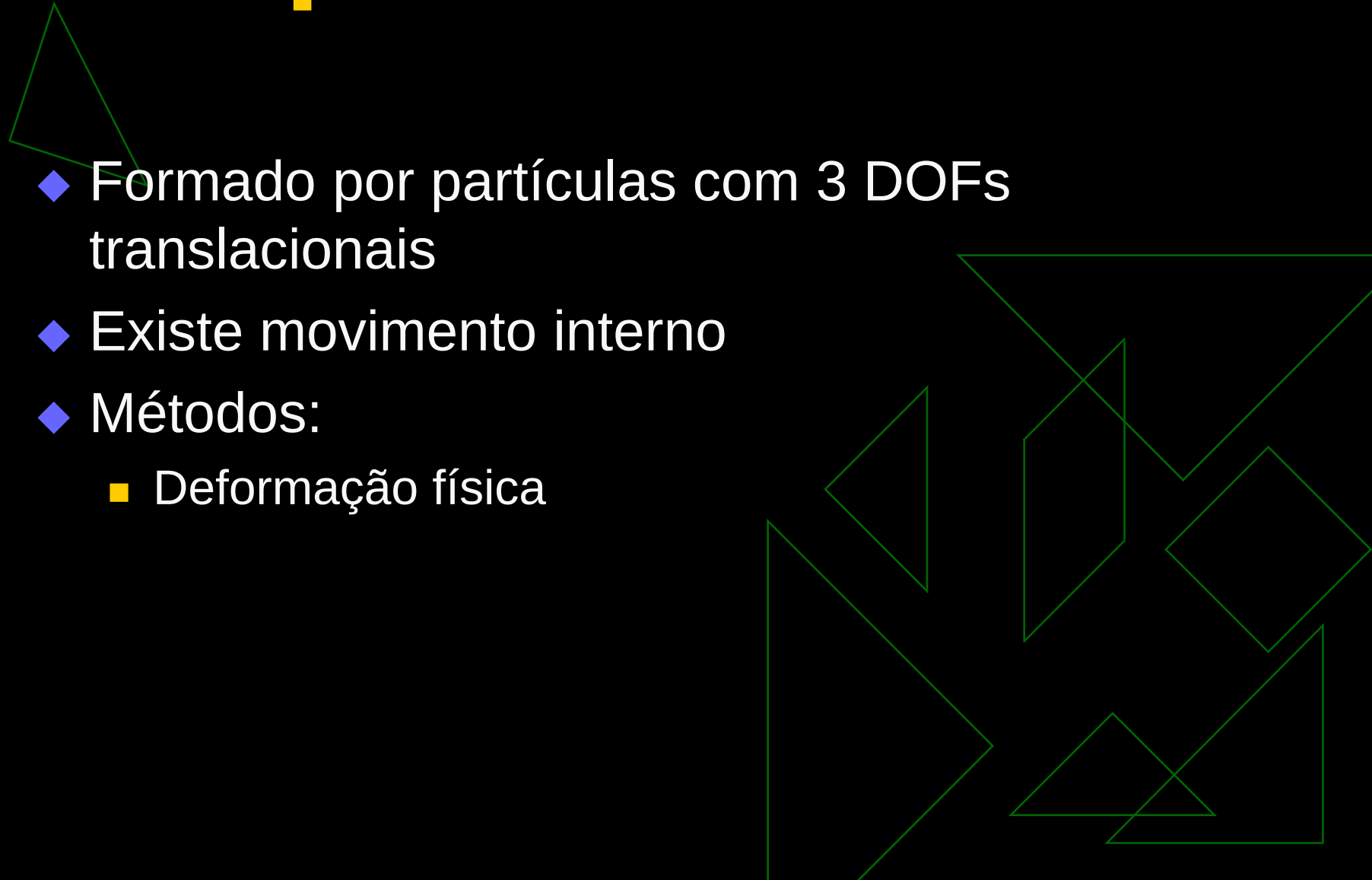


Global Deformations - compound



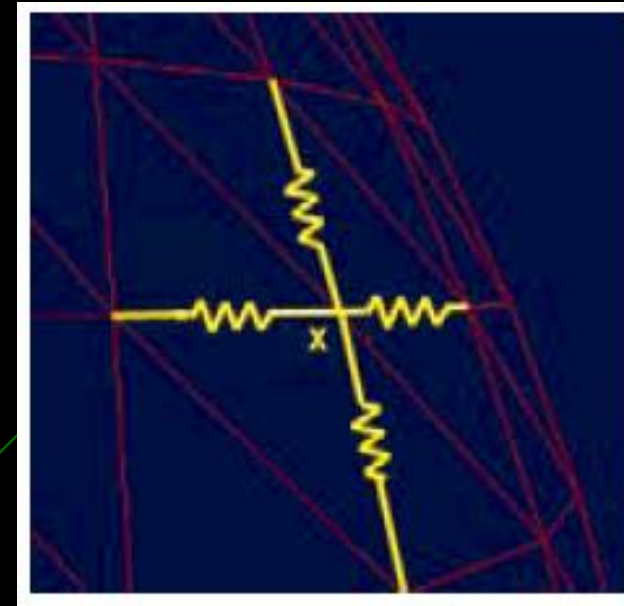
Corpos flexíveis

- ◆ Formado por partículas com 3 DOFs translacionais
- ◆ Existe movimento interno
- ◆ Métodos:
 - Deformação física



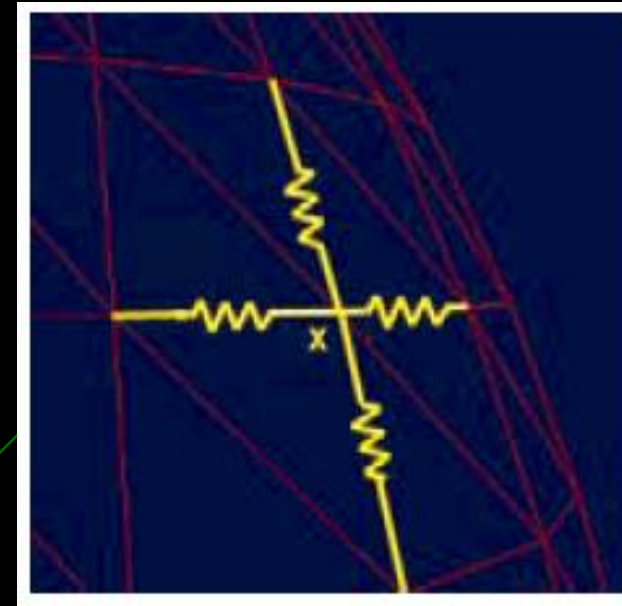
Deformação física: Sistemas Massa-mola

- ◆ Cada vértice representa um ponto de massa
- ◆ Cada aresta representa uma mola
- ◆ O comprimento de repouso das molas corresponde ao comprimento da aresta no instante inicial
- ◆ Atribui-se uma massa a um objeto e esta é distribuída entre seus pontos
- ◆ As constantes das molas também são atribuídas pelo usuário (normalmente usa-se uma única)



Sistemas Massa-mola

- ◆ Forças externas são aplicadas ao objeto globalmente (gravidade, vento, etc.) ou a um vértice específico (forças específicas), forçando seu deslocamento individual
- ◆ •Problemas:
 - *o efeito da aplicação de uma força externa se propaga lentamente pelo objeto (Δt)*
 - *Número de vértices e comprimento das arestas influenciam no resultado final*
 - *Distribuição dos vértices também influencia*



Sistema Massa-mola: exemplo

◆ Instante t_0

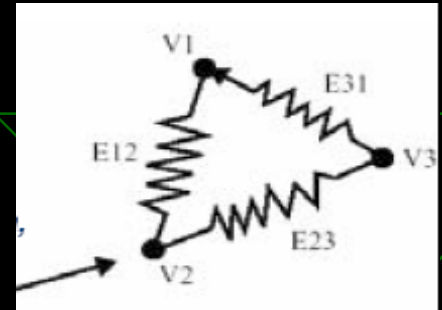
- A força momentânea F é aplicada sobre V_2
- Calcula-se a aceleração em V_2 e, em seguida, a velocidade e nova posição em V_2

◆ Instante t_1

- V_2 sofre força das molas $E12$ e $E23$
- V_1 sofre força da mola $E12$
- V_3 sofre força da mola $E23$

◆ Instante t_2

- V_2 sofre força de $E12$ e $E23$
- V_1 sofre força de $E12$ e $E31$
- V_3 sofre força de $E23$ e $E31$



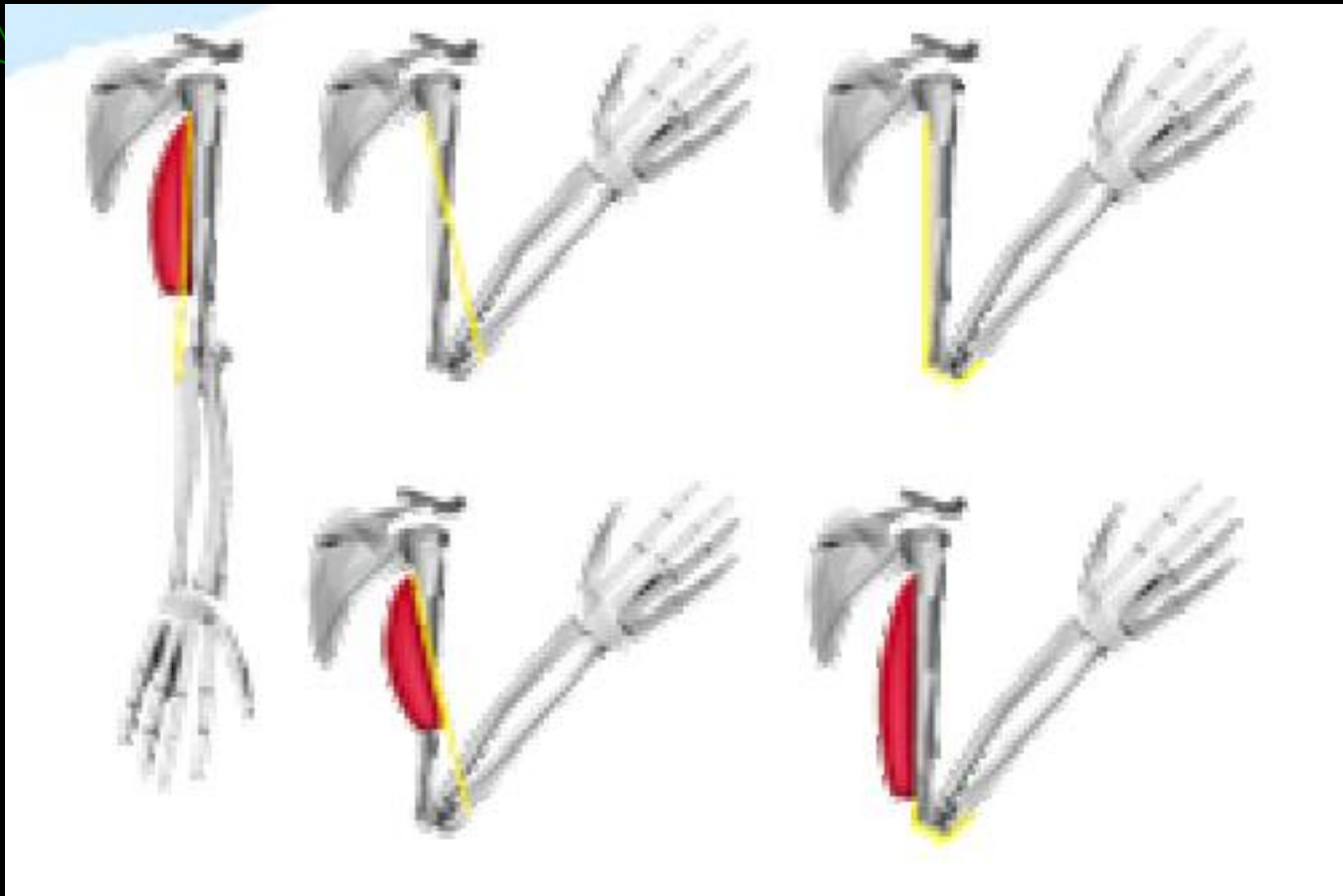
$$F_{\text{MOLA}i} = -k_m \cdot (P_f - P_r)$$

* $-k_m$ = elasticidade da mola

* P_f = Ponto de extremidade fixa

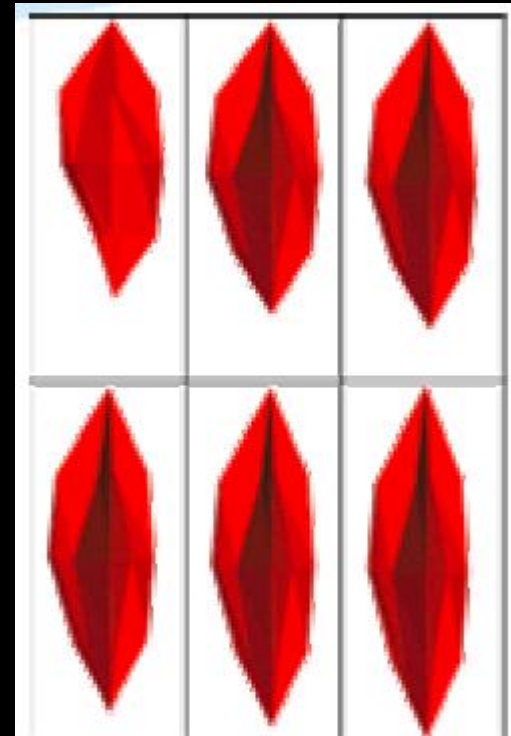
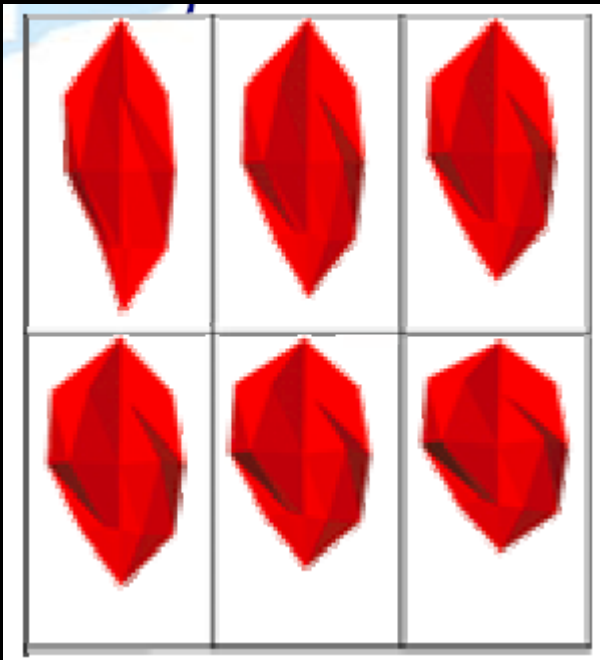
* P_r = Ponto de repouso

Exemplo em Músculos:



Exemplo de modelo completo de forças

◆ $F_{\text{result}} = F_{\text{grav}} + F_{\text{ext}} + F_{\text{elast}} + F_{\text{curvatura}} + F_{\text{colisão}} + F_{\text{restrição}} + F_{\text{atrito}}$



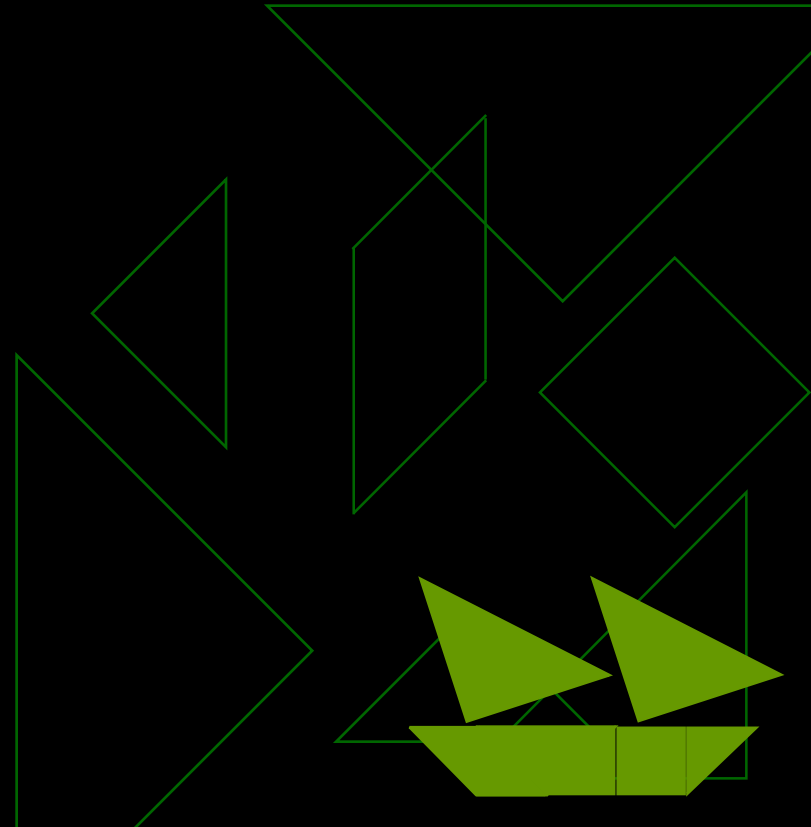
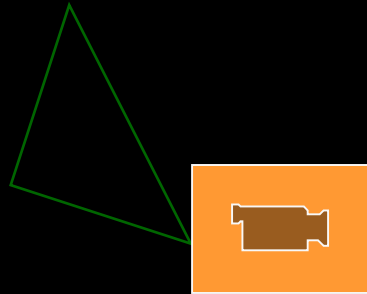
Técnicas de Animação

Superfícies Flexíveis

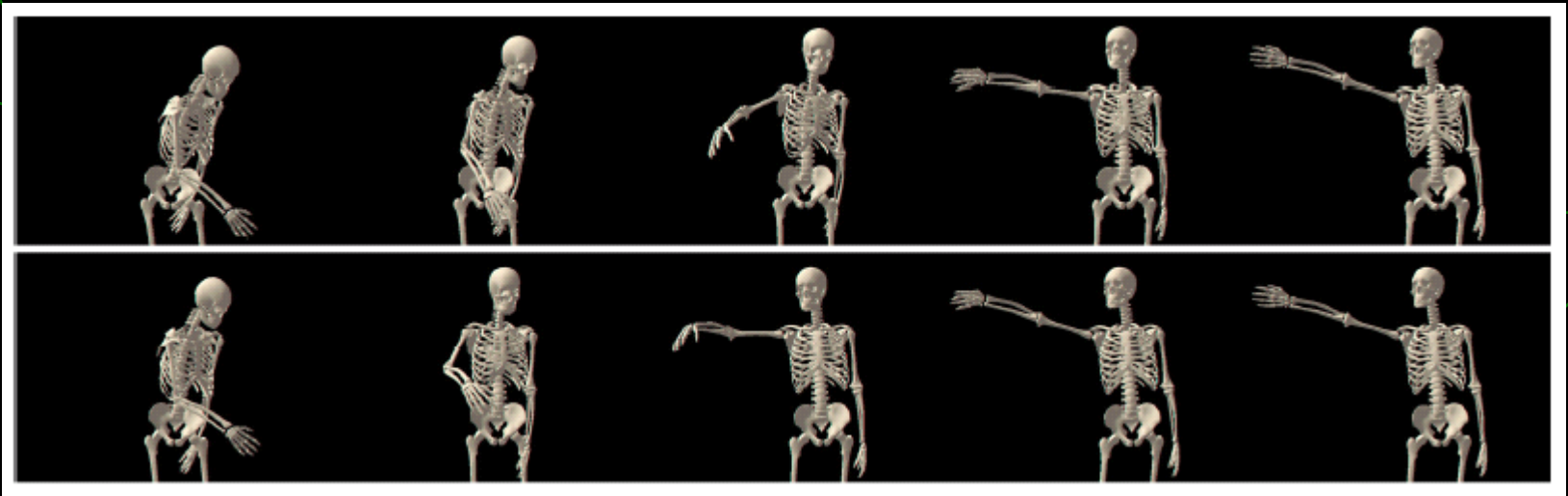


A Bela e a Fera

Técnicas de Animação



Corpos Articulados



Vídeo: TwistSequence

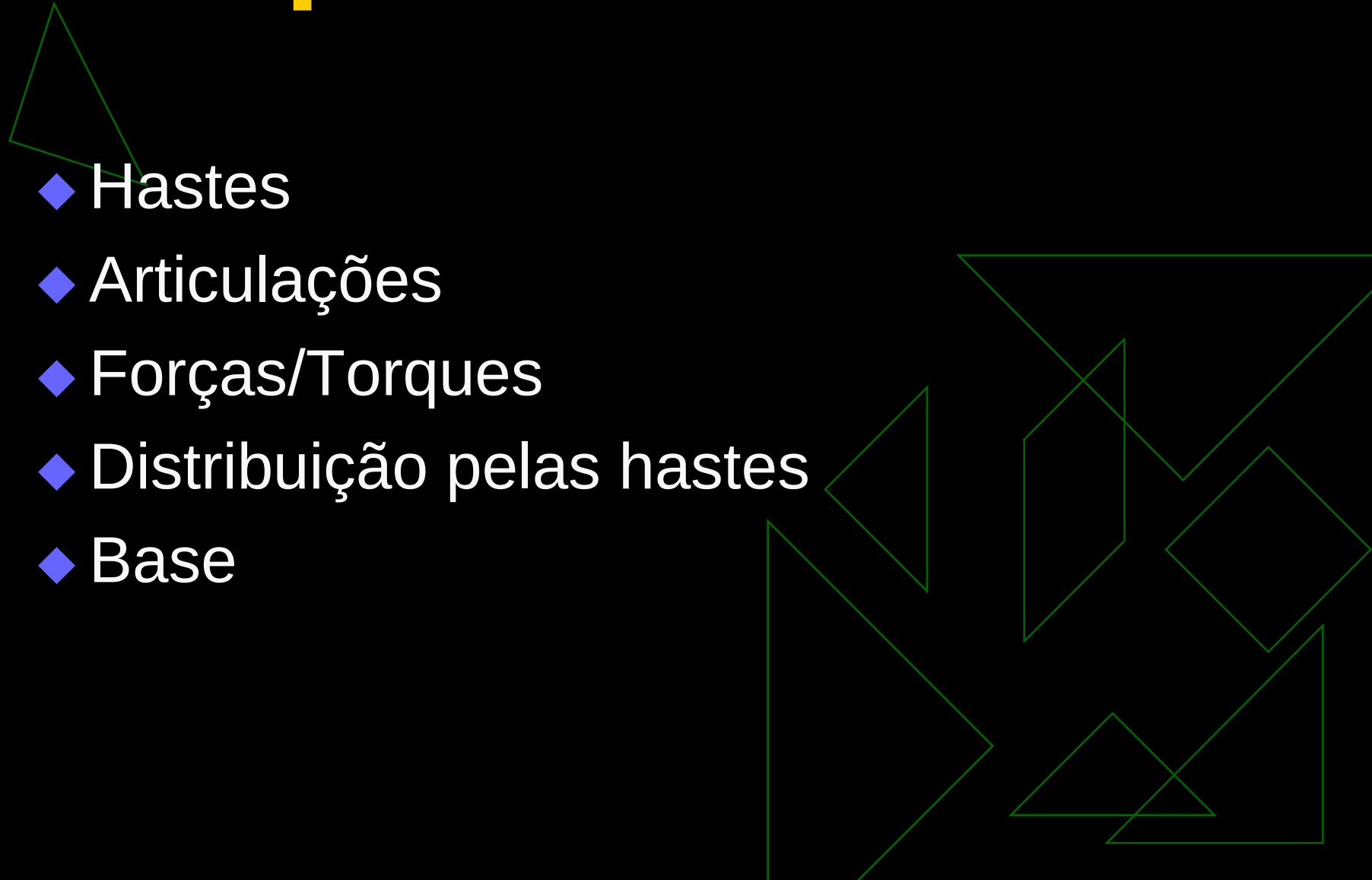
Customização de captured motion



Twist (2003)

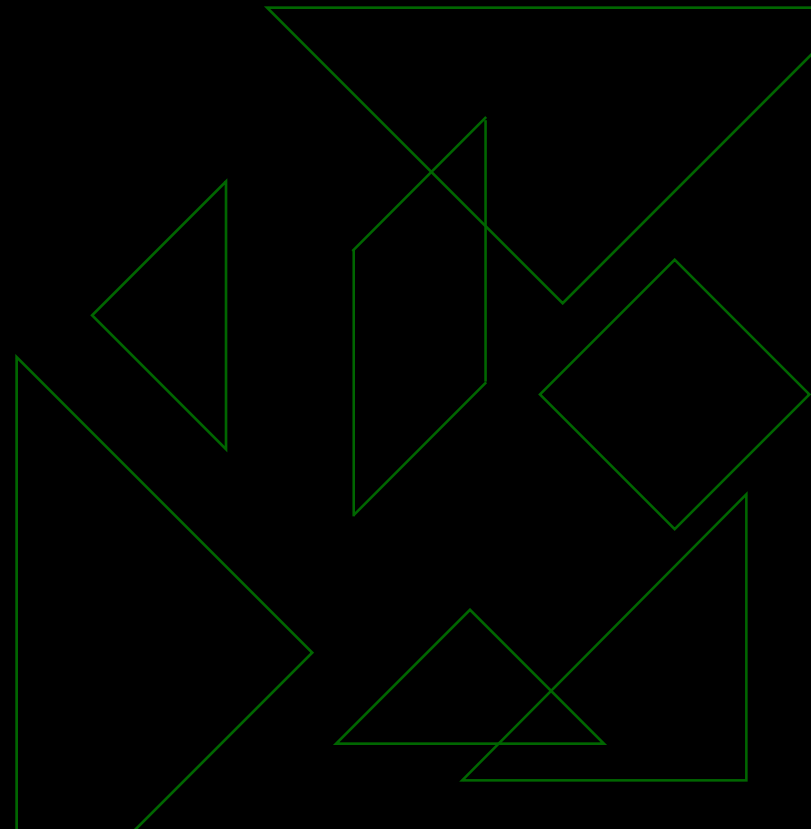
Corpos Articulados

- ◆ Hastes
- ◆ Articulações
- ◆ Forças/Torques
- ◆ Distribuição pelas hastes
- ◆ Base



Corpos Articulados

- ◆ Sistema livre
- ◆ Sistema Vinculado
- ◆ Vínculos:
 - Internos
 - Externos



Animação facial

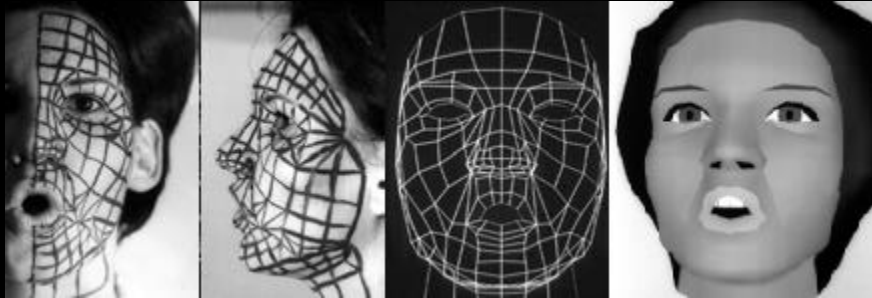
◆ Aplicações diversas:

- Filmes
- Jogos
- Simulações
- Agentes conversacionais



Breve histórico

- ◆ 1972: primeira animação de face computadorizada [Parke 72]
- ◆ 1980's:
 - Modelo paramétrico de Parke [Parke 82]
 - Primeiros modelos com “músculos artificiais” [Platt & Badler 81] [Waters 87]
 - “Tony de Peltrie”, primeira animação de face com fala sincronizada (1985)



[Parke 72]

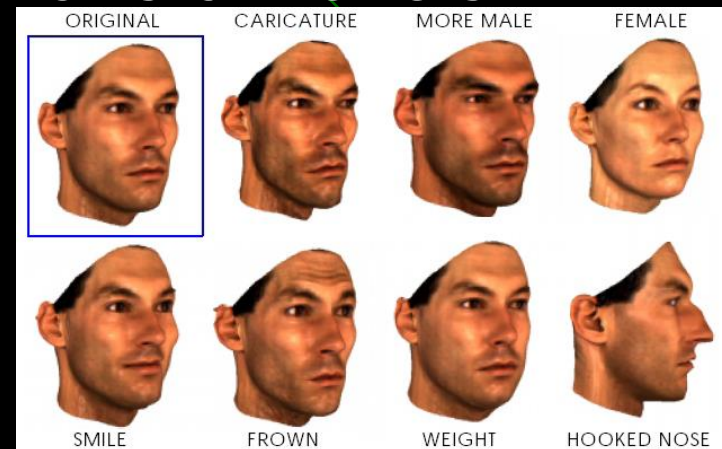
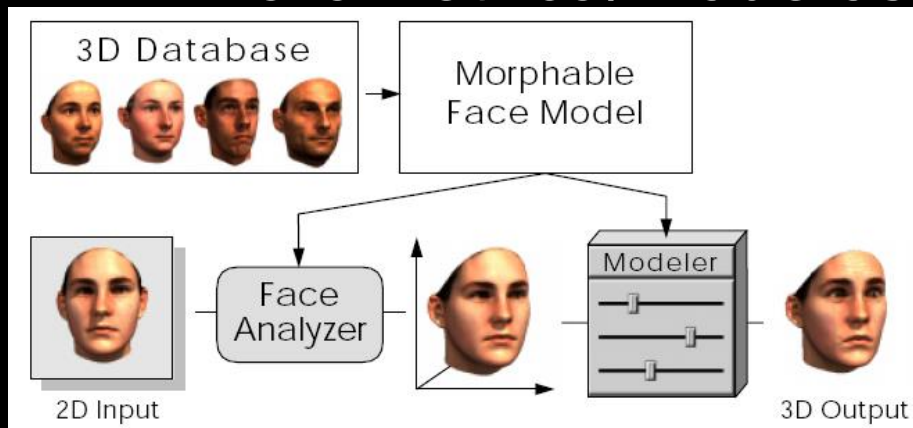


“Tony de Peltrie”

Modelagem de Faces

◆ Principais técnicas

■ Paramétrica/Modelos “Transformáveis”



[Blanz 99]

Modelagem de Faces

◆ Principais técnicas

Reconstrução por imagens e fotos

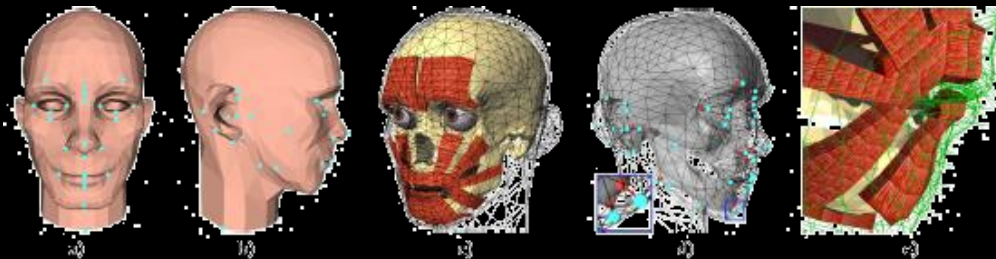


[Blanz 03]

Modelagem de Faces

◆ Principais Técnicas

■ Modelos multi-camadas

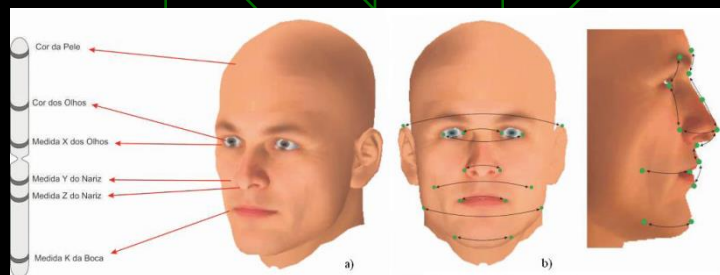


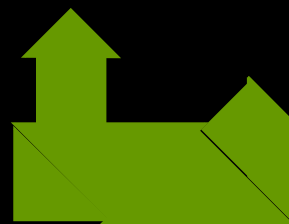
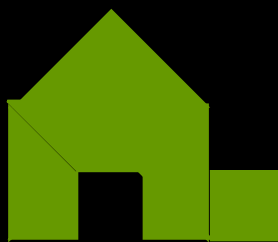
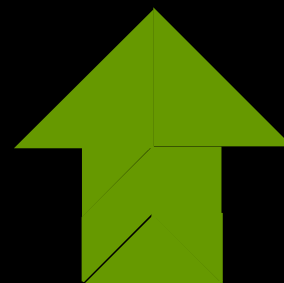
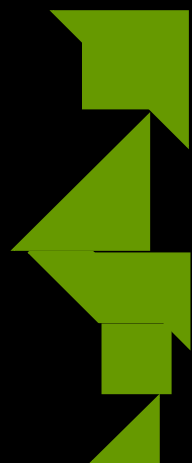
[Kähler 02]



■ Modelo Biológico

[Vieira 08]





Automatic Camera Control

- ◆ The problem of camera location
- ◆ Intelligent camera

