

# Computação Gráfica

## Transformações 3D

José Luis Seixas Junior

# Índice

- Transformações tridimensionais;
- Mesh;
- Arquivos .obj;



# Transformações Geométricas 3D

## Translação:

$$P' = T(\Delta x, \Delta y, \Delta z)^*$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} x' = x + \Delta x \\ y' = y + \Delta y \\ z' = z + \Delta z \end{cases}$$

# Transformações Geométricas 3D

## Escala:

$$P' = E(E_x, E_y, E_z) * P$$

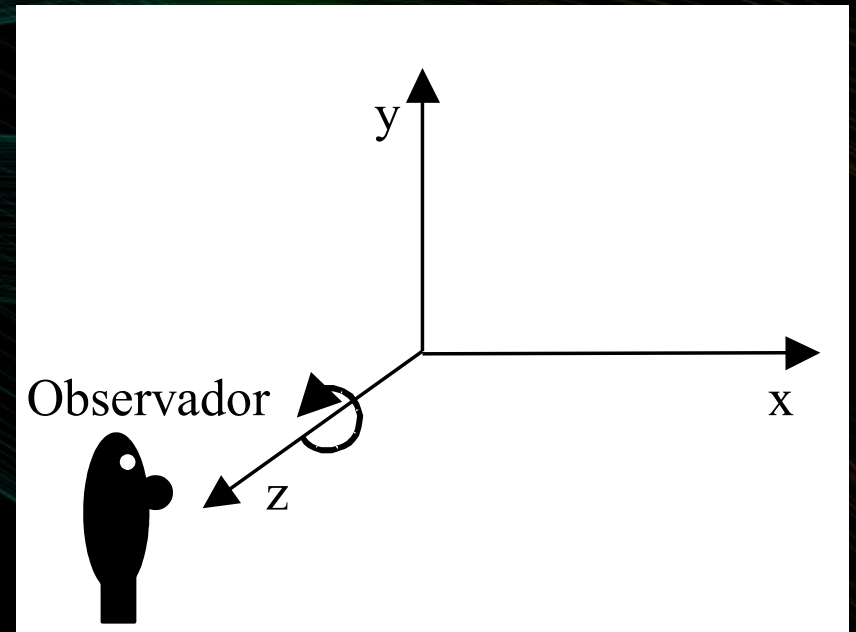
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & E_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & E_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} x' = x * E_x \\ y' = y * E_y \\ z' = z * E_z \end{cases}$$

Escala ao redor do centro de massa do objeto

$$P' = T(cmx, cmy, cmz) * E(E_x, E_y, E_z) * T(-cmx, -cmy, -cmz) * P$$

# Rotação Z

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$\Leftrightarrow \begin{cases} x' = x \cos(\alpha) - y \sin(\alpha) \\ y' = x \sin(\alpha) + y \cos(\alpha) \\ z' = z \end{cases}$$



Rotação ao redor do centro de massa do objeto

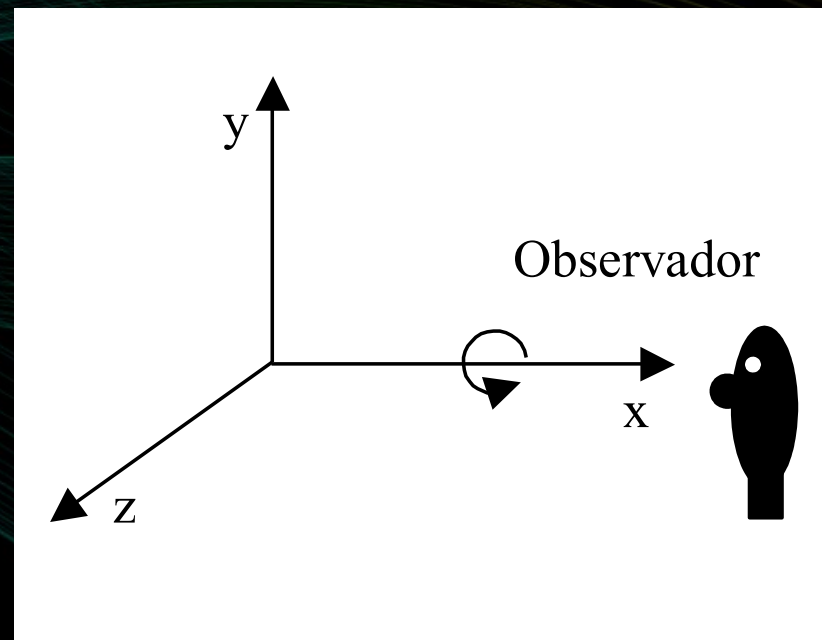
$$P' = T(cm_x, cm_y, cm_z) * R_z(\alpha) * T(-cm_x, -cm_y, -cm_z) * P$$



# Rotação X

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 \\ 0 & \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x' = x \\ y' = y \cos(\alpha) - z \sin(\alpha) \\ z' = y \sin(\alpha) + z \cos(\alpha) \end{cases}$$



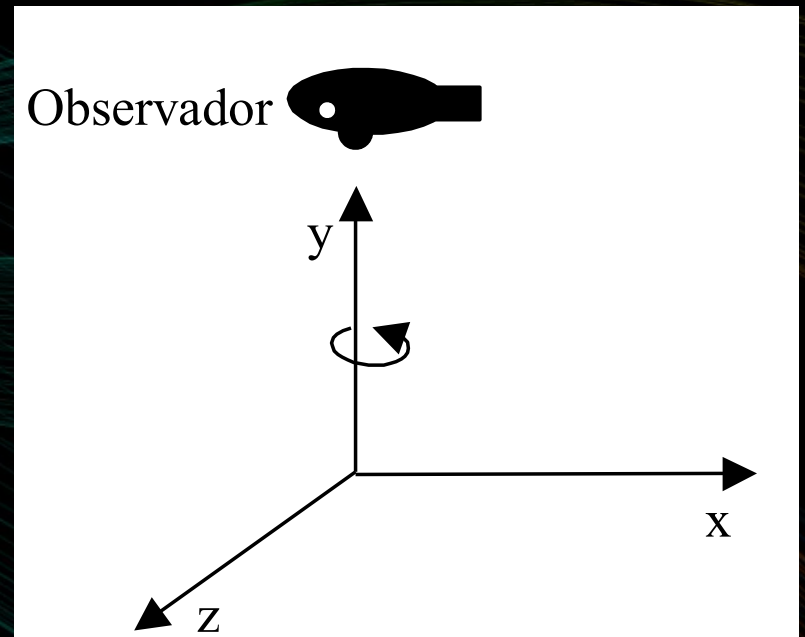
Rotação ao redor do centro de massa do objeto

$$P' = T(\text{cmx}, \text{cmy}, \text{cmz}) * R_X(\alpha) * T(-\text{cmx}, -\text{cmy}, -\text{cmz}) * P$$

# Rotação Y

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & 0 & \sin(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x' = z \sin(\alpha) + x \cos(\alpha) \\ y' = y \\ z' = z \cos(\alpha) - x \sin(\alpha) \end{cases}$$



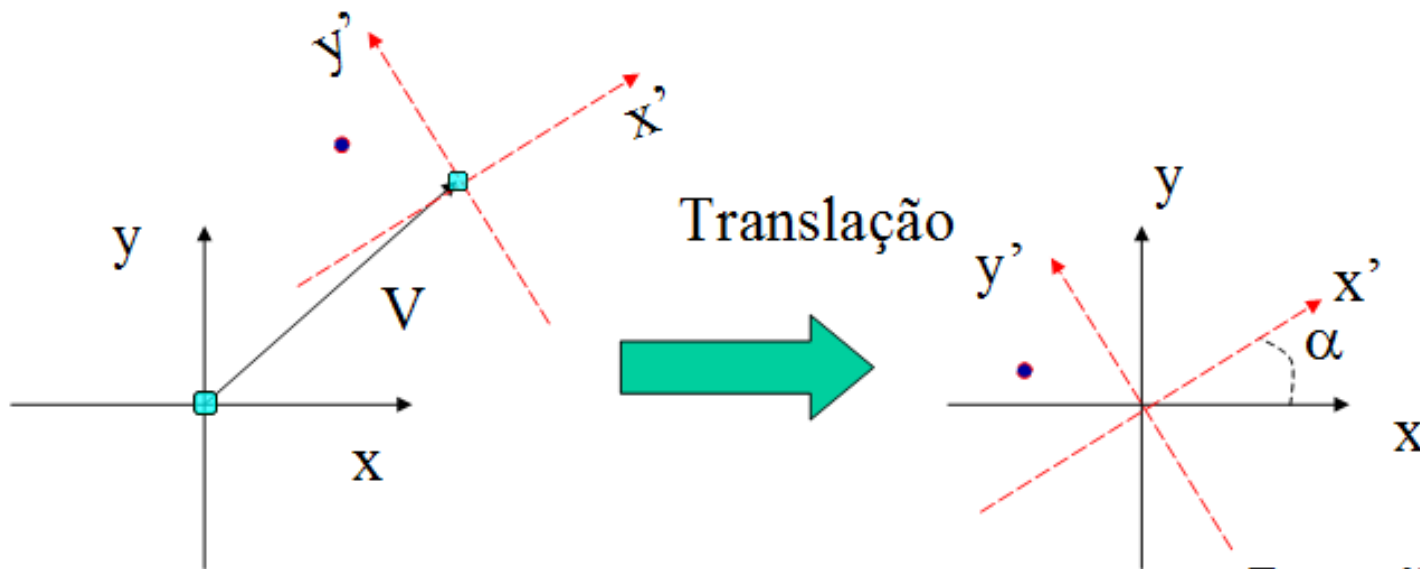
Rotação ao redor do centro de massa do objeto

$$P' = T(cm_x, cm_y, cm_z) * R_y(\alpha) * T(-cm_x, -cm_y, -cm_z) * P$$

Transformação genérica ao redor do centro de massa:

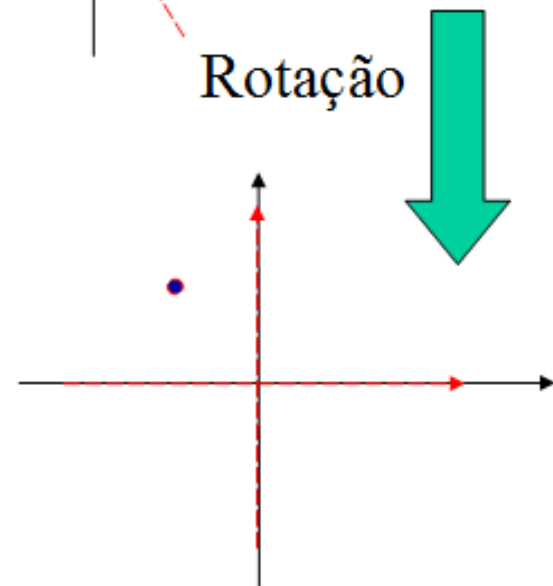
$$P' = T(cm_x, cm_y, cm_z) * R_z(\alpha) * R_y(\beta) * R_x(\theta) * T(-cm_x, -cm_y, -cm_z) * P$$

# Transformações



Matematicamente:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(-\alpha) & -\sin(-\alpha) & 0 \\ \sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -Vx \\ 0 & 1 & -Vy \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$





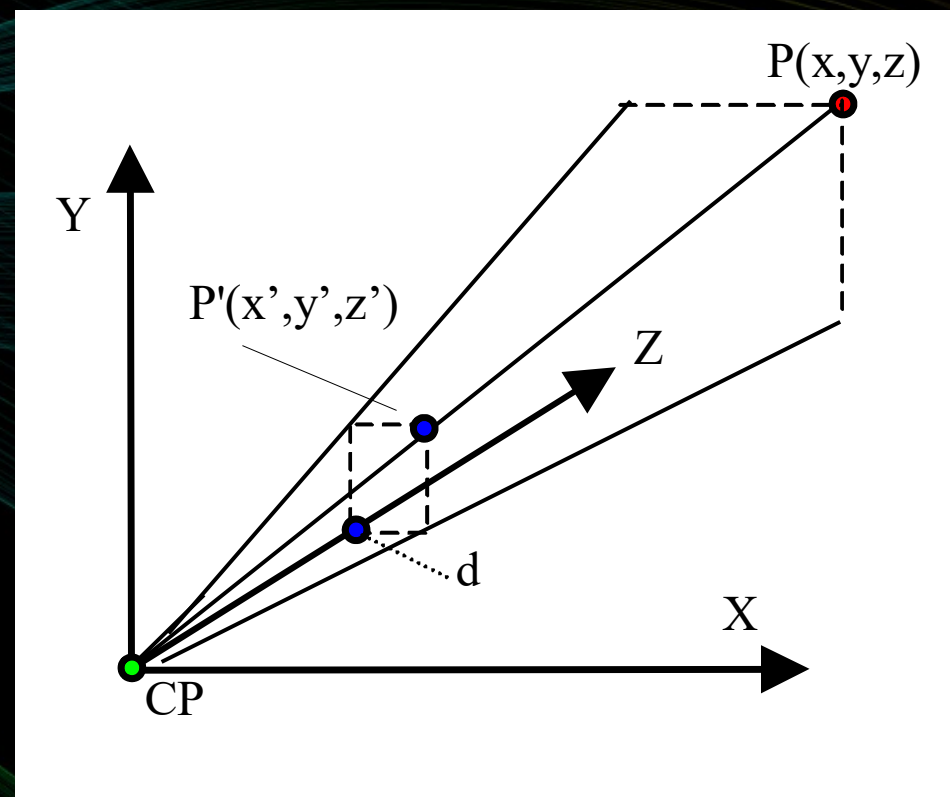
# Projeções no plano de imagem

- Projeções geométricas planares em perspectiva:
  - Plano de projeção;
  - Centro de projeção;
- Se o centro de projeção estiver infinitamente afastado do plano de projeção então a projeção é paralela;
- Caso o centro esteja à uma distância finita, a projeção deve conter perspectiva;

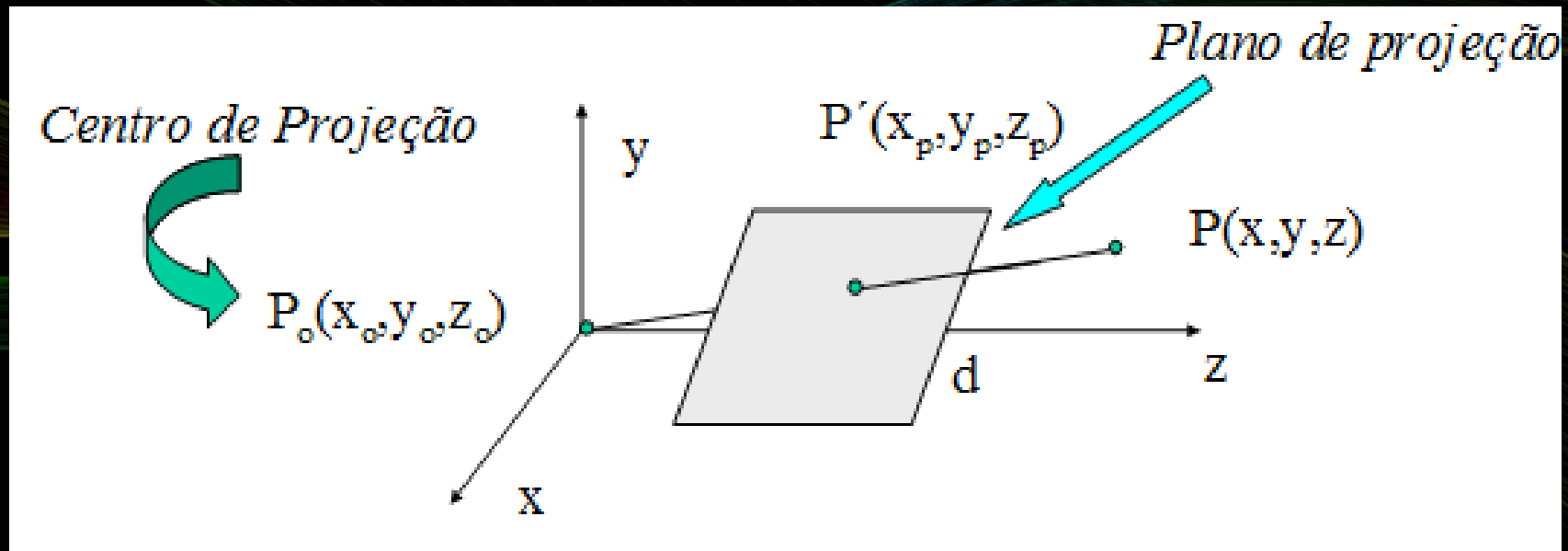
# Projeções Geométricas

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1/d & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

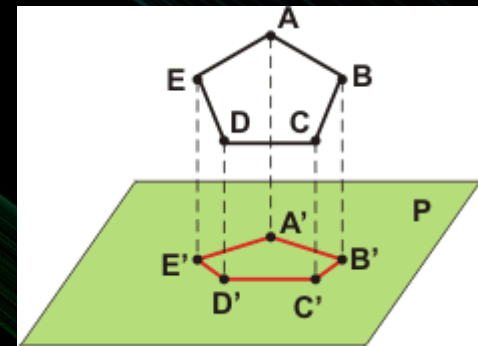
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ \frac{z}{d} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \frac{X}{W} \\ \frac{Y}{W} \\ \frac{Z}{W} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_P \\ y_P \\ z_P \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{x}{z/d} \\ \frac{y}{z/d} \\ \frac{z/d}{d} \\ 1 \end{bmatrix}$$



# Projeções Geométricas



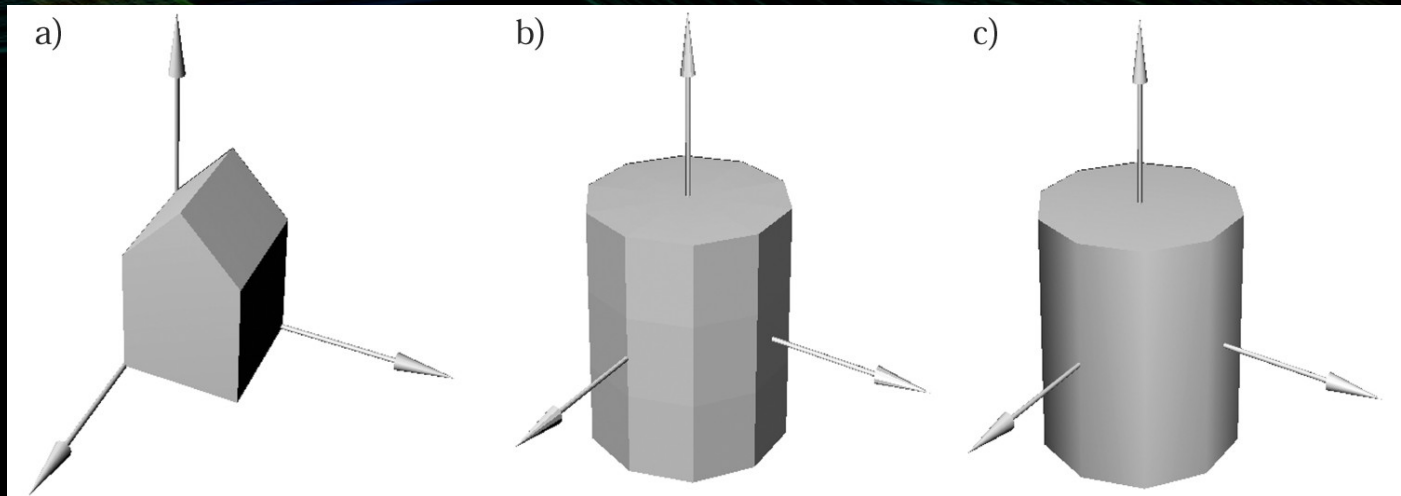
$$\frac{x_p}{z_p} = \frac{x}{z}, \quad \frac{y_p}{z_p} = \frac{y}{z}$$

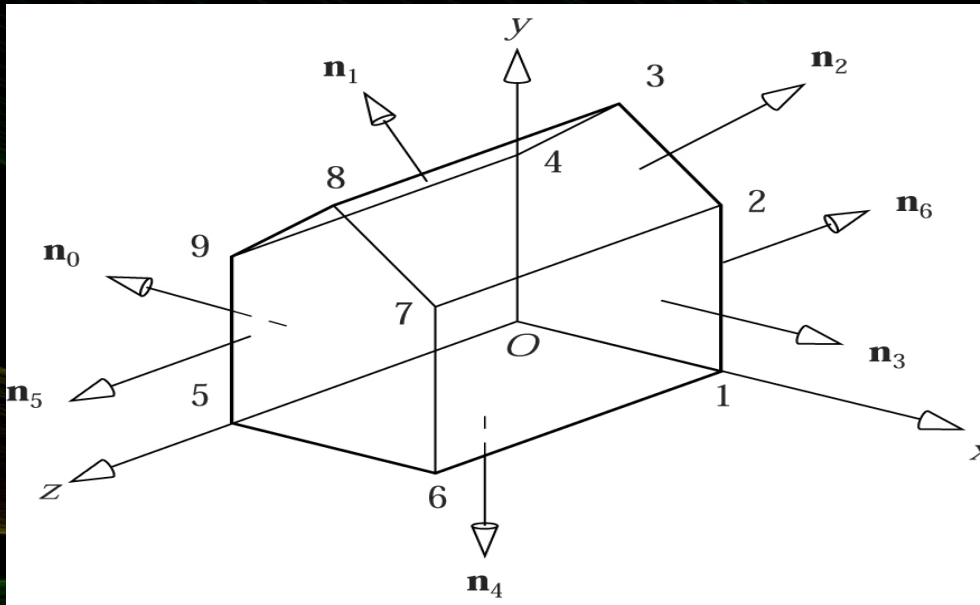




# Mesh

- Polígonos e/ou faces que compõem o esqueleto de um objeto:





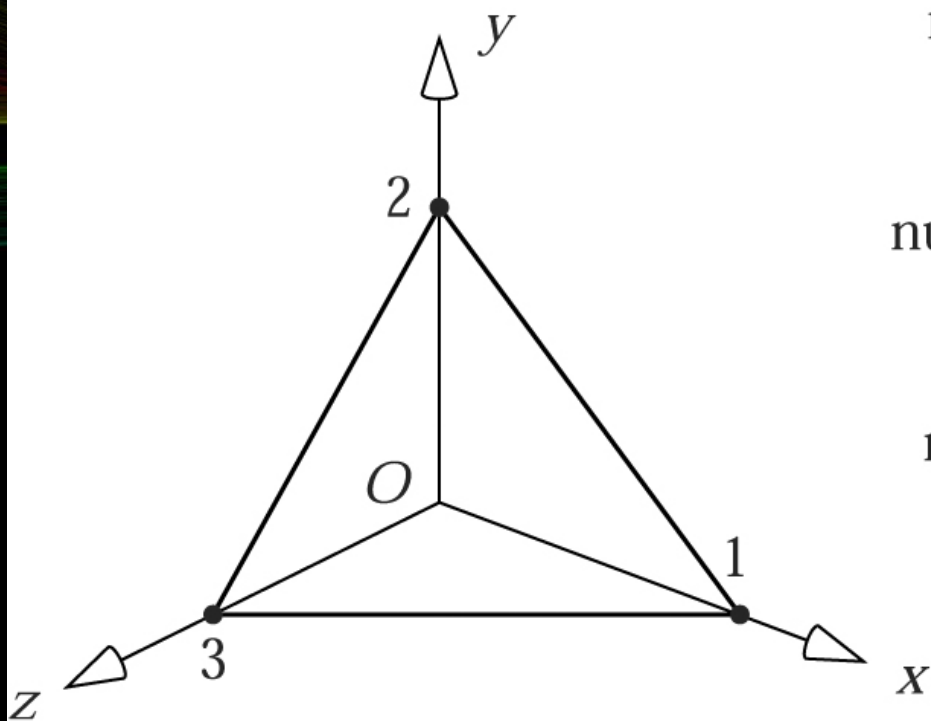
face	vertices	associated normal
<b>0 (left)</b>	0,5,9,4	0,0,0,0
<b>1 (roof left)</b>	3,4,9,8	1,1,1,1
<b>2 (roof right)</b>	2,3,8,7	2,2,2,2
<b>3 (right)</b>	1,2,7,6	3,3,3,3
<b>4 (bottom)</b>	0,1,6,5	4,4,4,4
<b>5 (front)</b>	5,6,7,8,9	5,5,5,5,5
<b>6 (back)</b>	0,4,3,2,1	6,6,6,6,6

vertex	x	y	z
<b>0</b>	0	0	0
<b>1</b>	1	0	0
<b>2</b>	1	1	0
<b>3</b>	0.5	1.5	0
<b>4</b>	0	1	0
<b>5</b>	0	0	1
<b>6</b>	1	0	1
<b>7</b>	1	1	1
<b>8</b>	0.5	1.5	1
<b>9</b>	0	1	1

normal	$n_x$	$n_y$	$n_z$
<b>0</b>	-1	0	0
<b>1</b>	-0.707	0.707	0
<b>2</b>	0.707	0.707	0
<b>3</b>	1	0	0
<b>4</b>	0	-1	0
<b>5</b>	0	0	1
<b>6</b>	0	0	-1

# Mesh

a)



b)

numVerts

4

pt

•

numNorms

4

norm

•

numFaces

4

face

•

0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

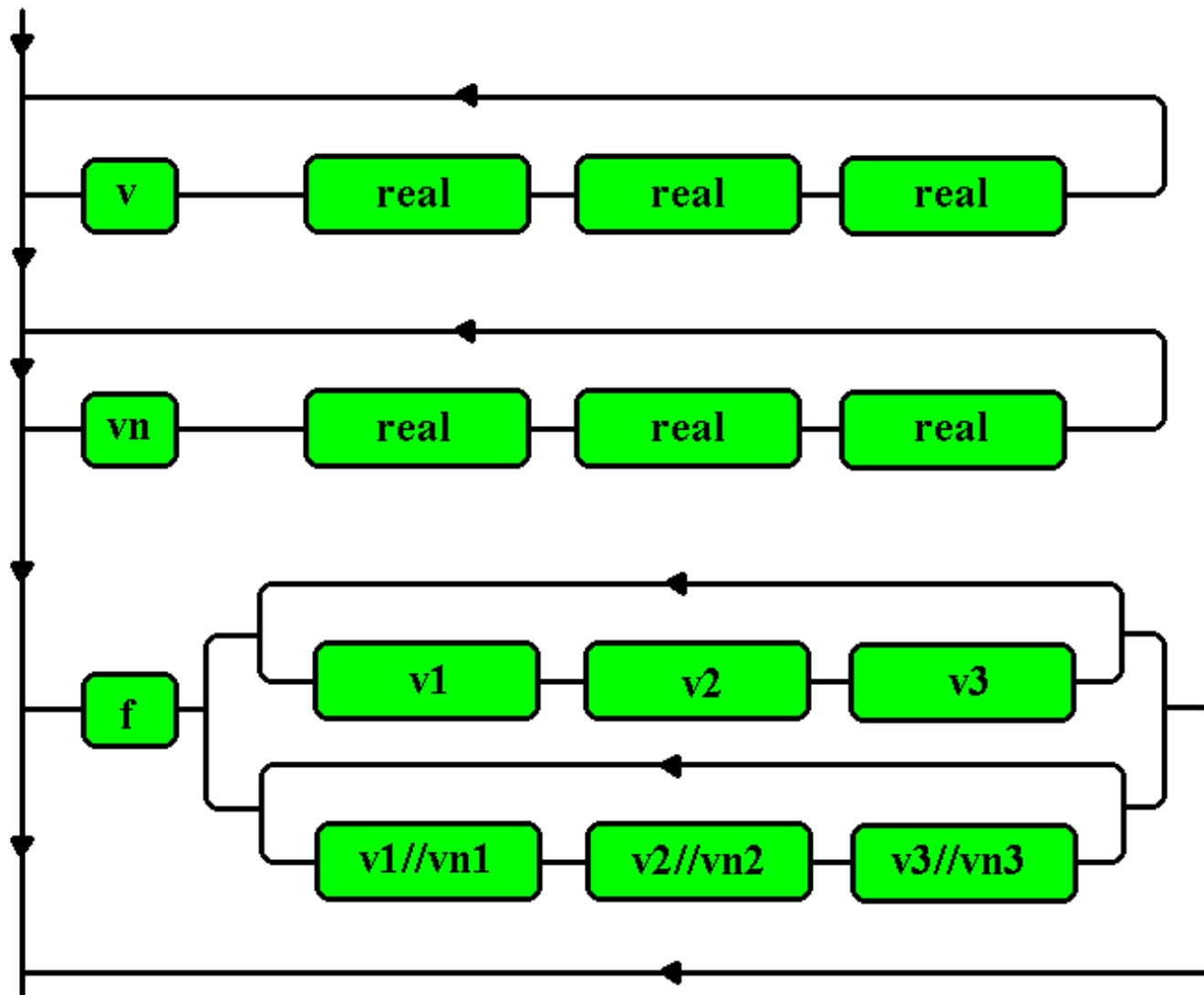
.577	0	-1	0
.577	0	0	-1
.577	-1	0	0

3	3	3	3
---	---	---	---

1	0	0	1	0	2	1	3
2	0	2	1	3	2	3	3
3	0	1	1	2	2	0	3



# Arquivos .obj

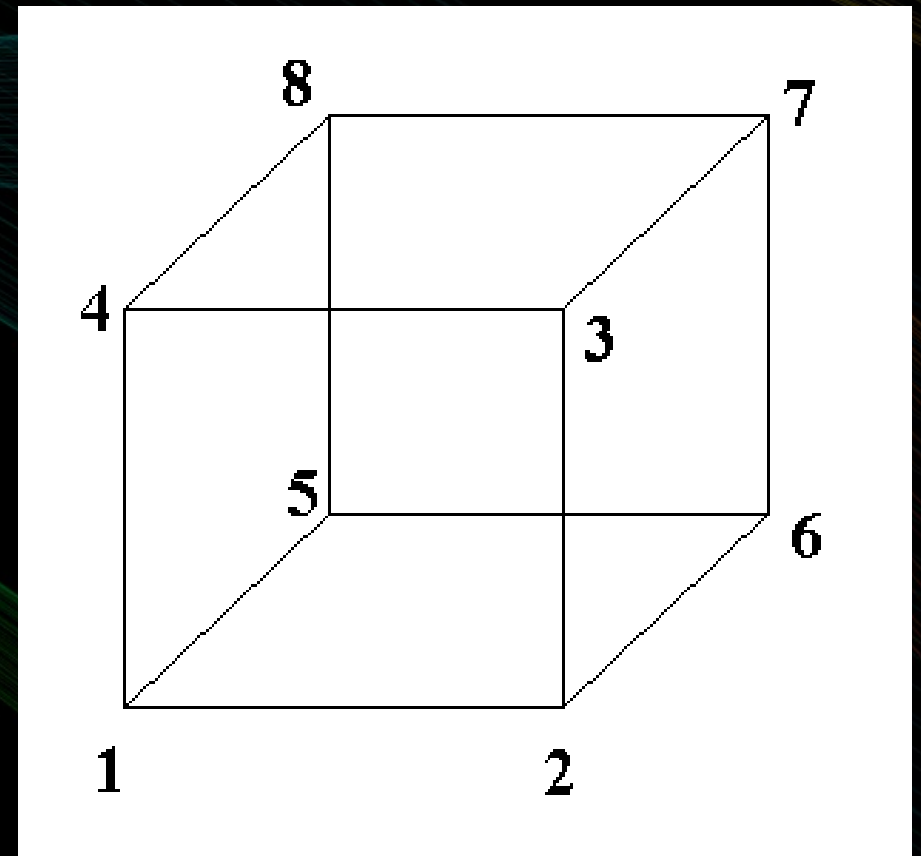


# Arquivos .obj

#Objeto Cubo

```
v -1 -1 1
v 1 -1 1
v 1 1 1
v -1 1 1
v -1 -1 -1
v 1 -1 -1
v 1 1 -1
v -1 1 -1
# 8 vértices total
```

```
# frente
f 1 2 3 4
# atrás
f 6 5 8 7
# cima
f 4 3 7 8
# baixo
f 2 1 5 6
# esquerda
f 5 1 4 8
# direita
f 2 6 7 3
# 6 faces total
```



# Atividade 06/2

- Ler e desenhar a estrutura de arames contida em um arquivo .obj.
  - Aplique as transformações de rotação tridimensionais;
  - Projeção paralela;
- Obs: recomenda-se a implementação da Classe Mesh;



The background features a series of thin, flowing lines in shades of green and blue, creating a sense of movement and depth against a solid black background. The lines are concentrated in the upper half of the image, with some extending towards the bottom.

Duvidas?