



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

# Computação Gráfica

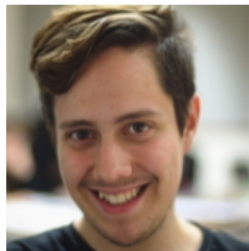
Fase 1 - Primitivas Gráficas

Grupo 52

28 de Março de 2020  
**MiEI - 3º Ano - 2º Semestre**



Beatriz Rocha A84003



Filipe Guimarães A85308



Gonçalo Ferreira A84073



José Mendes A75481

# Conteúdo

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introdução</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Generator</b>                         | <b>4</b>  |
| 2.1      | Estrutura do ficheiro . . . . .          | 4         |
| 2.2      | Modo de uso . . . . .                    | 4         |
| 2.2.1    | Criar o executável . . . . .             | 4         |
| 2.2.2    | Gerar os modelos . . . . .               | 5         |
| <b>3</b> | <b>Engine</b>                            | <b>6</b>  |
| 3.1      | Modo de uso . . . . .                    | 6         |
| 3.1.1    | Copiar os modelos . . . . .              | 6         |
| 3.2      | XML . . . . .                            | 6         |
| 3.3      | Exemplo XML . . . . .                    | 7         |
| <b>4</b> | <b>Modelos 3D</b>                        | <b>8</b>  |
| 4.1      | Plano . . . . .                          | 8         |
| 4.2      | Caixa . . . . .                          | 9         |
| 4.3      | Esfera . . . . .                         | 10        |
| 4.4      | Cone . . . . .                           | 11        |
| <b>5</b> | <b>Conclusão e Análise de Resultados</b> | <b>12</b> |

# Lista de Figuras

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.1 | Exemplo de ficheiro <i>.3d</i> criado para o plano de lado 2 . . . . . | 4  |
| 3.1 | Exemplo de ficheiro <i>xml</i> . . . . .                               | 6  |
| 3.2 | Exemplo de ficheiro <i>xml</i> . . . . .                               | 7  |
| 4.1 | Exemplo de plano de lado 2 . . . . .                                   | 8  |
| 4.2 | Exemplo de caixa com lado 2, 3 e 4 e 5 divisões . . . . .              | 9  |
| 4.3 | Exemplo de esfera com raio 2, 10 slices e 10 stacks . . . . .          | 10 |
| 4.4 | Exemplo de cone de altura 5 e raio 2 com 10 slices e 5 stacks . .      | 11 |

# Capítulo 1

## Introdução

O objetivo desta fase 1 passa pela criação de primitivas gráficas. Baseia-se em duas aplicações distintas para a criação de modelos 3D: o *generator* para criar ficheiros contendo todos os vértices precisos para desenhar, recorrendo a triangulos, cada modelo e a *engine* que tem como função processar ficheiros *XML* que contêm os caminhos para ficheiros gerados pelo *generator* que queremos desenhar.

## Capítulo 2

# Generator

### 2.1 Estrutura do ficheiro

Para dar início ao gerador de modelos começamos, à partida, por definir a estrutura do nosso ficheiro gerado. Decidimos colocar 3 pontos por linha, separados por virgulas, definindo assim um vértice. Cada 3 linhas consecutivas definem então um triângulo.

```
1  1.000000, 0.000000, 1.000000
2  1.000000, 0.000000, -1.000000
3  -1.000000, 0.000000, -1.000000
4  1.000000, 0.000000, 1.000000
5  -1.000000, 0.000000, -1.000000
6  -1.000000, 0.000000, 1.000000
```

Figura 2.1: Exemplo de ficheiro *.3d* criado para o plano de lado 2

### 2.2 Modo de uso

#### 2.2.1 Criar o executável

Para gerar o executável pretendido corremos os seguintes comandos:

```
$ cd generator
$ mkdir build
$ cd build
$ cmake ..
$ make
```

### 2.2.2 Gerar os modelos

Depois do executável **generator** criado para gerar os ficheiros respetivos para os diversos modelos usamos os comandos:

#### Plano de lado 2

```
$ ./generator plane 2 plane.3d
```

#### Caixa com dimensões x, y e z respetivamente 2,3 e 4 com 5 divisões

```
$ ./generator box 2 3 4 5 box.3d
```

#### Cone de raio 1 e altura 2 com 10 slices e 5 stacks

```
$ ./generator cone 1 2 10 5 cone.3d
```

#### Esfera de raio 1 com 10 slices e 5 stacks

```
$ ./generator sphere 1 10 5 sphere.3d
```

## Capítulo 3

# Engine

### 3.1 Modo de uso

Para gerar o executável pretendido corremos os seguintes comandos:

```
$ cd engine
$ mkdir build
$ cd build
$ cmake ..
$ make
```

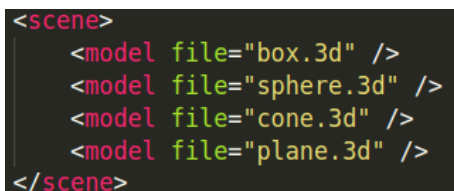
#### 3.1.1 Copiar os modelos

Depois do executável **generator** criado é preciso que tenhamos os ficheiros *.3d* na pasta *build*, para isso podemos recorrer ao seguinte comando para cada ficheiro:

```
$ cp ../../generator/build/ficheiro.3d .
```

### 3.2 XML

Para executar a *engine* temos de passar como parâmetro um ficheiro XML que, nesta fase do trabalho, tem todos os modelos que pretendemos desenhar. O formato é baseado na imagem abaixo.

A imagem mostra um exemplo de um ficheiro XML. O código está em um fundo escuro com uma fonte de monoespaço. As tags de abertura e fechamento são cor-de-rosa, enquanto o conteúdo interno das tags é verde. O XML define uma cena com quatro modelos: uma caixa, uma esfera, um cone e um plano.

```
<scene>
  <model file="box.3d" />
  <model file="sphere.3d" />
  <model file="cone.3d" />
  <model file="plane.3d" />
</scene>
```

Figura 3.1: Exemplo de ficheiro *xml*

### 3.3 Exemplo XML

Criamos então um ficheiro (*exemplo.xml*) que desenha todas os modelos pretendidos nesta fase.

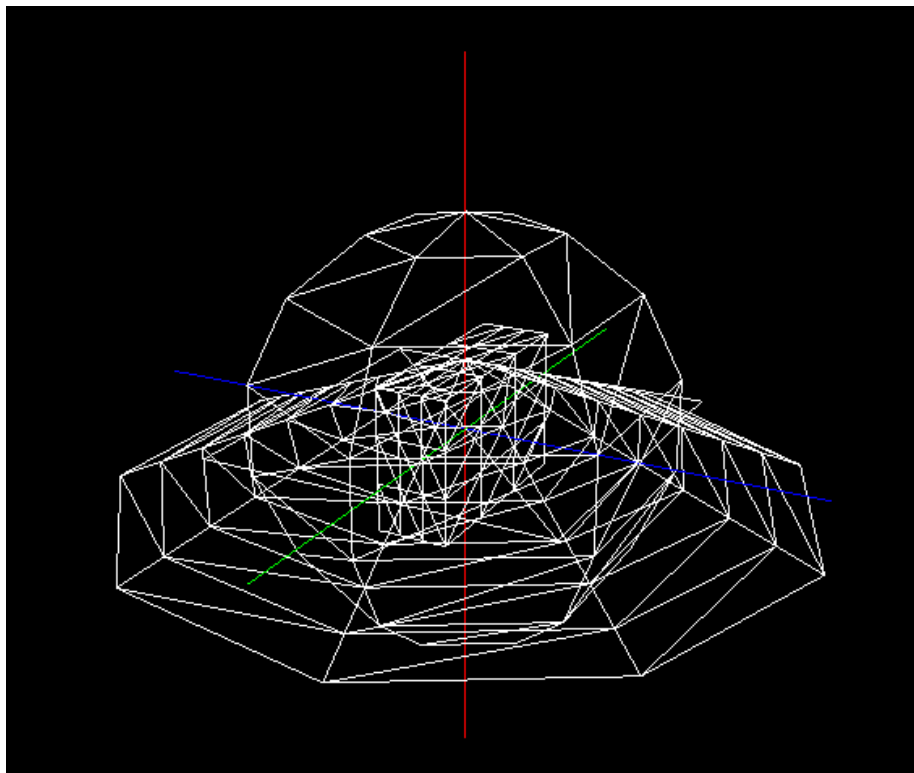


Figura 3.2: Exemplo de ficheiro *xml*



## Capítulo 4

# Modelos 3D

### 4.1 Plano

A abordagem para a realização do plano, especificada na função `plane`, que dado o tamanho da aresta lateral escreve para um ficheiro os pontos pertencentes aos triângulos que compõem o plano. Por exemplo dado um tamanho a função `plane` são usados os pontos:

$$A = \left(\frac{a}{2}, 0, \frac{a}{2}\right), B = \left(\frac{a}{2}, 0, -\frac{a}{2}\right)$$
$$C = \left(-\frac{a}{2}, 0, \frac{a}{2}\right), D = \left(-\frac{a}{2}, 0, -\frac{a}{2}\right)$$

Escrevem-se pela ordem A,B,C,A,C,D.

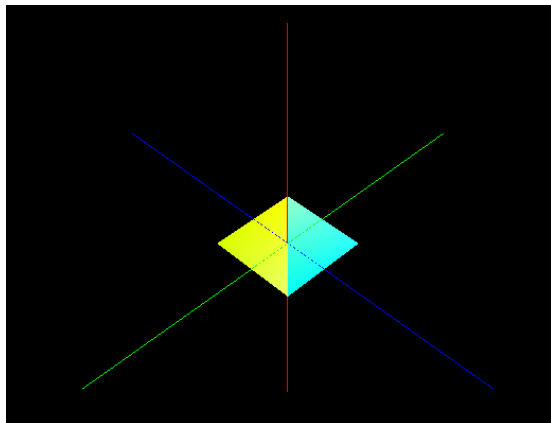


Figura 4.1: Exemplo de plano de lado 2

## 4.2 Caixa

Para estruturar a caixa com os dados de largura, altura, comprimento e divisões das faces, está implementada na função *box* que por sua vez usa as funções *planeXY*, *planeXZ* e *planeYZ*. Estas três funções auxiliares dado um ponto de partida, a variante respectiva às divisões da face e o direção para a qual o plano é visível, desenha um plano dividido por em dois triângulos, paralelo respectivamente ao plano que a função representa. Assim com os ciclos a incrementarem em que ponto da face começa essa divisão da face possibilita o desenho das faces completas da caixa.

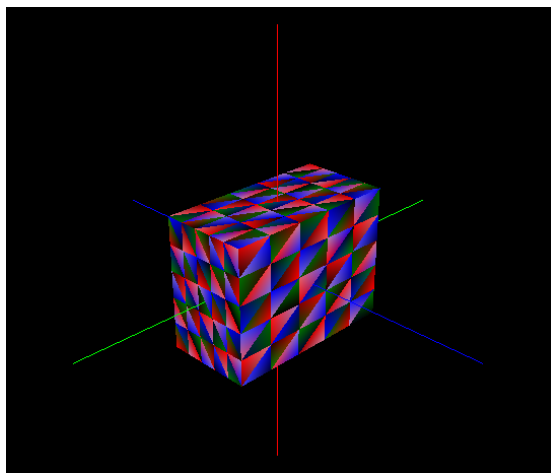


Figura 4.2: Exemplo de caixa com lado 2, 3 e 4 e 5 divisões

### 4.3 Esfera

Na construção da primitiva esfera optamos por utilizar coordenadas esféricas para encontrar o vértice e depois fizemos a devida conversão para coordenadas cartesianas. A escolha de coordenadas esféricas deveu-se à facilidade de encontrar o vértice com um ângulo alfa, beta e um raio, pois considerando o ponto de referencia o centro da esfera o raio será sempre constante para todos os vértices e o ângulo alfa e beta do vértice próximo é fácil de encontrar considerando uma contribuição conhecida a partir para estes ângulos (calculada a partir do número de slices e stacks).

O trabalho foi dividido em fatias, que dependem do número de slices, e cada fatia foi dividida em outros bocados dependentes do numero de stacks. Estes bocados foram diferenciados em topo, base e corpo pois cada uma destas tem características diferentes. Considerando uma fatia, o corpo é constituído por varias camadas, cada uma com 2 triângulos. O topo é constituído por um triângulo tal como a base. Os  $\alpha_j$  e  $\beta_i$  considerados no código permitem descobrir os ângulos a considerar para a descoberta dos vertices necessários à construção do triângulo.

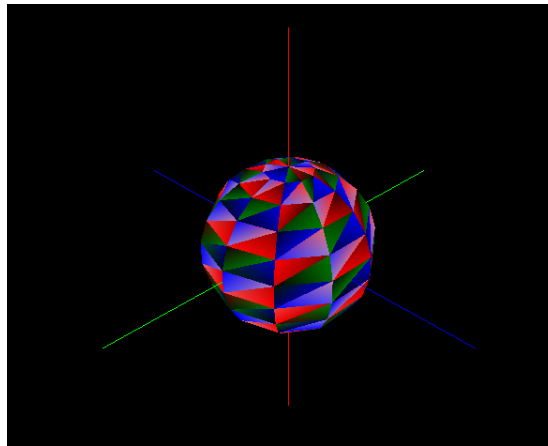


Figura 4.3: Exemplo de esfera com raio 2, 10 slices e 10 stacks

## 4.4 Cone

A maneira que decidimos abordar o modelo do cone foi, à partida, saber não só o raio e a altura atual bem como a seguinte. Para conseguirmos ter estas informações usamos as seguintes funções:

$$altura\_seguinte = altura\_atual + \frac{altura\_total}{stacks}$$

$$raio\_seguinte = raio\_atual - \frac{raio\_total}{stacks}$$

Em que a altura começa em  $-\frac{h}{2}$  e vai até  $\frac{h}{2}$  e o raio de  $r$ , na base, até 0 que representa o vértice.

Para desenhar descobrimos então o ângulo que dividia cada "círculo" no número de *slices* pretendidas usando

$$\alpha = \frac{2 * \pi}{slices}$$

e usamos os seguintes pontos para, iterativamente criar cada vértice usando coordenadas cartesianas em que a cada iteração escreve-se no ficheiro os dois triângulos consecutivos.

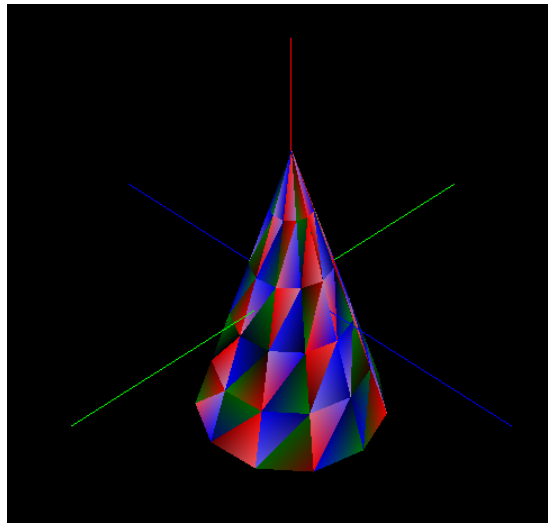


Figura 4.4: Exemplo de cone de altura 5 e raio 2 com 10 slices e 5 stacks

## Capítulo 5

# Conclusão e Análise de Resultados

Pode-se dizer que com realização desta primeira fase conseguimos obter conhecimentos a nível de primitivas gráficas, nomeadamente na construção de modelos complexos como uma caixa, uma esfera e um cone, usando figuras simples como triângulos.

De facto, conseguimos cumprir todos os objetivos propostos, alcançando conhecimentos que nos irão permitir avançar para as seguintes fases do projeto.