

Relatório da fase 4

Nome: Luís Gustavo Aires Guimarães Maia
Nº Aluno: A95656
Nº Grupo: 50



Escola de Engenharia
Universidade do Minho

1. Introdução

Nesta terceira fase, foi pedido que se atualizasse o *Generator* de modo a gerar as normais dos objetos assim como as coordenadas de textura. Também era pedido que se atualizasse o *Engine* de modo a que este conseguisse ler os novos ficheiros .3d, aplicar as texturas e ativar a iluminação das cenas.

2. Decisões e abordagens

Generator

Para cada primitiva, foram calculadas as suas normais e as coordenadas de textura da seguinte forma:

- **Plane**

Normais

Dado que o plano está em $y=0$, a normal de todos os pontos do plano é $\vec{n}=(0,1,0)$.

Coordenadas de textura

Como o plano é dividido em $(divisions * divisions)$ células, onde cada célula é identificada pelas coordenadas (i, j) , sendo que i vai de 0 a $(divisions - 1)$ ao longo do **eixo Z** (de cima para baixo) e j vai de 0 a $(divisions - 1)$ ao longo do **eixo X** (da esquerda para a direita). O mapeamento da textura (u, v) vai de:

$$u \in [0, 1] \text{ (horizontal)}$$

$$v \in [0, 1] \text{ (vertical)}$$

Para isso, cada célula recebe um subespaço uniforme da textura:

$$u = j / divisions$$

$$v = i / divisions$$

- **Box**

Normais

Para cada face $f \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$, \vec{n}_f :

$$(0, 0, +1), \text{ se } f=0 \text{ (frente)}$$

$$(0, 0, -1), \text{ se } f=1 \text{ (trás)}$$

$$(+1, 0, 0), \text{ se } f=2 \text{ (direita)}$$

$$(-1, 0, 0), \text{ se } f=3 \text{ (esquerda)}$$

$$(0, +1, 0), \text{ se } f=4 \text{ (topo)}$$

$$(0, -1, 0), \text{ se } f=5 \text{ (fundo)}$$

Coordenadas de textura

Para cada célula (i, j) , com $i, j \in [0, divisions-1]$:

$$\begin{aligned}u_1 &= j / divisions, \\u_2 &= (j+1) / divisions, \\v_1 &= i / divisions, \\v_2 &= (i+1) / divisions\end{aligned}$$

- **Sphere**

Normais

A normal de um ponto de uma esfera centrada na origem é o **vetor** que aponta do centro até o ponto. Assim, para um ponto (x,y,z) , a normal é:

$$\vec{n} = (x,y,z) / r$$

Coordenadas de textura

$u \in [0,1]$ representa longitude (ϕ) e $v \in [0,1]$ representa latitude (θ)

Conversão para textura:

$$\begin{aligned}u &= 1 - (\phi / 2\pi) \\v &= \theta / \pi\end{aligned}$$

Este mapeamento garante que $u=0$ na borda direita ($\phi = 2\pi$) e $u=1$ na borda esquerda ($\phi = 0$), $v=0$ no **topo da esfera** (pólo norte, $\theta = 0$) e $v=1$ no **fundo da esfera** (pólo sul, $\theta = \pi$)

- **Cone**

Normais

A normal da base do cone, como está no plano $y = 0$, tem como vetor normal:

$$\vec{n} = (0, -1, 0)$$

A superfície lateral de um cone forma um **setor curvo**, cuja normal varia com o ângulo θ , mas é **constante ao longo da altura** (para um dado θ).

Para calcular a **normal suavizada**, tomei como base o vetor **perpendicular** à geratriz do cone. Sendo a **geratriz** do cone a reta entre o ponto na base $(r, 0, 0)$ e o vértice $(0, h, 0)$, e sua inclinação é determinada pela **altura** h e o **raio** r .

A **inclinação da normal lateral** é perpendicular à geratriz. Assim, a direção da normal é dada pela decomposição:

$$\vec{n} = \left(\frac{h}{\sqrt{(h^2 + r^2)}} * \cos(\theta), \frac{r}{\sqrt{(h^2 + r^2)}}, \frac{h}{\sqrt{(h^2 + r^2)}} * \sin(\theta) \right)$$

Coordenadas de textura

(u, v) :

Para a base:

centro: $(0.5, 0.5)$

borda (valor de u varia com θ): $u = i / slices, v = 0$

Para a superfície lateral, as coordenadas de textura são mapeadas como se o cone fosse “desenrolado” num retângulo:

$u = i / slices$: posição ao longo do perímetro circular (ângulo θ)

$v = j / stacks$: posição ao longo da altura

- **Bezier**

Normais

Para um patch Bézier bicúbico, a posição de um ponto sobre a superfície é dada por:

$$P(u, v) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 B_i(u) * B_j(v) * P_{ij}$$

Onde:

P_{ij} são os pontos de controlo do patch (16 no total);

$B_i(t)$ são os polinómios de Bernstein de grau 3, definidos como:

$$B_0(t) = (1 - t)^3$$

$$B_1(t) = 3t(1 - t)^2$$

$$B_2(t) = 3t^2(1 - t)$$

$$B_3(t) = t^3$$

Para calcular a normal à superfície num ponto (u, v) , primeiro calculam-se as derivadas parciais da posição $P(u, v)$ em relação a u e v :

$$\partial P / \partial u = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 B'_i(u) * B_j(v) * P_{ij}$$

$$\partial P / \partial v = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 B_i(u) * B'_j(v) * P_{ij}$$

Finalmente, a normal à superfície é obtida através do produto vetorial das derivadas:

$$\vec{n}(u, v) = (\partial P / \partial u) * (\partial P / \partial v)$$

Coordenadas de textura

As coordenadas de textura (u, v) são simplesmente as próprias coordenadas do patch:

$u \in [0, 1]$: percorre a direção horizontal

$v \in [0, 1]$: percorre a direção vertical

Engine

No programa *Engine* foram feitas as seguintes alterações:

- Atualização da leitura dos ficheiros *.3d* de forma a suportar o seu novo formato, sendo que agora apresentam o seguinte formato:

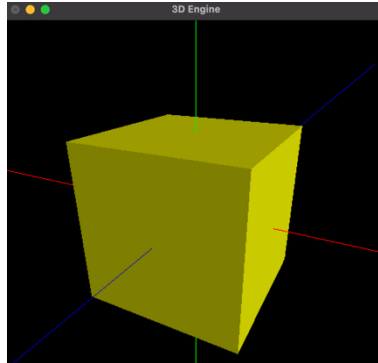
px py pz nx ny nz tu tv

com p a serem as coordenadas, n as normais e t as coordenadas de textura

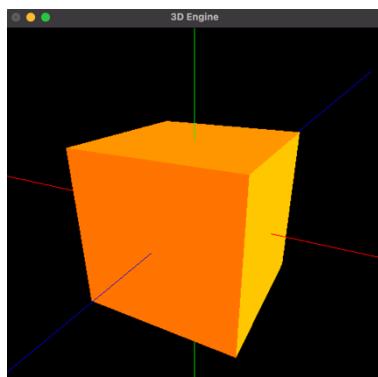
- Atualização da leitura dos ficheiros *xml*, de modo a suportar as configurações de luzes e a aplicação de texturas nos modelos
- Aplicação das texturas e da iluminação através das estruturas criadas ao ler os ficheiros *.3d* e *xml*

3. Testes e Sistema Solar dinâmico, com luzes e texturas

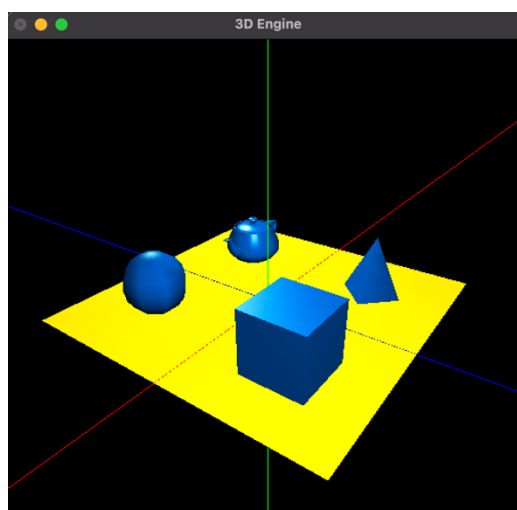
- Teste 1 – Cubo amarelo com iluminação



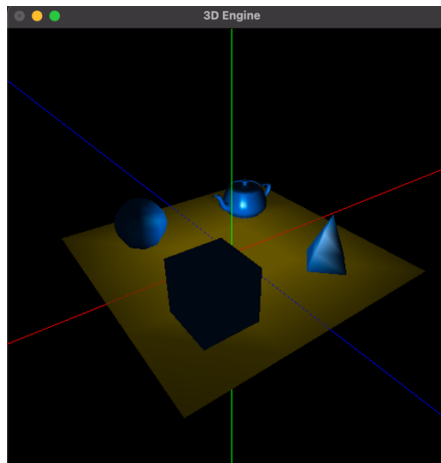
- Teste 2 – Cubo laranja com iluminação



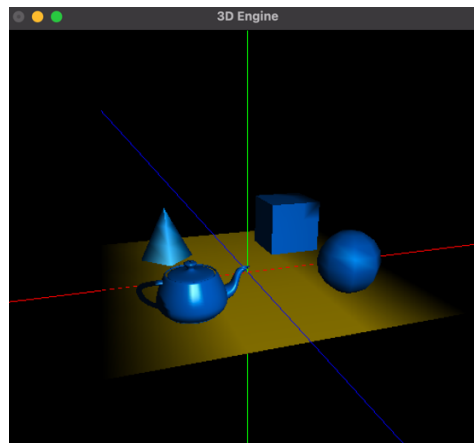
- Teste 3 – Cena com iluminação 1



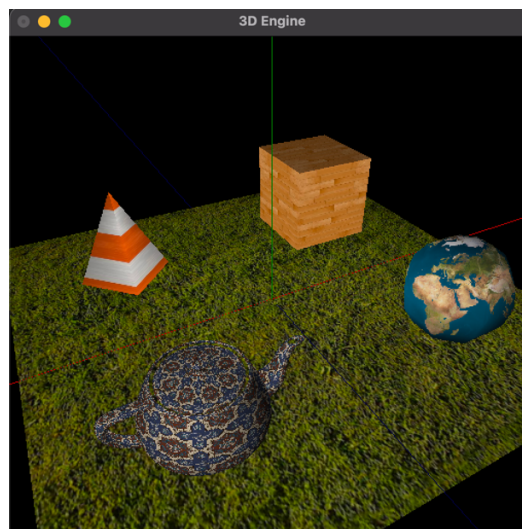
- Teste 4 – Cena com iluminação 2



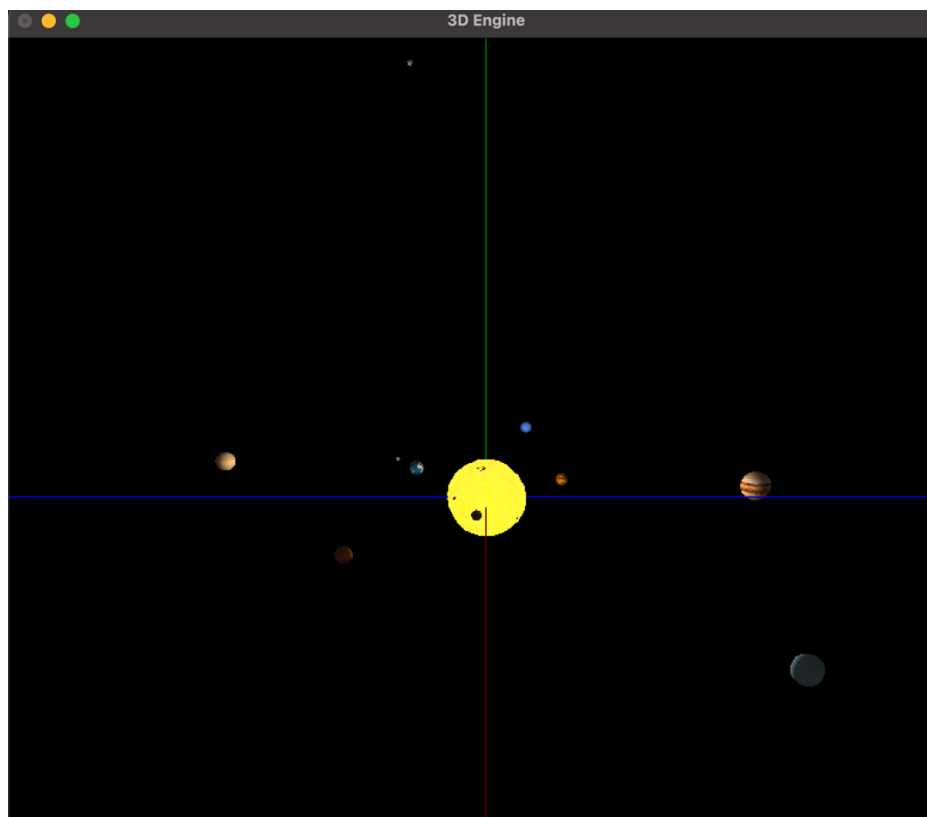
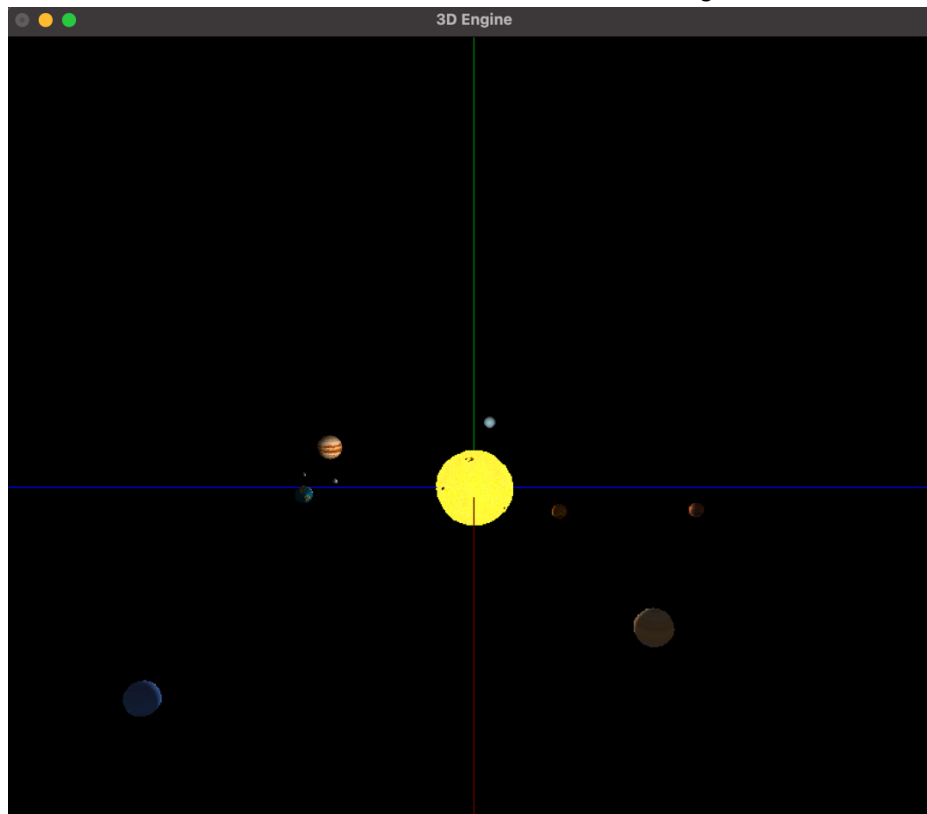
- Teste 5 – Cena com iluminação 3



- Teste 6 – Cena com iluminação e texturas



Sistema Solar dinâmico, com iluminação e texturas



4. Conclusões

Este projeto foi bastante exigente pelo facto de ser apenas um elemento a trabalhar, porém, penso ter cumprido com os objetivos propostos, tendo implementado tudo o que foi pedido. Ainda assim, ainda há coisas a melhorar, como, por exemplo, a implementação de índices para os VBO's e a melhor comunicação do utilizador com programa *Engine*.

Não foram adicionados nenhuns extras pelo motivo acima exposto.

Para trabalho futuro, fica a possibilidade da criação de novas primitivas, implementação de uma câmara móvel e a criação de cenas mais complexas (uma ideia seria um Sistema Solar com mais luas, adição de alguns satélites e da Estação Espacial Internacional, assim como a cintura de asteroides e os anéis de Saturno).