



CATÓLICA  
ESCOLA DAS ARTES

---

PORTO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO NO GROUND CONTROL STUDIOS

Relatório de Estágio apresentado à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau  
de Mestre em Som e Imagem

*Henrique Palmeiro Brandão Cruz de Melo*

Porto, setembro 2021



CATÓLICA  
ESCOLA DAS ARTES

---

PORTO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO NO GROUND CONTROL STUDIOS

Relatório de Estágio apresentado à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau  
de Mestre em Som e Imagem

Especialização em - Animação por Computador

*Henrique Palmeiro Brandão Cruz de Melo*

Trabalho efetuado sob a orientação de  
Sahra Úrsula Kunz Gomes

Porto, setembro 2021



## **Agradecimentos**

A produção deste relatório foi possível graças ao apoio de várias pessoas a quem gostaria de expressar a minha gratidão. Em primeiro lugar quero agradecer sobretudo à minha mãe e ao meu pai pela paciência, pelo aconselhamento, e principalmente pelo amor incondicional. Sem vocês tenho a certeza que não teria conseguido.

Também gostaria de agradecer à Raquel Canelas e ao José Fernandes da Ground Control que me integraram na sua equipa de trabalho durante as 24 semanas estágio. Sempre contei com o seu apoio total para a realização das minhas tarefas com sucesso e de forma independente.

Finalmente, agradeço à professora Sahra Kunz pela orientação; ao professor André Baltazar por me ter ajudado a encontrar esta oportunidade de estágio e ao professor Ricardo Megre pela disponibilidade.

## Resumo

O presente relatório tem como objetivo a descrição das atividades realizadas no âmbito do programa de estágios integrado no plano de formação do 2º ciclo de estudos do curso de Som e Imagem, da Escola das Artes, da Universidade Católica Portuguesa, especialização Animação por Computador (ano letivo 2020-2021). O estágio foi realizado durante 24 semanas no Ground Control Studios empresa tecnológica na área do desenvolvimento de videojogos e *business to business*.

Através da integração no *workflow* de um dos projetos em desenvolvimento na entidade acolhedora, este estágio teve como objetivos ampliar compreensão da profissão de modelador 3D e das condições de trabalho articulando conhecimentos de modelação adquiridos, e desenvolver competências e atitudes profissionais adequadas ao desenvolvimento profissional de qualidade. As atividades de estágio desenvolveram-se na fase de produção do *workflow* de criação de modelos para o jogo X, especificamente, na modelação, texturização e em *weight painting*. Durante o estágio foram criados cerca de 30 modelos 3D.

Este relatório está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução á experiência de estágio, no segundo capítulo, uma apresentação da área de trabalho, da entidade acolhedora, assim como das motivações e objetivos do estágio e respetivo cronograma; no terceiro capítulo, é feita uma sustentação teórica das atividades desenvolvidas; no quarto capítulo, a apresentação dos recursos de *software* utilizados e uma descrição detalhada do *workflow* dos modelos criados; finalmente, no capítulo cinco, apresento as considerações finais sobre o trabalho realizado e a experiência de estágio.

O estágio proporcionou uma base e ponto de referência para pensar as áreas de trabalho que a modelação 3D envolve. A natureza iterativa da criação de modelos 3D para animação, possibilitou ao desenvolvimento de competências profissionais e sociais através da ampliação dos conhecimentos necessários para expressar questões e na procura de soluções para problemas.

Palavras-Chave: modelação 3D; *workflow*; texturização; *weight painting*

## Abstract

This report aims to describe the activities carried out under the academic internship integrated in the 2nd cycle program studies of the Sound and Image course, at School of Arts, Universidade Católica Portuguesa, specialization in Computer Animation (2020-2021 academic year). The internship was held for 24 weeks at Ground Control Studios, a technology company in video game development and business to business.

Through the integration in the workflow of one of the projects under development in the welcoming entity, the internship had two general objectives, to broaden the understanding of the profession of 3D modeler, articulating acquired knowledge and to develop skills and professional attitudes suitable for a quality professional development.

This report is organized into five chapters: the first chapter introduces the internship experience, the second one, presents the work area, the welcoming entity, as well as the motivations and objectives of the internship and respective schedule; in the third chapter, a theoretical support of the developed activities is made; and in the fourth chapter, the presentation of the *software* resources used is made and a detailed description of the workflow of the models created; finally, in chapter five, I present the final considerations about the work carried out and the internship experience.

The internship provided a basis and reference point for thinking the areas of work that 3D modeling involves. The iterative nature of creating 3D models for animation has enabled the development of professional and social skills through broadening the knowledge needed to express questions and find solutions to problems.

Keywords: 3D modeling; workflow; texturing; weight painting

## Índice

Lista de Imagens	4
Glossário	5
<b>1. Introdução</b>	<b>7</b>
1.1. Estrutura do relatório	7
<b>2. Apresentação da área de trabalho e entidade acolhedora</b>	<b>9</b>
2.1. Área de trabalho	9
2.2. Entidade de acolhimento	12
2.3. Motivação e objetivos	15
2.4. Cronograma de atividades	15
2.5. Integração na equipa de trabalho	16
<b>3. Estado da arte</b>	<b>17</b>
3.1. Modelação de modelos 3D	17
3.2. Topologia e Otimização	19
3.3. UVwrap e Texturização	22
3.4. <i>Rigging e Weight Painting</i>	25
<b>4. Modelos 3D criados</b>	<b>28</b>
4.1. Recursos utilizados	28
4.2. <i>Workflow</i>	29
4.3. Síntese	34
<b>5. Considerações finais</b>	<b>35</b>
Referências bibliográficas	37
Fontes das imagens	37

## Lista de imagens

Imagem 1. Sketchpad operado por Sutherland	9
Imagem 2. Exemplos de <i>shading</i>	10
Imagem 3. Avanços de Ed Catmull	11
Imagem 4. Exemplos de <i>bump mapping</i> de Blinn	11
Imagem 5. Bule de Utah	12
Imagem 6. Logo Ground Control Studio	12
Imagem 7. Capa e game play dos jogos Hyper Gods, ZHED e Return to Zero	13
Imagem 8. Capa e game play dos jogos Cosmonaut, Pulsar Raiders e This World Of Orange	14
Imagem 9. Porto.VR360 e Virtual Tour AquaPorto	14
Imagem 10. Cronograma do estágio	16
Imagem 11. <i>Workflow</i> geral	18
Imagem 12. Polígono e <i>Mesh</i>	19
Imagem 13. <i>Tris</i> , <i>Quads</i> e <i>N-gons</i>	19
Imagem 14. Exemplos de redução de polígonos	21
Imagem 15. Divisão de polígonos	21
Imagem 16. Deformação	22
Imagem 17. Modelo com e sem textura	23
Imagem 18. Exemplo de <i>unwrapping</i>	25
Imagem 19. <i>Base Colour map</i> e <i>Normal map</i>	26
Imagem 20. Exemplo de <i>rig</i>	27
Imagem 21. Visualização de pesos	28
Imagem 22. Distribuição cronológica das peças feitas	30
Imagem 23. Modelo humanoide com <i>T-shirt</i>	31
Imagem 24. UV com espaço para logo	32
Imagem 25. Transferência de pesos	33
Imagem 26. <i>Edge Loop</i>	33
Imagem 27. Exemplo de erro de pesos	34

## Glossário

### **Articulação (*joint*)**

A capacidade de uma parte de um objeto se mover em relação a outra parte, como uma dobradiça ou uma junta deslizante.

### ***Bump map***

Uma imagem que cria uma ilusão de tridimensionalidade em uma superfície.

### ***Edge loop***

Um caminho de arestas poligonais ligadas em sequência pelos seus vértices partilhados.

### **Face**

A superfície visível que resulta da ligação três ou mais vértices (pontos).

### **Geometria**

O total de pontos de um objeto.

### **Material**

Um conjunto de propriedades que define como será “renderizado” o modelo.

### **Mapeamento de texturas**

Processo de colocar uma imagem 2D em polígonos para simular determinado material.

### ***Mesh***

A coleção de vértices, arestas e faces que definem a forma de um modelo 3D

### **Modelo 3D**

Uma representação tridimensional da forma de um objeto.

### ***N-Gon***

Um polígono com mais de quatro lados.

### ***Normal map* (aplicação de)**

Técnica para adicionar detalhes de superfície a um modelo 3D dobrando as normais, sem adicionar mais polígonos.

### **Normal**

A direção para a qual um vértice aponta.

### **Ossos (*Bones*)**

Ligações direcionais que cada articulação tem com as outras *articulações*.

### **Peso**

Porcentagem de influência das articulações/ossos na geometria.

### ***Poly count***

Número de polígonos na *mesh* de um modelo 3D.

### ***Rendering 3D***

Processo de geração de imagens bidimensionais foto realistas (ou não) com a utilização de modelos 3D digitais.

### ***Rig***

Sistema de “ossos” e “articulações” digitais vinculados ao modelo 3D.

### ***Rigging***

Processo de criação de controlos para um modelo 3D para que possa ser animado/deformado.

### ***Shading***

Determina como a aparência dos materiais de um modelo 3D variam com o ângulo da luz.

***Seams*** (costuras)

Linhas pelas quais é unida a geometria UV.

***Skinning***

Processo pelo qual as características da superfície visível do modelo são planeadas, pintadas e fixadas na *mesh*.

**Textura**

Imagem mapeada (padrão visual) na superfície dos materiais do modelo.

**Texturização**

Processo de imolar na superfície do modelo as características do objecto “real”.

**Triangulação**

Processo de conversão de quadriláteros ou *n-gons* seleccionados em triângulos.

**Topologia**

Maneira como os polígonos (sejam 3, 4 ou mais lados) da *mesh* de um modelo são organizados e ligados uns aos outros.

**UV *mapping***

Processo de envolver uma textura 2D na superfície de um modelo 3D (U e V são usados porque X / Y / Z são frequentemente usados para indicar os eixos do objeto 3D no espaço).

**UV *unwrapping***

Processo de desdobraimento da geometria 3D num espaço UV plano 2D para mapeamento de textura.

***Weight Painting***

Atribuição de vértices a um grupo de vértice com pesos entre 0.0 - 1.0.

## **1.Introdução**

Muitos estudantes confrontam-se, em alguma fase de sua vida académica, com a tarefa de transformar o conhecimento teórico adquirido em sala de aula em competências práticas exigidas numa profissão.

O estágio teve dois objetivos principais: permitir uma maior compreensão da profissão e das condições de trabalho; e desenvolver competências e atitudes profissionais adequadas. Neste contexto, o relatório de estágio apresenta as atividades que realizei ao mesmo tempo que procura refletir sobre a experiência e integrá-la em conhecimentos e competências anteriores.

O estágio foi realizado no âmbito do programa de estágios integrado no plano de formação do 2º ciclo de estudos do curso de Som e Imagem, da Escola das Artes, da Universidade Católica Portuguesa, especialização Animação por Computador e ao abrigo de um contrato de estágio assinado entre: o Centro Regional do Porto da Universidade Católica Portuguesa através da Escola da Artes; Ground Control Studios (entidade de acolhimento); e, o estagiário. Neste contrato foi estipulada a duração do estágio em 24 semanas (1/2/2021 – 18/6/2021).

A experiência de estágio é cada vez mais um veículo importante para permitir que os estudantes façam ligações entre os seus percursos académicos e o mundo do trabalho e, desta forma, se familiarizem com as competências necessárias para serem eficazes em ambiente de trabalho. O estágio académico auxilia no desenvolvimento de competências específicas da área de interesse do estudante ao fornecer uma amostra da cultura profissional em questão ao mesmo tempo que permite uma perspetiva abrangente sobre o desenvolvimento e gestão de carreira.

### **1.1. Estrutura do relatório**

Este relatório - sendo um trabalho escrito de descrição e reflexão orientado para as atividades desenvolvidas no contexto de um estágio - inclui os capítulos que passo a descrever: neste primeiro capítulo é feita a introdução; no segundo capítulo, uma apresentação da área de trabalho, da entidade acolhedora, assim como das motivações e objetivos do estágio e respetivo cronograma; no terceiro capítulo, é feita uma sustentação teórica das atividades desenvolvidas; no quarto capítulo, a apresentação dos recursos de *software* utilizados e uma descrição detalhada do *workflow* dos modelos criados; finalmente, no

capítulo cinco, apresento as considerações finais e uma reflexão/autoavaliação do trabalho realizado e da experiência de estágio.

## 2. Apresentação da área de trabalho e entidade acolhedora

Nesta secção é feita uma síntese da evolução histórica da área de trabalho em que foram desenvolvidas as atividades de estágio - a modelação 3D. É também feita uma apresentação da entidade acolhedora – Ground Control Studios

### 2.1. Área de trabalho

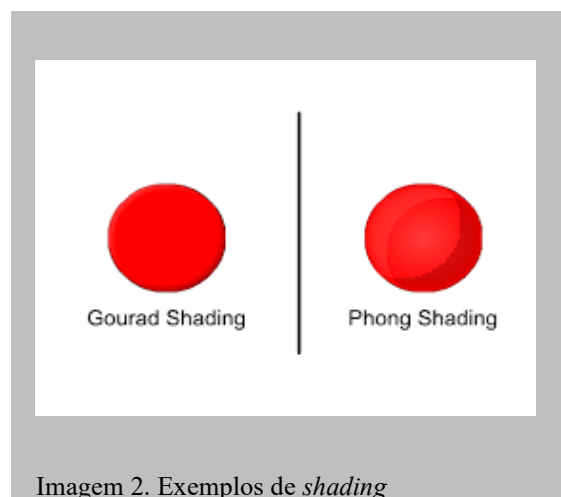
A história da modelação 3D está intrinsecamente ligada à história do desenvolvimento de *hardware* e *software* para computadores. A génese do que conhecemos hoje como modelação 3D começou por volta da década de 1960 do século XX, quando os primeiros sistemas de Computer-aided Design (CAD) disponíveis comercialmente começaram a ser lançados (Carlson,2017). O grande avanço nesta área foi realizado por Ivan Sutherland, quando apresentou o Sketchpad<sup>1</sup>, em 1963. Podiam ser criados, manipulados, duplicados e armazenados desenhos muito precisos. O *software* fornecia grandes áreas de espaço de desenho. Sketchpad foi o pioneiro em conceitos de computação gráfica, incluindo estruturas de memória para armazenar objetos, linhas elásticas, a capacidade de aumentar e diminuir o *zoom* no ecrã e a capacidade de fazer linhas, cantos e articulações muito precisos (*id.*).



<sup>1</sup> Consultado em 8 de julho em [https://www.researchgate.net/figure/Ivan-Sutherlands-SKETHPAD-MIT\\_fig1\\_337366337](https://www.researchgate.net/figure/Ivan-Sutherlands-SKETHPAD-MIT_fig1_337366337) em 8/

Este *software*, é o antepassado de todos os outros que existem nos dias de hoje (id.). A inovação de Sutherland mostrou que os computadores podiam ser utilizados não apenas para engenharia ou desenho padronizado, mas interactivamente por designers e artistas.

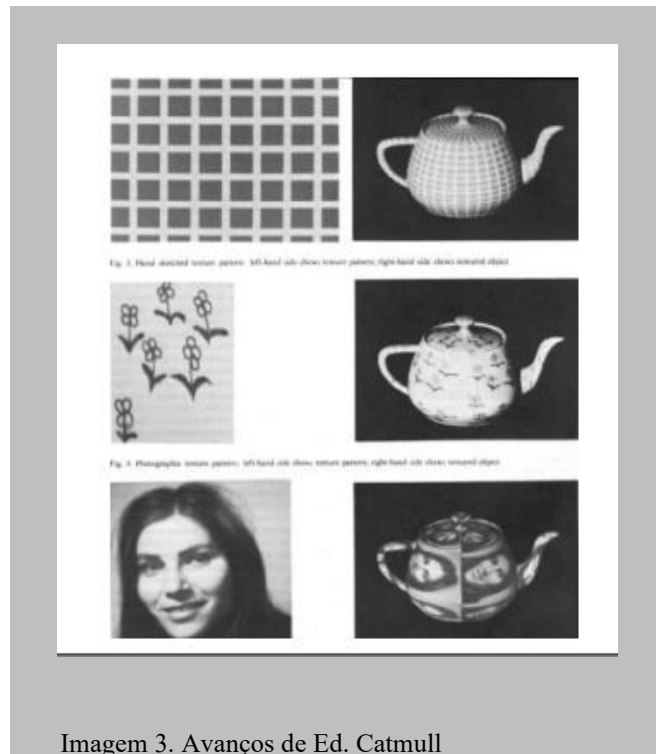
Assim, o Sketchpad foi o primeiro programa para modelação tridimensional de objetos simples, como cubos ou prismas, disponível para os computadores pessoais. Embora um computador fosse muito caro e pouco acessível para utilização pessoal durante os anos 70, o primeiro *software* de modelação 3D estava disponível e isso deu início a uma revolução entre os profissionais criativos. Durante este período foram realizadas contribuições fundamentais para renderização, sombreamento, animação, visualização e realidade virtual. Em 1971 e 1975 é desenvolvido o *shading* (sombreamento), respetivamente por Henri Gouraud e Bui Tuong Phong (Carlson, 2017).



Pela mesma altura, Ed Catmull<sup>2</sup> – que tinha sido aluno de Ivan Sutherland - desenvolve o *Z Buffer* - algoritmo de mapeamento de textura, crucial para a visualização de superfícies e formas e o mapeamento de textura. Em 1974, foi fundada uma escola de formação profissional chamada New York Institute of Technology (NYIT) que tinha um laboratório de computação gráfica. O NYIT nas décadas de 70 e 80 do século XX era um local de inovação e foram alcançados avanços em muitas áreas da computação gráfica, incluindo *ray tracing*, *shading*, *rendering* e *modeling and texturing* (imagem 3).

---

<sup>2</sup> Consultado em 8 de julho em <https://www.computer.org/profiles/edwin-catmull>



Em 1977, James Blinn apresenta um novo modelo de iluminação que considera as facetas da superfície e, um ano depois, apresenta o *bump-mapping* (imagem 4).



Outro trabalho essencial para o desenvolvimento da visualização e renderização 3D foi o Martin Newell. O modelo do bule de Utah, criado em 1975 pelo cientista na Universidade de Utah foi um dos primeiros modelos 3D de superfície curva, um dos primeiros objetos virtuais de alta qualidade. Estes objetos, não eram hiper-realistas como as visualizações mais

recentes, mas realistas o suficiente para iniciar uma revolução e mudar drasticamente o mundo das visualizações.



Desde a sua origem, na década de 1960, a modelação 3D pode ser definida como o processo de criação de uma representação visual digital tridimensional de um objeto usando um *software* de computador específico. E, como um modelo físico, o objeto pode ser girado, invertido, explodido ou manipulado de todas as maneiras no ecrã. Ao longo da sua evolução, os recursos dos *softwares* de modelação 3D que foram surgindo, afetaram quase todas as indústrias em todo o mundo. Hoje em dia, trabalhar em alguns setores é inimaginável sem os recursos mais recentes dos programas de modelação e renderização 3D.

## 2.2. Entidade de acolhimento

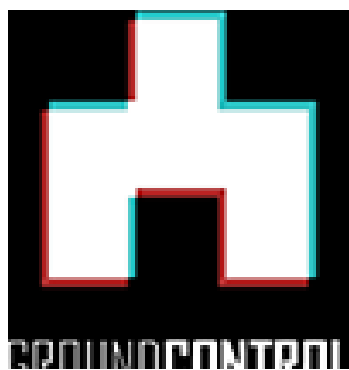
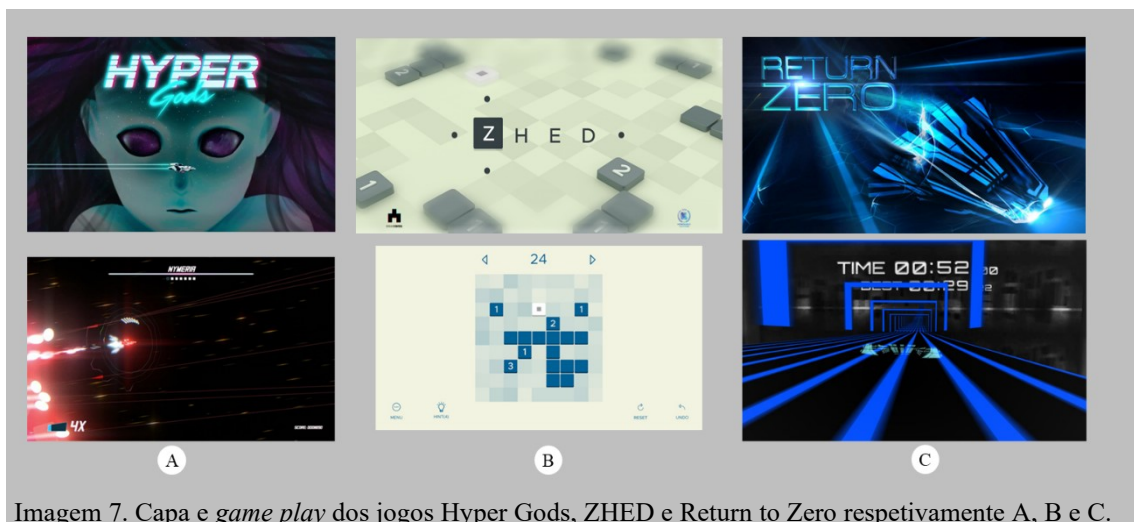


Imagem 6. Logo Ground Control Studios

O “Ground Control Studio” (GCS) é um estúdio tecnológico fundado em 2014 que desenvolve a sua atividade na área dos videojogos e Business to business (B2B). Na componente B2B utiliza tecnologia dos jogos - realidade virtual, aumentada mista - para resolver problemas específicos de clientes em distintas áreas de negócio (e.g. Câmara Municipal do Porto; SONAE MC; Blizzard Entertainment entre outros)<sup>3</sup>.

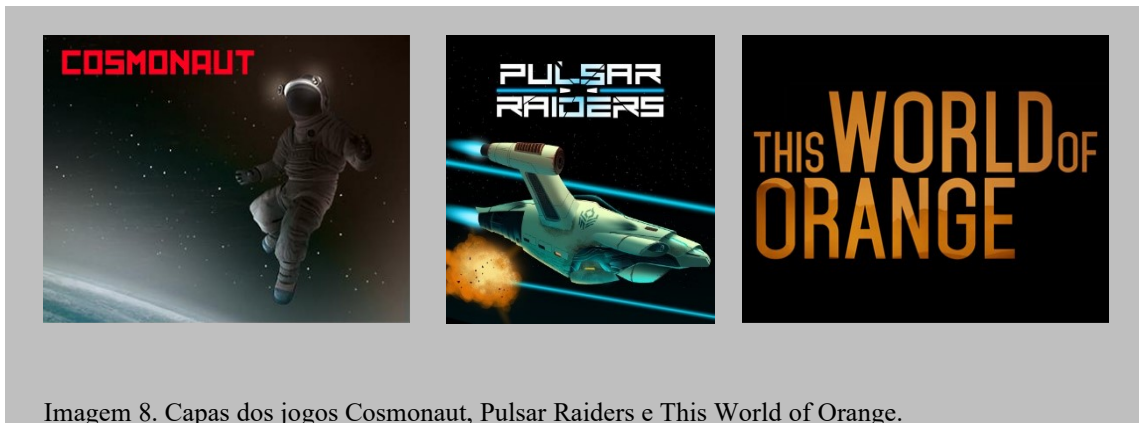
Na componente de desenvolvimento de jogos, o seu principal objectivo é a criação de experiências de jogos altamente envolventes e únicas, tendo vários jogos lançados e a venda em sites/apps como Steam, (e.g. Hiper Gods, Zhed e Return Zero VR.)



O GCS foi criado com o objetivo de explorar novas formas de contar histórias, interagir com ambientes digitais e criar experiências únicas. Durante o período inicial, surgiram novos desenvolvimentos em *virtual realty* (VR) (com o Oculus DK1 Kickstarter) e os fundadores centraram-se nas possibilidades da aplicação de VR aos jogos e nos processos de transformação digital das empresas e negócios. Este início de atividades foi muito fértil em termos de desenvolvimento de tecnologia, uma vez que inúmeras ferramentas, *plug-ins* e diretrizes foram criados internamente para facilitar o desenvolvimento de VR.

Do seu portfólio de jogos constam por exemplo, o Cosmonaut (jogo VR vencedor de um Innovation Award e Finalista dos Prémios Playstation), que está disponível para Steam e Xbox One, o This World of Orange (jogo narrativo de exploração) ou o Pulsar Raiders (jogo de combate de naves espaciais) que também estará disponível para Steam e Xbox One.

<sup>3</sup>Consultado em 30 de junho em <https://gcsb2b.com/home/clientes/>



Paralelamente tem diversos projetos VR, alguns focados em Arquitectura VR e outros com vídeo 360 VR, como por exemplo a aplicação realizada para a Câmara do Porto Porto.VR360 ou a virtual Tour AquaPorto.



Com o desenvolvimento do jogo ZHED - para a Nintendo – o GCS atingiu mais um objectivo que, segundo Rui Guedes, “pode ser classificado como um item da *bucket list* da jovem empresa portuguesa”<sup>4</sup> (idem). O ZHED é um jogo de quebra-cabeça clássico baseado em uma mecânica simples, que se desenvolve com desafios progressivamente mais complexos<sup>5</sup>. Estão também a trabalhar noutra tipo de projetos utilizando a tecnologia de videojogo, mas aplicada a negócios, com clientes como a SONAE ou a SIC, e estão envolvidos também num projeto com a FEUP (LIAAC) que “envolve jogos sérios e simuladores de Realidade Virtual para cadeiras de rodas inteligentes.

<sup>4</sup> Consultado em 16 de julho em <https://noticias.up.pt/spin-off-da-u-porto-cria-jogo-para-a-nintendo-switch/>

<sup>5</sup> Consultado em 30 de junho em <https://www.nintendo.com/games/detail/zhed-switch/>

Rui Guedes, fundador da GCS, tem um Mestrado em Engenharia Informática pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2009), com especialização em Inteligência Artificial e Robótica, começou a trabalhar como *Software Developer* na Olisipo/PTSI e Celfinet, foi *Game Designer* no jogo Swiss Army Knife e foi professor convidado na Escola Superior Media Design (2017-2020). Para além do fundador e da supervisora interna deste estágio, Raquel Canelas, (*Project Manager, Environment Designer*) o GCS é composto por uma equipa diversificada de 13 elementos com engenheiros, *developers*, artistas e arquitetos.

### **2.3. Motivação e objetivos**

A opção pela modalidade de estágio para a conclusão do mestrado, foi fundamentada no pouco contacto com o meio no mercado de trabalho, assim como na vontade de aplicar os conhecimentos adquiridos durante a licenciatura. Sendo a área da modelação de maior interesse para futuros projetos, o estágio permitia a aquisição de mais experiência nessa área. Neste sentido a realização do estágio estava enquadrada por dois objetivos principais:

- maior compreensão da profissão e das condições de trabalho;
- desenvolver competências e atitudes profissionais adequadas ao desenvolvimento profissional de qualidade como por exemplo melhorar a comunicação com os outros elementos da equipa de trabalho ou aumentar/melhorar o domínio de *software* e vocabulário técnico.

### **2.4. Cronograma de atividades**

O estágio teve a duração de 24 semanas, com o início em 01 de fevereiro de 2021 e terminou em 18 de junho de 2021 (imagem 10). É importante referir que apesar da proximidade geográfica com a sede do estúdio – o GCS está sediado no Porto - o estágio académico foi realizado durante toda a sua duração em regime remoto como consequência do isolamento físico exigido pela Direção Geral de Saúde em resposta à pandemia Covid19. Assim, todo o contacto com os membros da equipa, foi mantido com a ajuda de *apps* de mensagem como Discord, principalmente o contacto com a supervisora interna do estágio Raquel Canelas e com José Folha (*senior artist*).

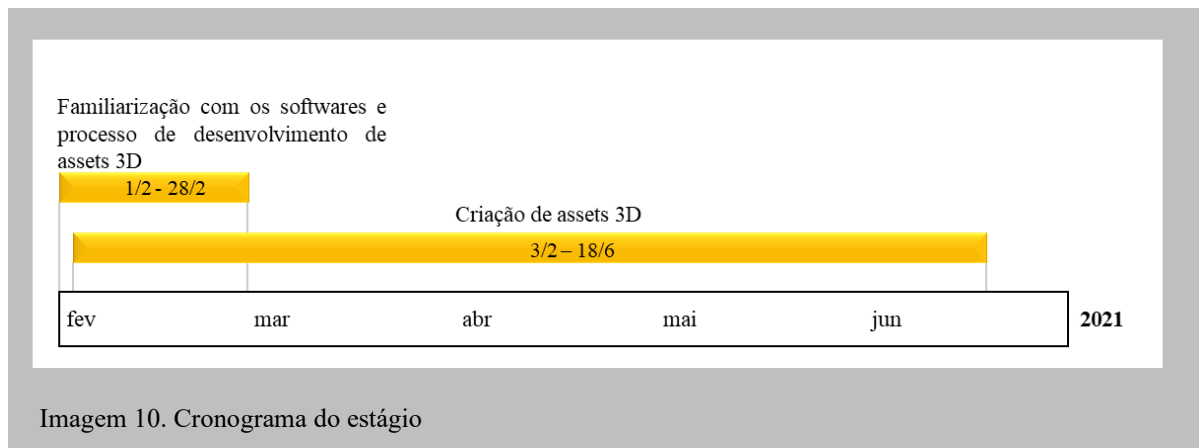


Imagem 10. Cronograma do estágio

## 2.5. Integração na equipa de trabalho

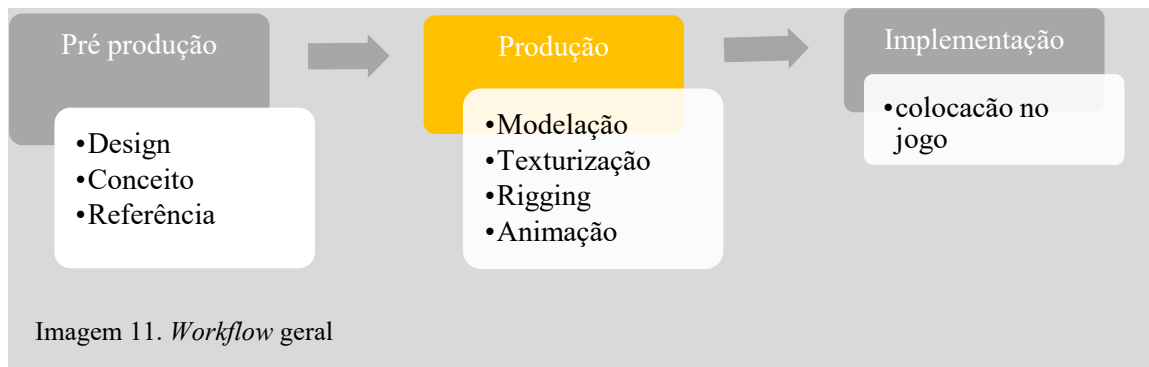
Durante o período de realização do estágio (24 semanas), desde 1 de fevereiro de 2021 até ao seu fim em 18 de junho de 2021, as atividades foram realizadas na equipa de criação de modelos 3D para um jogo para plataforma mobile de personalização de avatares – de agora em diante referido como jogo X (antes de iniciar qualquer tarefa, foi necessário assegurar a confidencialidade e a proteção de toda a informação que a entidade acolhedora classificou como ativo crítico).

Na primeira reunião com a supervisora interna, foi acordado uma carga horária de 6 horas diárias para as atividades de estágio permitindo a participação nas reuniões diárias. Estas reuniões – do tipo “stand up” (5/10 minutos) – foram importantes na integração eficaz na equipa de trabalho, pois nelas era dada oportunidade aos estagiários de descrever o seu percurso diário e perspetivar os próximos passos assim como partilhar dificuldades e problemas.

Inicialmente houve um processo de familiarização com os *softwares* necessários para o processo de criação dos modelos – peças de roupa, calçado e acessórios (chapéus). Esta equipa era constituída por 7 elementos, responsáveis pela criação de modelos, entrega/identificação/resolução de erros e contacto com o cliente.

### 3. Estado da arte

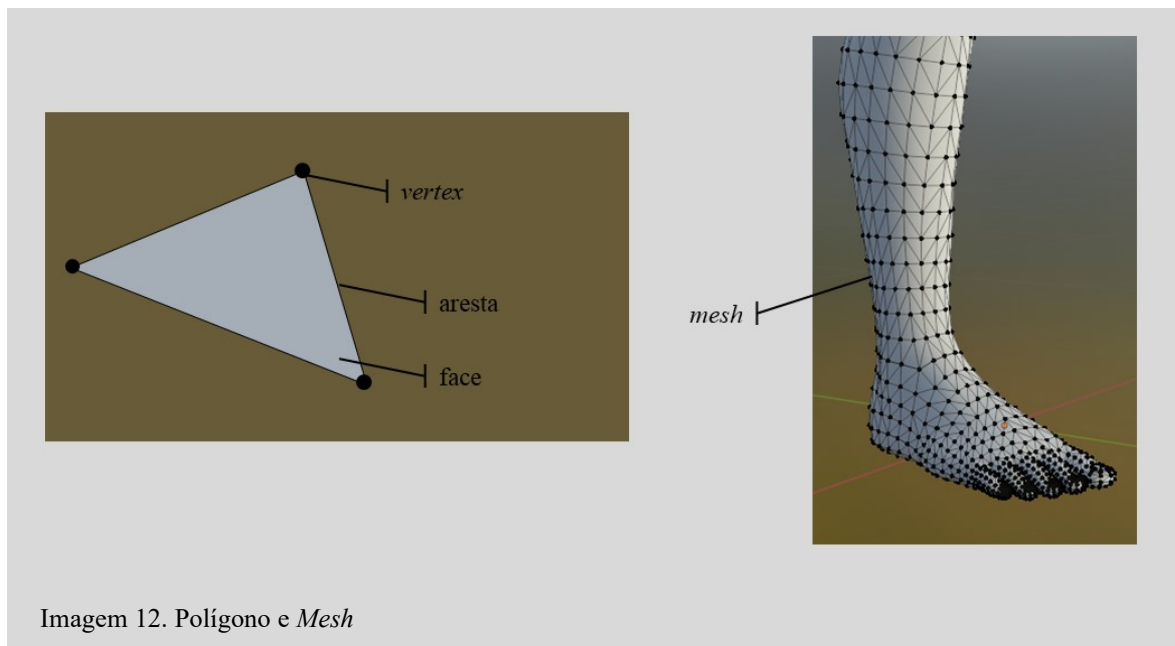
Ao longo deste capítulo são apresentados vários temas considerados fundamentais para compreender e executar as tarefas atribuídas. O capítulo está focado na fase do *workflow* de criação de modelos 3D (imagem 11) em que as atividades do estágio foram desenvolvidas: fase de produção e nesta nas subfases: modelação, UV *Unwrap* e texturização, *rigging* e *weight paint* – é importante dizer que a subfase animação não fez parte das atividades de estágio. Em seguida, é feito o enquadramento tecnológico com apresentação dos tipos de *software* utilizados. O capítulo finaliza com a descrição do processo envolvido na criação de modelos 3D que me foram atribuídas.



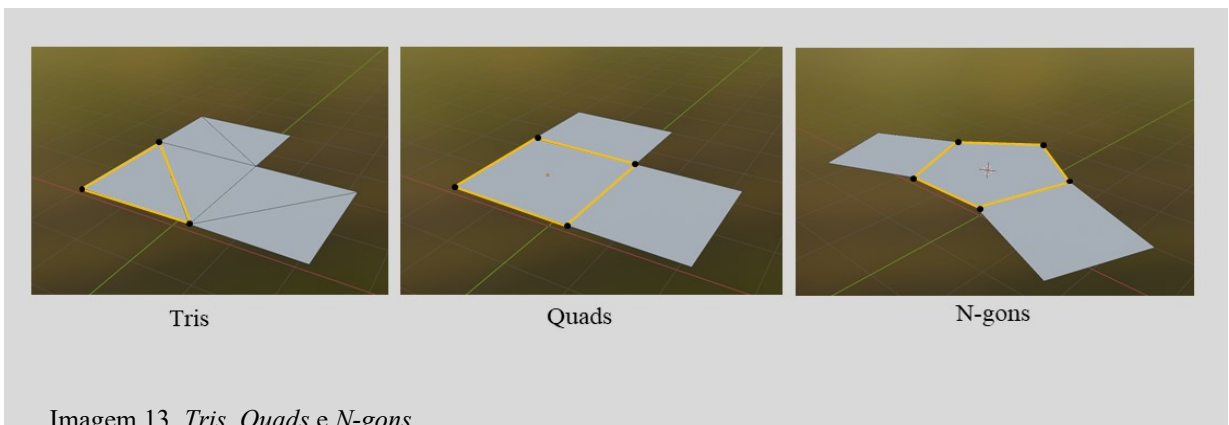
#### 3.1. Modelação de modelos 3D

A modelação 3D é o processo de criação de imagens ou gráficos tridimensionais para representar objetos e superfícies (Badler&Glassner,1999; Vaughan, 2012). A representação geralmente é feita matematicamente através da manipulação de pontos num espaço virtual. Esses pontos, tecnicamente conhecidos como *Vertex*, são usados para formar uma malha (*mesh*), que dá a forma a um objeto (Vaughan, 2012). Existem muitas maneiras diferentes de construir um modelo 3D, dependendo de qual *software* é usado, para quem o modelo será usado, bem como as quais técnicas de modelação o modelador 3D prefere usar. Por exemplo, editores auxiliados por computador como Autodesk AutoCAD podem ser usados para criar modelos 3D que têm propriedades como ser sólido dentro da superfície tridimensional, e programas de modelação como ZBrush e Mudbox permitem que o modelador 3D esculpa o modelo de “argila digital”.

Em programas de modelação poligonal, como Autodesk 3Ds Max, Autodesk Maya ou Blender (o utilizado no estágio) os modelos 3D são construídos criando superfícies tridimensionais a partir de formas poligonais. Os polígonos são planos geométricos de lados retos (três ou mais lados), ou faces, definidos por pontos tridimensionais (*Vertex*) e as linhas retas que os ligam (arestas)<sup>6</sup>. Quando muitas faces são ligadas, criam uma rede de faces poligonais (mesh). Os componentes básicos dos polígonos são os *Vertex*, as arestas e as faces.



Quando se modela com polígonos, geralmente são utilizados polígonos de três lados – triângulos (*Tris*) - polígonos de quatro lados, os quadriláteros (*Quads*) e polígonos com mais do que quatro lados (*N-gons*).



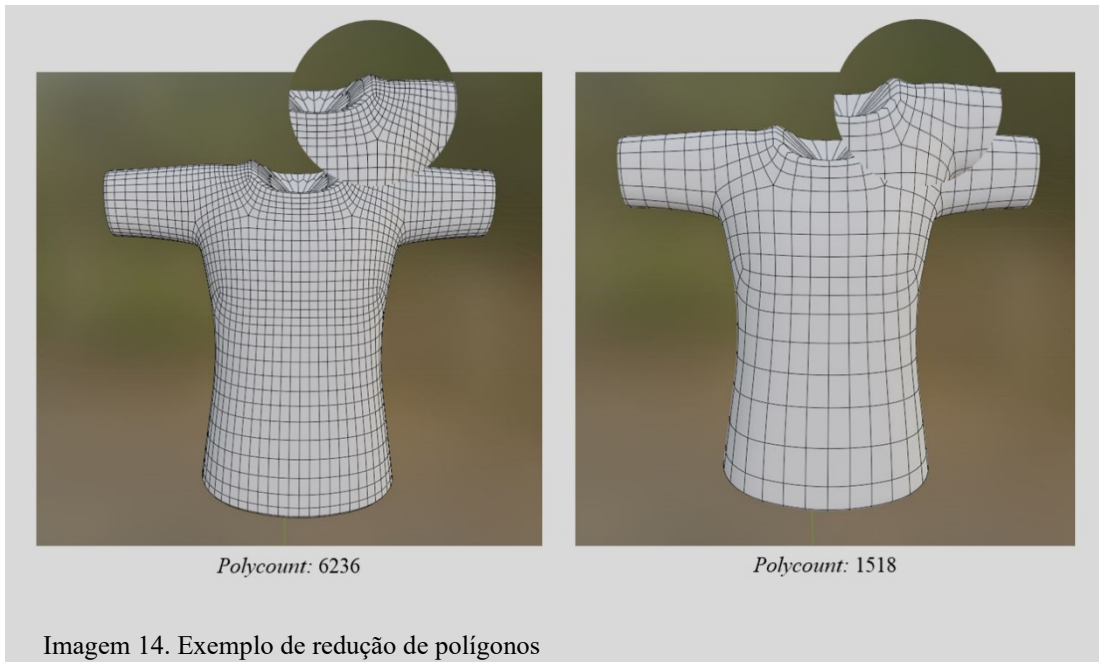
<sup>6</sup> Consultado em 3 de agosto em <https://jiharu.github.io/intm3D/week04.html>

Ao criar, ligar e manipular os *Vertex*, as arestas, os *Tris* e *Quads*, o modelador 3D cria as *mesh*, superfícies tridimensionais em que consistem todos os modelos 3D poligonais complexos. As *mesh* triangulares são comumente usadas para representar superfícies 3D (ver imagem 12). Esta representação depende da escolha das ligações entre os vértices. Se o objeto for uma *mesh* de *Tris*, cada triângulo define um plano e o vetor perpendicular ao plano é a *normal* de qualquer ponto situado na superfície desse triângulo.

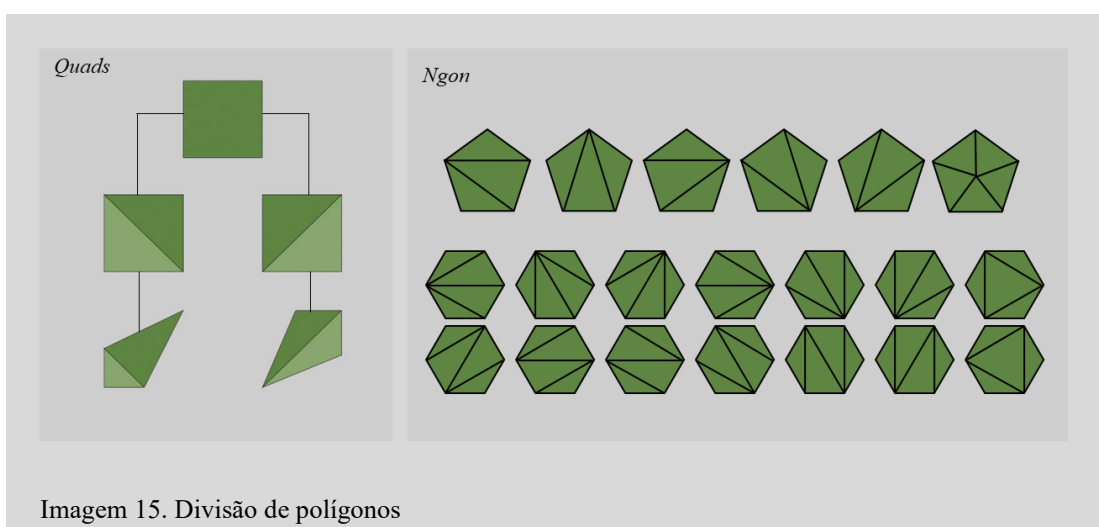
### 3.2 Topologia e Otimização

Na modelação 3D, topologia refere-se à forma como os polígonos (sejam *Tris*, *Quads* ou *N-gons*) da *mesh* de um modelo 3D são organizados e ligados uns aos outros para construir a sua superfície (Vaughan, 2012). Na criação de modelos para jogos há que ter em conta a interatividade inerente ao meio (Koskela&Vatjus-Anttila, 2016). O que isto significa é que nunca conseguiremos prever todas as coisas possíveis que o jogador pode fazer num determinado momento do jogo. Os jogos são executados em motores de jogo que captam as ações do jogador e geram os resultados, em tempo real - o sistema de computador gera as imagens ou resultados de uma ação para o jogador à medida que ocorrem (Labschutz, *et al.*; Blackman, 2013).

Isto fundamenta a necessidade de manter os tempos de *renderização* baixos através de um processo de otimização. Uma otimização 3D eficaz pode reduzir exponencialmente os dados necessários para processar e *renderizar* um modelo 3D. O processo de otimização consiste em duas fases: (1) simplificação da *mesh* e (2) otimização da textura (apresentado na próxima secção). A simplificação da *mesh* é o procedimento que visa reduzir o número de polígonos usados numa superfície enquanto é preservada a forma geral, o volume e os limites, tanto quanto possível. Isto é muito importante porque quando se dá a integração do modelo num motor de jogos ele será triangulado, isto é, todos os seus polígonos são convertidos em *Tris*.

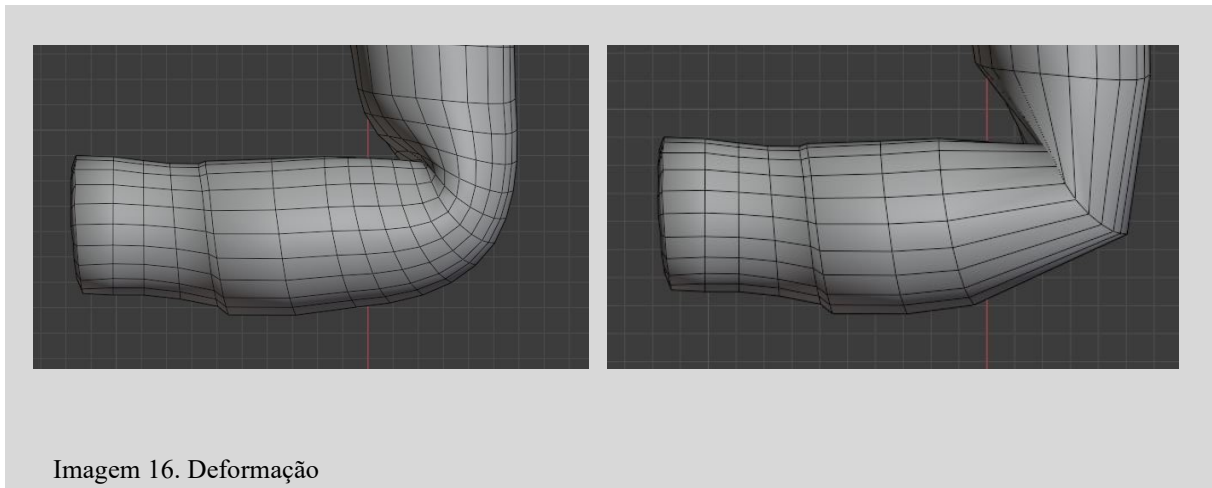


Quando se criam modelos para jogos, uma topologia eficiente é fundamental, portanto é importante ter em conta número de polígonos do modelo e manter todos os polígonos como *Quads* ou *Tris*, pois os *Quads* são mais simples de transformar (tem apenas duas diagonais), e os *N-gons* mais complexos. A diferença na triangulação dos polígonos deve-se à característica de que cada vértice do polígono é um objeto separado, o que permite cada vez mais possibilidades de triangulações (imagem 15), o que eventualmente, pode ser um grande problema para o modelo e o sistema de *rendering*. A superfície de um modelo consiste em milhares de polígonos - quanto mais informações forem necessárias para representar o modelo, mais difícil será o motor de jogos “renderizá-lo”.



Todos os modelos que serão animados são criados de forma a garantir que se deformam corretamente. Para isso torna-se necessário tem em conta a organização da topologia pois a forma como a topologia flui (onde e como todas as arestas e vértices são colocados para criar a superfície da *mesh*) define o aspecto da superfície.<sup>7</sup>

Uma topologia eficiente deve centrar-se na criação de uma boa silhueta, definir *loops* para melhor deformação, minimizar o alongamento de texturas e as mudanças entre as *normal* dos *Vertex* e, facilitar a criação de boas costuras UV. Ao pensar na deformação do modelo, a topologia deve ter os seus vértices e arestas em lugares para dar ao modelo uma boa dobra, compressão e alongamento quando o modelo é revestido ou transformado.



A topologia deve manter o seu volume quando dobrado e não colapsa. Devem ser colocados mais polígonos nas áreas que vão deformar durante a animação, como as articulações, mas o uso de triângulos nessas áreas deve ser evitado. Isso possibilita a criação de animações de aparência mais natural, uma vez que os animadores têm mais controlo sobre a deformação do modelo 3D.

Aqui, é de realçar que um dos fatores mais importantes para a complexidade de um modelo 3D é a quantidade de polígonos e vértices que o modelo possui (*polycount*). Mais especificamente, à quantidade de *Tris* ou *Quads* num modelo (imagem13). A contagem de polígonos em conjunto com a capacidade de processamento dos dispositivos alvos são fatores usados para classificar modelos 3D em modelos *high* ou *low poly*. Ainda que não existe uma regra certa ou definida para criar um modelo ou organizar a topologia, pois o mesmo objeto

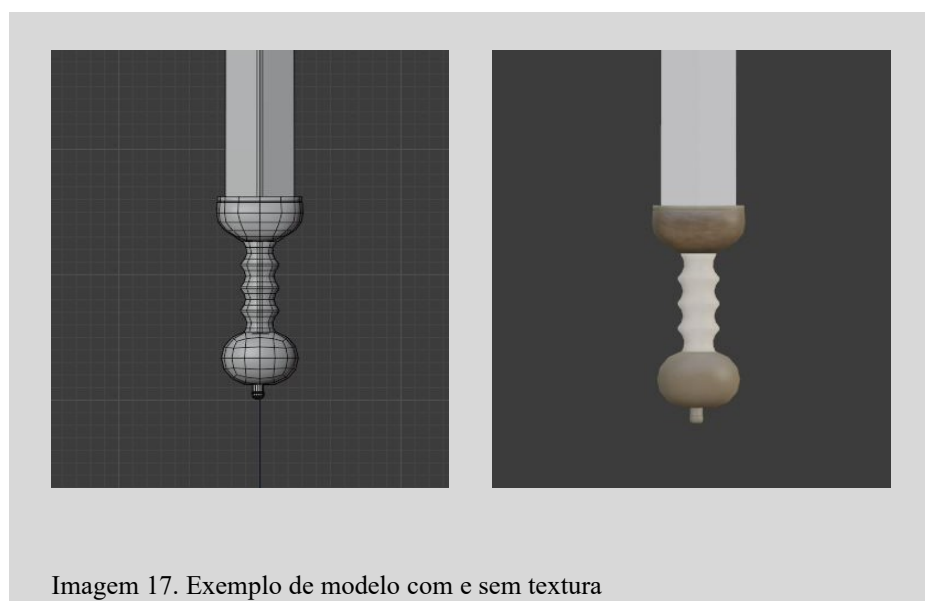
<sup>7</sup> Consultado em 6 de agosto <http://www.cg mascot.com/design/surface-flow-matters/>

pode ser criado com recorrendo a soluções diferentes<sup>8</sup>, portanto, um modelador 3D tem de ter em mente as restrições técnicas do dispositivo de destino e usar uma quantidade adequada de polígonos ao modelar o modelo<sup>9</sup>. A construção de modelos com fluxo poligonal correto para animação, permite a subdivisão da *mesh* para uma resolução mais alta para motores de jogos de última geração para PC ou consolas; ou simplificação através da fusão para a resolução mais baixa para plataformas móveis.

### 3.3. UVwrap e Texturização

O processo de modelação 3D dá ao modelo a sua forma tridimensional, mas a superfície do modelo geralmente precisa de algumas informações de cor e definição do material, para que o modelo não pareça ser apenas uma silhueta ou uma massa indefinida, e em vez disso, tenha características distintas como pelo ou penas, por exemplo. Esses detalhes são adicionados ao modelo no processo de texturização, em que imagens (as texturas) são aplicadas na superfície do modelo 3D.

A texturização 3D deve retratar as três características principais de cada superfície num ambiente 3D<sup>10</sup>: o material - dar aos visualizadores uma ideia daquilo de que o objeto é realmente feito); efeitos de luz – replicar as mesmas propriedades de reação à luz devem ser



<sup>8</sup>Consultado em 12 de agosto em <https://www.blender3Darchitect.com/modeling-for-architecture/how-to-correct-the-topology-of-a-3D-model-for-architectural-visualization/>

<sup>9</sup> Consultado em 13 de agosto em <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/whats-the-difference-a-comparison-of-modeling-for-games-and-modeling-for-movies>

<sup>10</sup>Consultado em 13 de agosto em <https://dreamfarmstudios.com/blog/getting-to-know-3D-texturing-in-animation-production/>

aplicadas a objetos 3D do mesmo material; e, detalhes.

Se cada detalhe na superfície de um objeto 3D fosse criado na fase de modelação 3D, o processamento dos objetos seria um “peso” para o *software* 3D. A texturização 3D oferece uma solução para este problema: permite criar pequenos detalhes como rugas, cicatrizes, fendas, saliências, etc. na superfície dos modelos sem impor muita pressão sobre o *software*.

Uma vez que as imagens são inerentemente bidimensionais, e tem que ser aplicadas numa forma tridimensional, os polígonos do modelo 3D tem de ser mapeados numa superfície bidimensional que corresponda às imagens<sup>11</sup>. *UV Unwrapping* (“desembrulhar”) é o processo de criação deste mapa UV. Cada polígono, aresta e vértice do modelo 3D é representado no mapa UV - O “U” e “V” referem-se aos eixos do plano bidimensional. A coordenada U representa o eixo horizontal da textura 2D e a coordenada V representa o eixo vertical<sup>12</sup> - e sua localização no mapa UV é armazenada nas coordenadas UV dos vértices do modelo 3D. Quando uma textura é aplicada ao modelo 3D através do mapa UV, as partes da textura que se alinham com os polígonos no mapa UV, aparecem nos polígonos correspondentes na superfície do modelo 3D<sup>13</sup>.

De modo geral, o *unwrapping* inicia-se com a definição de onde “cortar” o modelo para o “achatar” em 2D. A *mesh* é “achatada” por estes cortes – as costuras (*seams*). A superfície do modelo 3D é então desdobrada no mapa UV com base nas costuras. Às vezes, as costuras têm que ser ajustadas ou mais costuras precisam de ser adicionadas para garantir que todo o modelo possa ser achatado corretamente, e evitar alongamentos e sobreposições indesejadas dos polígonos<sup>14</sup>. No Blender, o fluxo de trabalho do *unwrapping* é o seguinte: criar *seams*; *unwrapp*; ajustar as *seams* e repetir; ajustar os UVs manualmente<sup>15</sup>.

---

<sup>11</sup> Consultado em 13 de agosto em <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/cover-bases-common-3D-texturing-terminology>

<sup>12</sup> Consultado em 13 de agosto em [https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv\\_image/uv/overview.html#uvs-explained](https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv_image/uv/overview.html#uvs-explained)

<sup>13</sup> Consultado em 14 de agosto em [https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv\\_image/uv/editing/unwrapping/index.html](https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv_image/uv/editing/unwrapping/index.html)

<sup>14</sup> Consultado em 13 de agosto em [https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv\\_image/uv/editing/unwrapping/seams.html](https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv_image/uv/editing/unwrapping/seams.html)

<sup>15</sup> Consultado em 13 de agosto em [https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv\\_image/uv/editing/unwrapping/seams.html](https://docs.blender.org/manual/en/2.79/editors/uv_image/uv/editing/unwrapping/seams.html)

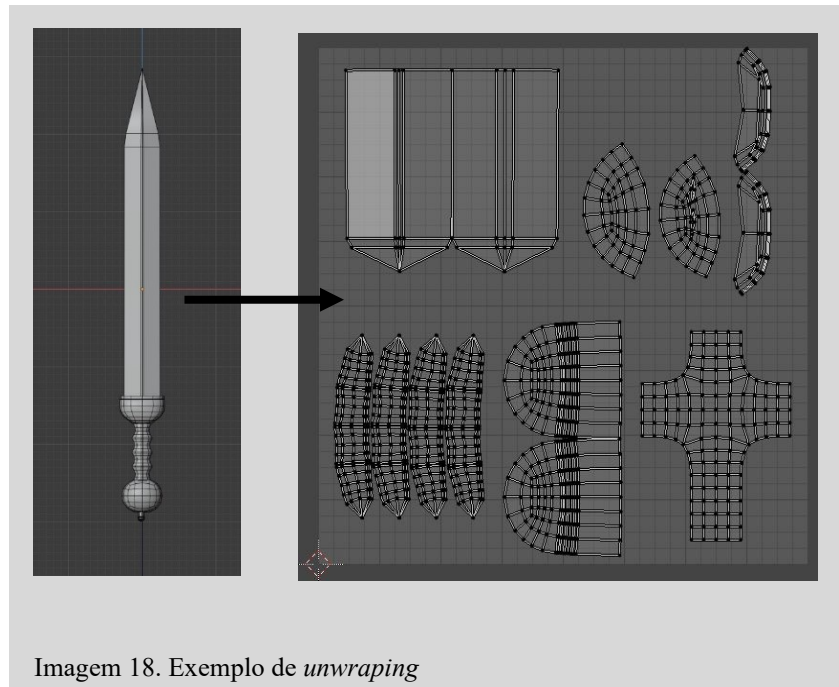


Imagem 18. Exemplo de *unwrapping*

As texturas podem ser criadas de várias maneiras: podem ser criadas à mão usando um programa de pintura digital; podem ser criadas usando fotografias de materiais do “mundo real”; e, permitir que os algoritmos derivados de outros modelos 3D criem a textura. Por exemplo, no Blender, as texturas podem ser pintadas à mão, podem ser geradas através do *baking* de dados geométricos em formato de imagem, ou podem ser pintadas com uma aplicação externa e trazidas para o Blender como por exemplo Photoshop ou Substance painter.

Existem vários tipos diferentes de mapas de textura que são usados para diferentes fins, e que também podem ser combinados para obter efeitos diversos. Geralmente, os mapas de textura mais usados são: *Base Colour map*, *Normal map*, *Height map*, *Diffuse map*, *Specular map* e *Roughness map*<sup>16</sup>. Na criação de modelos no estágio, foram utilizados apenas dois tipos de mapa, o *Base Colour map* e o *Normal map*: o *Base Colour map*, define a cor da superfície do modelo 3D ou, em termos técnicos, a reflexão difusa da luz da superfície<sup>17</sup>; e o *Normal map* que consiste na conversão dos valores RGB vermelho, verde e azul em coordenadas x, y e z, permitindo que uma imagem 2D represente a profundidade. Dessa forma, uma aplicação 3D é capaz de emular detalhes de iluminação com base na cor associada à coordenada 3D.

<sup>16</sup> Consultado em 13 de agosto em <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-DC60577E-1A09-4D51-BD6E-6400F4F5EFD7-htm.html>

<sup>17</sup> Consultado em 13 de agosto em <https://resources.turbosquid.com/stemcell/stemcell-3D-modeling-workflow/stemcell-textures-materials/diffuse-specular-vs-basecolor/>

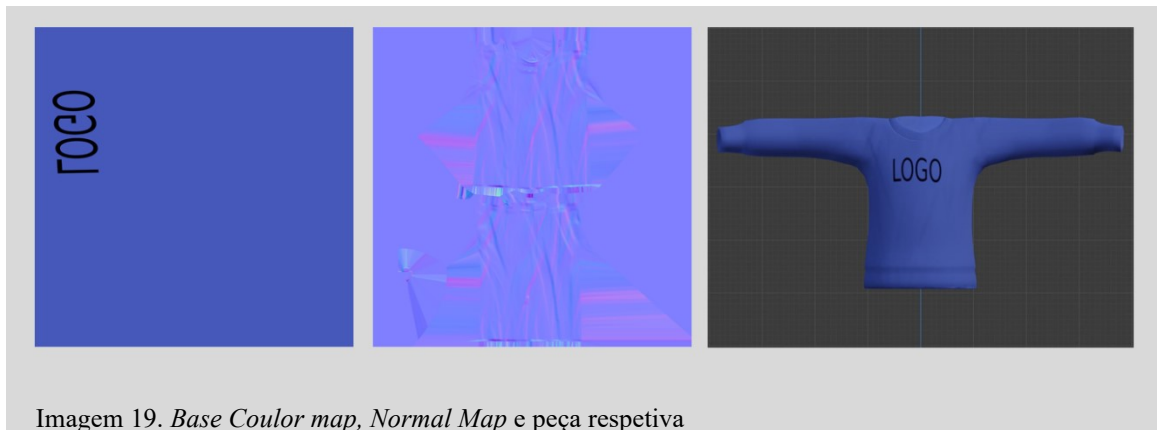


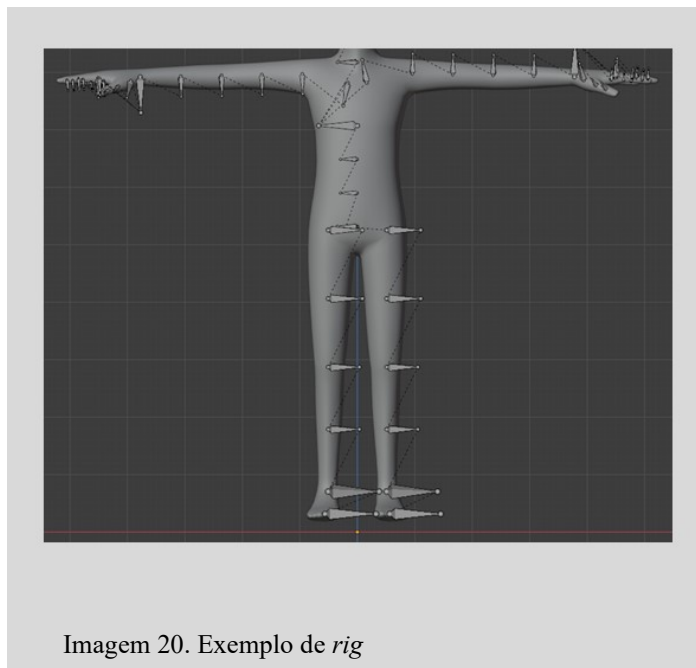
Imagem 19. Base Color map, Normal Map e peça respectiva

### 3.4. Rigging e Weight Paint

Para permitir que os artistas criem animações de modelos com aparência natural, é usada uma técnica chamada *rigging*. O *rigging* é o processo de criação de um “esqueleto” invisível (*rig*) que define como um objeto se move (Arshad, 2019). Ou seja, um sistema de “ossos” (*bones*) e “articulações” (*joints*) digitais vinculados ao modelo 3D que os animadores podem usar para mover e manipular o modelo para criar movimentos naturais. As *joints* são os pontos do *rig*, um ponto de ancoragem colocado em torno de um ponto de flexão ou torção por exemplo, um joelho, e os *bones* representam as ligações direcionais que cada *joint* tem com as outras *joints*. No entanto, nem todas *joints* estão diretamente ligadas a todas as outras *joints*.

O *rig* segue uma lógica hierarquia: as articulação raiz (*root joints*) ou os ossos raiz (*root bones*), à qual cada *joint* e *bone* subordinados estão ligados direta ou indiretamente. A hierarquia permite criar um sistema em que a rotação de uma *joint* afeta todas as *joints* subordinadas da hierarquia, para que acompanhem o movimento, assim uma *joint* ou *bone* subordinado herda as transformações dos seus antecessores (*parents*), por exemplo se o joelho virar para a esquerda o pé virará para a esquerda.

Depois do *rig* concluído, a *mesh* do modelo é vinculada ao *rig* - num processo conhecido como *skinning* - de forma que a geometria do modelo se mova quando são movidas as *joints*. Um *rig* normalmente consiste em centenas de vinculações individuais, mas, a maioria só precisa afetar certas partes da *mesh* e esta nem sempre responde de forma apropriada quando o *rig* é movido. Para que modelo que se mova corretamente nos lugares certos, e para ter uma deformação correta é necessário atribuir a influência ponderada às *joints* influenciadoras.

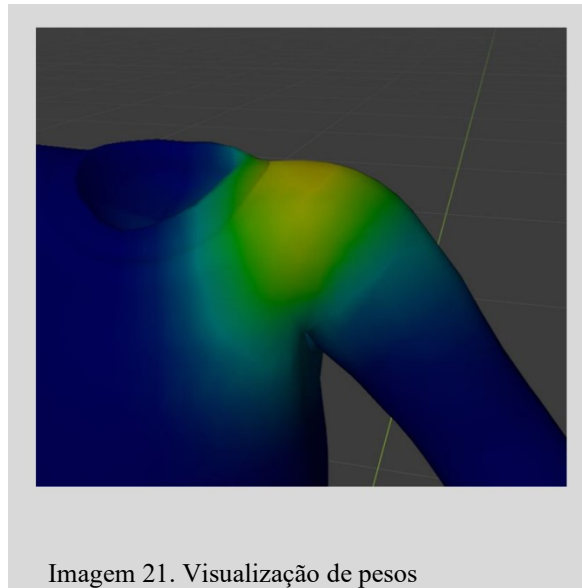


Parte do processo de *skinning* é a de pintura de peso (*weight painting*)<sup>18</sup>. Quando o *rig* é vinculado à *mesh*, o computador não sabe exatamente quanta influência (peso) cada articulação deve ter num determinado *Vertex*, portanto esta tem que ser atribuída manualmente. Quando dois *bones* influenciam a deformação de um *Vertex*, o *Vertex* pode não ser afetado igualmente pelos dois *bones*. O peso depende de quão perto esse *Vertex* está de cada *bone*. A deformação adequada depende de cada *Vertex* receber a quantidade certa de influência de um ou mais *joints/bones* do *rig*. Melhorar a deformação envolve reatribuir *Vertices* a diferentes *joints* ou ajustar a quantidade de influência de cada uma, ajustar os pesos. Este processo é iterativo, combinando experiência com tentativa e erro: adicionar ou subtrair

<sup>18</sup> Consultado em 16 de agosto em <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/key-rigging-terms-get-moving>

valores dos pesos, verificar o efeito num conjunto de pose canônica, ajustar os pesos, suavizar os pesos e repetir.

Uma vez que um modelo esteja devidamente *riged* e a influência das *joints* do *rig* esteja associada à pele (*skin*) da superfície a tarefa de *skinning* está concluída.



## 4. Modelos 3D criados

Este capítulo começa com o enquadramento tecnológico com apresentação dos tipos de *software* utilizados. O capítulo finaliza com a descrição detalhada das tarefas atribuídas - criação de modelos 3D.

### 4.1. Recursos utilizados

Como já foi referido, as atividades de estágio realizaram-se remotamente. Este contexto tornou o acesso a tecnologia e recursos materiais limitado (*e.g. headsets* de VR e/ou placas gráficas de maior capacidade para testes V-Ray.). Ao nível de aplicações, foram utilizados o Blender, o Photoshop, o Substance Painter e o Unity que se apresentam a seguir:

Imagem 21. Visualização de pesos

- o Blender é um conjunto de ferramentas de criação 3D gratuito e de código aberto que apoia todo o *pipeline* 3D. Outra característica é que o Blender é que é totalmente compatível com várias plataformas, por isso funciona adequadamente no Windows, Mac OS ou Linux. Inclui recursos para modelação 3D, escultura digital, *rigging* e animação, efeitos e simulações, renderização, *concept art*, composição e rastreamento de movimento, edição de vídeo<sup>19</sup>;

- o Unity é um motor de jogos multiplataforma projetado para suportar e desenvolver jogos 2D e 3D, simulações, realidade virtual, para consolas e plataforma de dispositivos móveis (Unity, 2017). É um *software* comercial desenvolvido pela Unity Technologies. Como motor de jogos, o Unity fornece muitos dos recursos integrados mais importantes para fazer um jogo funcionar. Além de um motor de jogos, o Unity é um “integrated development environment” (IDE). Um IDE é uma interface que dá acesso a todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento num só lugar. O Unity possui um editor visual que permite aos criadores *drag and drop* elementos nas cenas e, em seguida, manipular as suas propriedades.<sup>20</sup>

- Substance Painter é uma das aplicações produzidas pela Substance, desenvolvida pela Alegorithmic e comprada pela Adobe em 2019. O principal objetivo do Substance Painter é a texturização de modelos. As suas ferramentas permitem a criação de texturas difíceis de obter em programas puramente 2D como o Photoshop. Substance Painter também permite ao utilizador a pintura de texturas em mapas 2D ou diretamente no modelo 3D<sup>21</sup>.

---

<sup>19</sup>Consultado em 16 de agosto em <https://www.blender.org/>

<sup>20</sup>Consultado em 17 de agosto em <https://unity.com/>

<sup>21</sup>Consultado em 17 de agosto em <https://www.substance3D.com/>

- o Photoshop é um *software* de edição e manipulação de imagens bidimensionais, desenvolvido pela Adobe Systems. O Photoshop oferece aos utilizadores a capacidade de criar, aperfeiçoar ou editar imagens, trabalhos artísticos e ilustrações. É a ferramenta de *software* mais usada para edição de fotografias, manipulação de imagens e retoque de vários formatos de arquivos de imagem e vídeo<sup>22</sup>.

## 4.2. Workflow

Como já foi referido, (cf.16), as tarefas atribuídas foram a criação de modelos 3D para o jogo X – um jogo de criação de avatares (projeto). A entrada no *workflow* foi precedida por uma fase de familiarização com o projeto em que as tarefas seriam desenvolvidas com a explicação do *workflow* utilizado. As tarefas atribuídas constituíram a realização de peças de roupa (modelos) para um jogo para plataforma *mobile* e seguiram o *workflow* específico do projeto, criado internamente pela equipa de trabalho. Isto possibilitou a oportunidade de trabalhar com as técnicas descritas no *workflow* e todos os seus requisitos e normas.

De referir que ao longo do período de estágio foram criadas cerca de 35 modelos (30 peças criadas + apoio em 5 peças) (imagem 21). Dado esta quantidade de peças será apresentado uma descrição dos aspectos comuns a todas as peças.

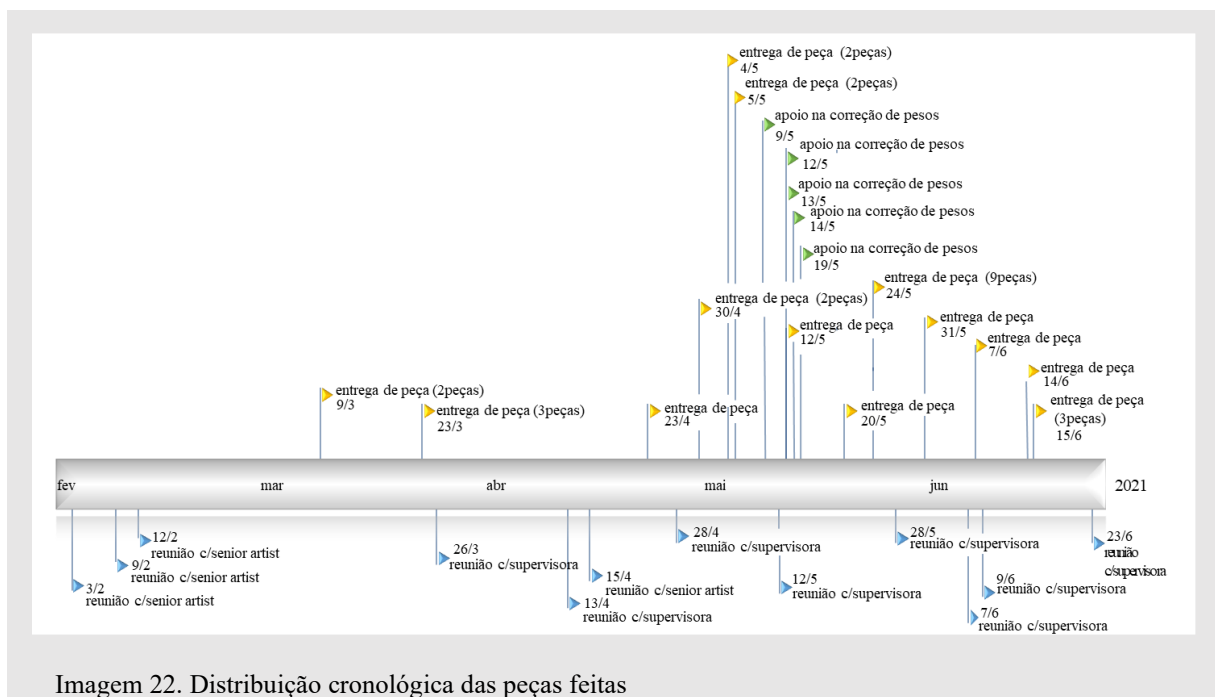


Imagem 22. Distribuição cronológica das peças feitas

<sup>22</sup> Consultado em 17 de agosto em <https://www.adobe.com/pt/products/photoshop.html>

O *workflow* utilizado, reforça a exigência dos cumprimentos dos limites de tamanhos (número de polígonos e tamanho dos mapas de textura) ditados pelo motor de jogos para cada estilo de peças - diferentes tipos de peças: vestidos, t-shirts e chapéus têm um limite poligonal diferentes - definido, também, ficou o tamanho dos mapas de textura, que teriam de ser sempre 512px.

O processo inicia-se quando o cliente fornece uma lista de imagens de referência da peça pretendida. Estas imagens contêm diferentes ângulos e desenhos técnicos, o que otimiza o tempo de desenvolvimento. Inicia-se então a fase da modelação que tem como o objectivo criar uma peça com uma silhueta idêntica a peça de roupa pedida e a adição de todos os seus detalhes. Estas peças devem funcionar num modelo humanoide fornecido pelo jogo X.



Com o modelo base criado, passa-se para o estabelecimento dos UVs. Nesta altura é de grande importância fazer-se a certificação de que os logotipos (logos) do cliente fiquem

legíveis e com boa qualidade. Para isto, é importante manter os UVs da zona do logo com uma dimensão maior permitindo assim, um maior nível de qualidade.



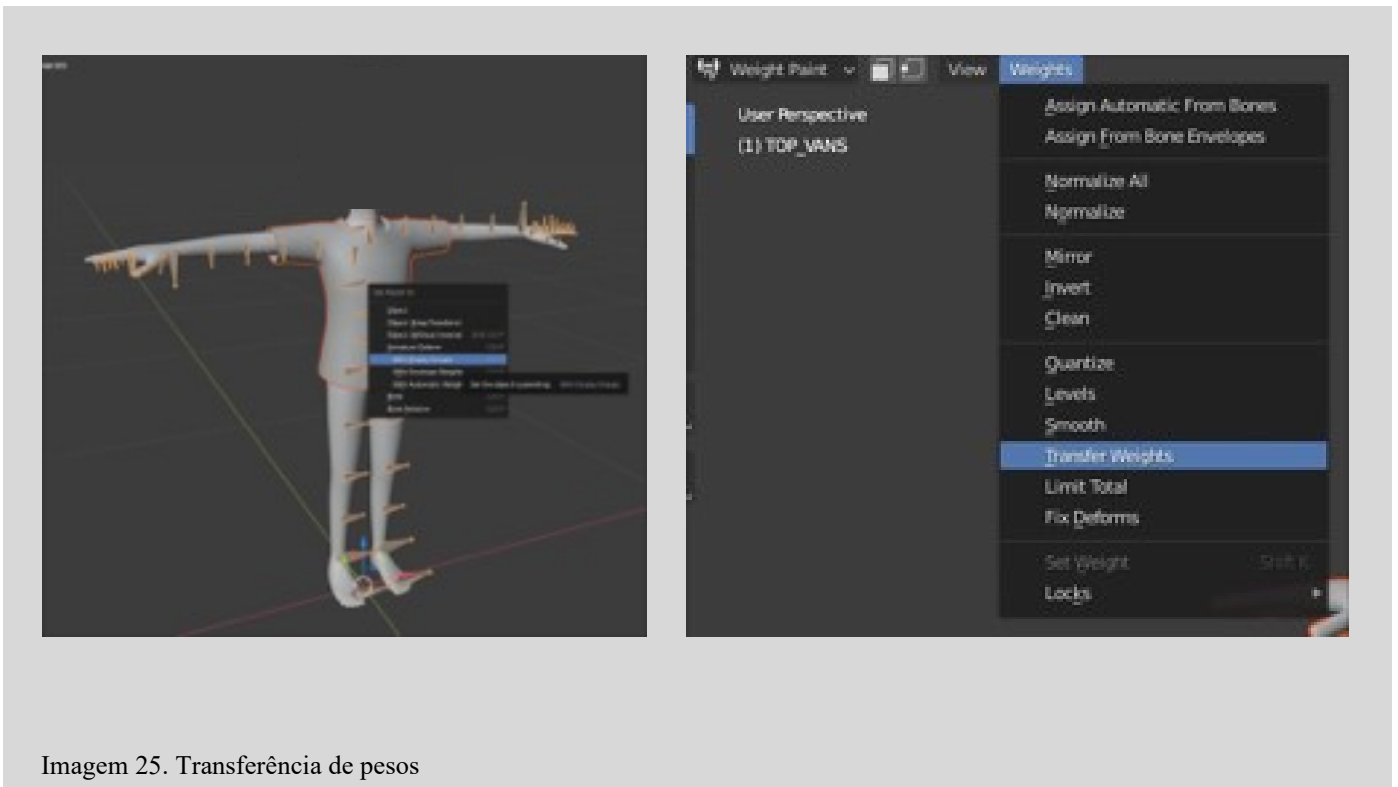
Imagem 24. UV com espaço para o logo

Com os UVs estabelecidos, podemos avançar para a texturização. As texturas foram criadas com a utilização combinada de Substance Painter e Photoshop. O Substance Painter permitiu maior controlo na edição das texturas de maneira a criar peças mais realistas e o Photoshop foi utilizado para a edição das texturas criadas como por exemplo, correção de pequenos detalhes ou alterações de cor. A texturização pode variar entre apenas uma única cor com alguns detalhes até texturas mais complexas que utilizam múltiplos padrões de cor - é importante referir que devido às limitações técnicas do jogo final só é permitido que o objecto utilize 4 mapas de cor.

Depois do modelo base texturado, é iniciado o *rigging* e o *weight painting*. Para enquadrar a peça ao *rig* fornecido pelo jogo X realizaram-se as seguintes operações:

- (1) Selecionar a peça e adicionar à seleção o *rig* do modelo humanoide (imagem 24a);
- (2) fazer *Parent* da peça ao *rig* utilizando a função "Parent with Empty Group" (transferência de todos os grupos de pesos do *rig* para a peça, mas não dos pesos).

Com os mesmos grupos em ambos, peça e modelo humanoide, é possível transferir os pesos do modelo humanoide para a peça (imagem 24 b).



Para transferir pesos para peças “separadas” (e.g. botões, fechos, bolsos, etc.) é necessário que estas estejam alinhadas pelos *edge loops* da peça original, seguidamente transferir os pesos da peça original para estas novas peças e, após isto, juntá-los num único modelo.



Em peças simples o processo de *weight painting* conclui-se neste momento. Mas, existiram durante o estágio, peças que com os pesos transferidos do modelo humanoide causavam problemas de colisão com o avatar e/ou outras peças no jogo X. Para solucionar estes problemas foi necessário ir aos grupos de pesos que a causavam os problemas e manualmente editar as influências de pesos de forma a eliminar os problemas detetados.

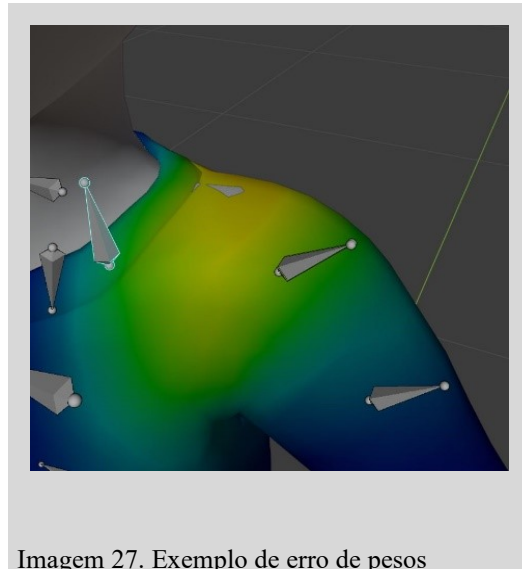


Imagem 27. Exemplo de erro de pesos

Com a peça concluída, foi necessário transferir o respectivos ficheiros .fbx, png com os mapas de textura para o Unity. No Unity, os mapas de textura são postos na peça (ainda com o modelo humanoide). Com a ferramenta de conversão do JogoX num ficheiro em que só é visível a peça de roupa). Em seguida exporta-se do Unity o ficheiro que resultou da convecção (ficheiro final). Neste ponto a peça é então enviada para revisão interna com o objectivo de controlo de qualidade da peça. É verificada a existência de problemas como por exemplo, erros de medições, deformações de textura e/ou problemas de pesos. Se foram encontrados estes problemas conduzem às alterações no modelo de forma à sua solução.

Numa segunda fase de controlo que qualidade, peça é então enviada para um dos elementos da equipa responsáveis pelo contacto com o cliente. Este faz a sua apreciação, sugerindo alterações desejadas. Depois da aprovação final do cliente, é organizada a pasta de ficheiros de cada peça criada e colocada na Dropbox da GCS onde fica guardada e acessível ao resto da equipa de trabalho.

### 4.3. Síntese

Uma vez que dispositivos móveis tem mais limitações em termos de poder computacional quando comparados com os computadores e consolas, também há mais restrições técnicas que precisam ser levadas em consideração ao criar modelos para plataformas *mobile*. Nas peças de roupa produzidas, a peça segue a deformação de um modelo humanoide. Uma abordagem é, portanto, usar os pesos do modelo humanoide para determinar os pesos de deformação das peças de roupa. a forma de uma vestimenta digitalizada em 3D difere da de um personagem humano.

No entanto, dependendo do tipo de roupa, existem algumas regiões, como braços, pernas e tronco, em que as diferenças de forma entre o modelo humanoide e as roupas não são significativas. Para a deformação dessas regiões, podemos reaproveitar os pesos pré-definidos do modelo humano. Mais especificamente, transferimos os pesos do modelo dessas regiões para as regiões correspondentes da peça de roupa. Mas, quando as diferenças das deformações são relevantes para a qualidade da peça, foi utilizada a ferramenta *Weight paint* do Blender para editar as influências de pesos e resolver problemas de colisões entre as peça de roupa e o modelo humanoide.

## 5. Considerações finais

O estágio no GCS permitiu-me experiência profissional ao colaborar com os processos e estratégias de trabalho do estúdio. Desta forma foi possível obter uma perspectiva concreta sobre a área de trabalho, adquirir novas competências e criar práticas profissionais. O estágio revelou-se uma oportunidade para aplicar conhecimentos a questões das práticas do “mundo real”.

Como enunciei no capítulo dois os objetivos para este estágio eram (1) ampliar a compreensão da profissão e das condições de trabalho; (2) desenvolver competências e atitudes profissionais adequadas ao desenvolvimento profissional de qualidade. Quanto objectivo um, o estágio proporcionou uma base e ponto de referência para a pensar nas áreas de trabalho que a modelação 3D envolve. A consequência da prática profissional na vida real trazida pela integração na equipa de trabalho incentiva as escolhas possíveis de áreas de especialização. Tive uma visão da prática profissional da modelação 3D e pude experienciar diversos aspectos, como, por exemplo, como a comunicação com o cliente é um fator importante para o andamento dos projetos.

Conforme mencionado no terceiro capítulo, Estado da Arte, as principais áreas de trabalho concentraram-se na fase produção do *workflow* de criação de modelos do projeto do jogo X. Isto forneceu a possibilidade de obter uma compreensão mais detalhada sobre as diferentes subfases, aperfeiçoando competências em modelação, em texturização e em *weight painting*. A natureza iterativa da criação de modelos 3D para animação, possibilitou a o desenvolvimento de competências de comunicação profissional com a utilização intensiva do vocabulário técnico necessário para expressar questões de erros/problemas nas peças e na procura de soluções para estes.

Para a concretização plena dos objetivos, o maior obstáculo foi a natureza virtual de toda a comunicação entre a equipa de trabalho. As normas de saúde pública impostas pela pandemia de COVID 19 implicaram que em todo o período de estágio, todas as atividades fossem realizadas remotamente. Portanto, não foi possível experienciar o trabalho nos espaços da entidade acolhedora e com isso o tipo de colaboração que a partilha de espaços de trabalho pode proporcionar. No entanto, o facto do estágio ter sido realizado remotamente contribui para o desenvolvimento de competências como a autonomia, disciplina e concentração. O resultado foi a capacidade de completar todas as tarefas atribuídas dentro dos prazos requeridos.

O estágio no GCSI foi uma experiência enriquecedora, pois permitiu compreender melhor o ambiente profissional e perspetivar o futuro. Proporcionou uma boa base e ponto de referência para me concentrar nas áreas de trabalho nas quais gostaria de me especializar no futuro.

## Referências bibliográficas

- Arshad MR, Yoon KH, Manaf AAA, Ghazali, MAM (2019). Physical Rigging Procedures Based on Character Type and Design in 3D Animation. IJRTE volume-8 Issue-3
- Blackman, S (2013). Beginning 3D Game Development with Unity: All-In-One, Multi-Platform Game Development. Springer-Verlag Berlin
- Carlson, W E. (2017). Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview. The Ohio State University
- Di Marco, G. (2019). A Reasoned Approach to the Integration of Design and Fabrication Technologies in Architecture Education. KnE Social Sciences.  
[https://www.researchgate.net/figure/Ivan-Sutherlands-SKETCHPAD-MIT\\_fig1\\_337366337](https://www.researchgate.net/figure/Ivan-Sutherlands-SKETCHPAD-MIT_fig1_337366337)
- IEEE.org. (s/d). Award Recipients <https://www.computer.org/profiles/edwin-catmull>
- Koskela, T., Vajus-Anttila, J (2016). Optimization Techniques for 3D Graphics Deployment on Mobile Devices. 3D Res (2015) 6:8. Springer: Berlin
- Labschutz, M., Krosch, K., Aquino, M., Grashafel, F., Kohl, S. Content Creation for a 3D Game with Maya and Unity 3D. <http://www.cescg.org/CESCG-2011/papers/VUT-Labschutz-Matthias.pdf>
- Vaughan, W. (2012). Digital Modelling. Berkeley, CA: Pearson Education
- Badler, N. Glassner, A. (1999). 3D Object Modelling. University of North Carolina at Chapel Hill. [https://www.academia.edu/21510473/3D\\_object\\_modeling](https://www.academia.edu/21510473/3D_object_modeling)

## Imagens

Imagem 1: [https://www.researchgate.net/figure/Ivan-Sutherlands-SKETCHPAD-MIT\\_fig1\\_337366337](https://www.researchgate.net/figure/Ivan-Sutherlands-SKETCHPAD-MIT_fig1_337366337).

Imagem 2: <https://www.ahirlabs.com/difference/gouraud-shading-vs-phong-shading/>

Imagem 3: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Catmull->

Imagem 4: <https://www.jimblinn.com/publications/>

Imagem 5: <https://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/206>; <https://www.atlasobscura.com/articles/utah-teapot>;  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Utah\\_teapot](https://en.wikipedia.org/wiki/Utah_teapot)

Imagem 6: <https://www.gcontrolgames.com/>

Imagem 7: <https://www.nintenderos.com/2019/10/hyper-gods-llegara-a-nintendo-switch-a-principios-de-2020/>; <https://www.nintendo.pt/Jogos/Aplicacoes-de-download-da-Nintendo-Switch/ZHED-1753520.html>; [https://store.steampowered.com/app/496160/Return\\_Zero\\_VR/](https://store.steampowered.com/app/496160/Return_Zero_VR/)

Imagem 8:

<https://store.steampowered.com/app/743550/COSMONAUT/>; <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=543082878>; <https://www.gcontrolgames.com/>

Imagem 9:

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CMPorto.PortoVR360CB&hl=en\\_IE&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CMPorto.PortoVR360CB&hl=en_IE&gl=US); [http://www.aquaporto.pt/visita360leve/?fbclid=IwAR2OE04LJ2FmGsmKPYoYAf29i2eJUN2-of2XUOgljsYdqNICaVv\\_XVALaGg](http://www.aquaporto.pt/visita360leve/?fbclid=IwAR2OE04LJ2FmGsmKPYoYAf29i2eJUN2-of2XUOgljsYdqNICaVv_XVALaGg)

Imagem 10: elaboração própria

Imagem 11: elaboração própria

Imagem 12: elaboração própria

Imagem 13: elaboração própria

Imagem 14: elaboração própria

Imagem 15: elaboração própria

Imagem 16: elaboração própria

Imagem 17: elaboração própria

Imagem 18: elaboração própria

Imagem 19: elaboração própria

Imagem 20: elaboração própria

Imagem 21: elaboração própria

Imagem 22: elaboração própria

Imagem 23: elaboração própria

Imagem 24: elaboração própria

Imagem 25: elaboração própria

Imagem 26: elaboração própria

Imagem 27: elaboração própria