

# Computação Gráfica

---

Representação de Objetos 3D

Moisés Henrique Ramos Pereira

# Introdução

---

- Cenas gráficas podem conter diferentes tipos de objetos e superfícies  
Materiais tais como:
  - árvores, flores, nuvens, pedras, água, tijolos, madeira, borracha, vidro, papel, mármore, plástico, tecidos, etc.



# Introdução

---

- Não deve ser surpresa, portanto, que não exista um método único que possa ser utilizado para descrever objetos que incluam características de todos estes materiais.
- Nas transparências que seguem, serão apresentadas diferentes maneiras de modelar de objetos tridimensionais. Serão cobertos:
  - poliedros
  - superfícies quadráticas
  - representações de varredura
  - métodos de geometria construtiva
  - *quadtrees*
  - *octrees*

# Poliedros

---

- Objetos são representados como um conjunto de superfícies poligonais que encapsulam o interior do objeto.
- É a forma mais simples e rápida de renderização de objetos:
  - todos objetos são descritos com **equações lineares**.
- Por esta razão, poliedros são muitas vezes chamados de **objetos gráficos padrões**.

# Poliedros

---

- Em muitos casos, pacotes ou bibliotecas gráficas permitem a definição de objetos através de superfícies curvas, dentre outras.
  - mas, na verdade, tais superfícies são convertidas em malhas de polígonos para a renderização.
- Para modelar um poliedro, basta definir os vértices dos polígonos que o compõem.
  - estas informações são armazenadas em tabelas de vértices, arestas, faces, etc.

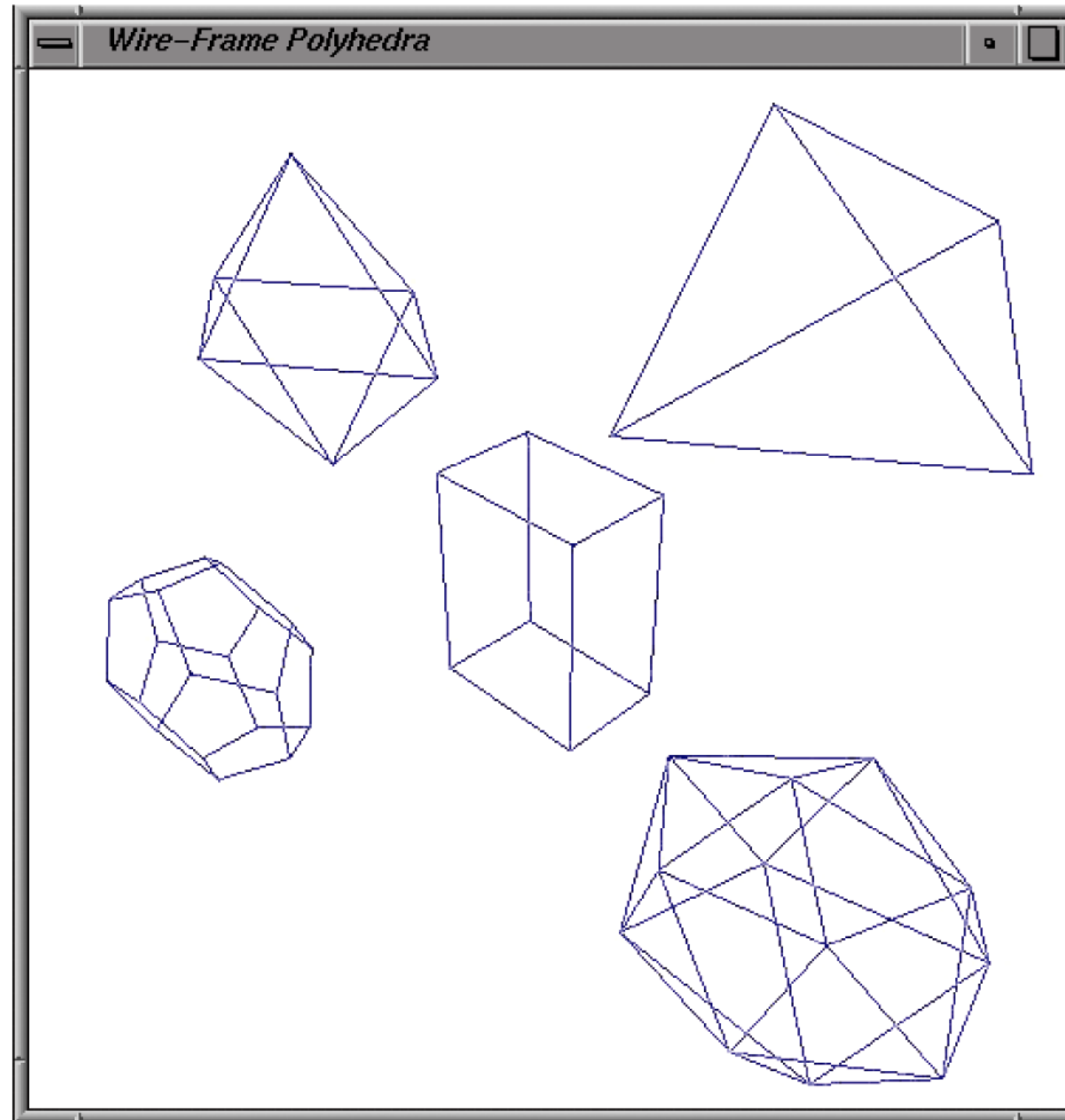
# Poliedros - OpenGL

---

- `glutWireTetraedron()`
- `glutSolidTetraedron()`
- `glutWireCube()`
- `glutSolidCube()`
- `glutWireOctahedron()`
- `glutSolidOctahedron()`
- `glutWireDocecaedron()`
- `glutSolidDocecaedron()`
- `glutWireIcosahedron()` ;
- `glutSolidIcosahedron()`

# Poliedros - OpenGL

---



# Superfícies Quadráticas

---

- Uma classe frequente de objetos utilizados na modelagem tridimensional são as superfícies quadráticas.
  - superfícies tridimensionais que são descritas por equações de segunda grau (quadráticas).
- São superfícies quadráticas
  - esferas
  - elipsóide
  - toróide
  - parabolóide
  - hiperbolóide



# Esfera

---

- Uma superfície esférica de raio  $r$ , centrada na origem, é definida por um conjunto de pontos  $(x, y, z)$  que satisfaçam a seguinte equação

$$x^2 + y^2 + z^2 = r^2$$

- ou ainda, na forma paramétrica usando ângulos de latitude e longitude

$$x = r \cos \phi \cos \theta$$

$$y = r \cos \phi \sin \theta$$

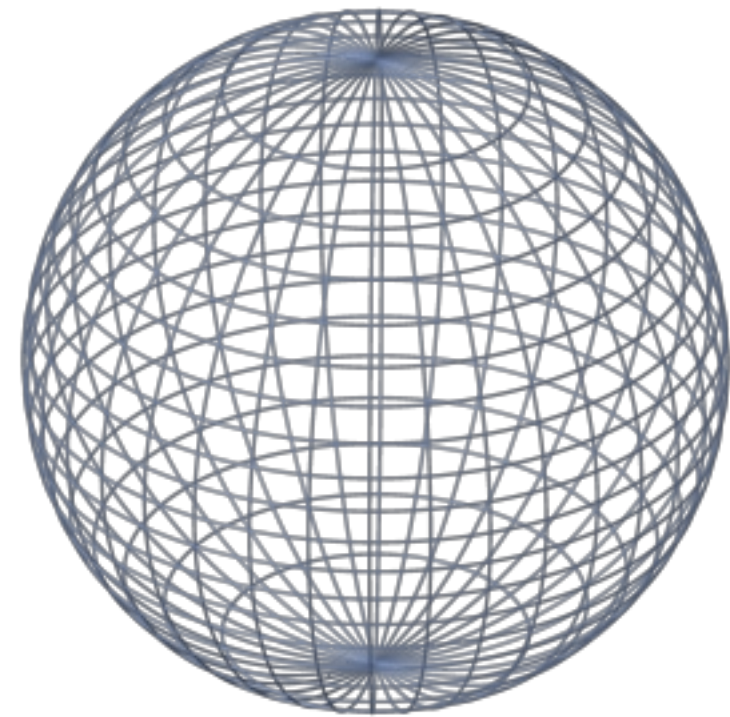
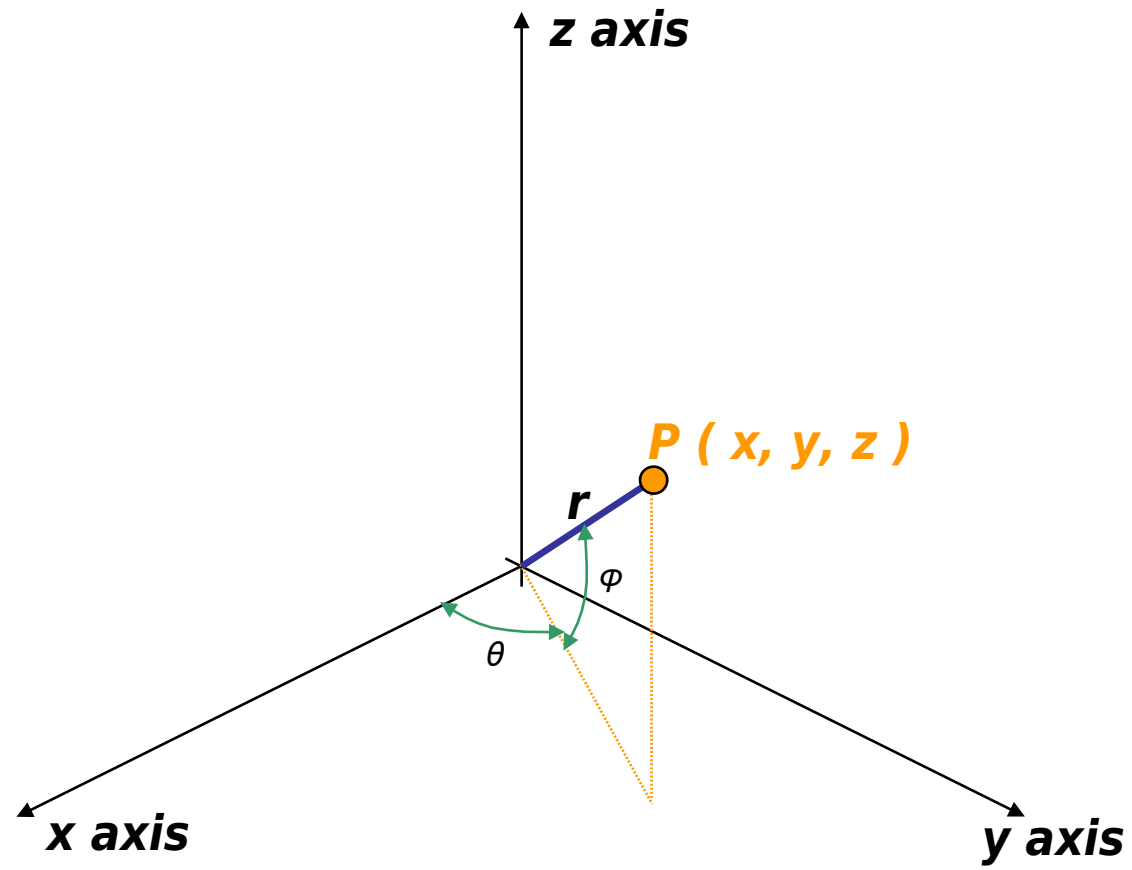
$$z = r \sin \phi$$

$$-\pi/2 \leq \phi \leq \pi/2$$

$$-\pi \leq \theta \leq \pi$$

# Esfera

---



# Elipsóide

---

- Um elipsóide pode ser descrito como uma extensão de uma superfície Esférica, onde os raios de cada uma das três direções perpendiculares possuem valores diferentes.
- A representação cartesiana de uma elipsóide centrada na origem é dada por,

$$\frac{x^2}{r_x^2} + \frac{y^2}{r_y^2} + \frac{z^2}{r_z^2} = 1$$

- e sua representação paramétrica

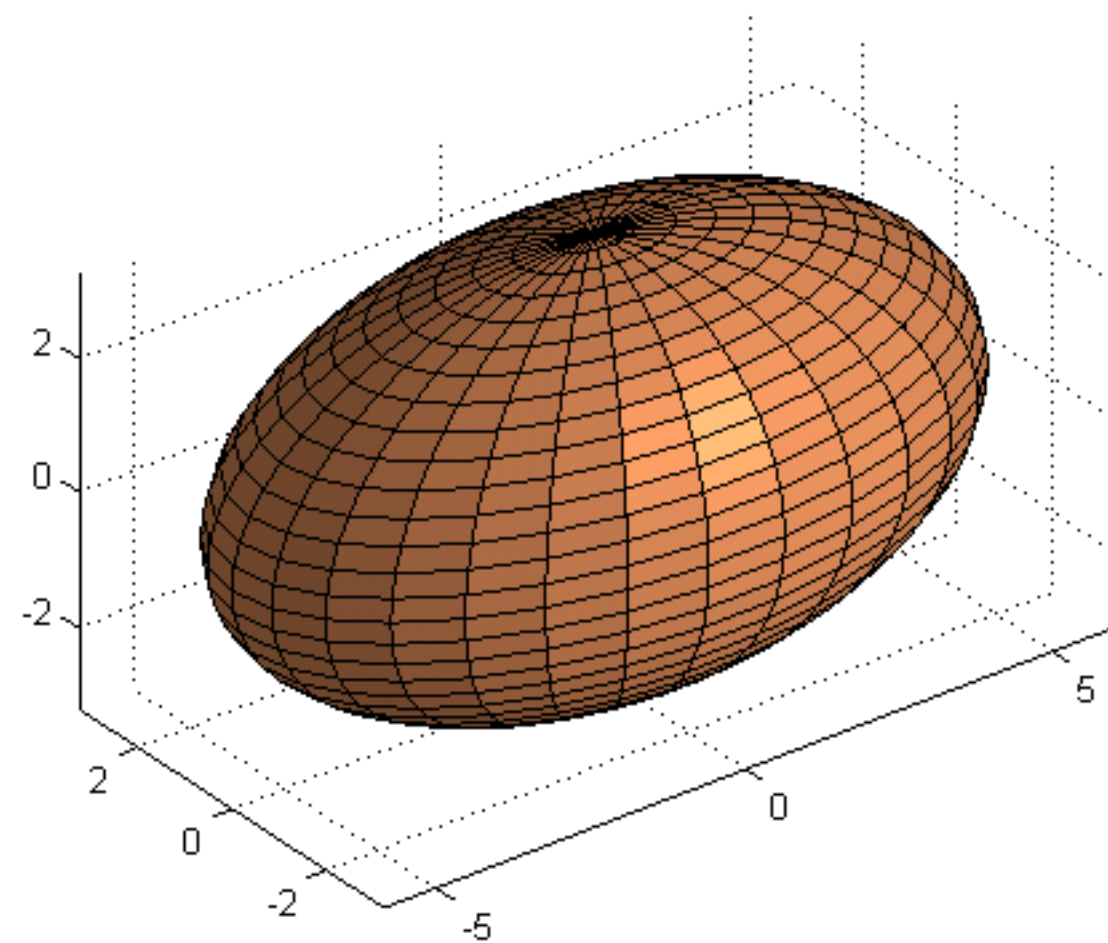
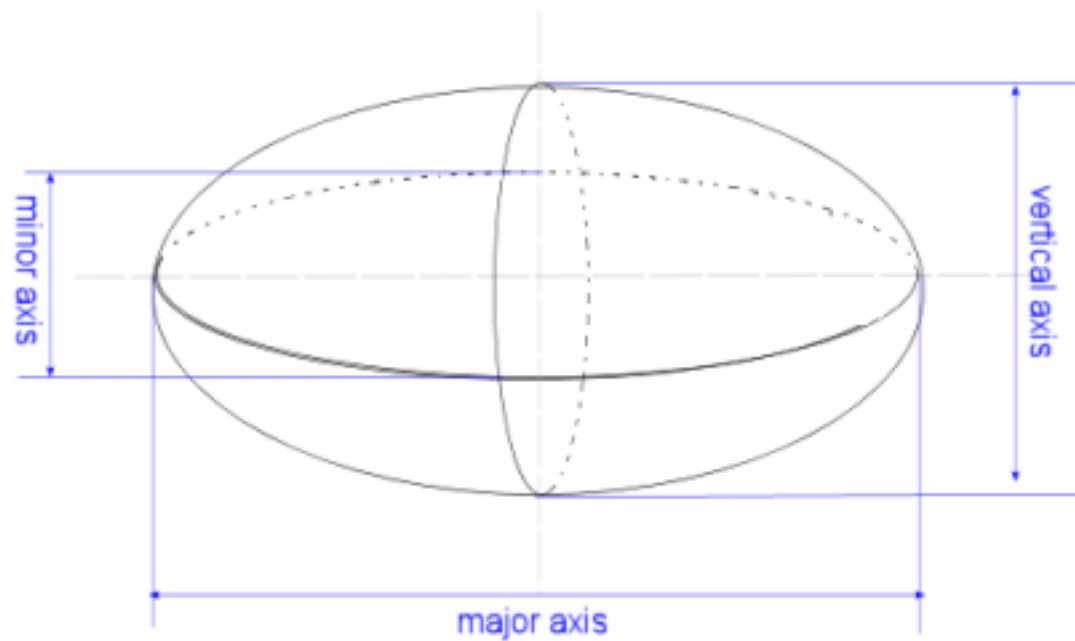
$$\begin{cases} x = r_x \cos \phi \cos \theta \\ y = r_y \cos \phi \sin \theta \\ z = r_z \sin \phi \end{cases}$$

$$-\pi/2 \leq \phi \leq \pi/2$$

$$-\pi \leq \theta \leq \pi$$

# Elipsóide

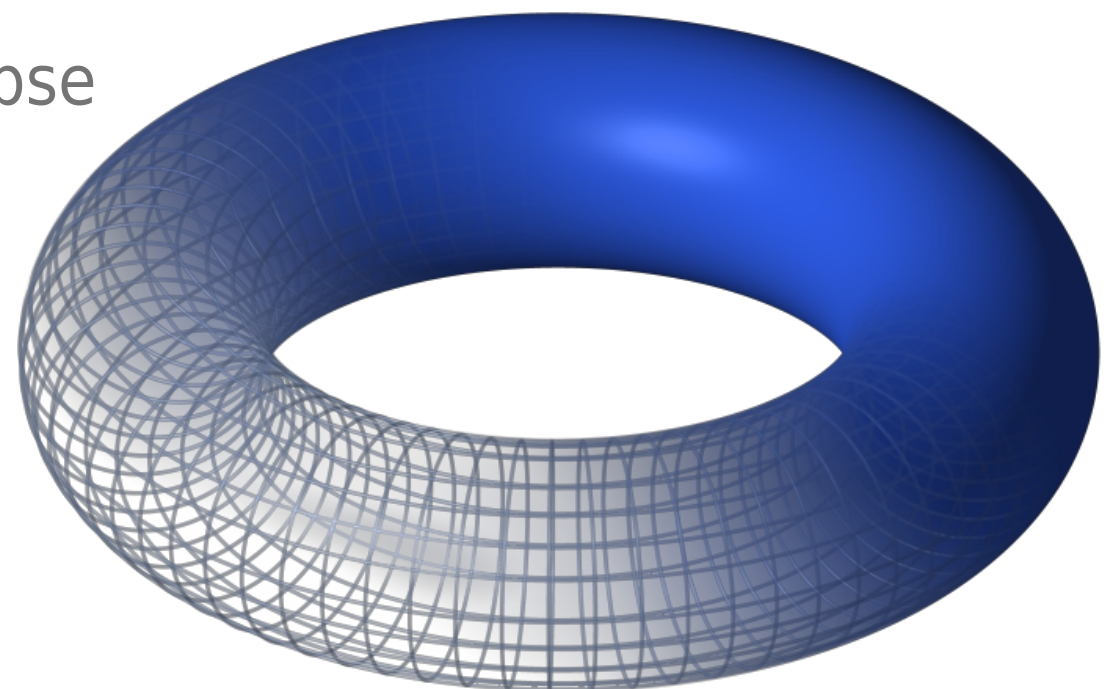
---



# Toróide

---

- Um toróide é um objeto com forma anular ou de “*donut*”
- De maneira mais tradicional, um toróide é definido como uma superfície criada pela rotação de um círculo ou uma elipse com relação a um eixo coplanar.
- Parâmetros de um toróide:
  - distância do centro do círculo ou da elipse até o centro de rotação.
  - dimensões do círculo ou da elipse.



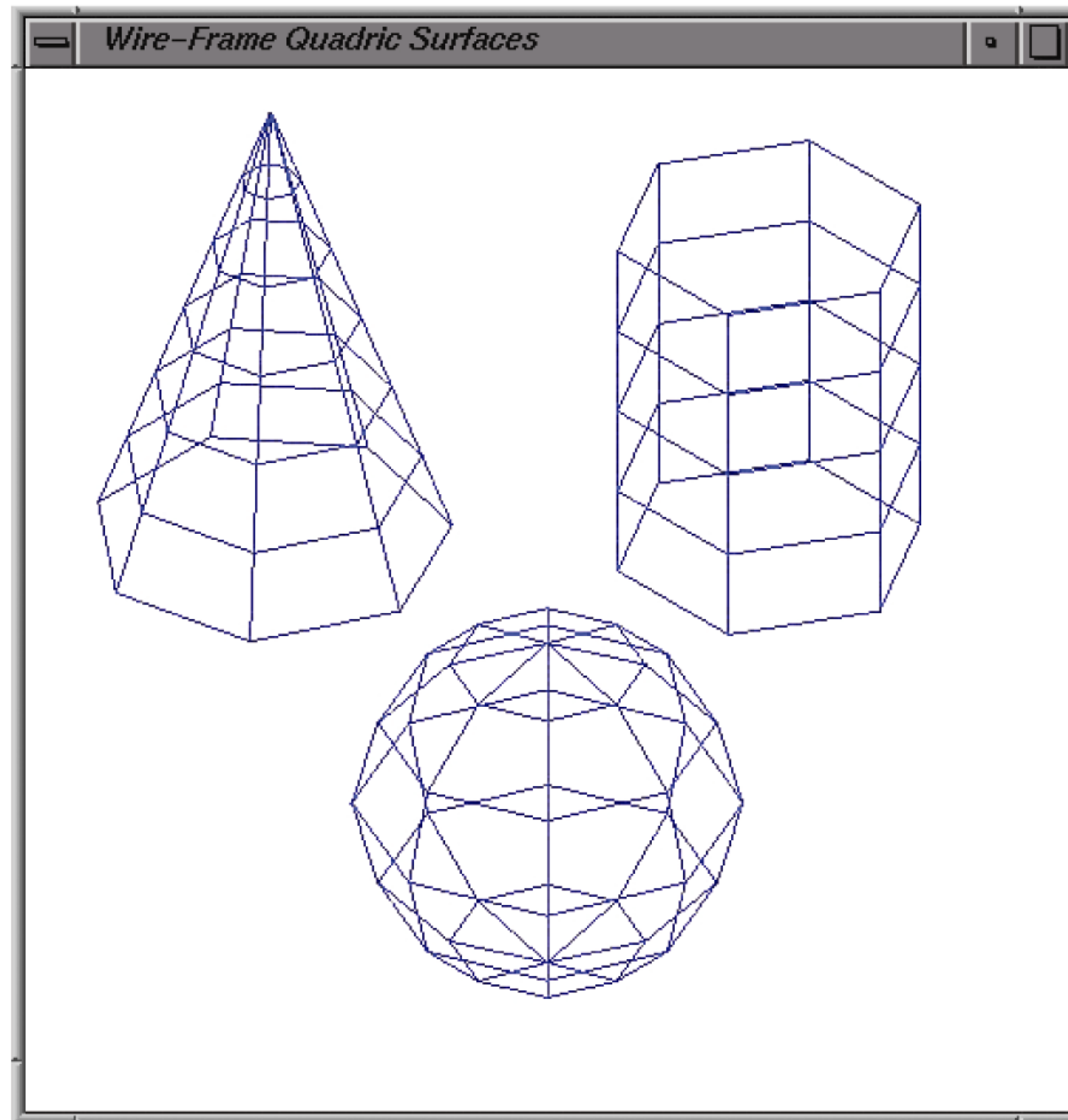
# Superfícies Quadráticas - OpenGL

---

- `glutWireSphere(r, nLongitude, nLatitude)`
- `glutSolidSphere(r, nLongitude, nLatitude)`
- `glutWireCone(tBase, height, nLongitude, nLatitude)`
- `glutSolidCone(tBase, height, nLongitude, nLatitude)`
- `glutWireTorus(rCrossSection, rAxis1, nConcentrics, nRadialSlices)`
- `glutSolidTorus(rCrossSection, rAxis1, nConcentrics, nRadialSlices)`
- `gluCylinder(quadricName, rBase, rTop, height, nLongitude, nLatitude)`

# Superfícies Quadráticas - OpenGL

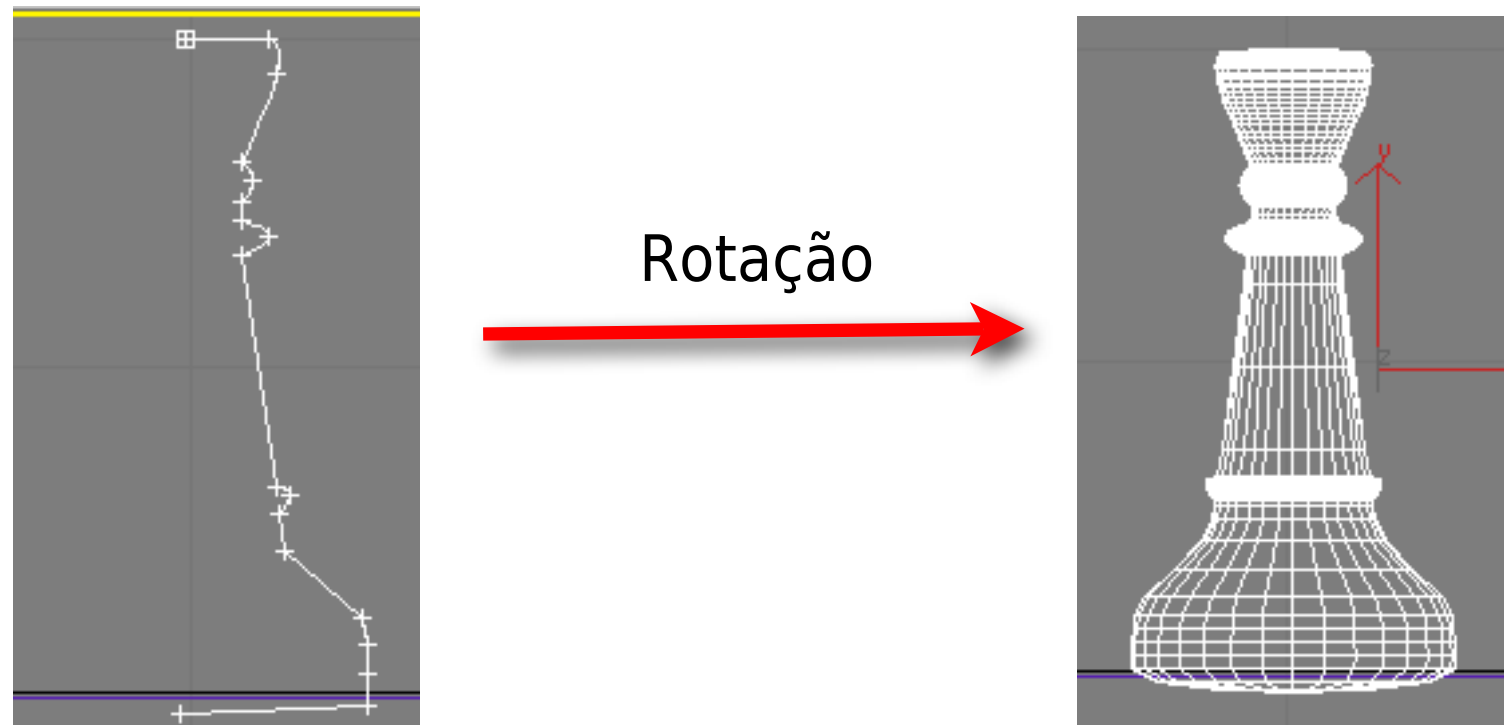
---



# Representações de Varredura

---

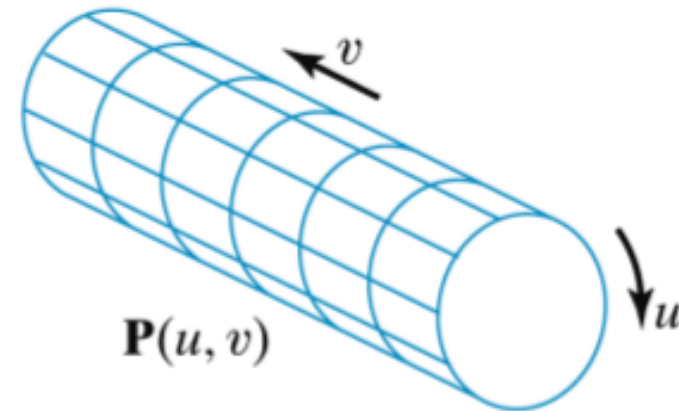
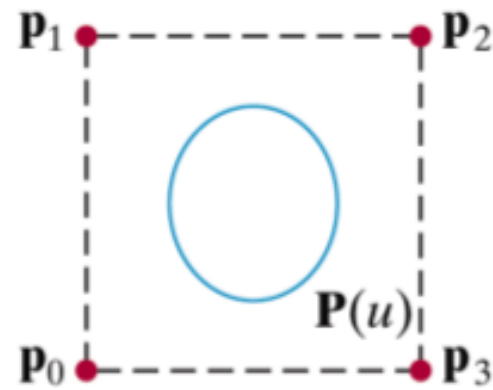
- Representações de varredura são úteis para a construção de objetos em três dimensões que possuam simetria de rotação, translação ou alguma outra.
- Objetos são representados como uma forma bidimensional e um movimento de varredura move esta forma através de uma região do espaço.



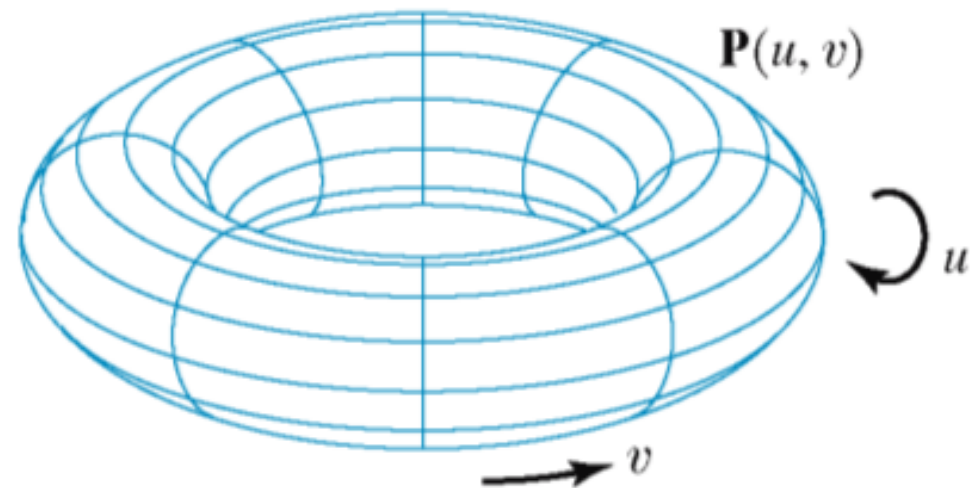
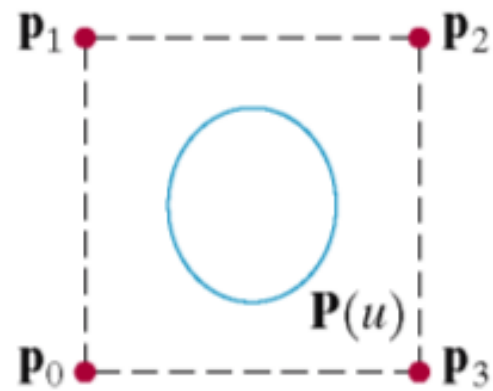


# Representação de Varredura

---



Axis of  
Rotation



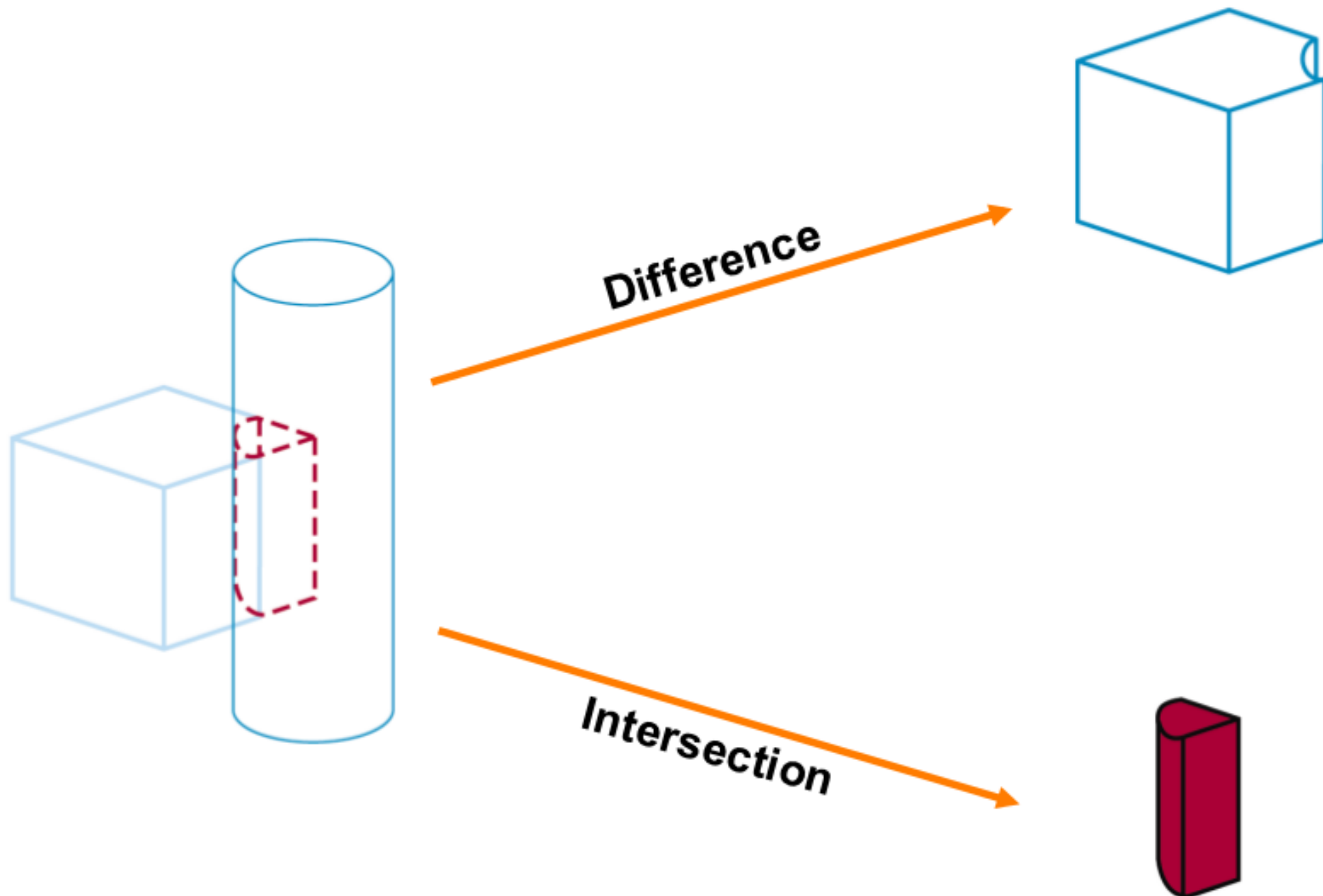
# Métodos de Geometria Construtiva

---

- A geometria construtiva executa a modelagem de sólidos por meio da criação de novos objetos, a partir de dois outros objetos tridimensionais, utilizando um conjunto de operações.
- Um conjunto de operações válidas incluem:
  - união
  - interseção
  - diferença

# Métodos de Geometria Construtiva

---



# Métodos de Geometria Construtiva

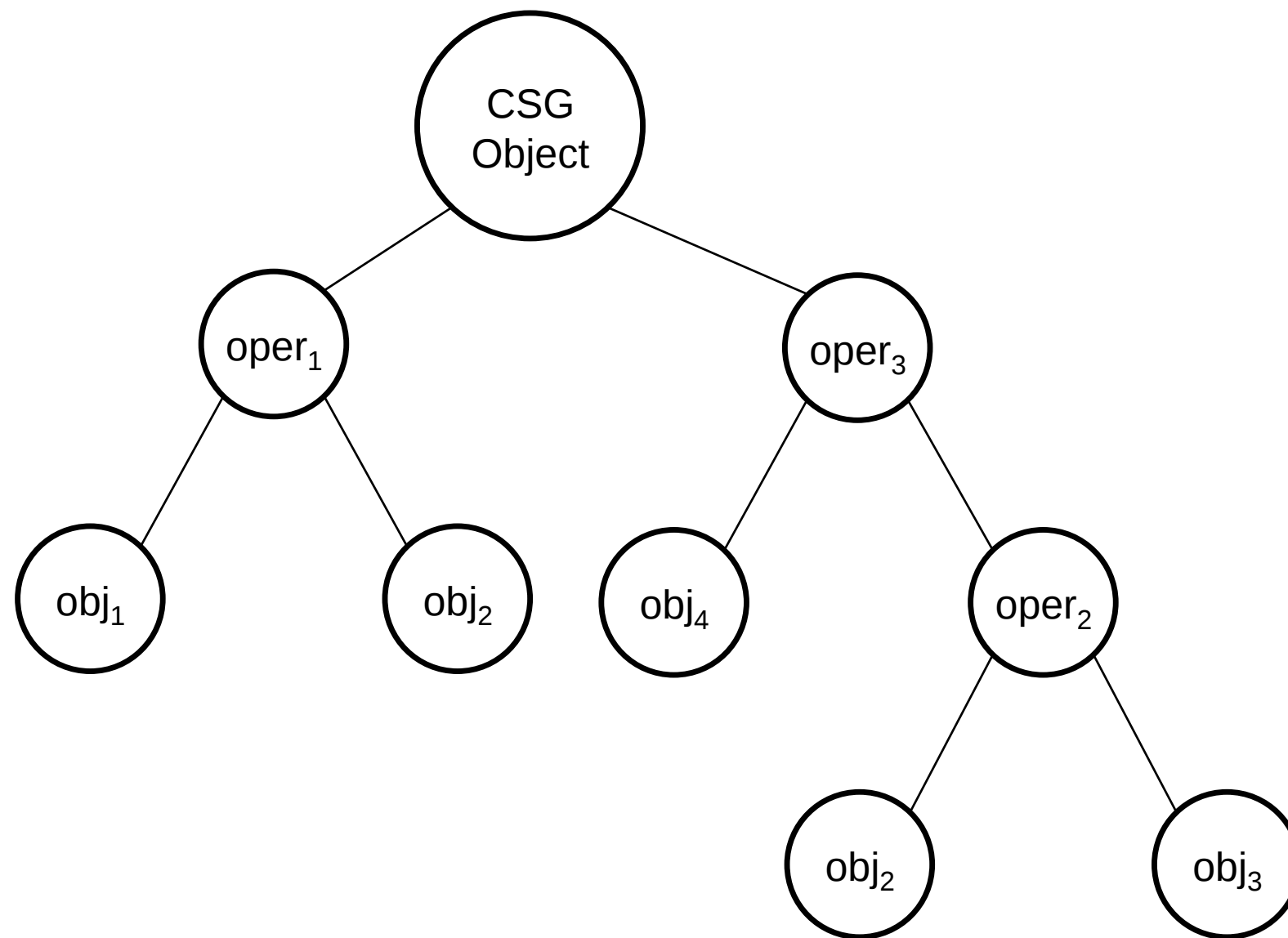
---

- A geometria construtiva, em geral, inicia com um pequeno conjunto de primitivas tais como blocos, pirâmides, esferas e cones.
- Em uma biblioteca com suporte a geometria construtiva, é possível selecionar uma operação qualquer e junto com duas primitivas produzir um novo objeto.
  - este novo objeto pode ser combinado com outra primitiva para formar outro objeto.
  - o processo continua até que a modelagem esteja concluída.

# Métodos de Geometria Construtiva

---

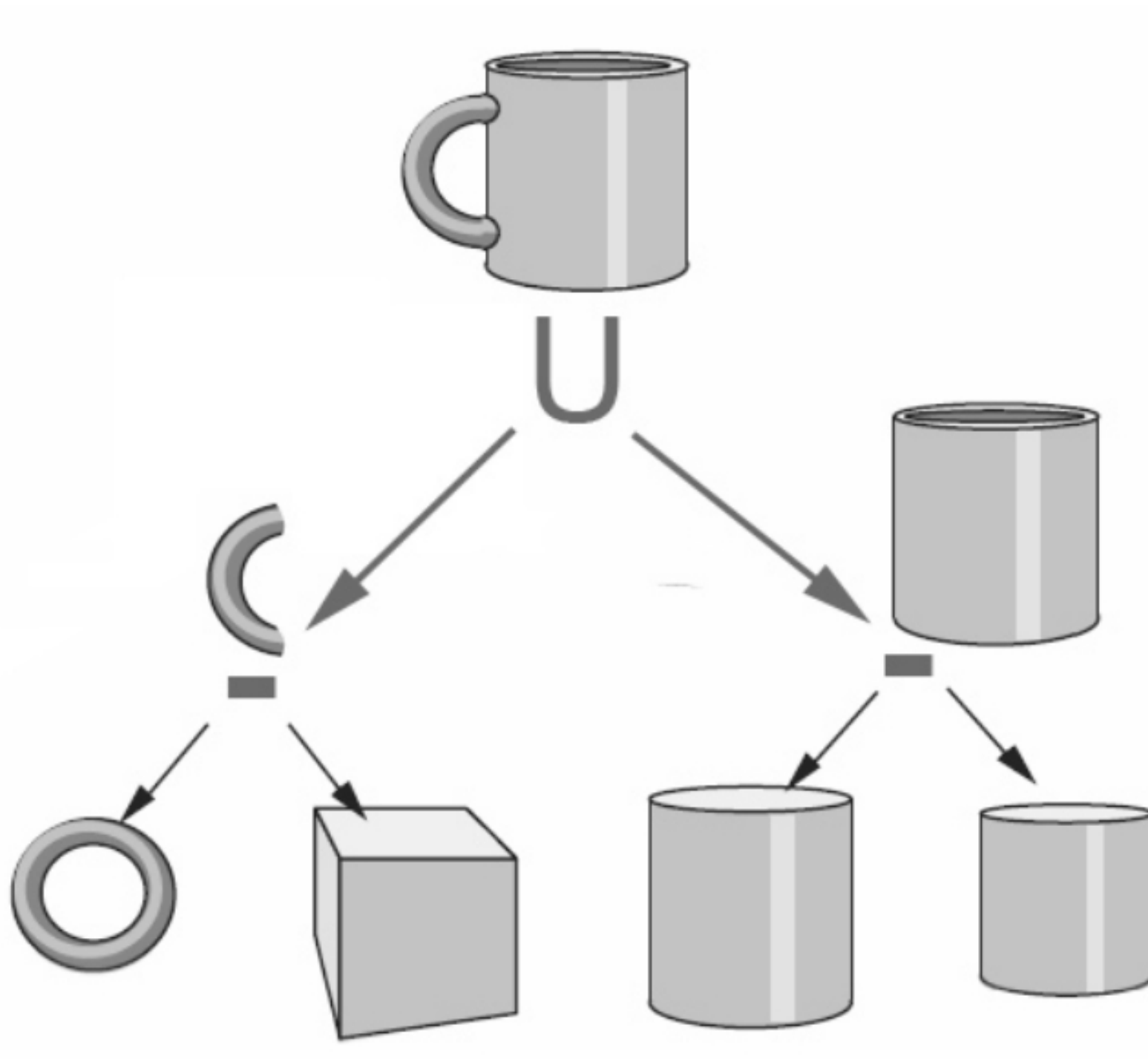
- Comumente, modelos baseados em geometria construtiva são representados como árvores.



# Métodos de Geometria Construtiva

---

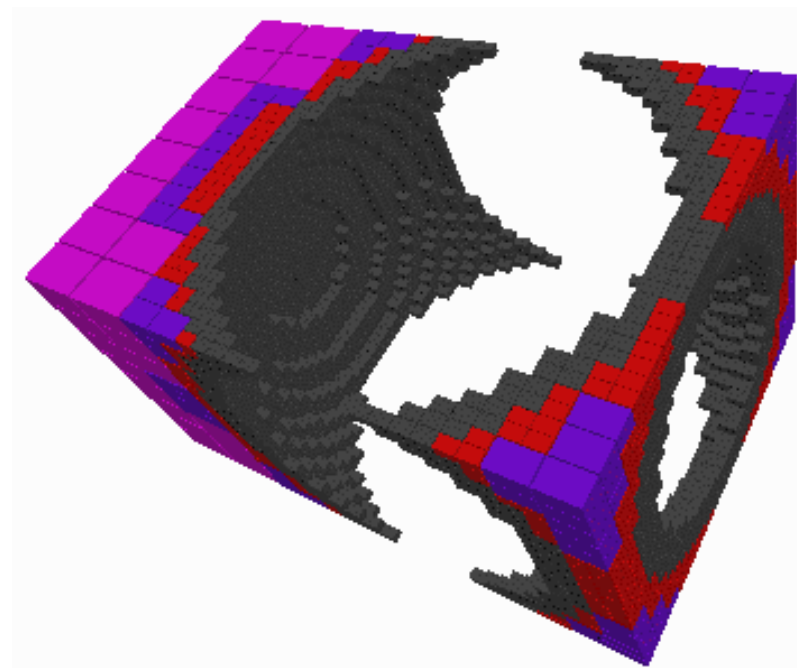
- Exemplo:



# Octrees

---

- Octrees são estruturas hierárquicas em árvore usadas para representar objetos sólidos.
- Octrees são úteis em aplicações que requerem cortes seccionais do objeto.
  - ressonância magnética funcional, por exemplo;
- Octrees são usadas tipicamente quando o interior dos objetos é importante.



# Octrees e Quadrees

---

- As octrees baseadas em uma representação bidimensional denominada Quadtree.
- uma quadtree divide uma região quadrada do espaço em quatro áreas iguais até que **regiões homogêneas** tenham sido descobertas.
- estas regiões são organizadas em uma árvore.





# Quadtree

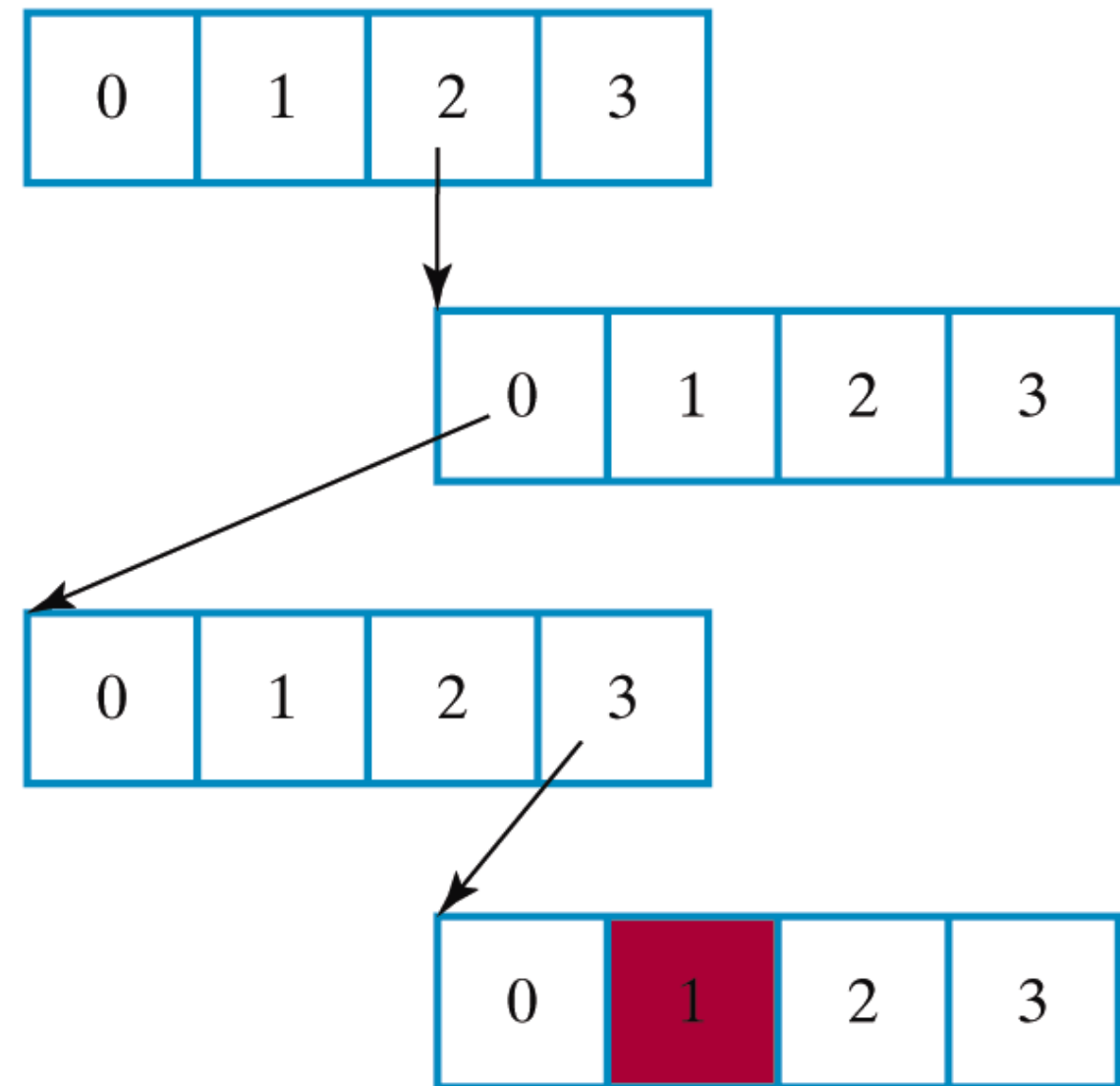
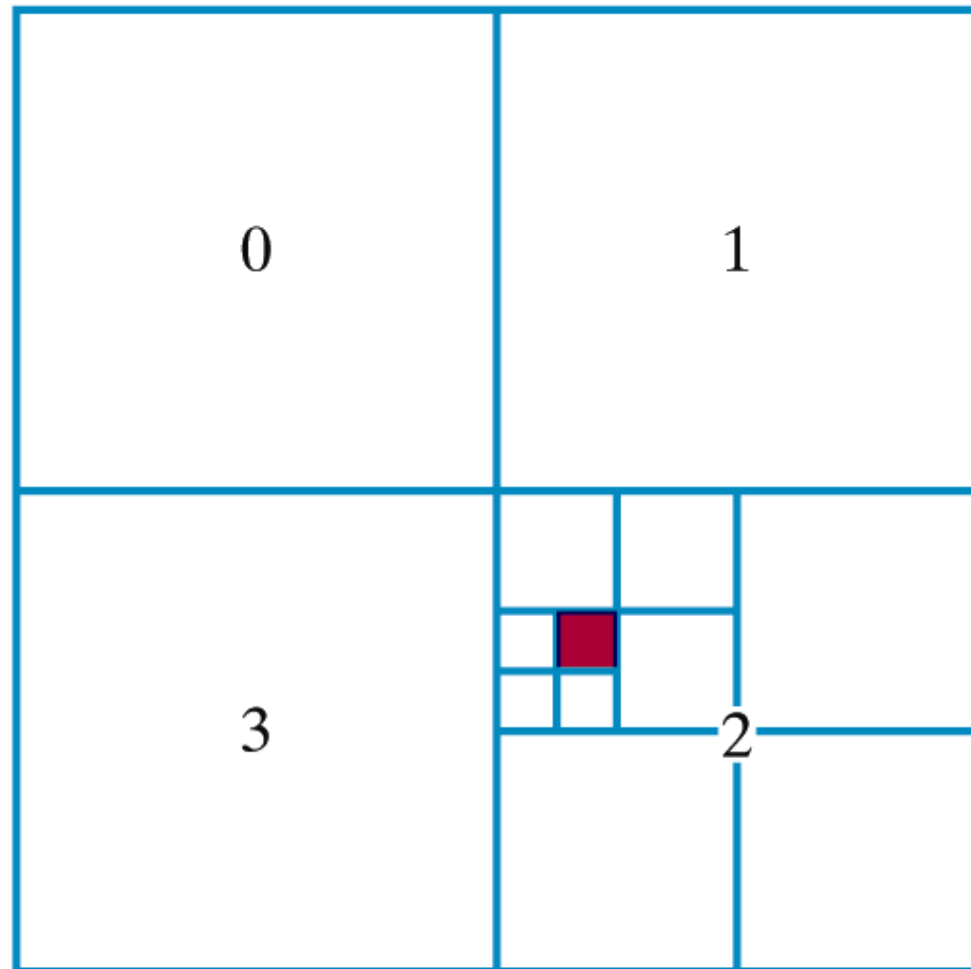


Figure 8-65

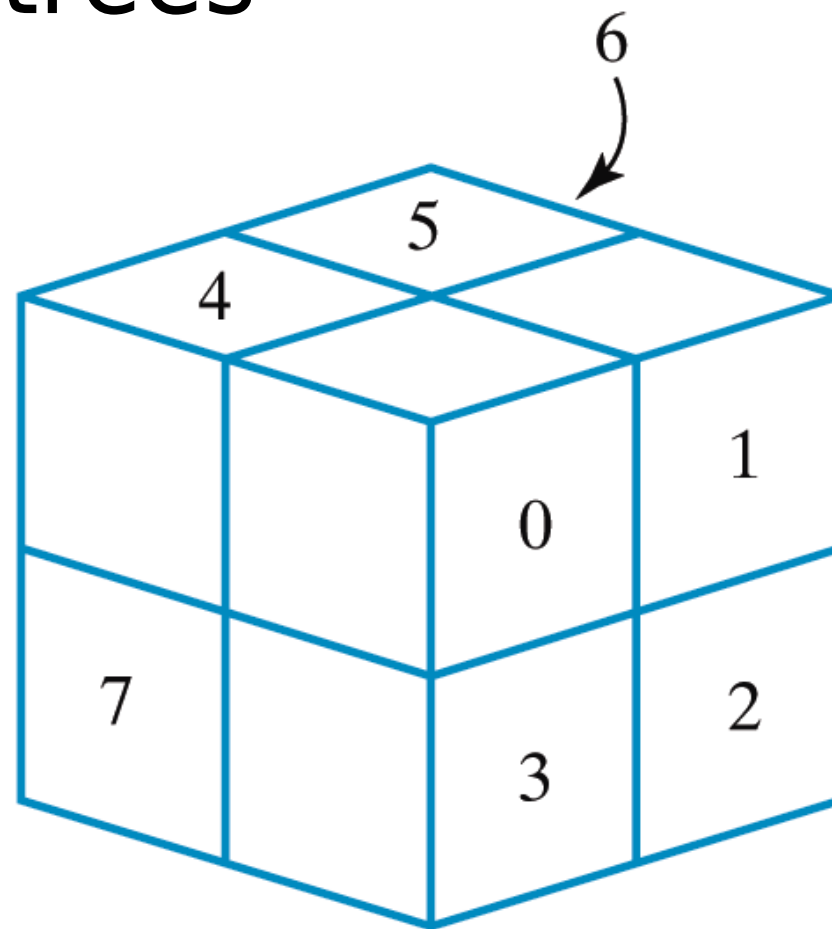
Quadtree representation for a square region of the  $xy$  plane that contains a single foreground-color area on a solid-color background.

# Octrees

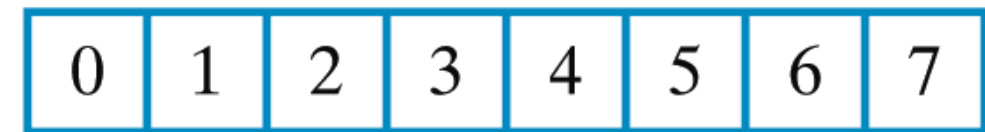
---

- Quadtrees proveem uma economia considerável de armazenamento quando grandes áreas coloridas existem em uma região do espaço.
- Uma octree estende este princípio para o espaço tridimensional, dividindo o mesmo em octantes.
  - cada região dentro de uma octree é chamada *volume element* ou *voxel*
- De forma semelhante à quadtree, a divisão continua até regiões homogêneas são descobertas.
  - regiões homogêneas podem ser com relação a cor, tipo de material, densidade ou qualquer outra característica física.

# Octrees



Region of a  
Three-Dimensional  
Space



Data Elements  
in the Representative  
Octree Node

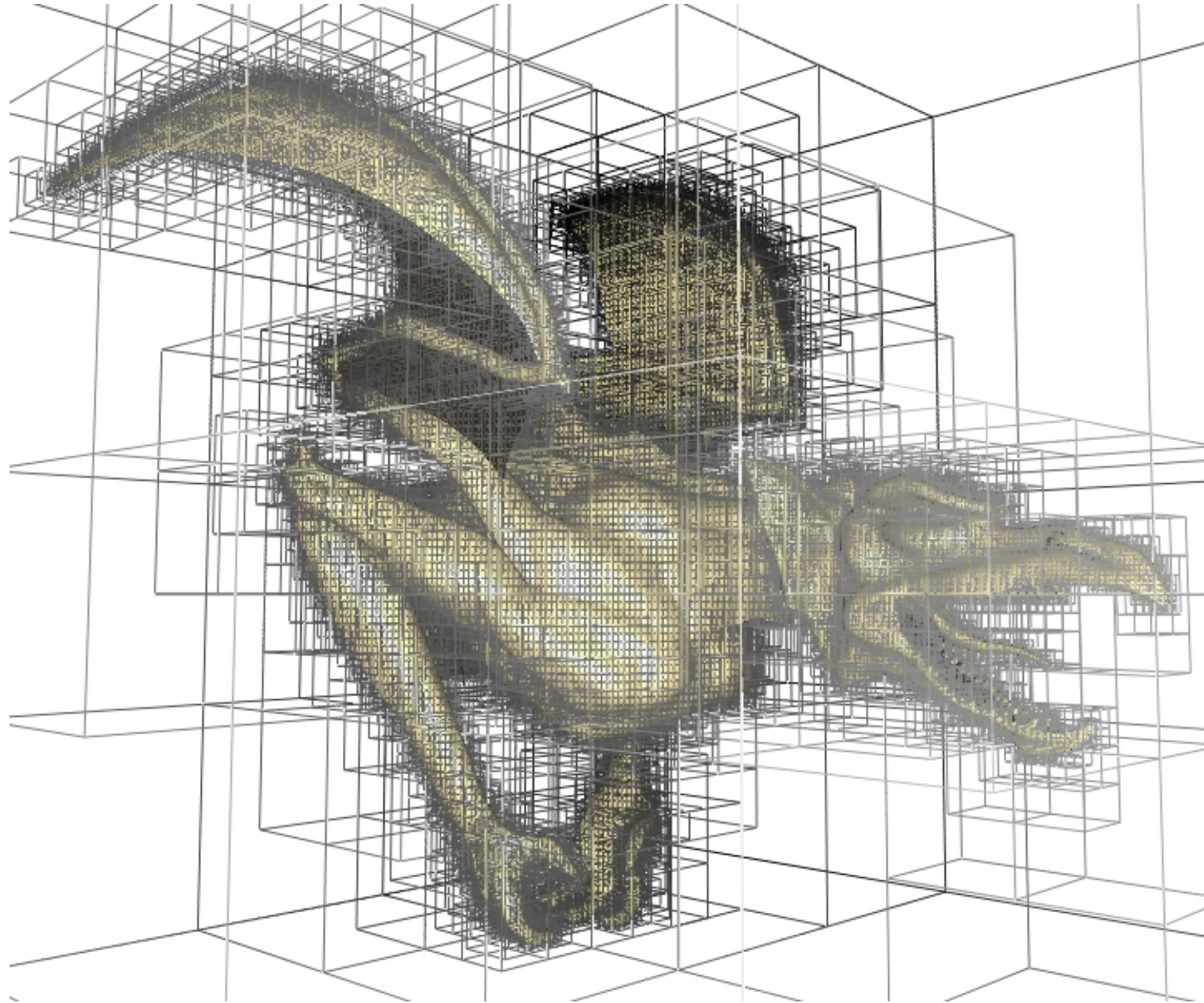
Figure 8-66

A cube divided into numbered octants and the associated octree node with eight data elements.

# Octree

---

- Exemplo:





# Octree

---

- Exemplo:

