

## Trabalho prático Three.js

João Amaral N° 65772 – Mafalda Rodrigues N° 72089

**Resumo** – Este relatório contém o trabalho realizado para o âmbito da disciplina de Visualização da Informação cujo trabalho foi desenvolvido usando a biblioteca three.js. O relatório encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo é a introdução que nos irá dar uma perspectiva maior sobre o trabalho que foi realizado. O segundo capítulo aborda as decisões tomadas e o trabalho realizado pelo grupo. O terceiro capítulo descreve as demografias escolhidas para serem representadas. O quarto capítulo apresenta os resultados do desenvolvimento dos capítulos anteriores. No quinto capítulo encontra-se a conclusão com os pensamentos que o grupo concluiu durante o desenvolvimento deste projecto. O sexto e último capítulo contém as referências utilizadas para a realização do projecto.

**Abstract** - This report contains the work done for the scope of the Discipline of Information Visualization whose work was developed using the three.js library. The report is divided into six chapters. The first chapter is the introduction that will give us a bigger perspective on the work that has been done. The second chapter deals with the decisions made and the work done by the group. The third chapter describes the demographics chosen to be represented. The fourth chapter presents the results of the development of the previous chapters. In the fifth chapter is the conclusion with the thoughts that the group concluded during the development of this project. The sixth and last chapter contains the references used to carry out the project.

### I. INTRODUÇÃO

O trabalho prático realizado e descrito neste relatório pertence ao âmbito da disciplina de Visualização da Informação pertencente ao Mestrado em Engenharia de Informática da Universidade de Aveiro.

O trabalho proposto foi a criação de um globo 3D que no qual se poderá seleccionar um país para que se possa adquirir e analisar os dados de uma demografia seleccionada recorrendo à biblioteca THREE.js[1].

Para a realização do trabalho foi determinada a criação de uma esfera, que permita ao utilizador interagir com a mesma. Tem como objetivo que consoante a informação recebida pela esfera, seja possível analisar dados de várias demografias, também especificadas pelo utilizador, recorrendo assim a um gráfico. Esse é constituído por múltiplas geometrias quadrangulares que permitem a comparação dos valores pretendidos num dado intervalo de tempo (ano). Os dados utilizados neste trabalho foram

disponibilizados devido à utilização de uma API gratuita disponibilizada pelo World Bank Data[2] que nos permitiu ter acesso à informação de vários indicadores de cada país ao longo dos anos.

### II. TRABALHO DESENVOLVIDO

Para a realização do trabalho, foi necessário criar duas *scenes* independentes com o intuito de dividir o ecrã por duas razões:

- Para permitir que o utilizador selecione o país observando em tempo real a mudança no gráfico.
- Possibilitar a criação de objectos com as suas próprias câmaras que se possam interagir com objectos de uma *scene*, incluindo o movimento da câmara ou realizar qualquer ação usando o *raycaster*, sem interagir com os objectos das restantes *scenes*.

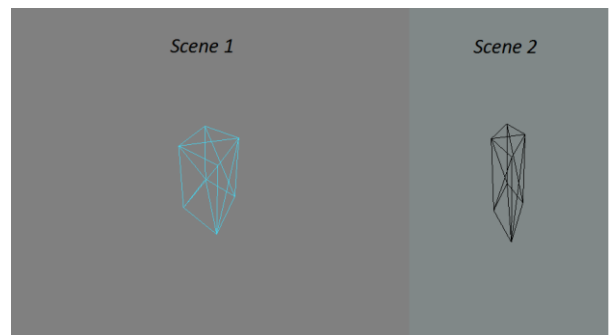


Figura 1 - Esquema das scene. (a) scene1 (b) scene2

Devido a problemas com o tamanho das *scenes* em si e com os seus objectos correspondentes, o trabalho foi optimizado para a resoluções acima de 1366x768.

Cada *scene* tem a sua própria função. Sendo a *scene 1* (Figura1 - a) que na qual o utilizador irá interagir com a esfera. A *scene2* (figura 1 - b) terá função informativa visto que irá conter o gráfico de barras demonstrando a informação adquirida ao longo dos anos.

### A. Globo

Com o intuito de o utilizador conseguir interagir de maneira mais directa na sua pesquisa, foi criado um globo com a capacidade de devolver o nome do país correspondente à localização em que o utilizador “cliqueu” na esfera.

O globo é constituído por uma esfera com dimensão (100,64,32), sendo essa esfera o foco principal da câmara da respetiva *scene*. Desta forma permite rodar o objeto nos eixos xy para que o utilizador consiga aceder a toda a sua geometria.

A esfera contém três texturas diferentes:

- A textura do mapa mundi que contém as fronteiras de cada país.
- Uma textura que contém o relevo montanhoso.
- Um mapa de tons de cinza.

A função principal do globo é a capacidade de determinar o país correspondente à área que o utilizador selecionou na esfera.

Para conseguir esse efeito, foi necessário criar um mapa de texturas de referência, ou seja, foi criado um “canvas” num espaço bidimensional (2D) que irá conter o mapa de tons de cinza. (Figura 2).

```
mapCanvas = document.createElement('canvas');
mapCanvas.width = 4096;
mapCanvas.height = 2048;
mapContext = mapCanvas.getContext('2d');
var imageObj = new Image();
imageObj.onload = function () {
    mapContext.drawImage(imageObj, 0, 0);
};
imageObj.src = 'images/earth-index-shifted-gray.png';
renderer.autoClear = false;
```

Figura 2 - Código de criação do canvas

Quando o utilizador clicar em qualquer ponto do globo, é utilizada a função `globoInteract()` (Figura 3), que basicamente irá usar um *raycaster* que ao intersestar o malha (“mesh”) do objecto, que neste caso o globo, irá devolver as coordenadas do ponto xy. As coordenadas do ponto captado serão utilizadas em funções trigonométricas, permitindo com os resultados, adquirir o código de cinza graças à malha do “canvas”. No final é efetuada uma comparação ao valor adquirido com os valores na variável `IndexCorPais` que por si só contém os códigos de cada país (em formato A2(ISO)) e os respetivos códigos de cor de cinza.

```
//Para interagir com o globo
function globoInteract(event) {
    //Ver anos inseridos
    var dataInicio = document.getElementById('textarea1').value;
    var dataFim = parseInt(dataInicio) + 5;
    document.getElementById('textarea2').innerHTML = dataFim;
    var raycaster = new THREE.Raycaster();
    //Para verificar a posição do rato em cada click para se possa usar o raycaster
    mouse.x = (event.clientX / 850) * 2 - 1;
    mouse.y = -(event.clientY / window.innerHeight) * 2 + 1;
    var countryCode = -1;
    raycaster.setFromCamera(mouse.clone(), camera);
    var intersectionList = raycaster.intersectObject(mesh);
    if (intersectionList.length > 0) [...]
```

Figura 3 - função `globoInteract()`

### B. API usada

Para que fosse possível o utilizador adquirir os dados desejados de forma dinâmica ao interagir com o globo, foi utilizado uma API gratuita disponibilizada pelo *The World Bank database*.

O *databank* é uma ferramenta de análise e visualização que contém um conjunto de informação de vários tópicos ao longo dos anos.

Ao adquirir o código A2(ISO) correspondente ao país selecionado através do globo, é possível adquirir toda a informação sobre um indicador, filtrando por país e por um dado intervalo de tempo[3]. Através da utilização de uma função ajax (Figura 4) em conjunto com o intervalo de tempo e os dados da demografia inseridos pelo utilizador, é possível receber os dados em formato JSON para que possam ser utilizados no gráfico.

```
//Operação para receber informação básica dos países
$.ajax({
    url: 'http://api.worldbank.org/countries/' + prop + '?format=jsonp',
    dataType: 'jsonp',
    jsonp: 'prefix',
    jsonpCallback: 'jQuery.' + (new Date().getTime()),
    success: function (res) {
        console.log(res[0]);
        var data2 = JSON.stringify(res[1]);
        var data = JSON.parse(data2);
        $('#pais').html("<span id='pais_nome'>" + data[0].name + "</span> - " + data[0].capitalCity + "</p>");
        $('#coordenadas').html("<p id='coordenadas_latlng'>Lat: " + data[0].longitude + " / Log: " + data[0].latitude + "</p>");
    },
    error: function (xhr, status, error) {
        console.log("Error");
    }
});
```

Figura 4 - Função ajax para adquirir informação básica dos países

### C. Gráfico

Com o intuito de o utilizador conseguir analisar os dados recebidos pela API foi criado um gráfico de barras que irá ser actualizado sempre que o utilizador escolher um país diferente ou selecionar uma diferente demografia.

O gráfico irá demonstrar o número de barras correspondente ao intervalo de anos que o utilizador inserir, gerando assim as barras uma a uma até o gráfico estar completo.

O gráfico também irá demonstrar o ano que corresponde cada barra, assim como o valor total da mesma. Será representado visualmente a barra com o maior e menor valor usando um código de cor. A cor vermelha é representativa do valor mais alto e a cor azul do valor mais baixo(Figura 5).

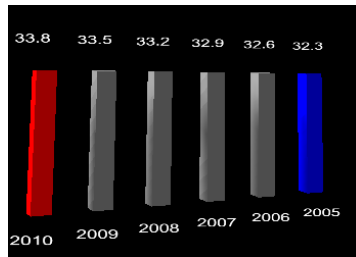


Figura 5 - Grafico de barras

Para criar cada barra, foi desenvolvido a função `criarBar()` que contém os seguintes parâmetros:

- O número de barras,
- A posição de cada barra no eixo dos z
- A cor da barra
- O tamanho que a barra irá ter
- O ano que cada barra corresponde
- O valor máximo da barra.

A figura 6 mostra a função em si.

```
//Para criar cada barra no grafico de barras
function criarBar(total, z, colour, height, text, value) {
  for (var i = 0; i < total; i += 1) {
    console.log("total: " + total);
    geometry_grafico = new THREE.BoxGeometry(2, 2, 2);
    geometry_grafico.mergeVertices();
    geometry_grafico.applyMatrix4(new THREE.Matrix4().makeTranslation(0, 1, z));

    console.log("geometry_grafico: " + geometry_grafico);

    var material = new THREE.MeshPhongMaterial({
      color: colour
    });

    id = new THREE.Mesh(geometry_grafico, material);
    console.log("id: " + id);

    id.position.x = i * 5;
    id.name = "bar-" + i;
    id.castShadow = true;
    id.receiveShadow = true;

    scene_grafico.add(id);

    console.log(scene_grafico);
    bar.push(id, height);

    console.log("bar: " + bar);

    selectedBar = bar[Math.floor(bar[0].length / 2)];
  }
}
```

Figura 6 - Função que cria as barras do grafico

```
criarBar(1, i, "red", calculo, dados[i].date, dados_valores);
```

Figura 7 - Uso da função com exmplo de parâmetros

O valor do número de barras é o valor constante 1 devido ao facto da ideia inicial ser uma barra por ano contendo várias barras atrás que iriam simbolizar os meses. Apesar do código ter sido pensado para essa possibilidade, rapidamente foi evidenciado que a API não fornecia esse tipo de informação o que levou ao desenvolvimento do restante código sem essa funcionalidade no foco do desenvolvimento mas mantendo o código anterior.

Para cada geometria criada para cada barra do gráfico, a mesma é inserida numa matrix 4x4.

Sendo possível a seguir separar as barras ao executar uma translação no eixo dos Zs.

Como foi explicado anteriormente, é efectuado um conjunto de comparações para determinar o valor máximo e o valor mínimo. Através dessas comparações foi

possível inserir a cor correcta ao material da geometria, correspondente ao valor que a própria representa.

O tamanho da barra indica o valor da demografia correspondente ao ano que o utilizador insere. Se o valor for elevado, a altura da barra será maior, caso contrário a altura será menor. Foi necessário criar escalas em determinados valores demográficos devido ao excesso dos valores que o iriam tornar elegível visto que as barras iriam sair fora do campo de visão do gráfico.

O gráfico torna-se interactivo no momento em que o utilizador altera os dados que pretende recolher a informação. Essa interação deve-se ao uso da biblioteca TweenMax da GreenSock[4]. Esta biblioteca permite a animação das barras à medida que os dados são lidos, permitindo também a reiniciação do gráfico no momento em que o utilizador seleciona outro país.

Cada barra contém duas legendas, o valor que a barra corresponde (valor demográfico) e o ano correspondente a esse mesmo valor. Estas legendas são geradas através da função `makeTextSprite()` (Figura 8), uma função baseada no exemplo presente no github do utilizador *Lee Stemkoski*[6][7].

```
function makeTextSprite(message, opts) {
  var parameters = opts || {};
  var fontface = parameters.fontface || 'Helvetica';
  var fontsize = parameters.fontsize || 50;
  var canvas = document.createElement('canvas');
  var context = canvas.getContext('2d');
  context.font = fontsize + "px " + fontface;

  var metrics = context.measureText(message);
  var textWidth = metrics.width;

  context.fillStyle = 'rgba(255, 255, 255, 1.0)';
  context.fillText(message, 0, fontsize);

  var texture = new THREE.Texture(canvas);
  texture.minFilter = THREE.LinearFilter;
  texture.needsUpdate = true;

  var spriteMaterial = new THREE.SpriteMaterial({
    map: texture,
  });
  var sprite = new THREE.Sprite(spriteMaterial);
  sprite.scale.set(15, 5, 1);
  return sprite;
}
```

Figura 8 - Função `makeTextSprite()`

Para terminar, realçamos que existem casos em que verificámos que em determinadas demografias de alguns países, todas as barras do gráfico possuíam o mesmo valor. No entanto, para evitar a sobreposição de legendas entre as barras, o valor apresentado é o valor arredondado a uma casa decimal apesar dos dados recebidos pela API conterem várias casas decimais.

### III. DEMOGRAFIAS ESCOLHIDAS

#### A. *Population density*

Nome: Densidade populacional (Nr. de pessoas por quilometro quadrado)

Código do indicador: EN.POP.DNST

Descrição: A densidade populacional é a população existente numa determinada área de terra por quilômetro quadrado. Conta com todos os residentes independentemente do estatuto legal ou da cidadania com excepção dos refugiados que não estão permanentemente estabelecidos no país de asilo e que são geralmente considerados parte da população do seu país de origem

#### B. *Population growth*

Nome: Crescimento populacional (percentagem anual).

Código do Indicador: SP.POP.GROW

Descrição: Taxa de crescimento anual da população. Conta com todos os residentes, independentemente do estatuto jurídico ou da cidadania - com excepção dos refugiados que não estão permanentemente estabelecidos no país de asilo, que são geralmente considerados parte da população do país de origem.

#### C. *Mortality rate*

Nome: Nivel de mortalidade abaixo dos cinco anos (por cada 1000 nascimentos).

Código do Indicador: SH.DYN.MORT

Descrição: É a probabilidade por cada 1.000 nascimentos, um recém-nascidos morra antes de atingir cinco anos, se estiver sujeito a taxas de mortalidade por idade do ano especificado.

#### D. *Fertility rate*

Nome: Taxa de fertilidade (nascimentos por mulher)

Código do Indicador: SP.DYN.TFRT.IN

Descrição: A taxa de fertilidade total representa o número de filhos que nasceriam de uma mulher se ela vivesse até ao final da sua idade fértil.

### IV. RESULTADOS

Na fase de resultados, podemos demonstrar que o globo é gerado com texturas e devolve o país, tendo em consideração a zona do globo em que foi clicado. Posteriormente é criado um gráfico, relacionado com esse país sobre o índice demográfico que o utilizador seleccionar.

Em suma, o projeto é exequível e podemos observa-lo na figura 9.

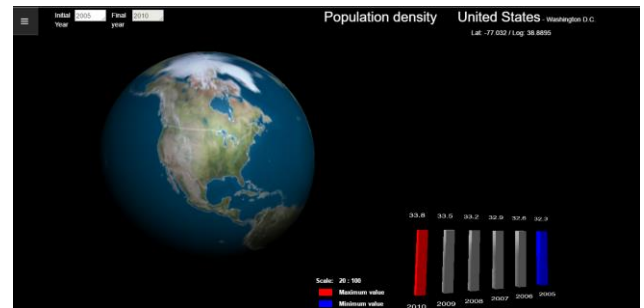


Figura 9 - Resultado final

### V. CONCLUSÃO

A ideia inicial para o projeto seria a utilização de um gráfico de barras que iria “sair” do planeta, contudo devido a uma grande probabilidade de grupos de colegas adoptarem a mesma resolução, foi decidido entre o grupo, criar um gráfico de barras separado do globo usando a biblioteca three.js sabendo que esta não seria a mais indicada para a tarefa.

Durante o desenvolvimento deste projecto e graças a extensos períodos de pesquisa, o grupo conseguiu de forma satisfatória concretizar a sua visão inicial.

Nós consideramos a criação e desenvolvimento do globo uma peça essencial no trabalho visto que é o método que permite ao utilizador adquirir os dados que pretende. Tendo isso em conta, nós queremos salientar que, não seria possível criar este globo sem a ajuda do professor pois forneceu as fórmulas trigonométricas e indicou o caminho que devíamos seguir ao dar a ideia da utilização de um mapa de tons de cinza para seleccionar os países.

### VI. REFERENCIAS

- [1] Utilizador do GitHub, Mr.doob, "three.js – Javascript 3D library", Disponível em: <https://threejs.org/>. Acesso dia 20/11/2016
- [2] The World Bank Group – “The World Bank DataBank | Explore . Create . Share”. Disponível em: <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>. Acesso dia 25/11/2016
- [3] The World Bank Group – “World Development Indicators | World DataBank”. Disponível em:

<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>. Acesso dia 25/11/2016

- [4] Greensock, Inc – “GreenSock | TweenMax”. Disponível em: <https://greensock.com/tweenmax>. Acesso dia 30/12/2016
- [5] GitHub –“ Stemkoski (*Lee Stemkoski*)”. Disponível em: <https://github.com/stemkoski>. Acesso dia 01/12/2016
- [6] Sue Lockwood – “Learning Three.js With Real World Challenges (that have already been solved) “. Disponível em: <https://bocoup.com/weblog/learning-three-js-with-real-world-challenges-that-have-already-been-solved>. Acesso dia 02/12/2016