# MODELAGEM 3D

Gilda Aparecida de Assis gildaaa1@gmail.com

#### MODELAGEM 3D

- O Descrição da cena
- OFormas de visualização (wireframe e facetada) e armazenamento de objetos 3D
  - Estruturas de dados
  - Formas de armazenamento 3D são semelhantes às formas
    2D

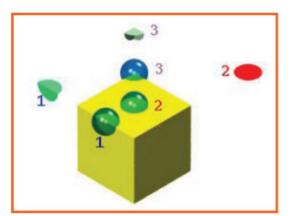


- OTécnicas de modelagem de objetos 3D
  - Técnicas interativas para criar wireframes ou superfícies ou sólidos ou objetos non-manifold (dimensão mista)

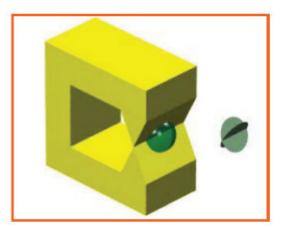
### HISTÓRICO

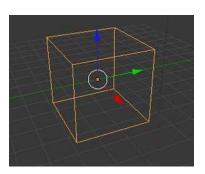
- OWireFrame (arestas e pontos)
- OSuperfícies (década de 60)
- OSólidos (década de 70)
  - Fechamento e conectividade
  - Realização física
- OModelagem de dimensão mista ou non-manifold (década 80)
  - Objetos com estruturas internas, Sólido delimitado por superfícies planas ou não

#### Manifold



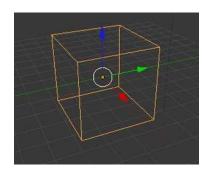
### Non-manifold

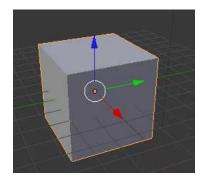




# FORMAS DE VISUALIZAÇÃO 3D

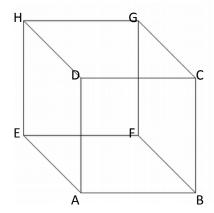
- Wireframe
- OSuperfícies Limitantes (B-rep)





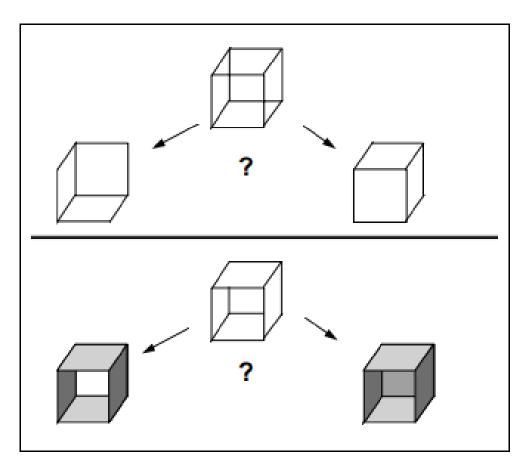
#### **WIREFRAME**

- Objetos são descritos por um conjunto de arestas (B-rep Boundary Representation )
- OVelocidade na exibição do objeto
  - Só é necessário exibir um conjunto de linhas



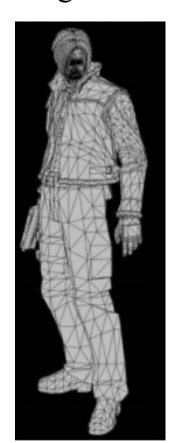
#### **WIREFRAME**

- ORepresentação ambígua
  - É difícil ou impossível determinar massa, volume.



### SUPERFÍCIES LIMITANTES

- ORepresentação por faces, ou seja, conjunto de polígonos que delimitam região do espaço
- Faces podem ser representadas por polígonos, principalmente faces triangulares



### SUPERFÍCIES LIMITANTES

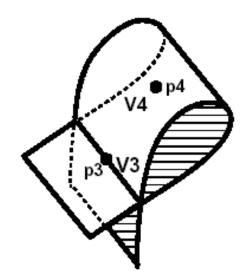
- As faces delimitam uma região fechada do espaço, que é o interior do modelo
- O objeto formado é um poliedro (composto de muitos diedros= semi-espaços)
- OÉ uma extensão da modelagem 2D por arestas

# Representação dos Sólidos

Assuma-se que um sólido é um conjunto 3D de pontos

- OB-rep
- Implícita
- ODecomposição do Espaço
  - OBSP-trees, Octrees, etc.

- OSólido deve estar bem definido.
  - Superfície sem auto-interseção.
  - Vetor normal não se anula sobre a superfície.
  - Normal é usada para determinar o interior e o exterior do sólido.

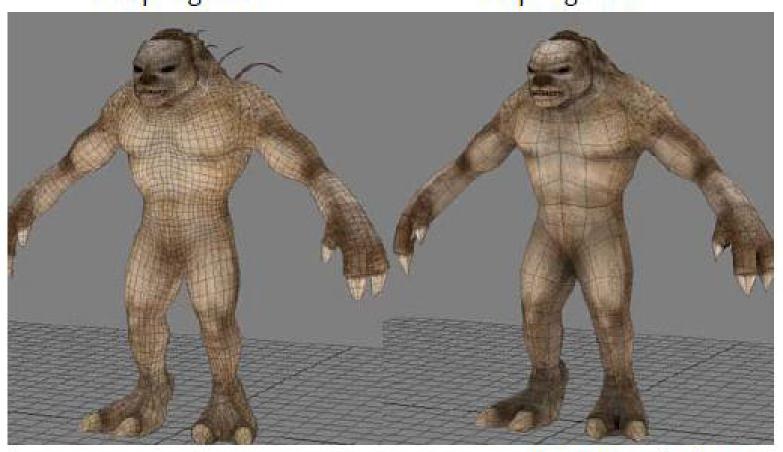


- O Sólido é uma malha poligonal, definida por um conjunto de vértices, arestas e faces.
- Cada aresta é compartilhada por no máximo duas faces.
- A interseção de duas faces é uma aresta, um vértice ou vazia.
- Adjacência de vértices, arestas e faces é chamada de topologia da superfície do sólido.

- O Construção de modelos 3D usando grupos de polígonos (malha poligonal).
- O Como cada polígono é planar, necessita-se grande quantidade de polígonos para dar a impressão de superfícies curvas

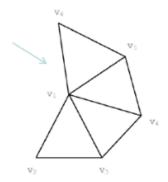
10K polígonos

1K polígonos

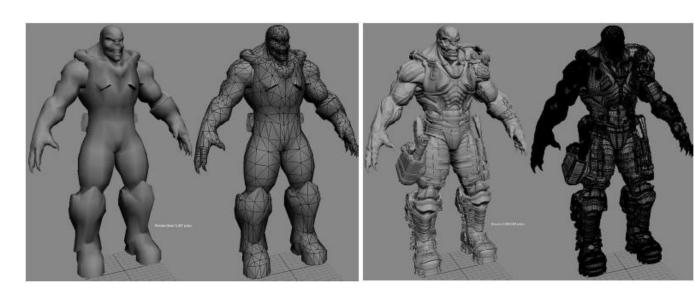


www.gamesfaction.com

- Costuma-se usar triângulos como o polígono das malhas
  - 3 vértices por face
  - Um vértice pode pertencer a qualquer número de faces
  - Triângulos são sempre planares



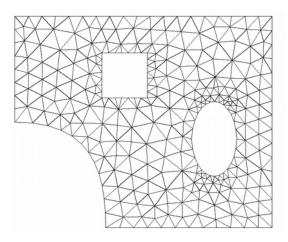
- Quantos mais polígonos, menos facetada fica a superfície curva.
- OMais polígonos, significa mais tempo de processamento



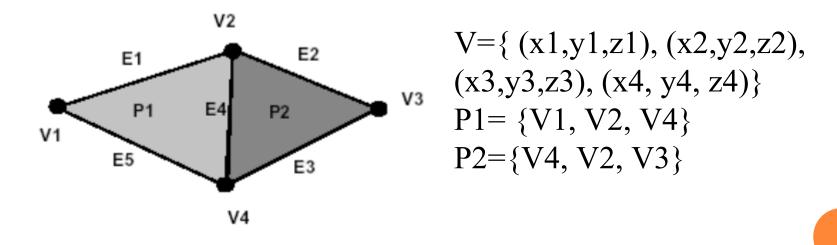
- OEstruturas de dados
  - Explícita
  - Ponteiros para lista de vértices
  - Ponteiros para lista de arestas
  - Winged-Edge
  - Radial-Edge (modelagem non-manifold)

# Explícita

- Cada face armazena explicitamente a lista ordenada das coordenadas dos seus vértices
- Muita redundância de informação
- Dificuldade para determinar adjacências
- $P = \{(x1, y1, z1), (x2, y2, z2), ..., (xn, yn, zn)\}$
- Cada aresta é desenhada duas vezes, pelas duas faces que a compartilham. Não é boa solução para plotters e filmes

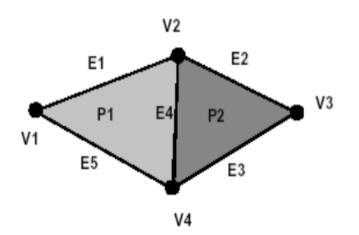


- OPonteiros para lista de vértices
  - Vértices são armazenados separadamente
  - Faces referenciam seus vértices através de ponteiros
  - Proporciona maior economia de memória
  - Achar adjacências ainda é complicado
  - Arestas ainda são desenhadas duas vezes



## OPonteiros para lista de arestas

- Lista de arestas
- Faces referenciam as arestas por ponteiros
- Arestas são desenhadas percorrendo a lista de arestas
- Introduzem-se referências para as duas faces que compartilham uma aresta
- Facilita a determinação das duas faces incidentes na aresta

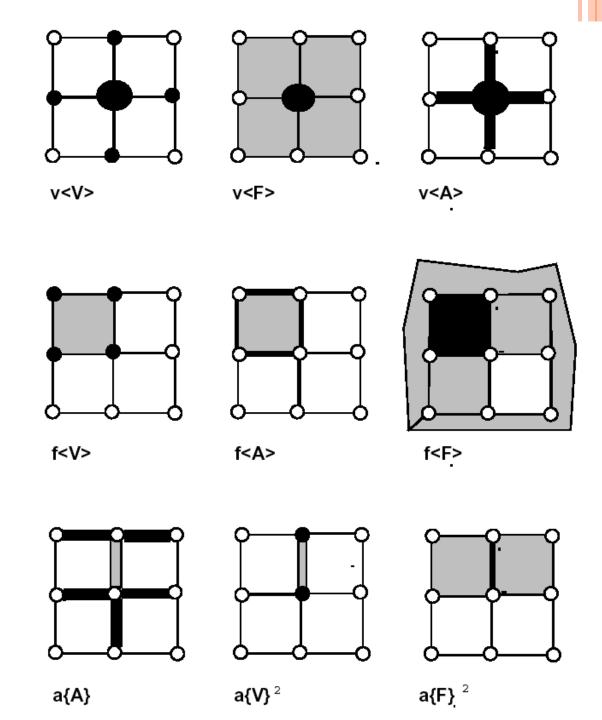


 $P2 = \{E2, E3, E4\}$ 

## Winged-Edge

- Criada em 1974 por Baumgart
- Foi um marco na representação por fronteira
- Diminui o custo para descobrir se duas faces compartilham uma aresta
- Armazena informação na estrutura associada às arestas (número de campos é fixo).
- Todos os 9 tipos de adjacência entre vértices, arestas e faces são determinados em tempo constante.
- Atualizada com o uso de operadores de Euler, que garantem: V A + F = 2.

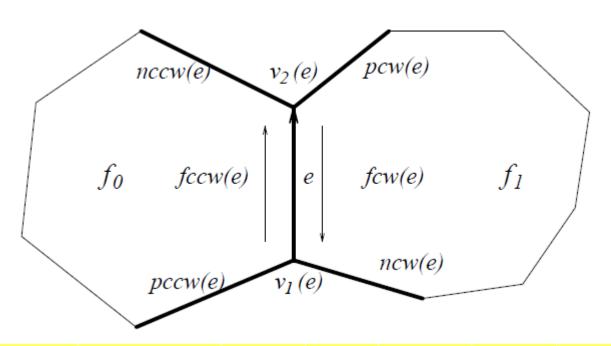
- Winged-Edge
  - 9 relações de adjacência



# Winged-Edge

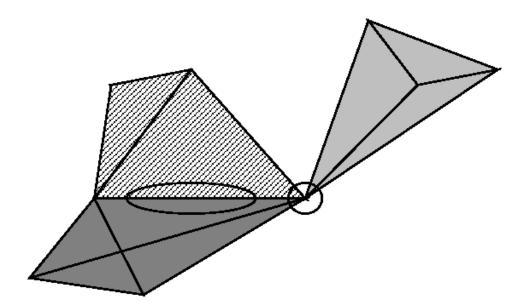
- A aresta é o elemento fundamental desta estrutura de dados.
- Juntamente com cada aresta são armazenadas as faces (polígonos) à direita e à esquerda.
- São também armazenadas para cada aresta as arestas sucessoras e predecessoras à esquerda e direita na ordem de percorrimento de cada uma de suas faces.

# • Winged-Edge



aresta	Vértice 1	Vértice 2	Face esq	Face dir	Pred esq	Suc esq	Pred dir	Suc dir
е	V1	V2	fO	f1	pccw	nccw	pcw	ncw

- ORadial-Edge
  - Criada em 1986 por Weiler.
  - Representa objetos non-manifold
  - Armazena a lista ordenada de faces incidentes em uma aresta.
  - Muito mais complicada que a Winged-Edge.



# • Implícita

- Descreve a superfície dos objetos, implicitamente, por uma equação:
- Objetos são descritos por equações f(x,y,z) = 0
- Conveniente para representação de famílias de objetos como esferas, elipsóides, cilindros
- Usada para representar objetos primitivos utilizados em outras formas de representação
- Fácil determinar interior e exterior

# • Implícita

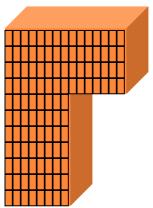
- A função F faz a classificação dos pontos do espaço.
- Permite decidir se o ponto está no interior, na fronteira ou no exterior.
- $F > 0 \rightarrow p$  está no exterior de O.
- $F = 0 \rightarrow p$  está na fronteira de O.
- $F < 0 \rightarrow p$  está no interior de O.

# DECOMPOSIÇÃO DO ESPAÇO

- Voxelização
- Octrees

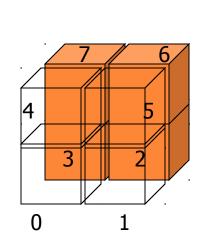
# VOXELIZAÇÃO

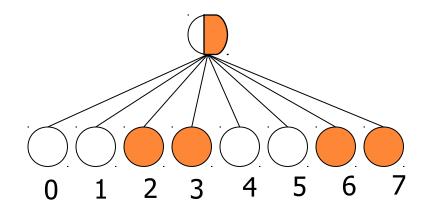
- Voxels
- Espaço é um "array" 3D
- Células tipo cubo = "cuberille"
- Objeto é representado pela indicação de sua presença/ausência nas células
- Objeto pode ser representado por uma lista das células ocupadas



### **OCTREE**

- OAnálogo às quadtrees
- OEspaço dividido em octantes
- Objeto é representado pela indicação de sua presença/ausência nos nodos da octree





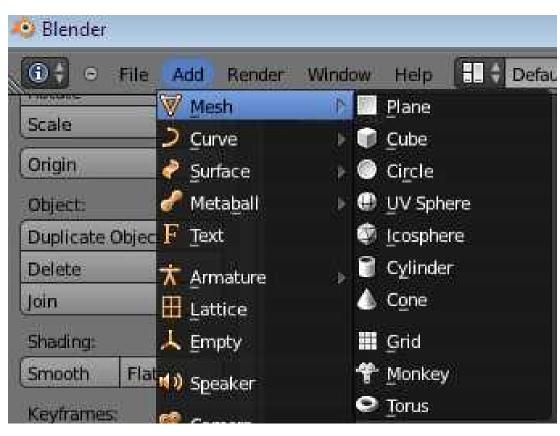
divisão do espaço em octantes

### TÉCNICAS DE MODELAGEM 3D

- OInstanciamento de Primitivas
- OManipulação direta da malha poligonal
- OGeometria Sólida Construtiva
- OVarredura ou Sweeping
- OSeções Transversais
- Superficies
- OModelagem procedural (fractais, sistemas de partículas)
- ODigitalização e captura (objetos reais ou sketch em português, esboço)

- O Também conhecida como justaposição de sólidos primitivos
- OPrimitivas parametrizáveis por:
  - OAtributos de apresentação (cor, material, textura)
  - OTransformações geométricas
    - Translação
    - Escala
    - Rotação

#### O Blender



Visualização em wireframe ou sólido

Para instanciar:

S - escala

G – Translação

R – Rotação

Depois selecionar o eixo:

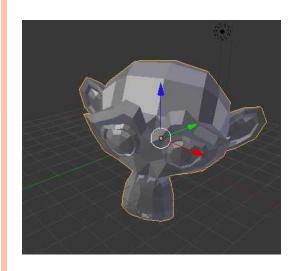
X

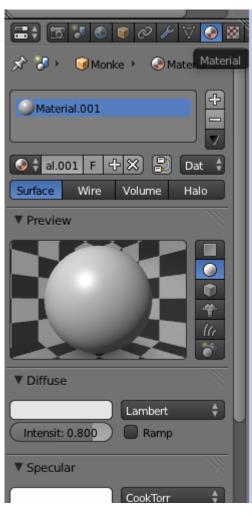
Y

Z

Para selecionar objeto: botão direito do mouse

O Blender



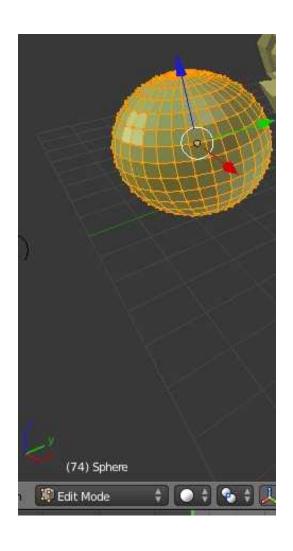


Para mudar o material:

- -Selecionar o objeto
- -Selecionar o ícone Material
- -Definir a cor difusa no círculo de cores



#### O Blender



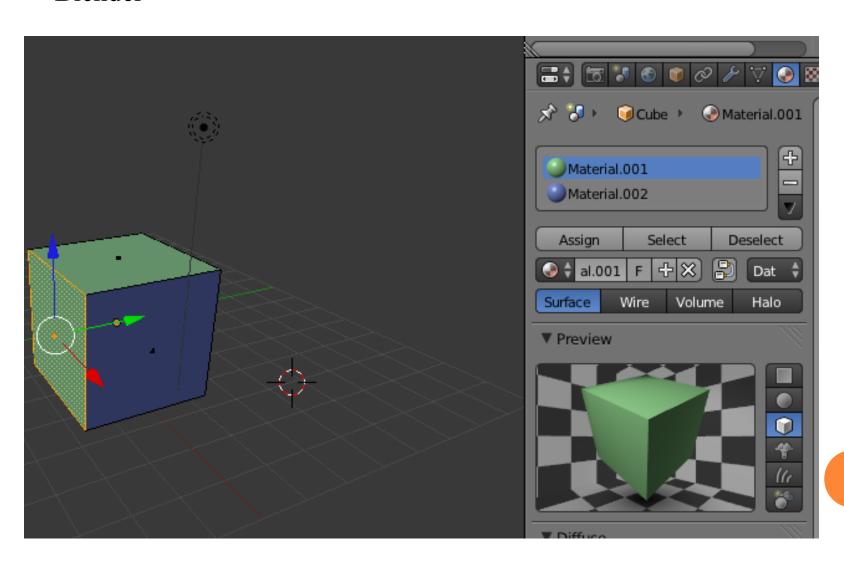
Para utilizar várias cores no objeto:

- -Criar diferentes materiais com cores difusas diferentes
- -Selecionar o objeto
- -Modo de edição (edit mode)
- -Selecionar faces



- -ALT + botão direito do mouse para selecionar face
- -Para selecionar várias faixas: ALT + shift + botão direito do mouse
- -Selecionar a cor difusa e botão **Assign**

#### O Blender



### INSTANCIAMENTO DE PRIMITIVAS MUDANÇA DE ESCALA

OExtensão da mudança de escala em 2D

$$\begin{bmatrix} E_{\chi} & 0 \\ 0 & E \end{bmatrix}$$

Matriz em coordenadas homogêneas

### INSTANCIAMENTO DE PRIMITIVAS TRANSLAÇÃO

OExtensão da mudança de posição em 2D

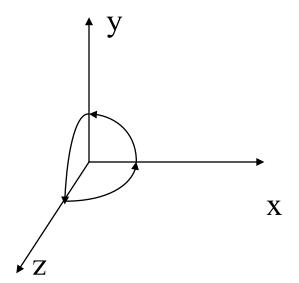
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

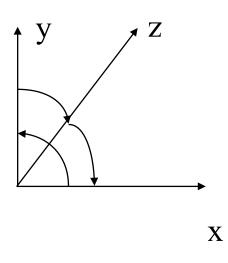
### INSTANCIAMENTO DE PRIMITIVAS ROTAÇÃO

OSistema de referência

Mão direita

Mão esquerda





# ROTAÇÃO

Em torno do eixo Z

# ROTAÇÃO

OEm torno do eixo X

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

# ROTAÇÃO

OEm torno do eixo Y

$$\cos \alpha = 0$$

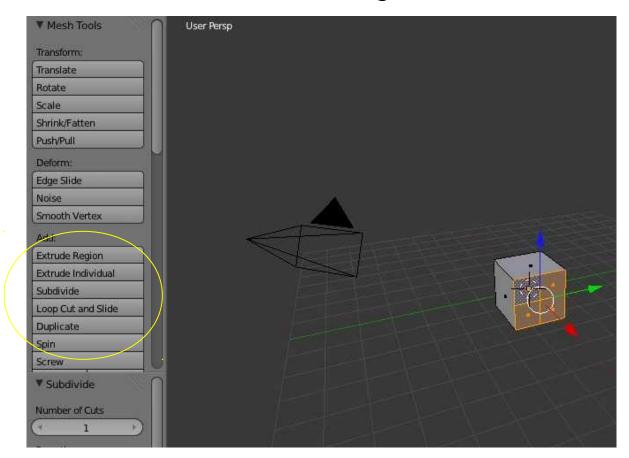
## Manipulação Direta da Malha Poligonal

- ODefinir/Alterar em 3D a geometria (vértices) e a topologia (arestas) do objeto gráfico
  - Adicionar detalhes a superfície do objeto (ranhuras, depressões, elevações, etc)
  - ODeformar a superfície em uma região de interesse ou global (dobrar, torcer, etc)
  - Criar buracos

## Manipulação Direta da Malha Poligonal

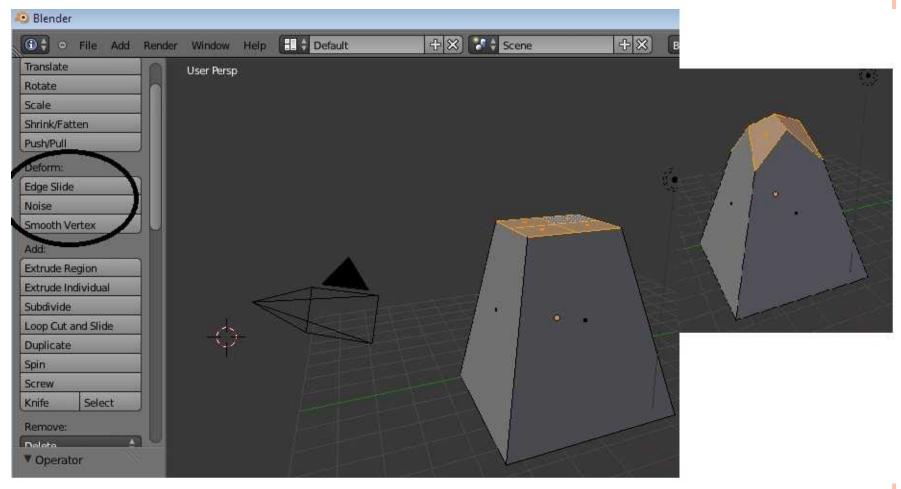
#### ONo Blender

O Subdividir uma face e aplicar transformações geométricas individuais nas faces filhas geradas



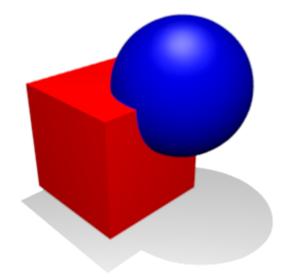
## Manipulação Direta da Malha Poligonal

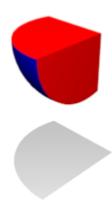
- ONo Blender
  - O Selecionar uma ou várias faces e delete
  - O Aplicar deformações como **smooth vertex**

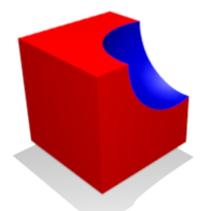


# CSG - GEOMETRIA SÓLIDA CONSTRUTIVA

- Objetos primitivos
- Operações regularizadas de conjunto
  - União
  - Intersecção
  - Diferença

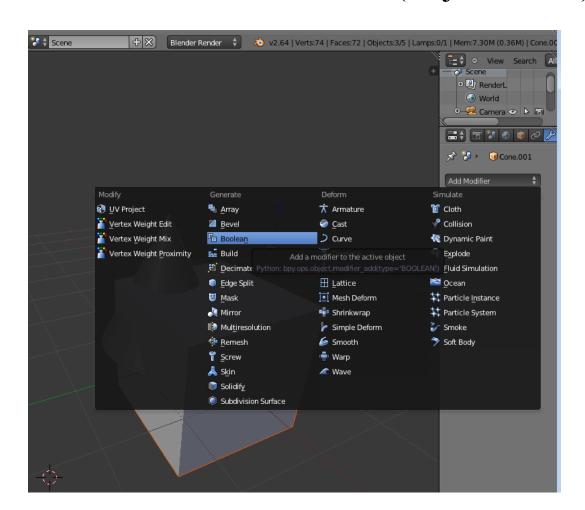






# CSG – GEOMETRIA SÓLIDA CONSTRUTIVA

OBlender: Add Modifier ->Boolean (Objetos mesh)

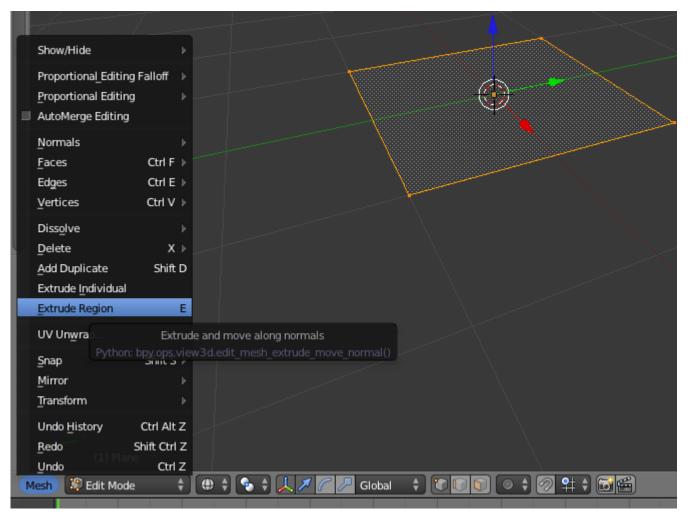


#### VARREDURA - SWEEP

- OGeratriz se desloca ao longo de uma trajetória determinada pela Diretriz
- O2 tipos
  - Extrusão
    - No Blender: extrude
  - Revolução
    - No Blender: **spin**

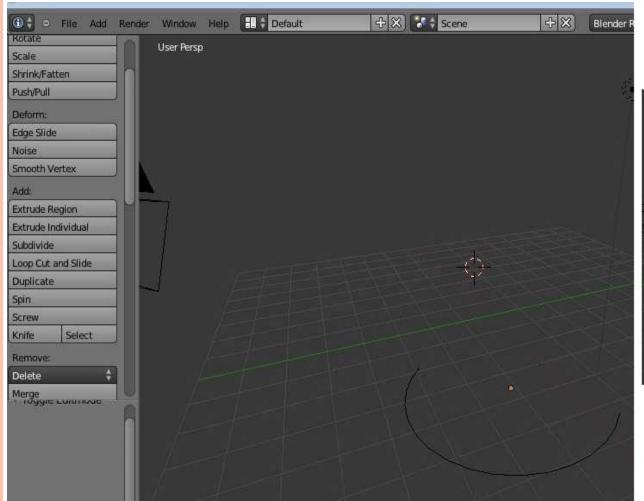
#### VARREDURA - SWEEP

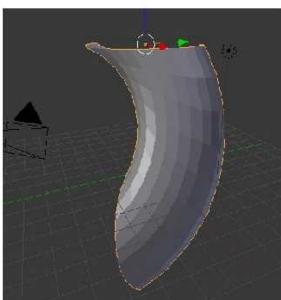
OBlender:Add ->Plane ->Edit mode ->Mesh->Extrude



#### VARREDURA - SWEEP

OBlender: Add -> Circule-> Edit mode -> Delete algumas arestas conectadas. Digitar A para selecionar todas as arestas -> Spin





# SEÇÕES TRANSVERSAIS

- OGera sólidos através de cortes (seções planas)
- OToma-se um eixo
  - Corta-se o sólido em fatias perpendiculares ao eixo
  - Digitaliza-se o contorno de cada fatia
  - Une-se as fatias com triângulos
  - Ideal para objetos cilíndricos

### **SUPERFÍCIES**

OSuperficie Bézier

$$MBezier = \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P(u,v) = \begin{bmatrix} u^{3} & u^{2} & u & 1 \end{bmatrix} M_{\text{Bextien}} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ P_{5} & P_{6} & P_{7} & P_{8} \\ P_{9} & P_{10} & P_{11} & P_{12} \\ P_{13} & P_{14} & P_{15} & P_{16} \end{bmatrix} M_{\text{Bextien}}^{-1} \begin{bmatrix} v^{2} \\ v^{2} \\ v \end{bmatrix}$$

### **SUPERFÍCIES**

Superficie Spline

$$MSpline = \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P(u,v) = \begin{bmatrix} u^{3} & u^{2} & u & 1 \end{bmatrix} M_{\text{Spaire}} \begin{bmatrix} P_{1} & P_{2} & P_{3} & P_{4} \\ P_{5} & P_{6} & P_{7} & P_{8} \\ P_{9} & P_{10} & P_{11} & P_{12} \\ P_{13} & P_{14} & P_{15} & P_{16} \end{bmatrix} M_{\text{Spaire}}^{1} \begin{bmatrix} v^{3} \\ v^{2} \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$