

# SECOND

Animação 3D com recurso a motion capture

Dissertação de Mestrado em Design e Multimédia  
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Luís Miguel Pereira Almeida

Setembro de 2015



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



**Orientador DEI:** Eduardo Miguel Morgado Nunes  
**Co-Orientador:** Licínio Roque  
**Juri Arguente:** Maria Alice Barriga Geirinhas dos Santos  
**Juri Vogal:** Mauro Costa



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família por todo o apoio e esforço, por nunca terem desistido nos momentos mais difíceis e ainda por me terem proporcionado esta enorme oportunidade. Agradeço de coração cheio, principalmente aos meus pais e irmão, toda a educação que me permitiu tornar a pessoa feliz que sou hoje. Obrigado!

Quero agradecer à minha namorada, Isa Elói, por me ter apoiado incondicionalmente, mantido no caminho certo e por me ter mostrado a luz nos momentos mais escuros e problemáticos.

À minha segunda família Alençao Santos, um grande obrigado por estar sempre disposta a ajudar.

Obrigado aos meus orientadores por me terem guiado durante todo este processo.

Sem esquecer, obrigado a todos os meus amigos que mesmo estando longe me apoiaram e aos meus colegas, novos amigos, que fui encontrando ao longo da minha vida universitária.

Por último, obrigado a Coimbra por me ter feito crescer e me ter ensinado a ser estudante.

Um sincero obrigado,  
Luís Almeida



## RESUMO

Os esforços operados pela indústria dos efeitos visuais, nas últimas décadas, têm contribuído fortemente para minimizar a separação entre realidade e ficção, sendo comum assistirmos a filmes cujas paisagens ou personagens, embora fantasiosas, atingem níveis de realismo sem precedentes. Através dos efeitos visuais aplicados a cada *frame* de uma animação, ou pela filmagem de atores com recurso à técnica de *motion capture*, é possível projetar uma fantasia para um plano realista, injetando vida e emoção em figuras inanimadas ou, como é frequentemente o caso, figuras puramente virtuais.

Esta dissertação parte do interesse do proponente pela animação e pelo CGI em particular, e visa o desenvolvimento de um projeto de design que explore estas técnicas com o objetivo de criar uma curta-metragem com um tema fantasioso e sentimental que estabeleça uma forte ligação com os espectadores. Apesar da existência das mais diversas tecnologias e técnicas no mercado, pretendem explorar-se as mais acessíveis ao discente sem despender muitos recursos. Assim, investigam-se as técnicas e ferramentas mais acessíveis (*low-cost*) para a produção de uma curta-metragem de animação 3D com recurso a *motion capture*.

Numa primeira fase apresenta-se o estado da arte, as técnicas existentes e projetos semelhantes. A história foi criada com base nas técnicas de modelação digital e *motion capture* que se pretendiam explorar. Todos os materiais, incluindo personagens e cenários, foram produzidos digitalmente. Numa terceira fase realizou-se uma pós-produção que consistiu na adição de efeitos visuais, tratamento de cor e sonorização. Por último, depois de concluir a animação, fez-se uma análise sobre as ferramentas aqui utilizadas que permitiram a produção da curta-metragem.

### Palavras-chave

Animação, Motion Capture, Efeitos Visuais, Modelação Digital, Rigging, Pós-produção.





## **ABSTRACT**

Efforts operated by the visual effects industry in recent decades, have contributed strongly to minimize the separation between reality and fiction, is common to watch movies whose landscapes or characters, though fanciful, reach unprecedented levels of realism. Through the visual effects applied to each frame of an animation, or by filming actors using the motion capture technique, it is possible to design a costume for a realistic plan, injecting life and excitement in inanimate figures or, as is often the case, purely virtual figures.

This thesis comes from the interest of the applicant for animation and particular CGI, and aims to develop a design project that explore these techniques in order to create a short film with a fanciful and sentimental theme to establish a strong link with the spectators. Despite the existence of various technologies and techniques in the market, what to explore is the most accessible to students without expending a lot of resources. Thus, investigating the techniques and tools more accessible (low-cost) to produce a 3D animated short film using motion capture.

Initially shows the state of the art, existing projects and similar techniques. The story was created based on computer modeling and motion capture techniques that are intended to explore. All materials, including characters and settings were digitally produced. A third step carried out a post-production consisting in adding visual effect, color and sound treatment. Finally, after completing the animation, was made an analysis of the tools used herein that enabled the production of the short film.

### **Keywords**

Animation, Motion Capture, Visual Effects, Digital Modeling, Rigging, Post-production.



# ÍNDICE

<b>13</b>	<b>1. INTRODUÇÃO</b>
14	1.1 Motivação
15	1.2 Âmbito
16	1.3 Enquadramento
<b>17</b>	<b>2. ESTADO DA ARTE</b>
17	2.1 Animação
17	2.1.1 História e Invenções óticas
20	2.1.2 Primeira Golden Age da Animação
21	2.1.3 Avanço tecnológico - Animação Digital
23	2.1.4 Segunda Golden Age
24	2.2 Tipos e Técnicas de Animação
25	2.3 Doze Princípios da Animação
29	2.4 Computer-generated Imagery (CGI)
29	2.4.1 Efeitos Visuais
31	2.4.2 Modelação Digital
33	2.4.3 Rigging
35	2.4.4 Motion Capture
38	2.5 Sonorização
39	2.6 Projetos de referência
40	2.6.1 Caldera
41	2.6.2 Broken: Rock, Paper, Scissors
42	2.6.3 Gollum
43	2.6.4 Avatar
<b>45</b>	<b>3. OBJETIVOS E METODOLOGIAS</b>
45	3.1 Objetivos
45	3.2 Metodologias
45	3.3 Abordagem
46	3.4 <i>Software</i> Utilizado
<b>49</b>	<b>4. PLANO DE TRABALHO</b>
<b>53</b>	<b>5. TRABALHO REALIZADO</b>
53	5.1 Sinopse Second
53	5.2 Desenvolvimento
<b>87</b>	<b>6. CONCLUSÃO</b>
89	6.1 Perspetivas Futuras
<b>91</b>	<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>
<b>95</b>	<b>8. ANEXOS</b>



## INTRODUÇÃO

Vivemos num tempo em que a tecnologia digital está por toda a parte. No cinema, publicidade, imagens estáticas, em todo tipo de media, nos deparamos com imagens geradas por computadores, conhecidas como CGI (*computer-generated imagery*). Nos dias de hoje é raro encontrar um filme em que as imagens sejam inteiramente originais, vindas diretamente das películas cinematográficas. Hoje em dia quase todos os filmes têm uma componente CGI, sejam eles de animação, modelação ou até mesmo efeitos visuais. Com o avanço das tecnologias, estas técnicas de manipulação de imagem começaram a evoluir exponencialmente e a assemelhar-se cada vez mais à realidade. Nos filmes de hoje é preciso que o espetador tenha um olhar muito atento e até um bom conhecimento na área para conseguir distinguir entre o real e CGI. No campo das animações 3D, a necessidade crescente de tornar as personagens e cenários fantasiosos numa conceção mais real levou à procura de novos métodos para o aperfeiçoamento da técnica. Surgiu assim uma das técnicas mais promissoras do mundo da animação, o *motion capture* (ou captura de movimento). Esta técnica permite uma redução do tempo de execução do trabalho dos animadores digitais e permite dar um toque natural, real e fluido à animação das personagens.

O avanço tecnológico veio permitir um grande crescimento nas produções amadoras, disponibilizando inúmeros *software* e técnicas, sem necessidade de grandes investimentos. Em destaque, e apesar de ainda em desenvolvimento, a técnica de *motion capture* começa a ser usada em filmes amadores, com a grande vantagem de permitir a gravação dos movimentos dos atores sem recorrer a fatos especiais utilizados atualmente, fatos estes que são muito dispendiosos devido ao custo dos sensores incorporados.

## Motivação

A motivação para desenvolver esta dissertação surgiu em meados de 2013 quando o discente efetuou uma pausa no mestrado para aproveitar uma oportunidade de trabalho numa empresa de Audio Visuais em Portugal, a Dub Vídeo Connection. O interesse pela área do *motion design* e animação surgiu a meio da Licenciatura de Design e Multimédia quando se começaram a explorar animações programáveis com Processing em Computação Gráfica, ou mesmo criadas e editas em Cinema 4D e After Effects no âmbito da unidade curricular Produção Digital.

Apesar da experiência recolhida pelo discente ao longo dos anos existe uma área ainda por explorar, a animação 3D com personagens. Para melhorar as competências e conhecimentos nessa área, avançou-se com a proposta de criar uma curta-metragem de animação 3D. Não fugindo à programação e interatividade, pretende-se recorrer à técnica de *motion capture* para animar a personagem.

## Âmbito

Esta dissertação é o resultado das competências e conhecimento adquiridos ao longo da Licenciatura e do Mestrado em Design e Multimédia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Durante a produção desta dissertação pretendeu-se pôr em prática boa parte dessas competências, particularmente aquelas que se relacionam com programação, *motion design*, modelação e animação 3D, pós-produção e efeitos visuais.

O objetivo é criar uma animação 3D com recurso a *motion capture*, focando-nos principalmente nos métodos de produção. Pretendemos ainda explorar a ligação da informática e multimédia às áreas de *motion design* e animação 3D, ligação esta que é muito explorada no contexto académico da Licenciatura e Mestrado em Design e Multimédia.

## Enquadramento

O projeto que se desenvolve insere-se na categoria 3D na animação, cujo produto final é a realização de uma curta-metragem. Existem várias técnicas de animação com modelos digitais, no entanto, esta dissertação foca-se essencialmente na técnica *motion capture* que permite capturar os movimentos de pessoas, animais ou objetos e transformá-los em dados informáticos para depois animar os modelos digitais.



## ESTADO DA ARTE

### Animação

Uma animação pode ser caracterizada como uma sequência de imagens ordenadas, produzidas das diversas formas, desde desenho, pintura ou imagens digitais. Reproduzindo estas sequências de imagens pela ordem correta cria-se uma ilusão de movimento. A animação também é considerada como um meio de expressão artística. Hoje em dia muitos artistas veem a animação como meio para expressar as suas ideias.

Antes de aprofundar as diversas técnicas de animação atuais é essencial falar da sua história, e da forma como evoluiu até hoje.

#### História e Invenções óticas

Os primeiros indícios de animação encontram-se em pinturas rupestres da pré-história, mais precisamente no Paleolítico, onde se desenhavam animais nas rochas com mais pares de patas do que aqueles que o ser vivo real tinha, dando a sensação de movimento.

Mais tarde verificou-se uma outra tentativa de animação no antigo Egito. Desta época encontraram-se vários artefactos que mostram de diferentes formas a criação de ilusão de movimento como, por exemplo, no templo à deusa Isis, em que cada coluna tinha um desenho da deusa em diferentes posições que criavam a ilusão de movimento quando eram vistas em velocidade. Outros artefactos muito conhecidos de animação desta época são os potes de barro que continham desenhos de figuras com movimentos progressivos em volta da superfície.

Avançando no tempo para a invenção de instrumentos óticos, encontramos a criação da Lanterna Mágica, *Magic Lantern*, de Athanasius Kircher, um padre jesuíta alemão. O seu funcionamento era relativamente simples, através da luz solar ou de uma vela que passava por um vidro pintado era possível observar a imagem ampliada numa parede. Athanasius, para criar a ilusão de movimento, desenhou várias imagens em diferentes pedaços de vidro e prendeu-os por umas cordas à Lanterna Mágica criando assim uma animação, uma vez que ao puxar as cordas os pedaços de vidro se mexiam, alterando a imagem projetada.

Em 1824, Peter Mark Roget, um físico britânico, descobriu o princípio da Persistência da Visão (Anderson, John, Anderson, & Fisher, 1978; Emblen, 1970). Este princípio explica que o olho humano retém temporariamente uma imagem acabada de ver Assim, foram criados vários instrumentos de animação para explorar este princípio. Apesar de a fotografia ter aparecido perto de 1820,

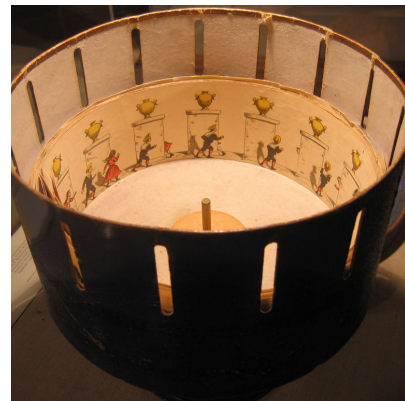
a maioria dos aparelhos para criar a ilusão de movimento utilizava desenhos e não fotografias.

Um aparelho a ser criado, explorando o princípio de Peter Mark Roget, foi o *Thaumatrope*, criado pelo próprio. Este aparelho consistia num disco com uma imagem em cada face ligado a duas cordas, ao torcer as cordas e girando o disco a uma certa velocidade criava-se uma ilusão em que as duas imagens diferentes se juntavam formando uma só. Um outro aparelho foi o *Phenakistoscope*, um disco com desenhos em movimentos sequenciais. Ao girar o disco, e olhando para uma posição fixa no topo era possível ver a imagem em movimento. Seguindo a mesma ideia, William George Horner inventou o *Zoetrope*, um cilindro em que a face interior possui desenhos sequenciais e ser rodado permite observar a animação.



Fig.1 (esquerda) *Phenakistoscope*

Fig.2 (direita) *Zoetrope*



Passado alguns anos, em 1868, John Barnes Linnett patenteou o *Flip Book*. Este livro consiste num conjunto de páginas com desenhos que vão evoluindo gradualmente de página para página. Ao desfolhar o livro rapidamente era possível ver o desenho em movimento, criando assim a animação. Esta técnica ainda é muito usada pelos animadores atuais para testarem rapidamente a animação antes de produzirem o filme (Williams, 2002).

Com o objetivo de permitir que as animações fossem vistas por um maior número de pessoas ao mesmo tempo, foram inventados novos equipamentos que levaram à criação dos projetores de cinema que conhecemos hoje em dia. Em 1877, Charles-Émile Reynaud criou o *Praxinoscope*, um cilindro idêntico ao de *Zoetrope* mas com espelho no centro, permitindo assim aos espectadores ver a animação através do espelho.

Dois anos mais tarde, Eadweard Muybridge (1957), um fotógrafo inglês conhecido pelas suas experiências com o uso de múltiplas câmaras para captar o movimento, inventou o *Zoopraxiscope*. Este aparelho seguia o mesmo mecanismo dos anteriormente mencionados mas tinha a particularidade de usar fotografia como imagem base da animação. Ao recorrer a fotografias, este aparelho conseguiu

transmitir pela primeira vez animações com movimentos reais. As animações realistas de Muybridge ficaram rapidamente conhecidas por todo mundo. Este sistema foi precursor da ideia de película de filme, dando origem a diversos instrumentos até os dias de hoje.

Com a ideia de prolongar a duração das animações e filmes, foi inventada a máquina “Kinetoscope” que consistia numa caixa com uma película de filme e uma fonte de luz. A caixa era toda fechada, tendo apenas um pequeno orifício onde a pessoa podia espreitar para ver a animação. Este aparelho foi muito vulgarizado, sendo utilizado em museus e em feiras populares.

Voltando ao objetivo de transportar a animação e filme para uma grande audiência, os irmãos Lumière criaram o “Cinematograph”. Este aparelho seguia a ideia do “Kinetoscope” mas, com uma lente e luz melhoradas, permitia projetar o filme numa tela. Os Lumière apresentaram o primeiro filme “La Sortie des usines Lumière à Lyon”, no L’Eden.

Depois da criação do “Cinematograph”, alguns estúdios começaram a explorar novas técnicas de filmagem e edição de vídeo. Alguns diretores de filme, como Segundo de Chomón e Georges Méliès começaram a criar filmes e animações com manipulação de vídeo, dando assim origem a alguns efeitos visuais muito populares e ainda usados atualmente. Entre estes, constam as técnicas de stop motion e “Pixilation”. Os efeitos visuais serão abordados, com maior pormenor, mais adiante neste documento.

Em 1906 foi criado o primeiro filme de desenhos animados, Humorous Phases of Funny Faces, de James Stuart Blackton (Dobson, 2009). De seguida, em 1911, Windsor McCay criou a primeira adaptação para filme da sua personagem de banda desenhada, Little Nemo. Passado 3 anos, McCay apresentou a animação projetada com interação entre o animador e a personagem, em “Gertie the Dinosaur”.

Em 1915, o animador Earl Bud usou acetatos para a animação (Okun & Zwerman, 2010), poupando assim os animadores de repetir certos desenhos, como por exemplo o plano de fundo. No ano seguinte, pela primeira vez, uma personagem de banda desenhada, “Krazy Kat” (McDonnell, O’Connell, & Havenon, 2004), foi adaptada para desenhos animados, iniciando-se assim a indústria da animação.

Um ano mais tarde, Max (Fleischer, 2005), conhecido como o criador das famosas personagens Popeye, Betty Boop e Super-homem, inventou a técnica de Rotoscoping (Brinkmann, 2008). Esta técnica consiste no uso de imagens filmadas para ajudar a desenhar movimentos de personagens. Inicialmente as imagens eram projetadas num vidro fosco sobre o qual o animador desenhava, *frame a frame*, dando assim um movimento mais realista à sua personagem. A técnica foi rapidamente adotada por grandes estúdios, tais como a Warner Bros, para produzir os Looney Tunes e pela Walt Disney, para produzir a Snow White and the Seven Dwarfs.

Em 1919, a animação deu um grande passo graças a Felix the Cat, de Pat Sullivan (Crafton, 2015). Esta personagem foi a primeira a ser adaptada para uma série de desenhos animados sendo assim a primeira personagem de animação a conseguir elevados níveis de popularidade.

### Primeira Golden Age da Animação

Na década de 20 iniciou-se a chamada *Golden Age* da animação, marcada pelo surgimento das primeiras animações com som sincronizado. Os irmãos Max e Dave Fleischer começaram por explorar novas técnicas de som e imagem em sincronia e produziram a animação “*Mother, Mother, Mother Pin a Rose on Me*”. Esta animação fazia parte da série “*Song Car-Tunes*”. A série foi pioneira pelo uso do processo de *Phonofilm* de Lee DeForest, que consistia em guardar a faixa sonora na mesma película de filme, sendo reproduzidos em sincronia.

Após alguns anos, em 1928, Walt Disney apresentou “*Steamboat Willie*”, uma animação com vozes sincronizadas. Este cartoon é considerado a estreia da personagem Mickey Mouse e Minnie.

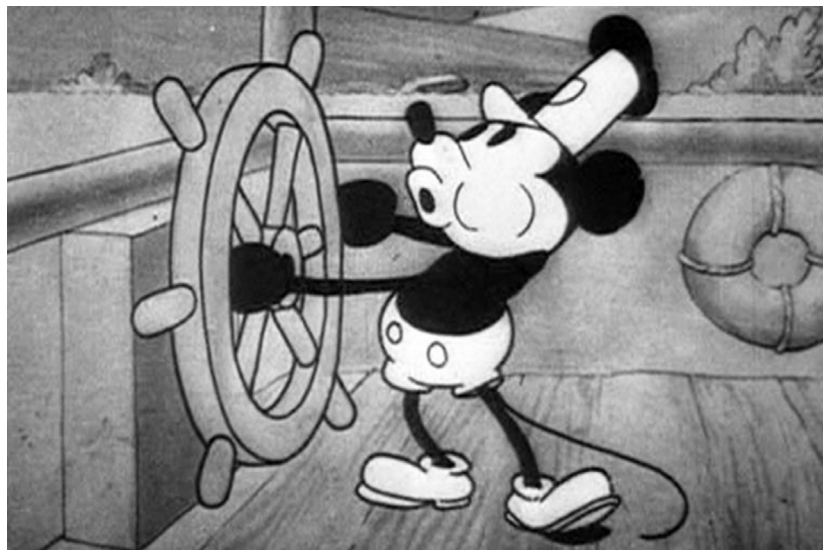


Fig.3 Mickey Mouse em  
“*Steamboat Willie*”

Com o avanço da tecnologia e das técnicas de animação, o estúdio Walt Disney criou a primeira animação a cores, “*Flowers and Trees*”, usando o processo de cor *Three-strip Technicolor* (Haines, 1993). No ano seguinte lançou a animação dos “*Three Little Pigs*”, os três porquinhos, considerada uma das mais importantes animações de sempre devido às diferentes personalidades dos três porquinhos.

Em 1937 aconteceu um caso inédito ao ser lançada a animação, “*Snow White and the Seven Dwarfs*”, conhecida como “*Disney’s Folly*”, a loucura da Disney (Mason, 2014; Robb, 2014). Esta animação foi a primeira longa-metragem a utilizar, sem limitações, o espectro de cores e som totalmente sincronizado.

Salienta-se que foi a primeira animação cujo elenco incluía muitas personagens humanas. Até àquela altura, ninguém se tinha atrevido a criar uma animação com tão longa duração. “*Snow White and the Seven Dwarfs*”, a loucura da Disney, foi eleita número 1 na lista American Film Institute das dez melhores animações de todos os tempos (AFI, 2014; Lucia, Grundmann, Simon & Sons, 2015).

Nas duas décadas seguintes, Walt Disney lançou diversas longas-metragens. Na década de 40 exibiram os filmes: “*Pinocchio*”, “*Fantasia*”, “*Dumbo*” e “*Bambi*”. Na década de 50 lançaram as longa-metragens: “*Cinderella*”, “*Alice in Wonderland*”, “*Peter Pan*”, “*Lady and the Tramp*” e “*Sleeping Beauty*”. Esta sequência de filmes de animação teve um grande impacto e numerosa audiência, tendo sido adaptados e melhorados ao longo do tempo até às salas de cinema atuais. (Robb, 2014)

Alguns anos após estes lançamentos, as estações televisivas começaram a recorrer à animação para publicidades e alguns programas, principalmente para crianças. Até aos anos de 1960, as animações eram episódios individuais que contavam uma pequena história. Essa ideia de desenhos animados foi mudada quando Hanna-Barbera lançou a série “*The Flintstones*”, que contava uma história ao longo de todos os episódios como uma série televisiva. (Booker, 2006)

### Avanço tecnológico - Animação Digital

Durante a década de 60, com o aparecimento dos computadores, alguns técnicos e informáticos, como Ken Knowlton e Ivan Sutherland, começaram a explorar novas técnicas com a ambição de vir a produzir animações totalmente digitais — algo facilmente realizado atualmente mas que, à época, era apenas um sonho.

Na Universidade de Utah começaram a surgir os primeiros estudos em volta da modelação digital por parte de Edwin Catmull e o seu colega Fred Park. Ambos criaram pela primeira vez, em 1972, a primeira animação digital 3D em que o modelo era a mão esquerda de Catmull (Catmull & Wallace, 2014).

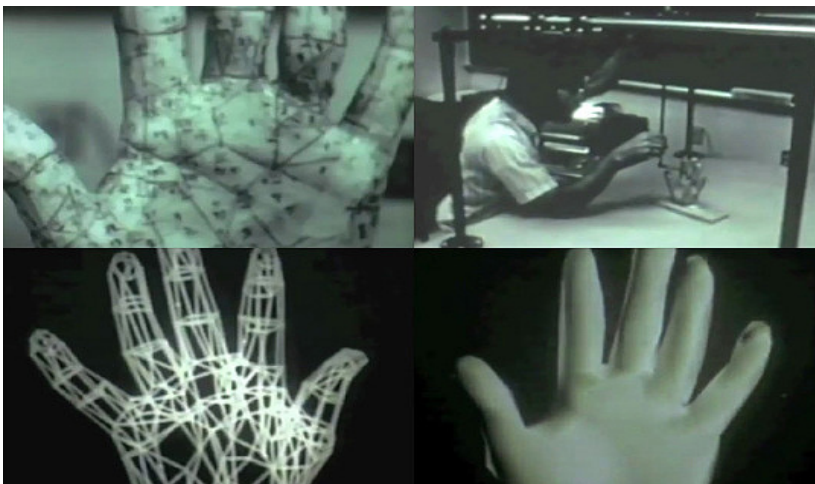


Fig.4 Modelo 3D da mão de Edwin Catmull

Esta inovação levou a indústria da animação e efeitos visuais ao êxtase. Muitos estúdios começaram a explorar novas técnicas de edição de imagem e produção de animação. Em 1977 é lançado o primeiro “*Star Wars*”, passando mais tarde a chamar-se “*Star Wars, Episode IV: A New Hope*”. “*Star Wars*” ficou marcado na história pelo uso excessivo de efeitos visuais e especiais. A animação digital chegou a patamares nunca antes alcançados, sendo até usado em genéricos como no filme “*Super-Man*”(1978).

George Lucas, diretor de “*Star Wars*”, apercebendo-se dos avanços tecnológicos estudados na Universidade de Utah, contratou Ed Catmull, Ralph Guggenheim e Alvy Ray Smith para fazer parte da companhia Lucasfilm, dando origem à divisão “*Computer Vision*”, visão computacional da companhia. Esta divisão produziu mais um marco na história da animação e cinema ao produzir a sequência holográfica da *Death Star*, no filme “*Star Wars: Episode VI: Return of the Jedi*”. Mais tarde a “*Computer Vision*” dividiu-se em dois departamentos conhecidas como “*Games*” e “*Pixar*”. Em 1986, Steve Jobs comprou uma dessas divisões da Lucasfilm, dando origem à conhecida Pixar.

Um ano mais tarde, Steven Lisberger, diretor de cinema, propôs à Walt Disney Productions a realização do filme “*Tron*”. Este filme foi um dos primeiros a juntar imagens geradas por computador com imagens reais (Figueiredo, 1999). Para criar estas sequências de animação computadorizadas, Walt Disney contratou quatro firmas para ajudar no processo: MAGI, Robert Abel and Associates, Information International, Inc. e Digital Effects.

No mesmo ano, a Pixar produziu a primeira animação digital, “*Luxo Jr*”, dando origem à atual animação do logotipo da empresa em que se observa uma lâmpada de escritório a saltar em cima da letra “i”. “*Luxo Jr.*” foi a primeira animação a ser nomeada para um Óscar.



Fig.5 “*Luxo Jr.*”

Em 1987, John Lasseter (1987) publicou um artigo em que explicava a adaptação dos doze princípios tradicionais da animação, à animação digital.

No final dos anos 80, a Walt Disney, juntamente com a Pixar, desenvolveu o “*Computer Animation Production System (CAPS)*” (Suppa, 2006), um sistema que tinha como objetivo computadorizar os desenhos e pinturas dos animadores sendo mais fácil trabalhar digitalmente na animação.

Apesar de se encontrar numa época em que se destacava o início da animação digital, Walt Disney surgiu com o filme “*Who Framed Roger Rabbit*”, vencedor de três óscares, um dos quais para melhores efeitos visuais (Williams, 2002). Este filme juntava filmagens reais com desenhos animados, voltando ao uso de cartoons como animação. Tinha ainda a particularidade de representar desenhos 2D num ambiente real, onde tiveram que ser reproduzidas e pintadas luzes e sombras nas personagens desenhadas, e as personagens 2D interagiam com objetos reais.



Fig.6 “Who Framed Roger Rabbit”

## Segunda Golden Age

Chegados os anos 90, começaram a surgir todo o tipo de animações, desde séries a filmes, produzidos em 2D, 3D ou mesmo a junção de filmagens reais com animação. Com o auge de exploração de técnicas e de produção, entramos na segunda idade de ouro da animação.

No início desta década, surgiram os “*The Simpsons*” de Matt Groening que quebraram as antigas barreiras de censura televisiva. Um ano mais tarde, a Nickelodeon estreia as suas primeiras séries de desenhos animados, “*Rugrats*” e “*Doug*” fundamentalmente destinadas a crianças, e a série para adolescentes e adultos “*Ren and Stimpy*”. A Disney faz a adaptação para filme de “*Beauty and the Beast*”, um filme que junta personagens

animadas 2D com planos de fundo produzidos em três dimensões. Em 1992, é lançado o primeiro canal de televisão com uma programação completa de animação, o Cartoon Network. Dois anos mais tarde surge, através da Mainframe Entertainment, a primeira série de animação totalmente digital, intitulada “*ReBoot*”. No mesmo ano é adaptada para filme a história de “*Casper the Friendly Ghost*”, considerado o primeiro filme a ter uma personagem principal em 3D (Dobson, 2009).

Em 1994, Walt Disney lança “*The Lion King*”. Este filme ficou marcado pela sua história, animação, música e pelo facto do público-alvo abranger todas as faixas etárias, podendo assim ser considerado um filme para toda a família. Em termos técnicos, “*The Lion King*” teve a particularidade de usar imagens geradas por computador para criar os diferentes coletivos de animais sobre os planos de fundo.

No mesmo ano, a Dark Horse Entertainment e a New Line Cinema apresentam o filme “*The Mask*”, que transforma um ator numa personagem animada.

Em 1995, Walt Disney exhibe mais um filme produzido pela Pixar, “*Toy Story*”, um filme de animação digital em três dimensões. Muitos outros filmes e séries foram lançados durante a mesma década, nomeadamente, “*The Little Mermaid*”, “*Rescuers Down Under*”, “*Aladdin*”, “*Pocahontas*”, “*Hunchback of Notre Dame*”, “*Hercules*” e “*Mulan*”.

Com o passar do tempo, as animações e a forma como são produzidas foram evoluindo de acordo com as necessidades e exigências dos espectadores. Atualmente existem três grandes tipos de animação: tradicional, *stop motion* e digital e inúmeras técnicas de produção. Ao longo desta dissertação iremos estudar esses grandes tipos, mais em particular a animação digital, bem como algumas das mais variadas técnicas de produção da mesma, como por exemplo: *motion capture* e modelação digital. Como os filmes mudos foram ultrapassados pretende também explorar-se as técnicas de sonorização de um filme. No final pretende-se aplicar toda essa aprendizagem e técnicas para a produção de uma curta-metragem sonorizada de animação 3D com recurso a *motion capture*.

## Tipos e Técnicas de Animação

As técnicas de animação usadas pelos animadores têm vindo a melhorar e a aumentar ao longo da história. Algumas técnicas que estão disponíveis atualmente, graças ao avanço tecnológico, não eram possíveis durante a primeira *Golden Age*.

Apesar do grande número de técnicas é possível dividi-las em três tipos de animação: tradicional, *stop motion* e digital. (Okun & Zwerman, 2010)



## Animação Tradicional

Animação tradicional é o processo mais conhecido e usado até hoje. Cada animação é desenhada *frame a frame*, criando a ilusão de movimento quando são visualizados em sequência, à semelhança do que acontece com um flip book. Dentro deste tipo de animação inserem-se as categorias de desenho à mão, rotoscopia e *Live-action Animation*.

## Animação Stop Motion

Animação *Stop Motion* é uma técnica em que o objeto animado é manipulado e fotografado sequencialmente. Ao reproduzir essas fotografias conseguimos obter a desejada ilusão de movimento. Estes objetos animados podem ser feitos de barro, plasticina ou mesmo marionetas. Por vezes as técnicas de *Stop Motion* vão ao encontro da animação tradicional, juntando a arte do desenho à mão com a fotografia sequencial. Uma outra técnica muito praticada de *Stop Motion* é a técnica de animação de recorte. Esta técnica consiste em animar todos os componentes através do uso de papel, por vezes roupa, recortado e colado, criando a animação desejada.

## Animação Digital

Ao contrário das restantes técnicas aqui apresentadas, a animação digital só foi possível com o avanço tecnológico e com a exploração das tecnologias para fins de animação. Esta técnica pode dividir-se em duas subcategorias: animação digital 2D, que consiste na criação e manipulação digital de imagens, e animação digital 3D, que explora o mundo tridimensional que necessita de uma prévia modelação dos componentes e depois a animação deles. As técnicas digitais exploram muitas características dos dois tipos de animação anteriormente mencionados.

## Doze Princípios da Animação

No início da primeira *Golden Age*, a equipa de Walt Disney reparou que algumas das animações criadas na altura eram pouco realistas e faziam pouca referência à natureza. Para colmatar estes pormenores, Walt Disney iniciou um processo de investigação, no qual participavam os animadores Frank Thomas e Ollie Johnston, que tinham como objetivo a criação de técnicas para melhorar as animações. Mais tarde foram atribuídos nomes às técnicas sendo hoje conhecidas como os Doze Princípios da Animação (Lasseter, 1987; Williams, 2002). Estes princípios são: comprimir e esticar (*squash & stretch*), antecipação (*anticipation*), encenação (*staging*), animação direta e posição-chave (*straight ahead & pose to pose*), continuidade e sobreposição da ação (*follow through & overlapping*), aceleração e desaceleração (*slow in & slow out*), movimento em arco (*arcs*), ação secundária (*secondary actions*), temporização (*timing*),

exagero (*exageration*), desenho volumétrico (*solid drawing*) e apelo (*appeal*). Thomas e Johnston lançaram o livro “*The Illusion of Life: Disney Animation*” em 1981, onde explicam e retratam os princípios em ação com a ajuda de muitos desenhos e exemplos.

Williams, 2002 “A nossa animação é diferente das outras porque é credível. As coisas têm peso e as personagens têm músculos, estamos a criar uma ilusão da realidade”

### 1. Comprimir e Esticar

Esta ação dá a ilusão de peso e volume enquanto a personagem se move. Esta técnica é também usada para animar expressões e diálogos, estabelecendo personalidades diferentes para as personagens. Apesar destas deformações de comprimir e esticar é importante ter atenção para não alterar o volume do objeto ou personagem.

### 2. Antecipação

Na vida real quase todos os movimentos implicam uma pequena ação prévia. Por exemplo, antes de lançar uma bola a pessoa tem de balançar o braço para trás; a este movimento dá-se o nome de antecipação. O mesmo acontece na animação: antes de dar qualquer movimento à personagem tem de se criar uma antecipação. Esta antecipação serve também para preparar o público para a ação que vai acontecer. Geralmente, para criar uma animação compreensível, o espectador tem de ter uma noção do que vai acontecer através do uso deste princípio.

### 3. Encenação

Durante uma animação é importante que a audiência perceba o que está a acontecer. A encenação consiste em apresentar uma ação, personagem ou objeto de maneira perceptível, fácil e rápida de perceber. Em geral, é importante que sejam apresentadas poucas ações de cada vez porque se muita coisa estiver a acontecer ao mesmo tempo, a audiência irá perder-se na história, sem saber para onde olhar, perdendo assim o ritmo da história e das personagens. No caso de haver várias ações ao mesmo tempo, é importante que o animador saiba para onde a audiência está a olhar. Assim, ao manter as ações/personagens secundárias vivas não rouba a atenção do espectador da ação principal.

### 4. Animação Direta e Posição-Chave

Existem dois métodos de criar a animação. A animação direta consiste em criar sequencialmente uma *frame* de cada vez ou seja, o animador desenha a primeira *frame*, de seguida a segunda e assim sucessivamente até ter a sequência completa.

Outro método de criação da animação é o Posição-chave. Como o nome indica, este método consiste em criar posições chave ao longo da animação e depois desenhar as animações no intervalo das posições, muito à semelhança do uso de *keyframes* na animação digital. Posição-chave é um método que permite pensar e planejar muito bem a animação, criando um movimento mais fluido e próximo do real.

### 5. Continuidade e Sobreposição da Ação

A continuidade da ação segue o mesmo princípio da Antecipação só que acontece depois da ação. Qualquer ação tem uma consequência, um resultado. Explorando o mesmo exemplo de atirar a bola, como explicado anteriormente, a antecipação é quando a pessoa balança o braço para trás, a ação é quando atira a bola e a continuidade da ação é quando o braço ultrapassa o ponto de lançamento e começa a voltar atrás à posição normal do braço.

### 6. Aceleração e Desaceleração

Quando uma ação começa, desenham-se mais *frames* perto da posição inicial e da posição final e menos no meio da ação. Quanto mais *frames* uma mesma ação ocupa no filme, mais demorada será essa ação. Usando esta técnica consegue-se suavizar a ação, por exemplo o arranque e fim de uma corrida, tornando-a mais fluída e realista.

### 7. Arcos

Todas as ações no mundo real, salvo raras exceções, seguem uma trajetória em arco. Por exemplo, quando uma pessoa dá um salto executa uma trajetória em arco e não linear. O mesmo princípio aplica-se à animação. Os arcos proporcionam um movimento mais natural e fluido a qualquer ação da animação.

### 8. Ação Secundária

A ação secundária é uma ação que adiciona e enriquece a ação principal. Por exemplo, se pensarmos no andar de uma personagem como ação principal, os movimentos dos braços e da cabeça são consideradas ações secundárias.

### 9. Temporização (Timing)

Refere-se ao número de desenhos dados para cada ação, que determinam o tempo e a velocidade da ação. Seguindo o conceito de aceleração e desaceleração, quanto mais *frames* tivermos mais lenta é a ação. Ao conseguirmos um *timing* certo damos a sensação de que o objeto ou personagem sobre a qual a ação está a acontecer está a obedecer às leis da física.

### 10. Exagero

Se mantivermos uma cópia exata da realidade, a animação pode parecer um pouco rígida. Podemos entender o exagero como uma breve caricatura sobre a ação.

### 11. Desenho Volumétrico

Ao tirar proveito do espaço tridimensional, conseguimos desenhar um objeto ou personagem com volume e peso. Através deste princípio damos um toque de realidade à animação.

### 12. Apelo

Num filme, numa peça de teatro, num musical e em todo tipo de espetáculos, o ator tem de ter carisma. O mesmo acontece numa personagem animada. É importante conseguir tornar a personagem interessante, seja ela um herói, vilão ou até um monstro. Este encanto cria também uma rápida e clara leitura sobre a personagem.

## Computer-generated Imagery (CGI)

*Computer-generated imagery*, CGI, ou imagens geradas por computador, é um dos vários resultados da computação gráfica. A Computação Gráfica refere-se a tudo que é possível trabalhar graficamente num computador, disponibilizando uma série de ferramentas que permitem criar e manipular imagens. Focando-nos nos resultados de CGI, a computação gráfica possibilita-nos criar imagens através de um computador mesmo que sejam impraticáveis, muito dispendiosas ou que ponham em perigo algum indivíduo. Quando se pensa sobre CGI associa-se logo a animações 3D e aos efeitos visuais usados em filmes. No entanto, as imagens geradas por computador podem ter outras finalidades, como por exemplo serem usadas para fins medicinais, como modelos anatômicos, fins de arquitetura, como visualizações de edifícios e divisões que ainda não foram construídas, e também para simulações ou interações de um mundo virtual. Atualmente, o uso de CGI está a ser muito utilizado para fins comerciais, como prototipagens de produtos e respetivas embalagens, gráficos conceptuais e em publicidades dinâmicas e estáticas.

Dentro do CGI, esta dissertação tem como objetivo explorar e estudar as áreas de efeitos visuais, modelação digital e *motion capture*. (Okun & Zwerman, 2010)

## Efeitos Visuais

Cada vez é mais comum sair de uma sala de cinema e ter ficado deslumbrado com os efeitos visuais do filme. Mas para que servem os efeitos visuais?

Os efeitos visuais são técnicas e processos que ajudam aos criadores de todo tipo de media a contar as suas histórias, sejam elas de ficção, de fantasia ou simplesmente irreais. Se estes efeitos forem bem-feitos, eles não são óbvios, a audiência não percebe as diferenças entre o mundo real e virtual. Apesar de sabermos que certos acontecimentos, cenários ou personagens não podem existir na realidade, acabamos por acreditar neles com a ajuda destes efeitos.

Existe a tendência de chamar a este trabalho efeitos especiais, no entanto estes dois tipos de efeitos são diferentes. Para podermos prosseguir com a análise sobre animação 3D proposta nesta dissertação é essencial percebermos as diferenças entre efeitos especiais e efeitos visuais. (Okun & Zwerman, 2010)

Efeitos especiais são efeitos que podem ser realizados durante as filmagens. Normalmente são produzidos com recurso a adereços mecânicos, animatrónicos e pirotecnia. Alguns dos efeitos especiais mais conhecidos do mundo do cinema são: chuva, neve, explosões, fogo, plataformas que voam ou tremem, criando dinamismo nos cenários.

Efeitos visuais são imagens criadas, alteradas ou apropriadas digitalmente de um filme ou outro tipo de media dinâmico, e que não conseguem ser obtidas durante as filmagens. Estes efeitos ocorrem durante a pós-produção, o que significa que no caso de um filme que faça uso de imagens reais, os efeitos visuais são introduzidos após a captura de todas as imagens. Com o avanço dos computadores e das suas capacidades, já é possível criar cenários, objetos, adereços, personagens e composições completamente digitais.

Para melhor compreender os efeitos visuais é preciso perceber as três razões principais pelas quais recorremos a eles.

A primeira é quando não existe nenhuma maneira prática de filmar as cenas descritas no guião ou exigidas pelo diretor, por exemplo, efeitos de transformação da personagem *Mystique* em *Logan* no “*X-Men*” (2000) ou os *Mountain Banshee*, animais voadores do planeta Pandora de “*Avatar*” (2009).

A segunda razão surge quando a vida de alguém é posta em perigo. Seria muito perigoso colocar o ator de “*Spider-Man*” (2002) a saltar entre prédios, ou metade da cara de *Harvey Dent* em “*The Dark Knight*” (2008) ser gravemente queimada dando origem à personagem *Two-Face*.

A terceira razão para se recorrer aos efeitos visuais acontece quando é mais prático ou menos dispendioso criar digitalmente do que filmar a cena. Um bom exemplo surge na trilogia “*The Lord of The Rings*” (2001-2003) quando aparecem multidões de Orcs. Neste caso seria muito dispendioso contratar inúmeras pessoas e maquilhar cada uma delas. No filme “*Gravity*” (2013) também seria impossível enviar um astronauta e explodir uma estação espacial com o propósito de produzir o filme.

Antigamente os efeitos visuais eram muito limitados devido à falta de tecnologia e equipamentos, pois existia um número limitado de efeitos e uma única maneira de os fazer, por mais dolorosa ou dispendiosa que fosse. Atualmente, o panorama é outro, as possibilidades e técnicas de efeitos visuais são extremamente amplas.

Fig.7 (esquerda) Dois Mountain Banshees em *Avatar*(2009)



Fig.8 (direita) Two-Faces, Harvey Dent, em *The Dark Knight* (2008)



## Modelação Digital

A modelação digital é um recurso onde se consegue estabelecer uma ligação entre a forma estética e a tecnologia. Sendo um dos processos mais importantes na produção, é preciso que o modelo seja muito bem-criado. Se o modelo digital avançar na produção com alguns defeitos irá trazer graves consequências para a finalização do projeto.

Quando um modelador tem de criar um modelo digital deve primeiramente optar por um dos três tipos de geometria digital: polígonos, NURBS e superfícies de subdivisão. Os polígonos são um tipo de geometria simples que é constituída por três ou mais vértices, cuja ligação é designada por aresta. A ligação completa dos vértices forma uma face dando origem ao polígono. Um modelo digital é formado por vários polígonos, sendo o modelo mais detalhado e suave quanto maior for o número de faces. Este tipo de geometria é simples e rápido, em termos de computação e cálculos, sendo por estas razões muito usados para jogos de computadores onde é preciso um rápido processamento dos modelos digitais. Este tipo de geometria é muito leve e otimizado em termos de processamento, no entanto, quando se pretende fazer um modelo digital mais orgânico com arestas redondas e suaves, os polígonos não são a melhor opção. Para esse objetivo recorreremos aos NURBS, um acrónimo de *Non-Uniform Rational B-Splines*, que, como o nome indica, necessita de várias *B-Splines* para formar um conjunto de superfícies designadas por *Spans*. As *B-Splines* e a geometria dos NURBS são baseadas nas curvas de Bézier. Em suma, as curvas de Bézier são curvas formadas pela interpolação linear de alguns pontos de controlo, designados por vértices de controlo (*Control Vertices*, CV). As curvas criadas por estes CVs são designadas de *Isoparms*. Como anteriormente referido, o conjunto de *Isoparms* definem a *Spans*, superfície de NURBS. Este tipo de geometria requer muito cálculo matemático, causando assim um enorme processamento durante a criação e renderização do modelo digital. Em consequência desta necessidade de processamento, os NURBS só são usados em projetos de animação ou quando se necessita de modelos mais orgânicos. Por fim, existem as superfícies de subdivisão (*Subdivision Surfaces*), que combinam o melhor dos outros dois tipos, conjugando a modelação e rapidez dos polígonos com a suavidade dos NURBS. As superfícies de subdivisão são baseadas nos polígonos, sendo a base inicial formada por eles. Como esta modelação não consegue criar modelos suaves e orgânicos sem necessitar de um elevado número de polígonos, recorre-se aos NURBS para fazer a subdivisão e interpolação dos vértices dos polígonos e dar origem a um modelo mais suave. É possível guardar os níveis de subdivisões tendo a vantagem de poder voltar e alterar a geometria inicial de baixa qualidade criada por polígonos sem perder a qualidade final desejada.

Dentro deste processo digital podemos dividir a modelação em quatro tipos: personagens, acessórios, mecânica (*hard surface*) e ambiental.

#### Modelação de personagens:

A modelação de personagens permite criar modelos que terão de se movimentar de alguma maneira através da técnica de *Rigging*, podendo ser considerados como atores. Este tipo de modelação é extremamente complexo, sendo necessário que o artista tenha alguns conhecimentos de escultura. Atualmente existem *softwares* que procuram esta ligação da modelação com a escultura, nomeadamente o ZBrush, Freeform 3D, 3D-Coat e o MudBox.



Fig.9 Exemplo de personagens 3D.

Tartarugas Ninjas em

“Teenage Mutant Ninja Turtles” (2004)

#### Modelação de Acessórios:

Dentro deste tipo de modelação são criados modelos que não conseguem movimentar por si só, sendo assim necessária a interação por parte de uma ou várias personagens. Apesar de serem apenas acessórios, estes modelos representam um papel muito importante nos media, uma vez que ao terem semelhanças com objetos do mundo real conseguem criar uma ligação entre o real e o irreal.

#### Modelação Mecânica (Hard Surface)

A modelação mecânica tem a sua forma distinta de criar objetos digitais. Necessita de uma maquete mais técnica antes de avançar para a modelação. Por vezes podem ser criados modelos que se inserem nos outros tipos de modelação. Alguns destes modelos mais comuns são carros, motas, helicópteros e robôs.



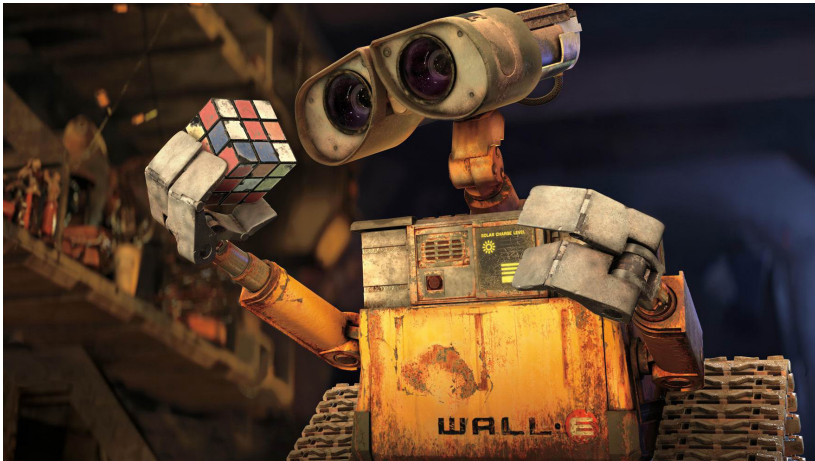


Fig.10 Exemplo de modelação mecânica em que se insere também na modelação de personagem. Robô Wall-E em “WALL-E”(2008)

### Modelação Ambiental:

Como o nome indica, este tipo de modelação foca-se na criação do ambiente e dos cenários do media, onde as personagens podem interagir e movimentar-se dentro deles. Por vezes os modelos de acessórios ou mecânicos são inseridos na modelação ambiental, ou seja, há certos modelos que podem fazer parte de dois tipos de modelação., Por exemplo, um comboio é um modelo mecânico, mas dado que as personagens podem interagir e movimentar-se dentro dele é considerado também um modelo ambiental.



Fig.11 Exemplo de cenário 3D. Quarto de Andy em “Toy Story” (1995)

### Rigging

De acordo com o “*The VES Handbook of Visual Effects*” de Okun e Zwerman, *rigging* pode ser considerado como um processo que permite animar modelos digitais estáticos. Essencialmente serve para criar uma espécie de esqueleto virtual, recorrendo ao uso de *Joints* e *Bones* (articulações e ossos), mas atualmente serve também para aplicar *deformers* e expressões (técnicas e acessórios que permitem aplicar deformações) sobre um modelo digital 3D. Estas técnicas necessitam de um bom conhecimento informático. Por vezes, para aplicar um *rig* personalizado ou que crie deformações realistas é necessário ter bases de programação em Python, Perl, C++ e MEL, dependendo do *software* a utilizar.

Existem dois tipos distintos de *rigging*: Animação e Deformação, cada um dos quais se subdivide em várias categorias como, por exemplo, *rigging* corporal, facial ou não humano.

### Rigging de Animação (Animation Rigging)

Este tipo de *rigging* é criado tendo como objetivo a animação em si e não o resultado final. Não se preocupa com as deformações do modelo digital mas sim com os movimentos dele. Este tipo é muito personalizado, variando de animador para animador, ou seja, o mesmo modelo digital poderá ter vários estilos de *rigging*. No entanto, o tempo de resposta e a velocidade são cruciais. É muito importante que o animador e o diretor criativo consigam ver em tempo real as animações, pois só assim poderão rever e alterar, caso seja necessário, antes de avançar para o *Rigging* de Deformação.

Dentro do *Rigging* de Animação existem dois tipos de controle das articulações e ossos, *Inverse Kinematic* (IK) e *Forward Kinematic* (FK), sendo importante que o animador, durante a produção, consiga a alternância entre os dois tipos. Para percebermos as diferenças entre IK e FK é preciso saber que o *rigging* é feito, e funciona, de forma hierárquica, por exemplo, primeiro vem o ombro, depois o cotovelo e por fim a mão.

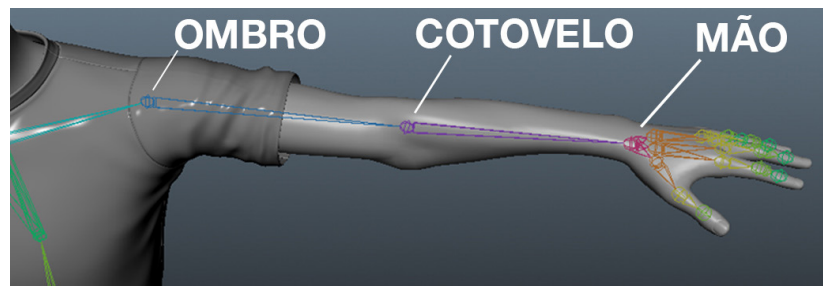


Fig.12 Rigging do braço esquerdo da personagem desta dissertação

*Inverse Kinematic* permite animar com o último filho da hierarquia o resto dos membros. Usando o mesmo exemplo, apenas é necessário animar a mão, colocando-a na posição desejada, para que os outros membros da hierarquia se movimentem, com uma interpolação de dados, até conseguir a posição correta.

*Forward Kinematics* é justamente o contrário, ou seja através do pai conseguimos animar o resto da hierarquia. Usando um exemplo diferente, imaginemos um *rigging* em relação a uma perna, onde existe a hierarquia de joelho (pai), tornozelo e pé (ultimo filho), ao movimentarmos o joelho iremos alterar também a posição do tornozelo e do pé.

### Rigging de Deformação (Deformation Rigging)

O *Rigging* de Deformação é dos mais complexos e demorados sistemas, dentro do campo da animação digital. Preocupa-se com o aspeto final da animação, oferecendo resultados tão reais como os que observamos no cinema. Neste *rigging* são estudados vários tipos de deformações, como por exemplo as que ocorrem a nível da pele e dos músculos de uma personagem. Como anteriormente referido, o *Rigging* de Deformação recebe o *Rigging* de Animação como base sendo posteriormente trabalhado sem perder a animação principal.

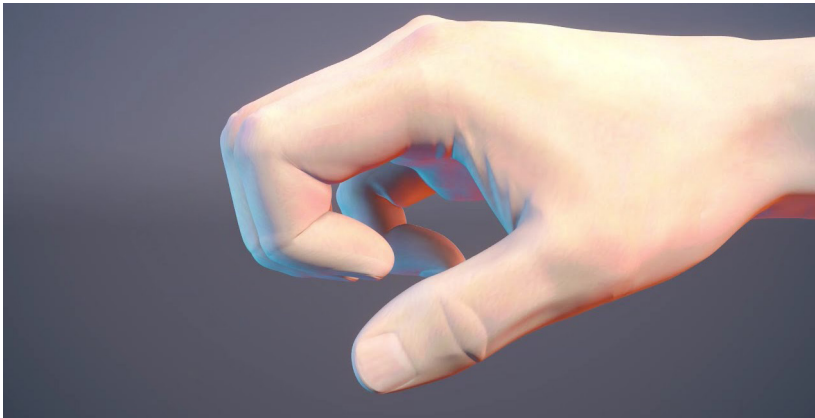


Fig.13 Deformação a nível da pele.  
 “SIGGRAPH 2013 - *Implicit Skinning: Real-Time Skin Deformation with Contact Modeling*”

### Motion Capture

*Motion capture* é um método que captura movimentos de objetos ou pessoas e os transforma em dados computacionais de três dimensões. Esses dados, em ficheiros *MoCap*, são usados para animar modelos digitais. Quando se pretende recorrer ao uso do Motion Capture, os animadores adaptam o seu *Rigging* de Animação para receber estes ficheiros que vêm com uma configuração de *Forward Kinematics*. Estes ficheiros contêm informações de cada *Joint* em todos os frames sendo muito difícil alterar uma animação proveniente de *motion capture*.

Esta técnica começou a ser muito popular na produção de filmes e em jogos digitais devido à sua rapidez de produção e ao realismo das animações. Existem atualmente muitas técnicas diferentes para a captura de movimentos. Para o estudo desta dissertação vamos investigar apenas as técnicas mais usadas no mundo do cinema e videojogos. Estas técnicas dividem-se em dois grandes grupos: captura baseada em marcadores e captura sem marcadores. Ambos os grupos necessitam de um estúdio especialmente preparado para as várias características de cada técnica.

#### Captura Baseada em Marcadores

As técnicas deste conjunto requerem o uso de marcadores ativos ou passivos. Com esses marcadores conseguimos obter informação sobre o posicionamento tridimensional de cada um tendo assim a

posição digital do objeto, ou ator, no conjunto. A posição de cada marcador é estudada dependendo do ator, mas em geral são colocados em volta das articulações do corpo humano.

Existem muitos tipos de técnicas que recorrem aos marcadores, desde técnicas mecânicas que usam marcadores com sensores de movimentos; técnicas acústicas, em que os marcadores emitem e recebem som; ou as técnicas óticas que recorrem ao uso de fatos especiais e marcadores passivos ou ativos.

As técnicas óticas são as mais exploradas e usadas devido ao facto de não limitarem ou dificultarem os movimentos do ator e de se conseguirem dados mais fidedignos. Algumas das técnicas óticas recorrem a fatos justos ao corpo, normalmente de velcro, para colar mais facilmente os marcadores. Os marcadores podem ser ativos, por exemplo marcadores que emitem raios infravermelhos ou luzes, ou podem ser passivos, marcadores brancos ou coloridos conseguindo distingui-los facilmente da restante área de filmagem. Para obter melhores resultados, os estúdios posicionam meticulosamente uma série de câmaras em redor para obter filmagens de vários ângulos da mesma cena. Essas filmagens são montadas digitalmente, possibilitando a transformação da posição dos marcadores num mundo de três dimensões.

#### Captura Sem Marcadores:

As técnicas que não recorrem ao uso de marcadores começaram a surgir com o desenvolvimento da visão computacional e com a possibilidade de não ter de equipar os atores com fatos especiais. Uma boa razão para recorrer a estas técnicas surge quando se pretendem capturar movimentos de animais. Em relação às pessoas é fácil explicar o que se pretende, vestir-lhe um fato e colocar os marcadores. Com um animal isto não é possível pois seria muito difícil vestir-lhe um fato especial, ou colocar marcadores, sem ele se sentir incomodado ou sem destruir o material.

Nestas técnicas, os movimentos são capturados por câmaras de grande resolução ou com alguma característica especial. A transformação de dados ocorre através de imagens de vídeo, graças a *software* especializado e desenvolvido no âmbito da visão computacional.

As capturas de movimentos sem marcadores começaram a ser muito exploradas em vídeos amadores porque não são técnicas dispendiosas, o que permite um fácil acesso e criação de ficheiros *MoCap*. No entanto, por serem técnicas ainda muito recentes e em desenvolvimento, estas capturas contêm uma elevada taxa de erros, o que leva grandes estúdios de cinema a optarem pelas técnicas óticas baseadas em marcadores.

Para conseguirmos uma captura de movimentos dentro destas técnicas podemos recorrer ao uso de uma câmara de vídeo, mas muitas das técnicas recorrem ao uso da *Microsoft Kinect*.

A *Kinect* foi desenvolvida pela Microsoft e foi das primeiras câmaras de baixo custo que introduziram a capacidade de detetar movimentos em qualquer pessoa graças à sua câmara de infravermelhos. Um outro equipamento também em exploração para produzir *motion capture* é o *Leap Motion*, que permite capturar os movimentos detalhados da mão.



Fig.14 Exemplo de *motion capture* com marcadores para a produção do “FIFA16”



Fig.15 Gravação de Ellen Page com fato de marcadores para o jogo “Beyond: Two Souls”



Fig.16 Estúdio produzido pela OrganicMotion para a gravação de *motion capture* sem marcadores

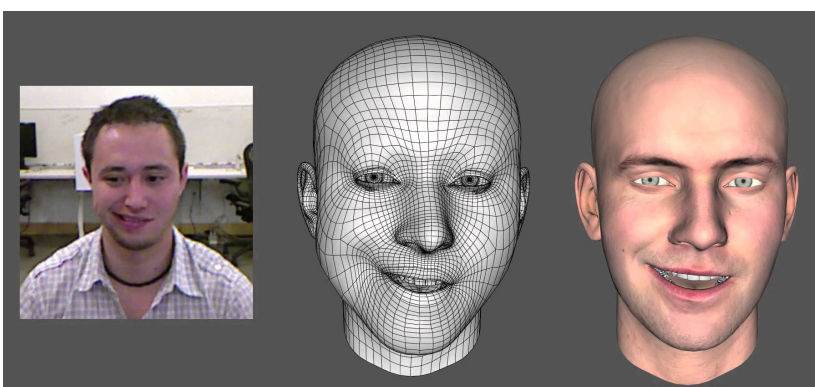


Fig.17 FaceShift: programa para gravação de expressões faciais sem marcadores

## Sonorização

O som é um dos aspetos mais importantes no mundo do cinema. No passado era muito difícil conseguir som sincronizado com as imagens. Até ao aparecimento do *Phonofilm*, película de filme com faixa sonora gravada na banda lateral, o som era tratado separadamente do filme, ou seja, era através de outros meios que se reproduzia o som razão pela qual era quase impossível conseguir uma sincronização total entre som e imagem.

Com o avanço da tecnologia começou a ser possível gravar conjuntamente filmes e faixas sonoras tendo essa evolução chegado até à tecnologia de hoje, em que é possível editar digitalmente faixas sonoras em tempo real através de *software* próprio.

A estrutura sonora de um filme é uma composição muito complexa. Esta estrutura pode ser dividida em várias camadas sonoras, *sound layers*: diálogo, música, *hard SFX*, *foley* e ambiente. (Peck, n.d.; “SoundInGames.com - Sound Design in Games,” n.d.)

O diálogo é a principal camada. Se este não for claro e evidente, destacando-se de todos os outros sons, a história pode perder-se. A música prepara o ambiente emocional para a cena, podendo funcionar como a preparação da audiência para o que vai suceder. A música acaba por preparar a cena. *Hard SFX* podem ser considerados como sons isolados. Esta camada sonora pode incluir sons de portas a fechar, de um cão a ladrar, ou qualquer outro tipo de som que se destaque no ambiente. *Foley* é o som produzido pela personagem que acaba por dar um certo realismo à história. No caso de uma personagem humana podem ser sons de passos, roupa ou de adereços quando ela os manipula. Esta camada acaba por ter um grande destaque na estrutura porque, na ausência de diálogos, são estes sons que posicionam a personagem na cena e que criam uma ligação com os espectadores. Por último temos a camada de ambiente que permite identificar a cena foneticamente. Por exemplo, no caso de uma floresta podemos ouvir o som de vento, das folhas das árvores e até animais como pássaros a cantar; no caso de uma praia é possível ouvir o som do mar. Diferente da camada de música, que prepara as emoções, o ambiente consegue dar vida ao local.

## Projetos de referência

Nos projetos de referência pretende estudar-se a diversidade de técnicas de produção e como estas tiveram impacto no produto final. Nesta dissertação pretendem comparar-se as técnicas e recursos entre grandes e pequenos estúdios. Por essas razões escolheram-se dois projetos, de estudantes, de baixo orçamento, nomeadamente “*Caldera*” e “*Broken: Rock, Paper, Scissors*”, e dois projetos de alto orçamento, “*Gollum*” da Weta Digital e “*Avatar*” de James Cameron. Cada um destes projetos tem aspetos comuns a esta dissertação. No caso de “*Caldera*”, os diferentes ambientes e emoções, no caso de “*Broken: Rock, Paper, Scissors*”, as diferentes emoções, humanização das personagens, destaque das expressões faciais e faixa sonora muito bem composta. Relativamente aos projetos de grandes estúdios, em ambos os casos se analisa o *motion capture*, recorrendo a marcadores. Com esta análise percebeu-se que era necessário separar o *motion capture* corporal do facial e trabalhá-los individualmente.

## Caldera



Fig.18 Imagem da animação “Caldera”

“*Caldera*”, produzida por Evan Viera (Diretor/Compositor/Co-autor) e Chris Bishop (Co-autor/ Supervisor de Animação / Story Artist), é uma animação onde se explora o poder da mente e as várias visões que ela nos pode trazer, sendo inspirada na doença mental, esquizofrenia, do pai de Viera.

Viera, 2012 “CALDERA aims to not only venerate my father, but all brilliant minds forged in the haunted depths of psychosis.”<sup>1</sup>

“*Caldera*”, produzida em 2012, ganhou vários prémios entre os quais: Prix Ars Electronica Award of Distinction, Best Animated Film - Rockport Film Festival, Best Short - View Social Awards, Maverick Movie Awards - Nominated for “Best Picture”, Maverick Movie Awards - Nominated for “Best Diretor”, Award of Innovation - Seattle International Film Festival e Best Animated Film - Rome Independent Film Festival.

Em termos técnicos, “*Caldera*” despertou interesse devido à sua composição visual. Explora ao máximo a ligação e a mistura entre 2D e 3D, não chegando por vezes a ser perceptível se certo plano de fundo é desenhado e pintado em 2D. Essa ilusão de 3D é muito bem explorada pelos planos de câmara. Outro aspeto relevante é o contraste entre a escuridão e a luminosidade de certos ambientes e partículas.

Pode afirmar-se que esta animação, nomeadamente o aspeto gráfico e a história, foi uma das grandes inspirações para a criação desta dissertação.

---

1. (Tradução) CALDERA visa não só venerar o meu pai, mas todas as mentes brilhantes forjadas nas profundezas assombradas da psicose.



## Broken: Rock, Paper, Scissors



Fig.19 Imagem retirada de  
“Broken: Rock, Paper, Scissors”

“*Broken: Rock, Paper, Scissors*” é uma curta-metragem de animação criada por estudantes de Ringling College of Art & Design. É uma interpretação visual do popular jogo “pedra, papel e tesoura”. A história envolve a personagem *Rock* (pedra), feita de pedras, que se apaixona pela *Paper* (papel), uma fada de papel com forte ligação à natureza. Existe uma terceira personagem, *Scissors* (tesoura) que ameaça destruir a natureza à sua volta e principalmente a fada *Paper*. Com esta ameaça, *Rock* tenta proteger a sua apaixonada a todo custo, sacrificando-se para a salvar.

A animação possui um enredo muito bem formalizado, com uma introdução, desenvolvimento e fim em que leva o espectador a sentir diferentes emoções durante todo o enredo. Um aspeto fundamental desta animação é a humanização das personagens. Apesar de não haver diálogo consegue perceber-se o que vai na mente das personagens através dos seus movimentos e principalmente através das suas expressões faciais. Outro aspeto importante é a composição musical que enfatiza vários momentos da animação. As camadas sonoras têm um grande impacto na preparação das emoções dos espectadores.

## Gollum



Fig.20 Camada de músculo na personagem “Gollum” criada pelo sistema *Tissue System*

“Gollum” é uma personagem fictícia da obra “*Hobbit*” (1937) e da trilogia “*Senhor dos Anéis*” (1954-1955) do escritor J. R. R. Tolkien. Com a adaptação dos livros para cinema, por Peter Jackson, “Gollum”, originalmente chamado de “*Sméagol*”, tornou-se uma das personagens de CGI mais famosas de sempre. Criada pela Weta Digital, a sua primeira aparição nas salas de cinema foi no “*The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring*” (2001).

“Gollum” foi animada através de motion capture. Esta personagem foi meticulosamente trabalhada ao ponto de se parecer tão real como os atores do filme. Este grande desempenho deve-se também à representação por parte do ator Andy Serkis, que permitiu a captura de movimentos e expressões faciais de “Gollum”.

Passados dez anos, Peter Jackson reúne a equipa de Weta Digital para a adaptação de “*The Hobbit: An Unexpected Journey*” (2012). Com o avanço da tecnologia e dos conhecimentos da equipa conseguiu aperfeiçoar-se a captura de movimentos do ator Andy Serkis e principalmente o aspeto digital e representação da personagem “Gollum”.

A Weta Digital desenvolveu uma *framework* conhecida como *Tissue System*, sistema de tecidos, que lida com a complexidade anatómica de uma personagem, desde ossos, músculos, gordura e pele. Este sistema permite criar movimentos, comportamentos e expressões mais realistas.

Graças ao desenvolvimento deste sistema e à sua adaptação para a personagem “Gollum” de “*The Hobbit: An Unexpected Journey*” (2012), a Weta Digital foi reconhecida com um Oscar Técnico por conferir um aspeto realístico à personagem. (“CGI VFX - Making of - Gollum - The Hobbit An Unexpected Journey by Weta Digital,” n.d.; Falconer, 2013)

## Avatar



Fig.21 Uso do “head rig” para a captura das expressões faciais da atriz Zoe Saldana em “Avatar”

Seria impossível estudar as técnicas de *motion capture* sem referir o filme “Avatar” de James Cameron produzido em 2009. Segundo o diretor, o enredo do filme foi escrito em 1994 e seria produzido em 1999, no entanto as técnicas existentes na altura não eram suficientes para alcançar o resultado desejado. Por essas razões, James Cameron decidiu esperar dez anos até que as técnicas de *motion capture* tivessem sido desenvolvidas ao nível desejado. Em “Avatar” observamos um mundo totalmente digital e as personagens da tribo *Na’vi* são também elas criadas digitalmente. No entanto, devido ao *motion capture*, conseguimos assemelhar as personagens aos atores. As personagens de animação deixaram de ser totalmente animadas por animadores e sim por atores profissionais, dando desta forma um ar mais realístico nunca antes atingido no mundo da animação. *motion capture* transformou a animação em atuação.

Para finalizar, segundo os filmes *behind the scenes* de “Avatar” conseguimos observar que as técnicas usadas foram óticas e baseadas em marcadores. Os atores vestiram fatos próprios onde tinham marcadores, especialmente posicionados, e eram filmados num estúdio previamente preparado com centenas de câmaras especiais. Durante a produção deste filme surgiu a ideia de criar o chamado “head rig” que consiste num capacete com uma pequena câmara para filmar somente a cara do ator. Este capacete especial foi utilizado em todos os filmes que o sucederam e que recorreram ao *motion capture*.



## OBJETIVOS E METODOLOGIAS

### Objetivos

Com esta dissertação pretendem explorar-se as técnicas mais acessíveis para a produção de uma curta-metragem de animação 3D com recurso a *motion capture*. Durante o processo focam-se essencialmente as técnicas que facultam a diminuição da carga de trabalho e de baixo orçamento.

Como os métodos e técnicas são o foco desta dissertação constitui também um objetivo produzir um documento que explique os detalhes da produção da curta-metragem.

### Metodologias

Antes de avançar para a componente prática deste projeto foi essencial fazer uma extensa pesquisa e estudar as técnicas possíveis, e ao alcance do autor, para chegar ao produto final.

Inicialmente investigou-se sobre técnicas, práticas e *software* no âmbito da modelação 3D e *motion capture*. De seguida foi feita uma seleção de *software* e hardware e avaliaram-se as limitações para a execução do projeto. Depois da pesquisa realizaram-se alguns testes práticos, principalmente na área de *motion capture*.

Em seguida desenvolveu-se a história, as personagens e os cenários. A história foi criada com o objetivo de explorar diferentes resultados do *motion capture*, tendo em mente as limitações definidas antecipadamente. Nesta fase produziu-se o *storyboard* e arte conceptual das personagens e cenários.

Com a personagem e os cenários bem estipulados avançou-se para a modelação 3D. De seguida efetuaram-se todas as gravações de *motion capture*, corporal e facial, e a edição das mesmas.

Numa última fase da produção da curta-metragem juntou-se a personagem, já animada aos cenários. Depois de exportar toda a animação 3D fez-se a pós-produção.

Por último, todo o processo e dificuldades sentidas durante a produção foram documentadas.

### Abordagem

No começo será efetuada uma extensa pesquisa tanto a nível literário como a nível informático. A componente informática será importante nesta fase, permitindo a realização de testes em simultâneo com a pesquisa. Como anteriormente foi referido, depois de fazer os devidos testes e definição das limitações das diversas técnicas, formula-se o conceito da história, personagens e cenários. Para esta etapa iremos recorrer a *software* de desenho como o Adobe Photoshop.

Em seguida prossegue-se para a etapa de modelação 3D. Nesta etapa divide-se o trabalho em duas categorias: personagem e cenários. Para a modelação de personagem recorre-se ao *software*: Adobe Photoshop, Zbrush, Daz Studio, Autodesk Maya. Nesta etapa será feito o *rigging* da personagem. Na modelação dos cenários recorre-se ao *software*: Adobe Photoshop, Vue xStream, Autodesk 3DS Max, Cinema4D.

Segue-se depois a gravação dos movimentos da personagem com motion capture. Ambas as técnicas, corporal e facial, recorrem a um hardware específico, a câmara Kinect da Microsoft. Para esta etapa utiliza-se o *software*: Autodesk Maya, Autodesk MotionBuilder, Brekel Kinect Pro Body e FaceShift. Tratando-se de técnicas de *motion capture* sem marcadores, possuem uma elevada taxa de erros, razão qual será efetuado um extenso trabalho na área de edição. Como se pretende explorar o máximo de técnicas, e não tendo possibilidade de recorrer a técnicas óticas baseadas em marcadores, utilizam as gravações *open source* da base de dados de *motion capture* da Carnegie Mellon University. Com isto poderemos comparar as técnicas baseadas em marcadores com as que não os utilizam.

De seguida procede-se à junção da personagem, já animada, com os cenários, através do Autodesk Maya e a exportação da mesma.

Por último, na etapa da pós-produção recorre-se ao *software* de edição de vídeo e som: Adobe After Effects e Adobe Premiere Pro.

## Software Utilizado

### Autodesk Maya e Autodesk 3DS Max

No início deste projeto colocámos a questão sobre que *software* seria mais indicado para produzir a animação 3D. Maya e 3DS Max, ambas da Autodesk, são aplicações de modelação, animação, *rendering* digital e efeitos visuais. Apesar das semelhanças entre *software* existem algumas razões para a preferência de um ou de outro. (Masters, 2014). Para escolher qual o *software* a utilizar tivemos de analisar quatro componentes importantes: *rendering*, modelação, animação, *rigging*. Em relação ao *rendering*, ambos têm a capacidade de usar o motor de render MentalRay (necessário para o projeto) e por isso conseguimos o mesmo resultado independentemente do programa. Na área da modelação, o 3DS Max ganha vantagem em relação ao Maya devido à sua extensa biblioteca de ferramentas e capacidade de criar objetos complexos. Quanto à animação e *rigging*, o Maya é melhor porque disponibiliza mais ferramentas e possui uma linguagem de programação mais acessível.

Em suma, o 3DS Max é mais indicado para projetos de modelação enquanto o Maya é utilizado preferencialmente para projetos de animação. Como o nosso projeto visa explorar a animação de personagens 3D, o *software* Maya é o que mais se adequa para usar como base de todo processo.

### Autodesk MotionBuilder

MotionBuilder da Autodesk é um *software* de animação 3D de personagens. Este programa está preparado para criar animações de raiz ou receber ficheiros de *motion capture* (*MoCap*). Com o seu sistema é possível editar qualquer tipo de animação através de *layers*, o que é uma mais-valia quando se trabalha com *MoCap*. MotionBuilder ainda possui um sistema de história que permite juntar ou fundir animações, nomeadamente juntar o *take* da personagem a correr com o *take* de saltar e assim obter uma só animação completa da personagem, a correr e a dar um salto.

### ZBrush

ZBrush é um *software* de modelação tridimensional, criado pela Pixologic. Este programa é conhecido pela sua simplicidade e por se assemelhar à escultura. A sua grande vantagem é a possibilidade de esculpir digitalmente detalhes muito pormenorizados no modelo 3D, o que antes só era possível utilizando mapas de relevo, bump maps. (Okun & Zwerman, 2010)

### MakeHuman

MakeHuman é uma aplicação que serve como base para a modelação digital de um ser humano. A interface possui uma série de opções que permitem ao utilizador alterar a fisionomia da pessoa digital.

### Mixamo, AutoRigger

Mixamo é um serviço online onde podemos encontrar uma extensa variedade de animações pré-feitas. Este serviço possui uma ferramenta, AutoRigger, que permite criar um *rig* num modelo digital humano através de curtos passos intuitivos.

### Daz Studio

Daz Studio é um *software* que permite criar modelos digitais através de uma extensa biblioteca de produtos, que em conjunto formam uma personagem detalhada (olhos, dentes, dedos, unhas, etc.) com texturas pormenorizadas para cada membro, com roupa e cabelo e ainda com um *rig* devidamente criado.

### Vue XStream

O *software* Vue XStream permite criar paisagens naturais, altamente realistas, através da sua simples e intuitiva interface. Vue tem a característica de ser compatível com vários tipos de *software* 3D, incluindo Maya, permitindo uma rápida comunicação entre projetos.

### Brekel Pro Body

Brekel Kinect Pro Body é uma aplicação de *motion capture* que não recorre a marcadores e utiliza a câmara Kinect da Microsoft. Permite gravar o esqueleto e os seus movimentos e posteriormente exportá-los para um ficheiro *fbx*. Este *software* tem a vantagem de permitir visualizar diretamente, *live stream*, a captura de movimento no *software* de animação MotionBuilder.

Esta aplicação apresenta uma interface de fácil aprendizagem, pois permite calibrar a posição da câmara, escolher o tipo de captura (corpo inteiro ou só parte superior), exportar a animação em diferentes tipos de ficheiros, fazer *live stream* para o MotionBuilder e visualizar a captura de movimento em dois tipos de visualização (visão RGB da câmara e plano tridimensional com o esqueleto detetado).

### FaceShift Studio

FaceShift Studio é um *software* de *motion capture* facial que não recorre a marcadores. Utilizando duas câmaras à escolha, Kinect ou PrimeSense (dispositivo idêntico à Kinect), este programa analisa os movimentos faciais de um ator e descreve-os como uma mistura de expressões faciais básicas. Através do FaceShift conseguem gravar-se não só as expressões faciais mas também a orientação da cabeça e a direção do olhar. Esta captura de mistura de expressões faciais pode ser exportada como ficheiro MoCap para ser aplicada posteriormente num modelo digital preparado. À semelhança do Brekel Kinect, o FaceShift permite uma visualização da animação em tempo real, *live stream*, do modelo no MotionBuilder.

### Adobe Photoshop

Adobe Photoshop é um programa que permite criar e editar imagens digitais, disponibilizando uma extensa lista de ferramentas, filtros e efeitos para obter os mais diversos resultados.

### Adobe After Effects

After Effects é uma aplicação destinada à criação de efeitos visuais, *motion graphics* e composições digitais, sendo muito utilizada no processo de pós-produção de um filme.

### Adobe Premiere Pro

À semelhança de After Effects, Adobe Premiere Pro é um *software* de edição de vídeo. Esta aplicação tem a particularidade de fazer *preview* do som em tempo real, permitindo uma fácil sincronização com a imagem.



## PLANO DE TRABALHO

Meta 1 Pesquisa (setembro-outubro):

Nesta fase pretende-se fazer uma pesquisa de referências bibliográficas e de projetos semelhantes, que recorreram a modelação digital ou *motion capture* para perceber as possibilidades deste projeto.

- Pesquisa bibliográfica
- Pesquisa de projetos semelhantes
- Investigação de técnicas de *motion capture*
- Investigação de arte conceptual e modelação 3D

Meta 2 Testes Práticos (outubro-janeiro):

Seleção de *software* e limitação de técnicas a usar. Início dos primeiros testes de *motion capture* e modelação

- Seleção de *software* e hardware
- Testes *motion capture*
- Testes modelação personagem
- Testes cenários

Meta 3 Definição do Projeto (dezembro-fevereiro):

Definição da história e arte conceptual para a curta-metragem.

Esta etapa é a mais crucial porque é a que conduz ao restante trabalho.

- Desenvolvimento da história
- Storyboard
- Arte conceptual

Meta 4 Desenvolvimento Personagem (fevereiro-maio):

Desenvolvimento 3D da personagem e preparação para receber animação. Esta etapa prolongou-se por ser necessário refazer a personagem.

- Modelação 3D personagem
- *Rigging* de animação da personagem
- Modelação 3D da nova personagem (maio)

Meta 5 Motion Capture Corporal (maio):

Gravação das animações corporais através de *motion capture*. Adição e edição do *motion capture* com a personagem.

- Filmagens *motion capture*
- Ligação da personagem ao modelo digital
- Edição das animações

Meta 6 Desenvolvimento Cenários (junho):

Desenvolvimento dos cenários digitais.

- Modelação 3D dos cenários

Meta 7 Animação (junho):

Junção da personagem animada com os cenários. Primeiros renders de baixa qualidade, para analisar a curta-metragem.

- Junção da personagem com os cenários
- Primeiros Renders Draft

Meta 8 Motion Capture Facial (junho):

Preparação da personagem para receber expressões faciais através de *blendshapes*. Gravação dos movimentos faciais e adição à personagem.

- Edição da personagem: *Blendshapes*
- Filmagens - Gravação ficheiros *MoCAP*
- Ligação da personagem ao modelo digital
- Edição das animações

Meta 9 Animação Final (julho-agosto):

Junção da nova personagem animada aos cenários. Renders finais em alta qualidade.

- Junção da personagem aos cenários
- Renders em alta qualidade

Meta 10 Pós-Produção (agosto):

Durante este processo irá ocorrer a adição e edição de som. No final ir-se-á exportar tudo num único filme, dando origem à curta-metragem final.

- Efeitos Visuais - VFX
- Sonorização
- Render Final

Meta 11 Conclusão (julho-agosto):

Finalização da escrita e paginação da dissertação.

- Registo final e conclusão do projeto
- Paginação e impressão da dissertação

Meta 12 Defesa e Apresentação (agosto-setembro):

Apresentação e divulgação do projeto.

- Divulgação da animação
- Desenvolver apresentação

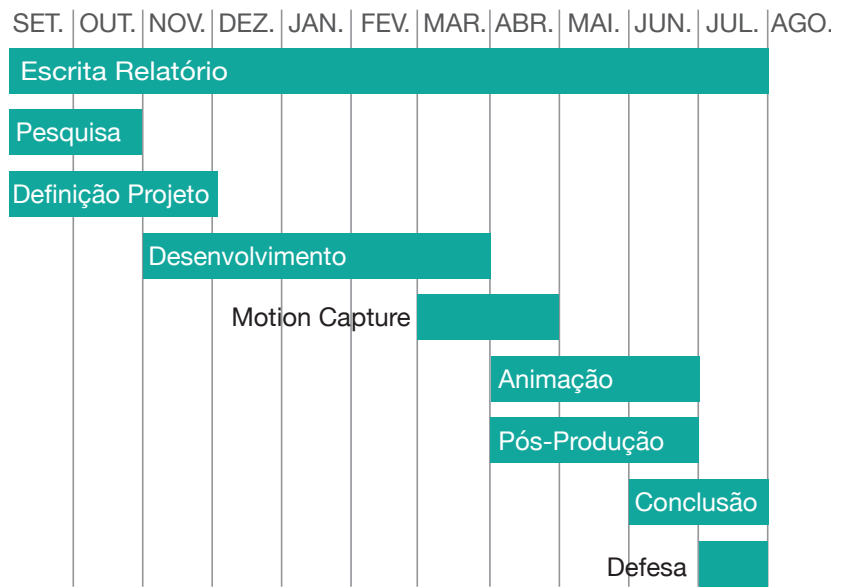


Fig.22 Plano de trabalho previsto

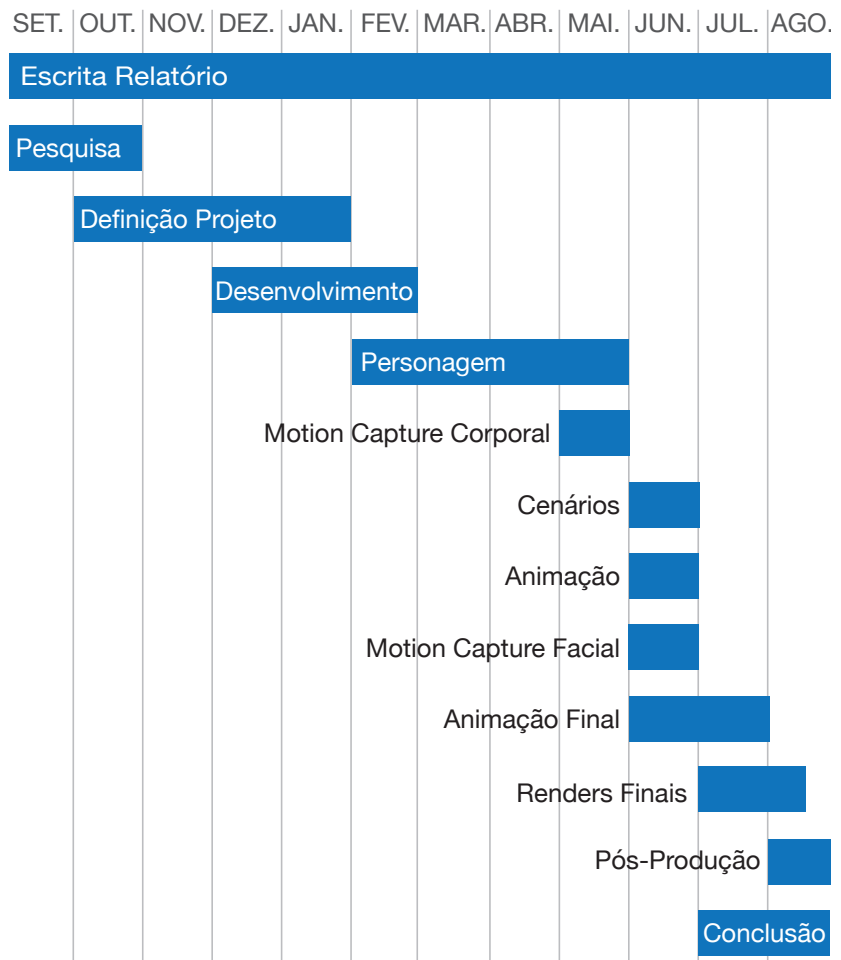


Fig.23 Plano de trabalho realizado

## TRABALHO REALIZADO

### Sinopse Second

Second narra a história de um rapaz, praticante de atletismo, a quem é detetada uma doença que condiciona a mobilidade dos membros inferiores. Sem desistir do que mais gosta, a personagem decide recorrer à fisioterapia para voltar a correr. Durante esta difícil etapa sonha que corre por uma floresta, ultrapassando sombras e obstáculos. Depois do enorme esforço e felicidade, experimentado durante o sonho, a personagem volta à realidade e percebe que se encontra na sala de fisioterapia a realizar um exercício de barras paralelas. Um grande sorriso da personagem transmite a sua enorme força de vontade e a esperança de um dia voltar a correr, participando em provas de atletismo.

Com a história de Second pretendemos transmitir a ideia de uma segunda oportunidade apesar de existirem momentos difíceis, obstáculos ao longo da vida é importante não desistir e arranjar forças para seguir em frente. O título da curta-metragem “*Second*” tem um duplo significado: em inglês *second* significa “segundo” (medida de tempo em atletismo) mas também “segunda” (segunda oportunidade).

### Desenvolvimento

#### Meta 1 Pesquisa

Este projeto iniciou-se com a pesquisa bibliográfica de matéria teórica relativa a animação digital e técnicas de *motion capture*. Efetuada a pesquisa bibliográfica prosseguiu-se para a procura de projetos com objetivos semelhantes à dissertação, tendo-se selecionado quatro. Tal como referido no estado da arte, optou-se também por comparar projetos de baixo orçamento com outros de alto orçamento. Individualmente, os projetos exploravam aspetos e técnicas semelhantes às deste projeto: o jogo de emoções, cenários e personagens; expressões faciais da personagem; e as técnicas de *motion capture* que permitem dar um toque de realismo às personagens.

#### Meta 2 Testes práticos

Concluída a pesquisa necessária para o projeto, avançou-se para a primeira etapa prática. Durante esta fase foram realizados vários testes que exploraram diferentes métodos, técnicas e ferramentas para assim formalizar o processo de trabalho.

Para uma melhor organização iremos dividir esta etapa em: *motion capture*, modelação 3D da personagem, modelação cenários.

Como explicado anteriormente no estado da arte, a técnica de *motion capture* divide-se em dois grandes tipos: captura baseada em marcadores e captura sem marcadores. As técnicas baseadas em marcadores requerem um tipo de material específico e dispendioso, impedindo a utilização das mesmas neste projeto. Por essas razões optou-se por explorar as técnicas sem marcadores. Com o uso da câmara Kinect da Microsoft, Brekel Kinect Pro Body é o *software* que melhor se adapta ao propósito desta dissertação, com um custo acessível. Com a capacidade de pré-visualizar a captura de movimentos no MotionBuilder através do *live stream* conseguíamos ter uma breve percepção de como a animação iria ficar no final e estudar certos movimentos que teriam de ser evitados. Feita a escolha de *software* para o *motion capture* corporal prosseguiu-se para os primeiros testes práticos. Com a captura de movimentos preparada, avançou-se para a criação da personagem no MotionBuilder. Para estes testes práticos que tinham como objetivo explorar as capacidades do Brekel, utilizou-se uma personagem template do MotionBuilder. Esta personagem humana digital continha já um esqueleto predefinido e caracterizado, pronto a receber qualquer tipo de animação. Na caracterização da personagem, no MotionBuilder podemos escolher que tipo de animação ela vai receber, desde animação de um outro esqueleto inserido no projeto, de um ator (modelo digital preparado para receber dados de *motion capture* ótico) ou de um sistema *Live*. O sistema *Live* permitia receber os dados de movimentos vindo do Brekel. Após conseguir a ligação entre os dois tipos de *software* prosseguiu-se com os testes de movimento sendo possível testar a área de trabalho por parte do ator, ou seja o alcance máximo e mínimo da Kinect, e os possíveis movimentos para a personagem. Durante este processo concluiu-se que os movimentos de grande velocidade ou de grande deslocamento aumentavam a taxa de erro, criando por vezes saltos, *glitches* ou falhas de captura. Tendo em conta estes problemas teriam que se evitar, no futuro, ações como correr sem ser na mesma posição, rotação da personagem, agachamentos e saltos. Como esperado, este tipo de *motion capture* ainda em desenvolvimento, possui uma notável taxa de erro, no entanto, a escolha do programa de animação já foi preparada para resolver esse problema. Através do MotionBuilder conseguimos aplicar filtros sobre os keyframes da captura, conseguindo reduzir significativamente a taxa de erro e evitar saltos e *glitches*.

Em seguida efetuaram-se os testes práticos de captura de movimentos faciais sem marcadores. Para esta função optou-se pelo programa FaceShift. Para conseguir uma animação facial através deste *software* é preciso seguir sequencialmente três etapas: (1) realizar um *scan* das várias expressões faciais básicas, seguindo uma

lista incorporada no programa; (2) capturar os movimentos do ator com *feedback* em tempo real e, opcionalmente, ajustar, melhorar e editar a captura; (3) aplicar a captura ao modelo desejado, etapa em que é possível importar o modelo digital para o FaceShift ou exportar a captura, num ficheiro *MoCap*, para em seguida ser editado e aplicado num outro programa de animação. Depois de efetuar os testes práticos com o FaceShift concluiu-se que este programa permitia uma captura muito eficaz das expressões faciais e seria uma mais-valia para o nosso trabalho.

Finalizadas as experiências práticas com as técnicas de motion capture e a recolha de conclusões avançou-se para a modelação digital.

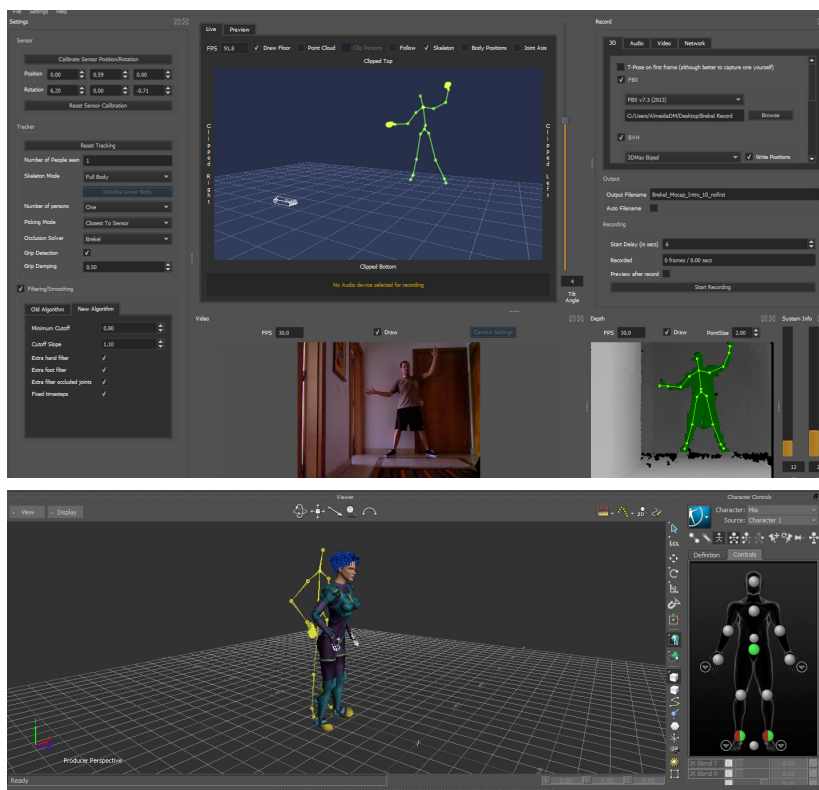


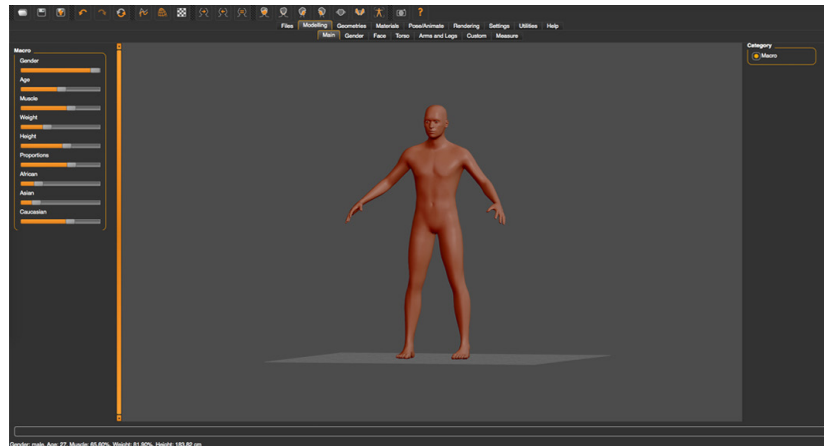
Fig.24 e 25 Experiências com Brekel Kinect Pro Body (cima) e MotionBuilder (baixo)



Fig.26 e 27 Experiências com FaceShift

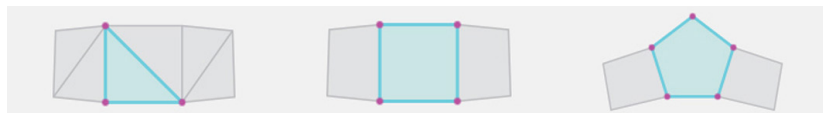
Na modelação 3D da personagem investigou-se como se poderia criar um modelo humano masculino, roupas, adição de esqueleto (*rigging*) e animação. Começou por se criar um modelo base no *software* MakeHuman. Este modelo não tinha grande detalhe, simplesmente serviu para ver as possibilidades de modelação que o programa incluía.

Fig.28 Interface de MakeHuman



Através do MakeHuman conseguiu-se criar uma personagem do sexo masculino com uma fisionomia semelhante a um jovem adulto. Depois do modelo ser criado foi exportado em formato Obj para poder ser editado posteriormente no *software* ZBrush. Dentro do ZBrush, uma questão a ter em conta, enquanto se esculpe digitalmente, é a malha poligonal do objeto. Ao esculpir, por vezes, acabamos por transformar os polígonos em formas inadequadas que criam imperfeições futuras no modelo digital. Austin Mayden (2013), *motion designer* da Digital-Tutors, recomenda modelar com polígonos de quatro lados, existindo algumas vantagens nesta opção. Na modelação existem três tipos de polígonos digitais essenciais: triangular, quadrangular e *n-gon*.

Fig.29 Tipos de polígonos digitais



O triangular é o tipo mais simples sendo constituído por três vértices que se ligam entre eles. Na modelação, os triângulos são evitados porque podem causar problemas quando se subdivide a geometria para aumentar a resolução e durante as deformações causadas numa animação. Os quadrados são polígonos de quatro arestas que são conectadas por quatro vértices. Estes são o tipo de polígono digital que um modelador deve ter como objetivo para a sua malha poligonal. Os quadrados vão assegurar que o modelo possui uma topologia limpa e regular que se deforma adequadamente quando animada. Por último, os *n-gons* são polígonos



com cinco ou mais vértices que se ligam entre si criando cinco ou mais arestas. Este tipo de polígono deve ser evitado. Frequentemente causam problemas durante o processamento do render, quando se aplicam texturas e especialmente quando se deforma o objeto para animação. Apesar do objetivo deste projeto não se focar em criar um modelo 3D detalhado, é importante conseguir uma malha poligonal limpa, através de quadrados, para conseguir deformações corretas na animação. Durante os testes de modelação com Zbrush deparámo-nos com o facto de facilmente transformar polígonos quadrangulares em triângulos e de aumentar excessivamente a resolução do modelo. Para colmatar esta situação, o Zbrush possui uma ferramenta que otimiza a malha geométrica, chamada *ZRemesher*. Através desta ferramenta conseguimos reduzir corretamente a resolução do objeto e otimizar a malha para poder exportar para outros tipos de *software* e prosseguir com a animação.

Depois de compreender as funcionalidades do ZBrush prosseguimos para a edição da personagem criada no MakeHuman. Nesta etapa focámo-nos em experimentar possíveis alterações e deformações sobre a personagem e na criação de vestuário, para o qual era possível selecionar a forma desejada no corpo do modelo e de seguida exportar, criando assim um novo modelo no projeto que posteriormente era deformado, dando origem à peça específica: t-shirt, calças ou sapatilhas. Na exportação dos polígonos para a formação da peça de roupa é importante desseleccionar a opção *Double*. Ao desabilitar esta função evitámos criar uma face traseira (*backface*) para cada polígono, o que no futuro iria causar graves erros de deformação. Após criar a personagem e a sua roupa recorreu-se à ferramenta *ZRemesher* para otimizar o modelo que em seguida foi exportado num ficheiro *Obj*.



Fig.30 Primeiro modelo teste da personagem em ZBrush

Como um dos objetivos desta dissertação era explorar e analisar ferramentas que permitissem reduzir o processo de produção, para a criação do *rigging* da personagem optámos por recorrer às funcionalidades da aplicação *AutoRigger* da Mixamo. Através do *AutoRigger* conseguimos então importar a nossa personagem 3D e criar um *rig* muito facilmente. Após aplicar o *rig* é possível visualizar algumas animações sobre a personagem no sistema da Mixamo. De seguida podemos então fazer o download do novo modelo digital para trabalhar sobre ele.



Fig.31 Personagem com animações do AutoRigger. Vídeo em Anexos no CD

Concluídos os primeiros testes sobre a personagem prosseguiu-se para os cenários. Nesta fase focámo-nos na criação de cenários exteriores de grandes dimensões como jardins, florestas e cidades. Para os cenários mais naturais explorou-se o *plugin Forest Pack* da *iTooSoftware* para o programa de modelação Autodesk 3Ds. Através deste *plugin* conseguimos criar cenários com vários tipos de vegetação, paisagem com relva, arbustos e flores, outra paisagem mais florestal com relva, arbustos e árvores.

Para os cenários urbanos recorremos à ferramenta *Ninja Dojo* desenvolvida por Brian Keffer que permite criar aleatoriamente cidades com diversos tipos de edifícios e editá-los individualmente.



Fig.32 Imagem produzida com Forest Pack em 3DS Max



Fig.33 Imagem produzida com Ninja Dojo em Maya

### Meta 3 Definição do Projeto

Em suma, com os testes práticos conseguiram recolher-se informações relevantes para a animação como limitações de movimentos da personagem, aspeto da mesma e tipos de cenários possíveis. Com estes aspetos técnicos em conta desenvolveu-se a história da animação e o seu *storyboard*. Um pouco mais tarde a história e storyboard foram novamente analisados e modificados até chegar à versão final *Second*. Para uma mais fácil compreensão do método de trabalho iremos dar o nome de *John* à personagem.

Após a criação do *storyboard* desenvolveu-se a arte conceptual do projeto. Estudaram-se várias possibilidades da fisionomia da personagem, escolhendo-se no final um visual mais comum e vulgar. Quanto aos cenários exploraram-se os tipos de ambientes e a paleta de cores para conseguir relação com as emoções de cada cena.

(Storyboard e estudos de arte conceptual em Anexos)

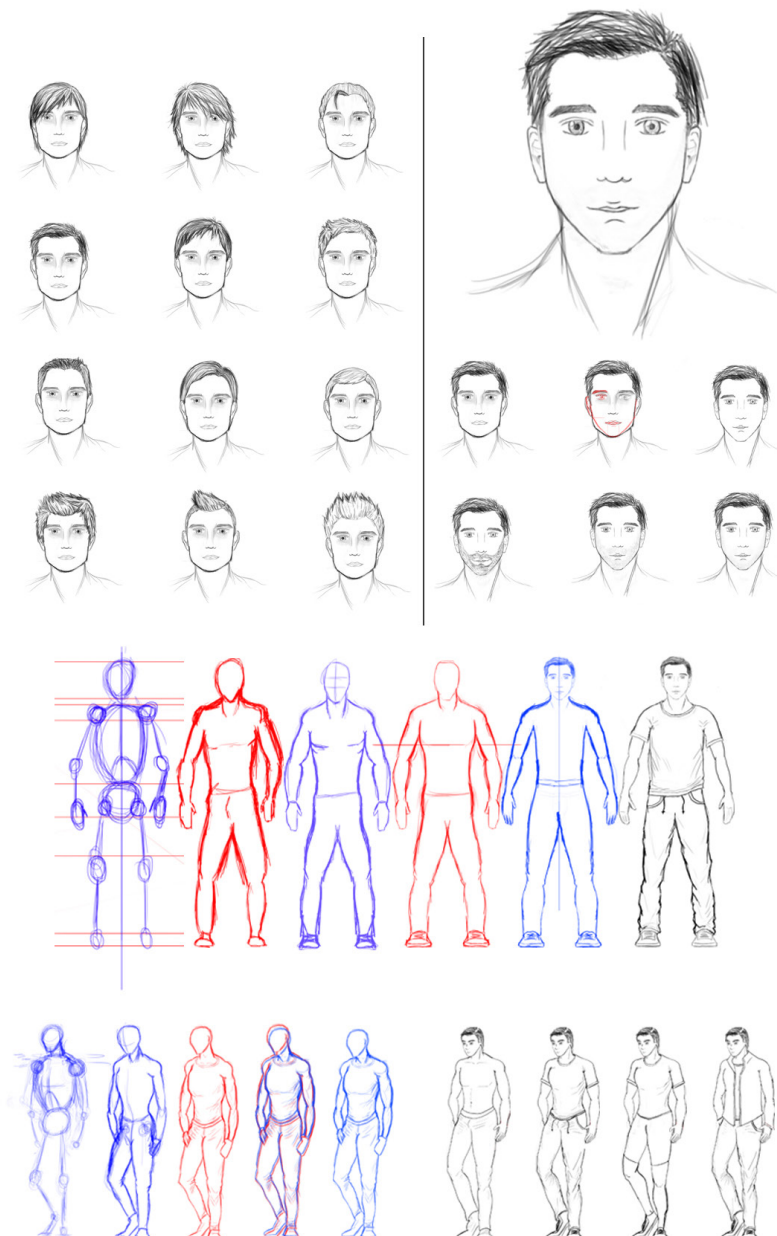


Fig.34 Arte conceptual da personagem



Fig.35 Arte conceptual da primeira cena

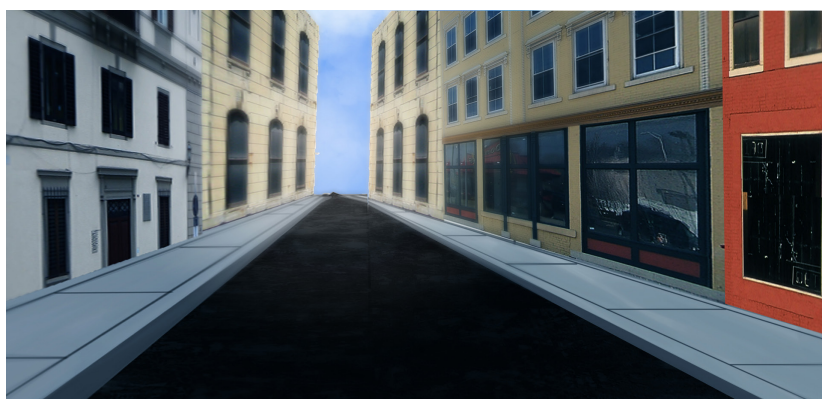


Fig.36 Arte conceptual da segunda cena



Fig.37 Estudos para o aspeto gráfico da paisagem de sonho



Fig.38 Estudos para o aspeto gráfico da paisagem de sonho



Fig.39 Estudos para o aspecto gráfico da paisagem final



Fig.40 Estudos para o aspecto gráfico da paisagem final

#### Meta 4 Desenvolvimento Personagem

Com a arte conceptual de *John* bem definida prosseguiu-se para o desenvolvimento da mesma através do MakeHuman e ZBrush. Seguindo os mesmos passos já explorados na etapa de testes, conseguiu criar-se a personagem com o visual pretendido e respetivas roupas mas ainda sem texturas. Concluída a modelação adicionou-se o *rig*, através do *AutoRigger* da Mixamo, e avançou-se para a edição no Maya. Tendo o *rig* sido criado automaticamente, esperava-se que fosse preciso efetuar algumas correções quanto ao *skinning*. *Skinning* é a ligação entre cada *joint* com um grupo definido de polígonos, funcionando à semelhança de pele de cada articulação. No caso de *John* detetaram-se graves problemas na deformação dos polígonos na zona da pélvis e nos braços. Essas deformações aconteciam quando a movimentação (translação ou rotação) de uma articulação afetava alguns polígonos que não devia. Para corrigir esta situação era necessário editar o *skinning* dessas articulações. A ferramenta de correção de *skinning* funciona à semelhança de pintura. Seleciona-se a articulação pretendida sendo possível visualizar através de cores quais são os polígonos que são afetados por ela. Seguidamente o animador pode remover ou adicionar influência aos polígonos, definindo um novo *skinning*.



Fig.41 Primeira personagem 3D

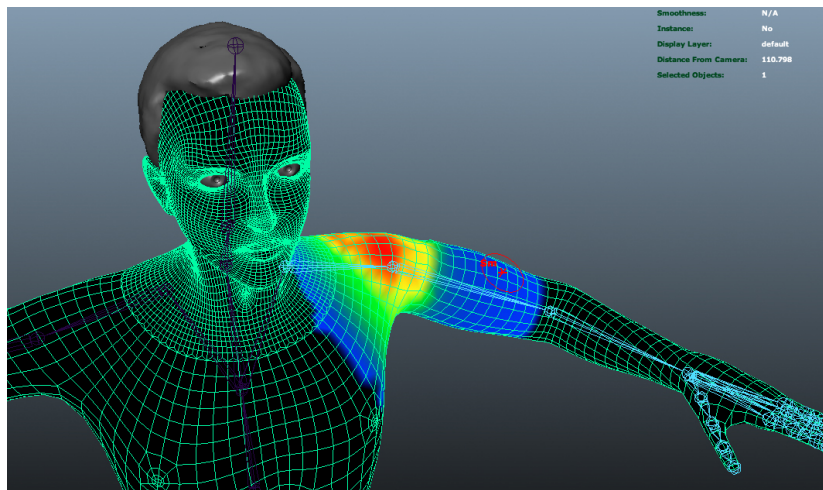


Fig.42 Skinning da articulação do ombro

Na etapa seguinte decidi avaliar-se o uso de roupa dinâmica na personagem. *nDynamics* é uma ferramenta do Maya que permite transformar modelos, *mesh*, em objetos dinâmicos que obedecem às leis da física. Neste caso, transformando os modelos em *nCloth* (subcategoria dos *nDynamics*), estes sofrem uma série de forças físicas que os deformam e criam a animação de roupa. Após a transformação das peças de roupa de *John* em *nCloths*, adicionou-se uma animação de andar, *walk cycle*, para avaliar a nova roupa dinâmica. Esta ferramenta do Maya permite criar vários tipos de roupa, mais concretamente o tipo de tecido. Cada tipo de tecido, seja de algodão, ganga ou pele, irá afetar de forma diferente o modelo digital. Analisado o comportamento da roupa acabou por se descartar esta capacidade pois este tipo de cálculos, para criar as deformações reais, limita o trabalho e requer um enorme processamento que iria atrasar, de modo significativo, o processo de trabalho e animação. No entanto, as capacidades desta ferramenta são muito satisfatórias e possivelmente serão um pormenor a ter em conta no futuro.

(Estudos de roupa dinâmica na pasta Anexos no CD)

Voltando ao modelo original, com as roupas como objetos fixos animados pelo *rig*, prosseguiu-se para a animação. Antes de avançar para a animação em si, era necessário preparar o *rig* de *John* para a ferramenta *HumanIK*. Esta ferramenta da Autodesk serve como um *plugin* que adapta o esqueleto e permite criar um novo *rig*, chamado de *Control Rig*, com funções FK provenientes do esqueleto base e novas funções de IK. Como anteriormente se explicou é importante o animador poder alterar o seu processo de trabalho entre articulações *Inverse Kinematic* (IK) e *Forward Kinematic* (FK). *HumanIK* permite também um fácil acesso e a criação de animação do modelo, criação de efeitos auxiliares, pivôs e *pinning* (efeitos que permitem limitar movimentações de cada articulação). Uma das vantagens desta ferramenta é a compatibilidade com o MotionBuilder. A empresa Autodesk desenvolveu-a para que houvesse comunicação entre programas, facilitando o trabalho aos animadores. Assim, ao adaptar o esqueleto da personagem para *HumanIK* e criar um novo *ControlRig* no Maya, processo, designado como caracterização da personagem, conseguimos abrir sem dificuldades o mesmo modelo no MotionBuilder. Se não fizermos a adaptação diretamente no Maya podemos sempre fazer no MotionBuilder, no entanto, ao fazermos logo de início no Maya podemos testar animações e editar novamente o *skinning*, caso seja necessário, algo que o MotionBuilder não permite.

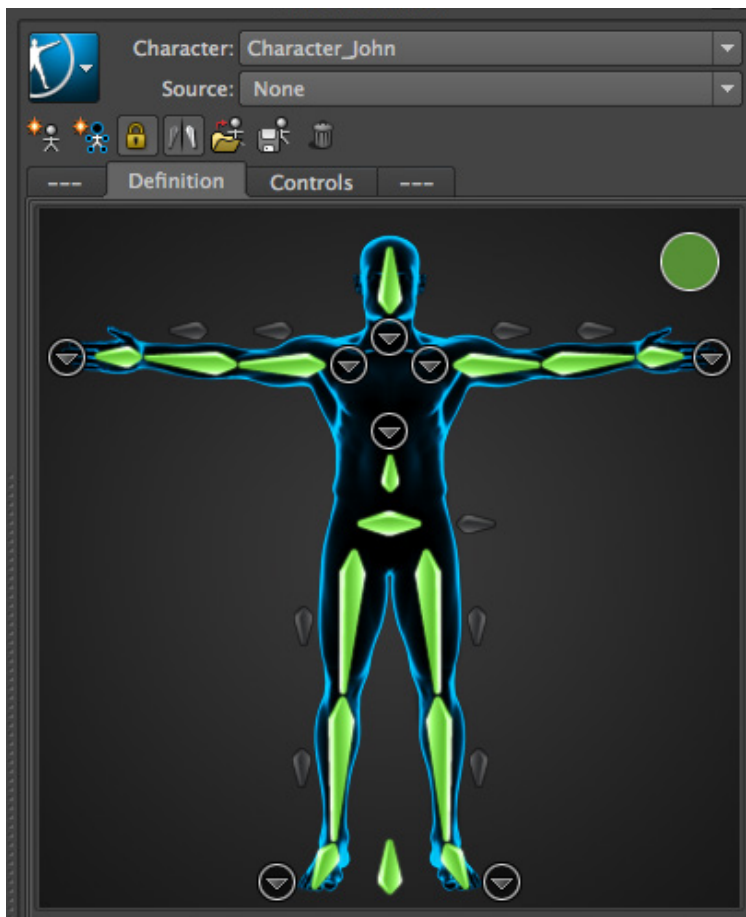


Fig.43 Interface de HumanIK

Após a criação do novo *ControlRig* da personagem avançamos para os testes de animação em MotionBuilder. Conforme já referido, os programas da Autodesk são capazes de comunicar entre si e aceitar projetos provenientes de outro *software*. Com esta capacidade de comunicação conseguimos enviar diretamente o modelo digital em Maya para Motionbuilder sem recorrer a passos desnecessários de exportação e importação. Como a personagem tinha sido caracterizada anteriormente já estava apta para receber animação de *motion capture*, pelo que começaram por se adicionar as animações fornecidas pelo programa. Prosseguiu-se para a adição da animação capturada anteriormente através do Brekel Kinect Pro Body. Para ligar a animação à personagem é necessário caracterizar o esqueleto vindo do Brekel, criando uma nova personagem a que iremos dar o nome de MoCap. Após a caracterização prosseguimos para a ligação das personagens. Através da interface do HumanIK é possível definir que a personagem *John* assumirá os movimentos da nova personagem *MoCap*. Aqui surgiu um problema de animação pois a rotação da anca estava demasiado acentuada, como se pode verificar na imagem em baixo.



Fig.44 Rotação da anca

Este problema acontecia porque a orientação da articulação *Hip* (anca) do esqueleto criado pelo Brekel não era a correta. Quando se ligavam as personagens, a articulação *Hip* de John iria rodar para se assemelhar à mesma articulação da personagem *MoCap*. Para resolver este problema tentaram-se várias hipóteses, nomeadamente editar a orientação da articulação do esqueleto do Brekel, porém isto acabava por quebrar as restantes orientações porque a *Hip* é a articulação pai da hierarquia de *rigging*. De seguida tentou-se o oposto sobre a *Hip* de *John*, mas sem sucesso. Por fim tentaram adaptar-se os parâmetros de personagem no MotionBuilder. Através destes parâmetros podemos definir certos aspetos da personagem, como por exemplo contacto com o chão, espaço entre os pés, limitação de rotação das articulações e especialmente a rotação inicial de algumas articulações principais



como anca e ombros. No nosso caso o problema residia apenas na anca, pelo que através destes parâmetros conseguimos forçar a rotação inicial da anca para contrariar a rotação da animação.

Com a animação em funcionamento detetaram-se mais problemas, desta vez em relação à fisionomia da personagem. Ao movimentar os braços, ocorria uma deformação muito irreal. Estas deformações indesejadas acentuavam-se com as animações, causando um grande desconforto pelo que se decidiu fazer o ponto de situação relativo ao trabalho. Deveríamos continuar e tentar editar a personagem, ou procurar um novo programa que facilitasse a recriação dela? Para poder tomar uma decisão bem estruturada efetuou-se novamente uma pesquisa sobre programas de modelação digital de personagens, tendo-se encontrado o Daz Studio, que facilitava este processo e que era usado especialmente para a criação de personagens de jogos. Graças a este programa conseguimos resolver o problema e economizar várias horas para editar novamente a personagem, editar o *rig* e aplicar texturas. Assim, decidiu-se voltar ao início e criar de raiz uma nova personagem acreditando que iria trazer melhores resultados para a animação.

Antes de começar a desenvolver a nova personagem com o auxílio do programa Daz foi necessário fazer o download de alguns pacotes através da loja online, Daz Store. Após ter selecionado criteriosamente os pacotes necessários procedeu-se à criação e edição da personagem, que embora condicionada pelas possibilidades dos pacotes se procurou que fosse o mais fiel à arte conceptual do projeto. Para a conseguir diferenciar de uma personagem típica do Daz editaram-se as imagens base das texturas para conseguir, por exemplo, vários tipos de t-shirt com cores diferentes, apesar de recorrerem ao mesmo modelo 3D. Encontrado o aspeto final de *John* prosseguimos para a exportação em ficheiro *fbx* (Autodesk, n.d.-a) para de seguida ser trabalho no Maya. Como as personagens do Daz já contêm um *rig* bem definido foi possível saltar a etapa do *AutoRigger*.



Fig.45 e 46 Aspeto final da personagem em Daz Studio



Fig.47 e 48 Testes com poses e roupa na personagem final

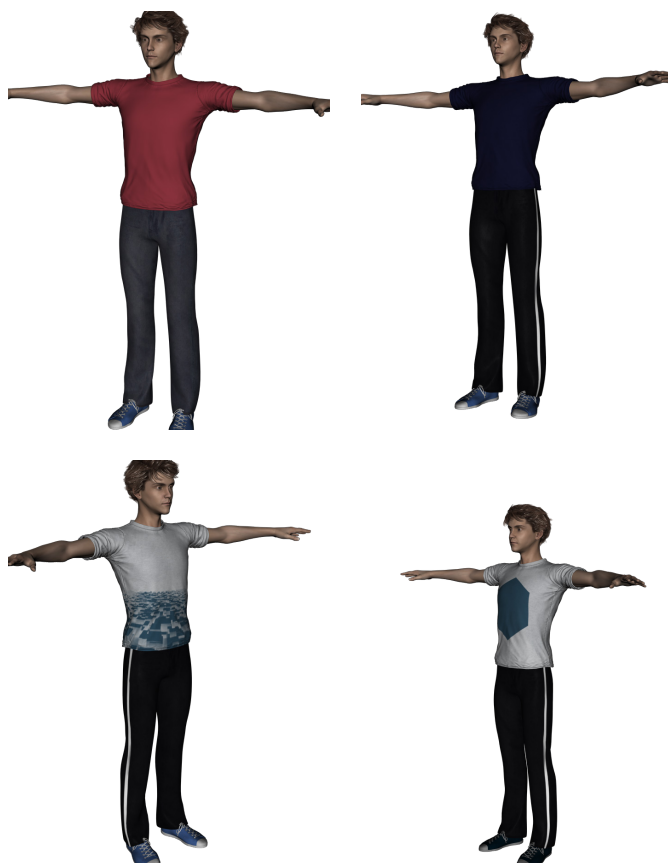


Fig.49-52 Testes de texturas para a roupa final

No Maya efetuaram-se os primeiros *renders* para visualizar o aspeto gráfico da personagem. Apesar de já conter um *rig* base criado pela Daz detetaram-se problemas de deformação na zona da pélvis, tronco e joelhos. Para essa correção foi preciso editar o *skinning*. A título de exemplo refere-se que quando se rodava o braço, certos polígonos da zona lateral do peito também rodavam. No caso da zona dos joelhos havia sobreposição entre modelos, ou seja, quando a perna dobrava a partir de um certo ângulo, os polígonos das calças e da perna entravam em conflito. Isto acontecia não só por problemas de *skinning*, porque a malha poligonal de ambos era diferente, mas também porque o modelo digital das calças continha um número reduzido de polígonos que não possibilitava a dobra (deformação) de maneira correta. Para resolver este problema, sem ter que alterar a malha poligonal do objeto que poderia trazer conflitos de texturas, optou-se por eliminar polígonos das pernas, na zona de conflito, que acabavam por estar ocultos. Esta solução conseguiu otimizar os tempos de *renders*, já que desta forma o motor de *render* não tinha que processar e calcular modelos digitais e texturas que não se iam visualizar. Posteriormente analisou-se melhor o modelo digital da personagem e otimizou-se a malha poligonal, eliminando mais zonas escondidas no tronco e pélvis.

Resolvida a questão de *skinning* e testados alguns movimentos e poses avançou-se para os primeiros *renders*, de modo a analisar ao pormenor o aspeto visual que ela teria. O *software* Maya possui vários tipos de motores de *render* que permitem diferentes tipos de resultados, uns mais realistas do que outros, sendo o nosso objetivo utilizar o motor *Mental Ray* (Autodesk, n.d.-d). Depois de seleccionar o motor pretendido foi necessário editar os materiais dos modelos digitais. Como foram modelos importados de um outro programa, Maya assume os materiais como sendo do tipo *Phong* um tipo de material que representa superfícies de vidro e brilhantes. Depois de analisar os vários tipos de materiais existentes no programa, decidimos optar pelo tipo *Lambert* que representa superfícies mate sem realces especulares (Autodesk, n.d.-b; Okun & Zwerman, 2010). Com o motor de *render Mental Ray* temos acesso a novos tipos de materiais da família *Mental Ray*, capazes de efetuar cálculos de luzes mais pormenorizados e de permitir criar materiais mais complexos como é o caso do “*misss\_skin\_shader*” (Masters, 2014) que permite criar um material muito real para peles. No entanto, quando alteramos os materiais *Phong* da família *Maya Shaders* para a família de *Mental Ray* encontrámos várias dificuldades e conflitos entre texturas, cores e sombras, pelo que voltámos à escolha do tipo *Lambert*. Nesta alteração de tipos de materiais houve necessidade de facilitar o processo de trabalho. A lista de materiais da personagem incluía cerca de vinte materiais e se alterássemos um a um demoraríamos muito tempo até ter a personagem apta para os *renders*. Para diminuir este processo indispensável, desenvolveu-

-se um *script* em linguagem *Mel* para converter todos os materiais selecionados *Phong* para *Lambert*, mantendo todas as propriedades iniciais como texturas, cor, relevo, brilho e transparência.

De seguida avançou-se para a caracterização da personagem através do *HumanIK*. Como anteriormente se referiu, através desta ferramenta adaptamos o esqueleto e criamos um novo *ControlRig* com funções FK e IK. Após a caracterização enviamos a personagem para o MotionBuidler de modo a começar o trabalho de animação.

Fig.53 e 54 Personagem com material Phong (esquerda) e Lambert ( direita)



Fig.55 e 56 Personagem com material miss\_skin\_shader (esquerda) e Lambert ( direita)

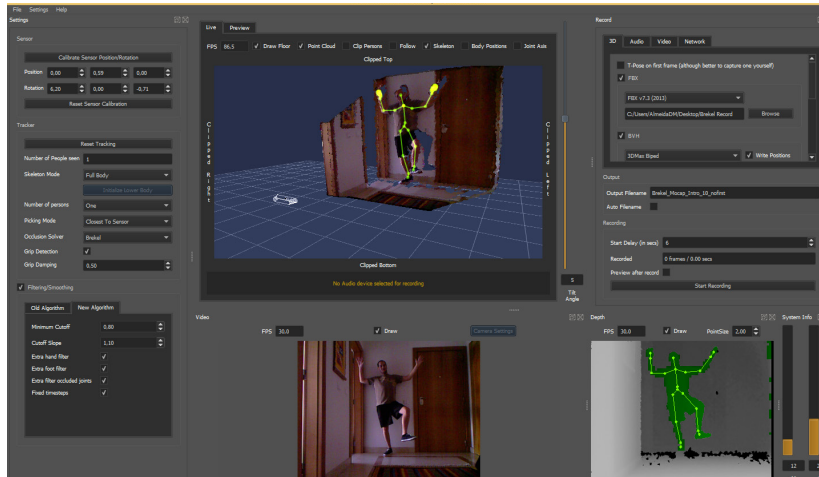


Fig.57 e 58 Personagem completa com material miss\_skin\_shader (esquerda) e Lambert ( direita)



## Meta 5 Motion Capture Corporal

Para uma melhor organização criou-se uma tabela em que a curta-metragem foi dividida em várias cenas e *takes*. Através dela conseguimos definir que movimentos era necessário capturar, através do Brekel Kinect Pro Body e os vários tipos de cenários. Depois das gravações de movimentos e exportação em formato *fbx* prosseguiu-se para a edição de cada animação, através do MotionBuilder.



(Tabela em Anexos)

Fig.59 Interface do Brekel Kinect com vista de RGB e profundidade

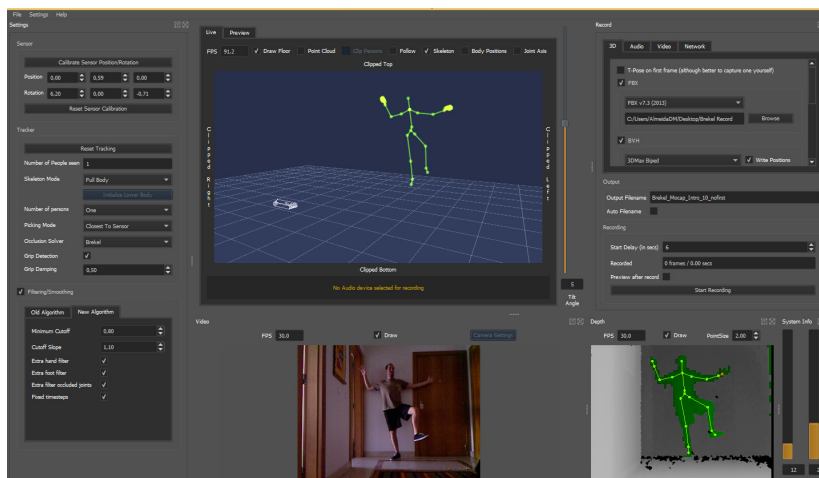


Fig.60 Interface do Brekel Kinect com vista de esqueleto

Dentro do MotionBuilder ligamos as animações de *motion capture* com a personagem e editámo-las. Em algumas, como é o caso da animação de corrida, criou-se um *loop on the spot* que significa que o primeiro *frame* é igual ao último permitindo a sua reprodução vezes sem conta, ocorrendo a animação sempre no mesmo sítio. Esta opção simplificou o trabalho quando se juntou a personagem animada com os cenários. Como a animação ocorria no mesmo espaço, podíamos depois definir a trajetória e a distância pretendida sem ter que alterar a animação principal. O MotionBuilder, permitiu uma significativa redução da taxa de erros do *motion capture*, o que elevou o desempenho das animações de cada cena. Para editarmos uma animação tínhamos de

repetir um processo que iremos explicar recorrendo ao exemplo da cena final em que *John* está na sala de fisioterapia apoiado nas barras laterais. Esta cena parece muito simples contudo um olhar mais atento mostra que este pequeno excerto de animação contém pormenores complexos, como por exemplo o facto do corpo se apoiar sobre a mão que está fixa a um outro objeto digital.

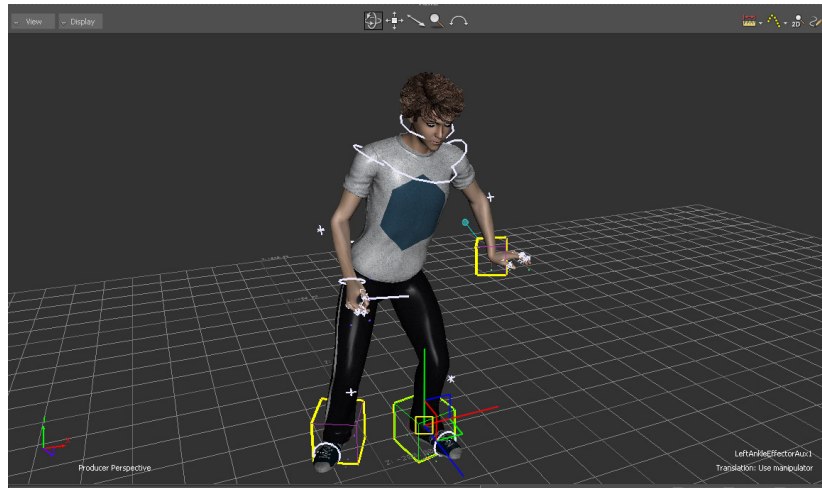


Fig.61 Edição da animação em MotionBuilder

Em primeiro lugar, a personagem *John* tem de ser caracterizada através da ferramenta *HumanIK*, porém este passo já tinha sido criado anteriormente através do Maya. Como na fase de testes tínhamos de ajustar certos parâmetros nas características da personagem, nomeadamente a rotação inicial da anca para evitar o erro vindo do Brekel, e definir se pretendíamos ou não o contacto com o chão. Estes parâmetros podiam variar de animação para animação.

Seguidamente avançou-se para a importação da animação *motion capture*, a que chamaremos *MoCap*. Esta vinha num formato *fbx*, sendo facilmente importada para o projeto. Ao adicionar a *MoCap* podíamos visualizar o esqueleto animado sem nenhum modelo digital associado e prosseguir para a sua caracterização (o mesmo processo que efetuámos para a caracterização de *John*).

Através da interface da *HumanIK* pudemos então definir a fonte de animação que a personagem *John* iria seguir. No nosso caso teríamos de definir a fonte, *source*, sendo a personagem *MoCap*. Depois deste processo podíamos ver pela primeira vez a animação da personagem *John* em bruto. Antes de avançarmos para a correção e edição da animação tínhamos de a exportar/traçar para o *ControlRig* (*plot to ControlRig*) de *John*, o que significa que conseguíamos transportar a animação anteriormente só da *MoCap* para a personagem *John*. A partir desta função poderíamos trabalhar apenas sobre a personagem *John*, deixando a *MoCap* de lado.

Após ter toda a animação na personagem *John* prosseguimos para a sua correção e edição. Através dos filtros de *keyframes* do

MotionBuilder conseguimos reduzir a taxa de erro da animação. Por vezes durante a animação ocorriam translações ou rotações abruptas, que através de filtros como “*Gimbal Killer Filter*” e o “*Unroll Rotations Filter*” conseguíamos eliminar ou reduzir. Um outro filtro importante é o “*Butterworth Filter*”, um filtro passa-baixo, que consegue remover variações e noises na linha de *keyframes*. Como a captura de movimentos era feita através de uma câmara de baixo custo, a *Kinect*, as deteções não eram contínuas, originando pequenas variações de valores durante as gravações. Estas variações de valores notavam-se muito na animação e por isso o filtro “*Butterworth*” revelou-se uma mais-valia para a solução do problema.

Depois de otimizar e corrigir a animação base prosseguiu-se para a adição de pequenos movimentos que a melhoravam. A partir desta etapa, a animação foi trabalhada a partir de *layers*, evitando alterar diretamente a animação base. Através desses *layers* podíamos adicionar movimentos, no entanto os *layers* funcionam como acumulação de animações e não sobreposição delas. Por exemplo, na animação base, o braço dobrava-se e adicionando no *layer* o movimento em que o braço se levantava, as duas animações em conjunto criavam uma só em que o braço se levantava e ao mesmo tempo se dobrava. Com este mecanismo de *layers* conseguimos editar as animações, evitando algumas interseções entre membros da personagem ou, como no caso da corrida, exagerando os movimentos para aumentar a ilusão de movimento. No caso da animação que estamos a analisar, durante esta etapa, conseguimos definir a posição da mão de suporte e bloqueá-la, recorrendo a objetos designados por efeitos auxiliares. Com estes efeitos conseguimos bloquear uma articulação do *ControlRig* numa posição e rotação específica, e forçar o resto do corpo a ser afetado por ela. Por exemplo, ao bloquearmos a mão numa certa posição, o cotovelo não podia rodar mais do que um certo ângulo ou o ombro não se podia afastar mais do que a extensão do braço. Estes efeitos também permitiam bloquear os pés ao chão, evitando o efeito de flutuação. Após concluir toda a edição era necessário voltar a traçar, *plot*, a animação para o *ControlRig*. Ao efetuar esta ação conseguíamos colapsar toda a animação de diferentes *layers* num só e assim enviar a animação para outro *software* sem perder informação de cada *layer*.

Por último, a personagem agora com a animação incorporada é enviada novamente para o Maya. Cada *take* foi gravado em projetos diferentes para posteriormente serem importados nos projetos que contêm os cenários. Após exportar todas as animações para Maya efetuaram-se *renders* de baixa qualidade para analisar pela primeira vez a animação completa. Após uma observação pormenorizada foram feitas algumas correções: a primeira cena da história foi alterada para tentar dar suspense ao acontecimento que anteriormente era de

sonho. Alguns movimentos de animação estavam imperfeitos e por isso necessitaram de correções que foram efetuadas.

Depois disso tentaram adicionar-se à animação movimentos mais variados. Como estava fora do nosso alcance recorrer aos estúdios de gravação de *motion capture* óticos, optou-se por utilizar gravações *open source* da base de dados de *motion capture* da Universidade Carnegie Mellon (“CMU Graphics Lab Motion Capture Database”, n.d.). Apesar da base de dados ser muito extensa usaram-se apenas animações com movimentos que seriam impossíveis gravar com o Brekel, nomeadamente animações de saltar, deslizar e fazer uma curva apertada de noventa graus a correr.

Voltando ao MotionBuilder, a adição deste tipo de animações à personagem requer um processo diferente mas ainda assim semelhante ao anterior. Os ficheiros *MoCap* não trabalham com um esqueleto incorporado mas sim com posições de objetos digitais que correspondem às posições reais dos marcadores existentes nos fatos. Para trabalhar com estes novos dados, em vez de recorrer a uma personagem, utilizamos a ferramenta *Actor* que permite criar uma espécie de um modelo digital humano, composto por submodelos que representam os vários membros do corpo. Inicialmente é preciso colocar cada membro nos respetivos lugares dentro do grupo de marcadores correspondentes. De seguida é preciso caracterizar o *Actor* à semelhança da personagem, correndo a lista predefinida de marcadores, e fazê-los corresponder aos da gravação. Feita a caracterização, o *Actor* ir-se-á mover de acordo com os dados da gravação *MoCap* e assim é possível definir a fonte de animação de *John* como sendo o *Actor*. O resto do processo é igual ao anterior, em que se traça (*plot*) a animação para o *ControlRig* e se edita, caso seja necessário. Com este estudo prático podemos verificar uma enorme diferença de fidelidade de movimentos, sendo desnecessário qualquer correção sobre as animações.

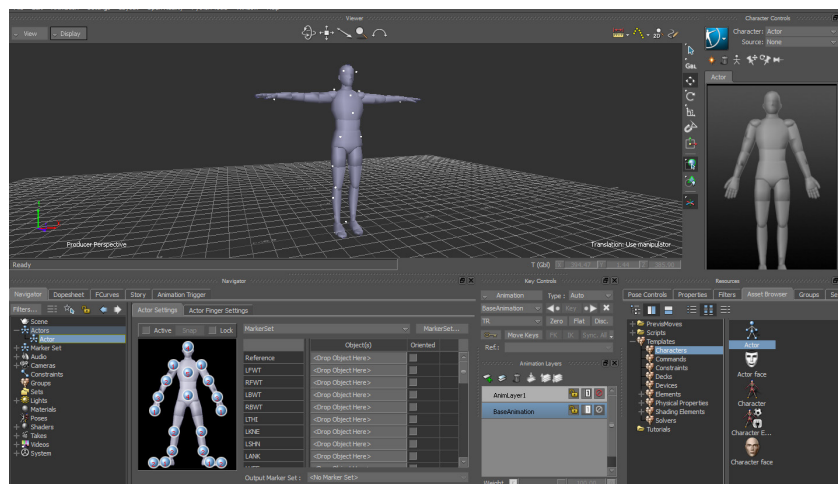


Fig.62 Interface de MotionBuilder com Actor



## Meta 6 Desenvolvimento Cenários

Finalizadas as animações corporais necessárias à personagem prosseguiu-se para a produção dos cenários. As expressões faciais da personagem decidiram fazer-se depois desta etapa porque certos movimentos e olhares ficariam mais corretos e reais tendo uma noção do aspeto visual e principalmente das posições dos diferentes objetos inseridos nos cenários.

Inicialmente previa-se a criação dos cenários florestais através do 3DS Max com o plugin *Forest Pack*. No entanto depois de algumas tentativas não se conseguiu obter o resultado desejado, e os projetos ficavam demasiados pesados, impossibilitando o trabalho com *renders* muito demorados. Sendo o *Forest Pack* um plugin único do 3DS Max não conseguíamos exportar os cenários para Maya. No entanto, a exportação da personagem para 3DS Max era possível, embora essa transição possa custar a perda de dados de animação e de materiais. Ponderando os problemas e as soluções optou-se por desistir este método e criar os cenários diretamente no Maya.

Através das ferramentas *Paint Effects* é possível criar diversos ambientes dinâmicos graças aos *Brushes* (pinceis) predefinidos. Esta ferramenta assemelha-se à pintura, no entanto ao pintar a paisagem estamos a criar objetos tridimensionais. Dentro da mais variada lista de *Brushes* podemos escolher vários tipos de árvores, relvas, flores, pedras e arbustos. Após alguns testes e estudos com e sem personagem sentimos que este tipo de paisagem não se enquadrava com o projeto e tornava-o ainda mais pesado que o método anterior. O aspeto visual era muito artificial e um pouco irreal o que entrava em conflito com a personagem que tinha um visual mais realista.

Com o objetivo de melhorar os cenários naturais efetuou-se novamente uma pesquisa para procurar ferramentas ou *software* que resolvesse o problema e que tivesse compatibilidade com o Maya. O *software* Vue XStream preenche todos os requisitos, permitindo criar paisagens naturais altamente realistas além de ser compatível com outro *software* 3D, incluindo o Maya. Através do Vue podemos criar cenários no próprio programa ou importar e editar o mesmo através do Maya. Esta compatibilidade entre programas traz-nos inúmeras vantagens porque permite editar o cenário diretamente no Maya onde temos também a personagem e assim resolvemos rapidamente alguns problemas que possam acontecer como, por exemplo, interseções entre personagem e árvores.

Como não conhecíamos este *software* começámos por fazer alguns testes para explorar as suas potencialidades. Trata-se de um programa muito intuitivo que permite uma rápida aprendizagem. Para criar o solo da paisagem basta adicionar um terreno e se necessário podemos editá-lo através do editor de objeto. Dentro do Vue

existem dois tipos de terreno: padrão (*standard*) e processual (*procedural*). O terreno padrão mantém a sua malha poligonal independentemente da posição da câmara, enquanto o terreno processual aumenta a sua malha quando a câmara está mais próxima. Como se referiu anteriormente, quanto maior for a malha poligonal maior é o detalhe do objeto. Com esta diferença, os terrenos processuais são mais usados quando se pretende uma imagem perto do solo enquanto o outro tipo é mais destinado para paisagens distantes. Posteriormente apercebemo-nos que os terrenos processuais entram em conflito com o Maya e ao aumentarem a malha poligonal acabam por criar picos que deformam o terreno. Para resolver este problema optou-se por utilizar apenas terrenos padrão. Através do editor de objeto tínhamos a possibilidade de esculpir o terreno adicionando formas, rios ou saliências, muito à semelhança do ZBrush.

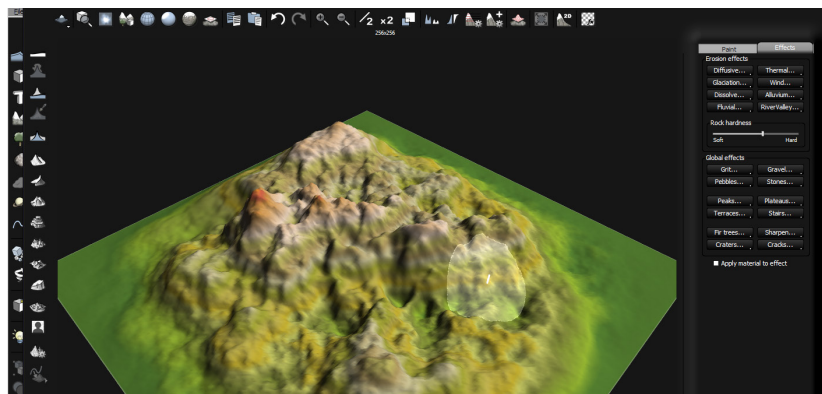


Fig.63 Interface de editor de objeto para terreno em Vue XStream

O resto do processo, na criação de uma paisagem, funciona muito à volta do sistema de materiais do Vue. Relativamente a outro *software* 3D, o Vue disponibiliza ferramentas avançadas que permitem personalizar detalhadamente os materiais. No caso dos terrenos temos a possibilidade de misturar materiais e definir qual deles é que se encontra em certas inclinações, orientações e altitude. Dando o exemplo de uma montanha, com este sistema podemos adicionar dois tipos de materiais: neve e rocha. Podemos então definir que a neve é o material que aparece a grandes altitudes e superfícies mais planas. Por outro lado, o material mais rochoso destina-se a zonas de baixa altitude e mais inclinadas. Com estas pequenas definições conseguimos um resultado semelhante ao da imagem.

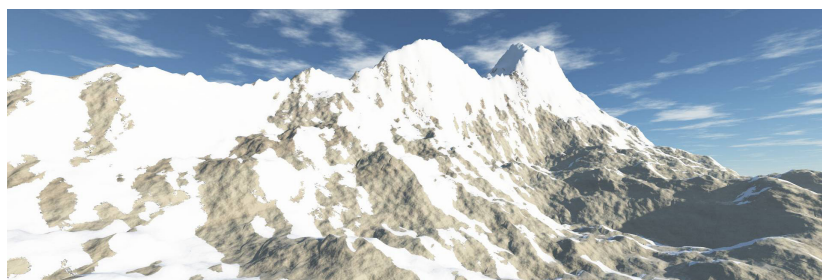


Fig.64 Teste de materiais com neve e rocha

Depois de criar os terrenos prosseguimos para a adição do ecossistema. Os ecossistemas funcionam como materiais que se aplicam aos objetos. A interface altera-se oferecendo ao utilizador novas ferramentas que permitem personalizar o seu ecossistema. Dentro deste podemos adicionar vários tipos de objetos, como arbustos, flores, árvores, pedras pequenas ou rochas de grande formato. Depois de adicionar o ecossistema podemos editá-lo de várias formas: o tamanho de cada objeto, variação de cores, rotação entre outros. À semelhança do que acontece com a mistura de materiais, também é possível definir que objetos é que aparecem em certas altitudes e inclinações.

Por último criámos a atmosfera que dava ambiente, luz e cor à nossa paisagem. Vue disponibiliza uma lista com vários tipos de atmosfera que podem ser editados posteriormente pelo utilizador e permitem dar um toque de realismo à paisagem como vento sobre os ecossistemas, nevoeiro, neblina, nuvens e luz solar. Ao modificar a posição do objeto sol alteramos a luz inserida na cena bem como o aspeto do céu.

Com a exploração deste *software* foram criadas diversas paisagens com vários tipos de relevo, com ou sem rios, paisagens mais abstratas e experimentaram-se os mais diversos tipos de plantas e rochas que era possível adicionar aos cenários. Através destas experiências encontrou-se a paisagem adequada para este projeto. Com o objetivo de tornar a paisagem mais fantasiosa alteraram-se alguns pormenores como a textura do chão, o tamanho e cor das plantas e a atmosfera.

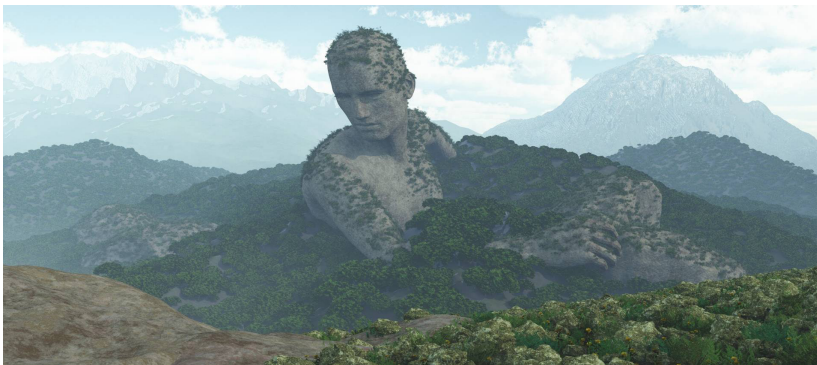


Fig.65 e 66 Testes práticos em  
Vue XStream

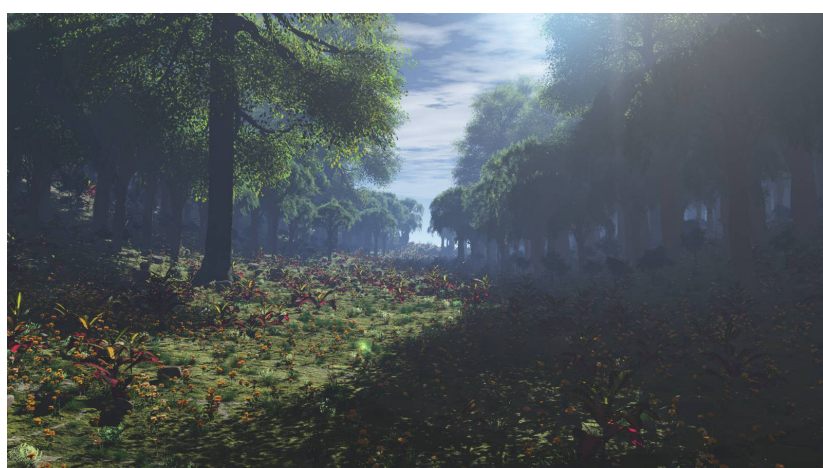
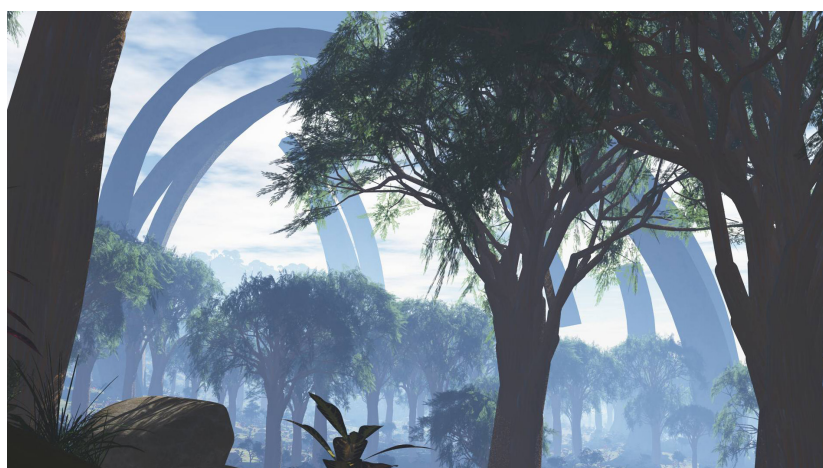
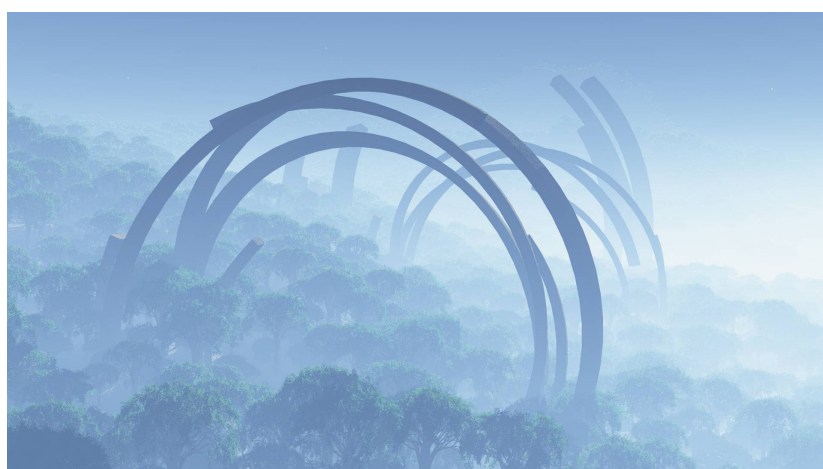


Fig.67 - 70 Testes práticos em Vue XStream. Últimas duas escolhidas como base para a animação

Com uma ideia base para o aspeto visual da floresta prosseguimos para a definição dos vários componentes de modo a manter a coerência entre as várias cenas. Definiu-se o material para o chão que é composto por uma mistura de dois materiais: relva e terra. Esta mistura é influenciada pela inclinação do solo criando assim curvaturas, como se pode observar na figura em baixo.



Fig.71 Aspeto do solo das paisagens de sonho

Para ecossistema flora definiram-se dois tipos, árvores e vegetação rasteira, que são compostos por diferentes objetos. As árvores são distribuídas pelas zonas laterais das paisagens, onde a personagem não interagia, enquanto a vegetação rasteira é distribuída principalmente pelo caminho da personagem. O conjunto de árvores era composto por “*Plum Trees*”, “*Gnarly Trees*” e “*HD Lime Trees*”. Esta última árvore era aumentada sete vezes e tinha uma probabilidade de aparecimento de 10%, criando o efeito de árvores gigantes aleatórias na paisagem. Para a vegetação rasteira foram usados seis modelos: relva “*Long Grass*”; dois arbustos, “*Foeniculum*” e “*Excellent*”; um conjunto de flores “*Colored Orange and Yellow Flowers*”; e duas rochas, “*Joshua Stone*” e “*LR Rock*”. Dentro deste ecossistema os modelos “*Excellent*” eram aumentados cinco vezes e a probabilidade da relva era aumentada até 80% para conseguirmos um caminho mais aberto para a personagem correr sem colidir com as plantas. Para a atmosfera optou-se pela “*Orbit*”, que criava um efeito mais fantástico com a sua neblina e nevoeiro. Apesar de esta atmosfera criar um ambiente desejado tivemos que reduzir estas duas componentes porque impediam a visualização da animação em zonas mais distantes. Para dar mais realismo à cena adicionaram-se nuvens, que no entanto tiveram de ser posteriormente retiradas porque ao importar o cenário para Maya, entravam em conflito com o render e criavam um efeito *noise* no céu.

Com a base das paisagens naturais definida prosseguiu-se para a criação dos cenários para cada cena. Graças ao uso das animações provenientes da base de dados *MoCap* da Universidade Carnegie Mellon pudemos explorar outros tipos de cenários como a adição de um rio ou de um obstáculo no caminho. Para o cenário com

o rio, sobre o qual a personagem iria saltar, editámos o relevo do solo para criar um pequeno vale. Dentro desse vale adicionámos um objeto 3D com um material que representasse a água. Para o cenário do obstáculo, sob o qual a personagem desliza, explorámos a utilização de modelos criados noutra *software*. Para este propósito esculpimos o obstáculo no ZBrush e de seguida importámos para o Vue onde adicionámos um material rochoso. A este material rochoso foi adicionado também um ecossistema composto por “*Carex*”, para simular o musgo na rocha. Com esta combinação de objetos e materiais conseguimos resultados como os que podem ser visualizados nas figuras.

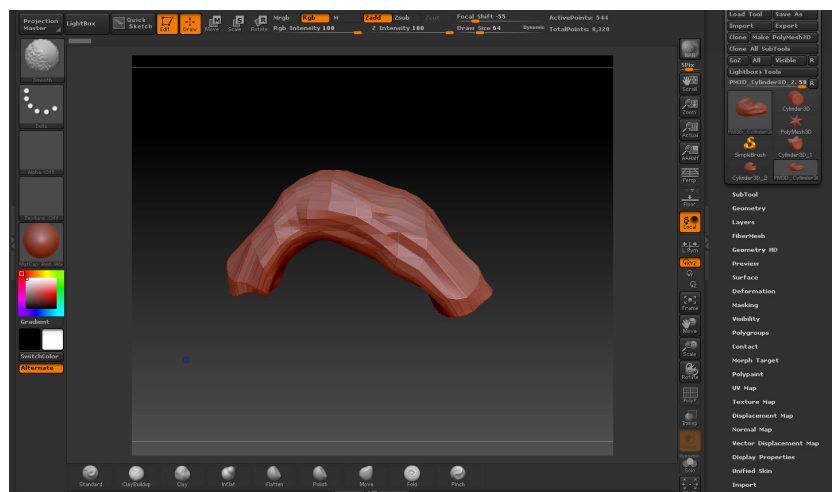


Fig.71 Obstáculo modelado em ZBrush



Fig.72 Paisagem com obstáculo de ZBrush

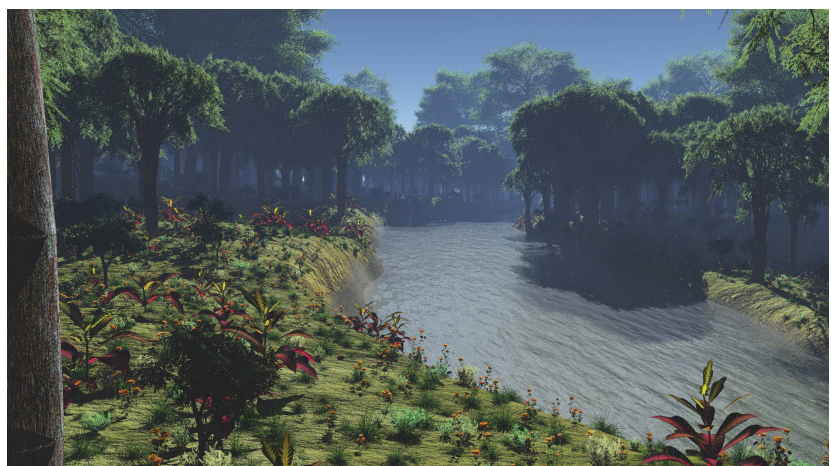


Fig.73 Paisagem com rio

## Meta 7 Animação

Depois de finalizar todos os cenários prosseguimos para a junção com a personagem, em Maya. Recorrendo ao *plugin* do Vue XStream tínhamos a possibilidade de importar o projeto do cenário em Vue para Maya sem perder informação. Como anteriormente referido, alguns aspetos tiveram de ser retirados como é o caso das nuvens e a alteração dos terrenos processuais para terrenos padrão. Após resolver estas questões importámos o projeto com a personagem referente à cena específica. Como dividimos os projetos de Vue e Maya por cenas conseguimos uma boa organização entre eles. Apesar dos cenários serem muito complexos, Vue recorria ao uso de *MentalRay Proxies* (Autodesk, n.d.-e) para a visualização dos ecossistemas, tornando os projetos leves pois enquanto se trabalha dentro do projeto em Maya só se visualizam os terrenos. Graças ao funcionamento dos *MentalRay Proxies*, os ecossistemas não existiam nos projetos e só eram visualizados depois do render. Com esta vantagem conseguimos adicionar a personagem e editar as animações sem dificuldade a nível de processamento. A junção da personagem com os cenários foi um processo simples onde apenas foi necessário posicionar a personagem e definir o trajeto da animação. Algumas cenas da história recorrem ao uso das câmaras na primeira pessoa. Para conseguir este efeito tornávamos a câmara filha da articulação “*Head*”, que continha as animações referentes à cabeça, conseguindo desta forma que a mesma se deslocasse com os movimentos da cabeça para criar a ilusão de primeira pessoa, sem necessidade de recorrer a nenhum *keyframe*.

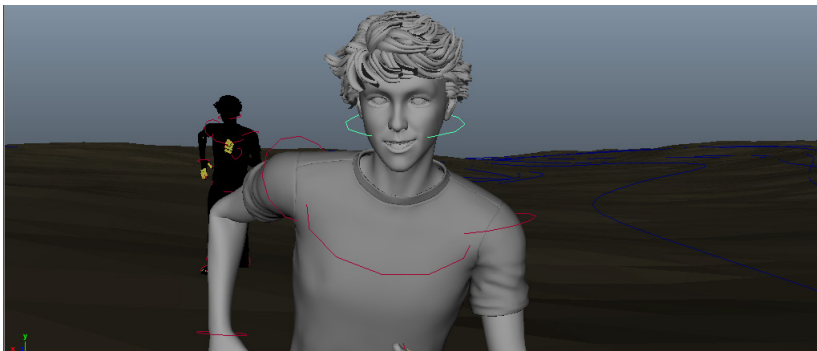


Fig.74 e 75 Diferença entre o mesmo projeto no editor de Maya (cima) e depois do render (baixo)

### Meta 8 Motion Capture Facial

Concluída a junção da personagem com os cenários avançou-se para a adição das expressões faciais. Como anteriormente se referiu, a captura de movimentos do programa FaceShift funciona em torno do uso de *blendshapes*. Quando se começou a editar a personagem para criar as expressões faciais deparámo-nos com um conflito de animações. Ao adicionar uma forma de *blendshape* ao modelo da cabeça, que já tinha sido dividido do restante corpo, a animação deformava-se acabando por danificar totalmente o projeto. Isto acontecia porque o Maya trabalha as deformações de cada objeto de forma ordenada, ou seja, primeiro deformava o objeto de acordo com a animação e depois a expressão facial. Esta ordem de deformações acabava por alterar por completo a animação final. Para resolver este contratempo criaram-se as expressões no modelo já dividido, antes de importar para o MotionBuilder, para assim conseguirmos a ordem correta de deformações. Este método parecia um pouco radical, no entanto, não se iriam perder todas as edições sobre as animações *MoCap*, porque desta vez iríamos adicionar as animações da antiga personagem *John* à nova. Com este processo conseguíamos em poucos passos obter as animações antigas já corrigidas na nova personagem com os *blendshapes*. Para criar as expressões faciais era necessário duplicar e editar o modelo da cabeça, chamado de *HeadGeo*. Como este modelo era composto por diversos objetos era necessário seguir um processo ordenado para no final conseguirmos aplicar o *blendshape* corretamente. O *blendshape* aplica as deformações de acordo com o índice de cada vértice, razão pela qual se alterássemos a ordem do processo alterávamos também os índices dos vértices e como consequência os *blendshapes* não iriam funcionar corretamente. O processo começava por duplicar o *HeadGeo* para não trabalhar sobre o modelo original. De seguida atribuía-se o nome da expressão facial que se ia trabalhar, de acordo com a lista do Faceshift, para uma melhor organização. Como este modelo da cabeça é composto por diversos objetos (dentes, língua, olhos, pestanas, etc.) precisávamos de dividir o modelo, para o que recorriamos a “*Mesh*” e utilizávamos a ação “*Separate*”. Como resultado obtínhamos um grupo composto pelos vários objetos. De seguida escondíamos todos os elementos, à exceção da cara, para conseguirmos uma boa visualização do objeto e não deformar inadvertidamente outros. Depois de editar o objeto para a forma pretendida voltavam a mostrar-se os restantes e alteravam-se se necessário, por exemplo, no caso de fechar um olho, as pestanas tinham de ser também deformadas. Concluída a expressão facial tínhamos de selecionar sequencialmente os elementos do grupo (do primeiro para o último) e juntá-los com a ação “*Collapse*” em “*Mesh*” para voltarmos a ter um modelo com a mesma composição que o *HeadGeo*. De seguida,



este novo modelo com a expressão facial era deslocado para o lado para obtermos uma boa organização sobre todas as expressões. Este processo foi repetido sucessivamente até criarmos as 45 expressões faciais. Por último seleccionaram-se todas as expressões e depois a *HeadGeo*, novamente a ordem era obrigatória, e adicionaram-se as *blendshapes* com o nome de “*FaceExpr*”. No final, através da interface das *blendshapes* conseguíamos deformar a *HeadGeo* para obter as expressões pretendidas.

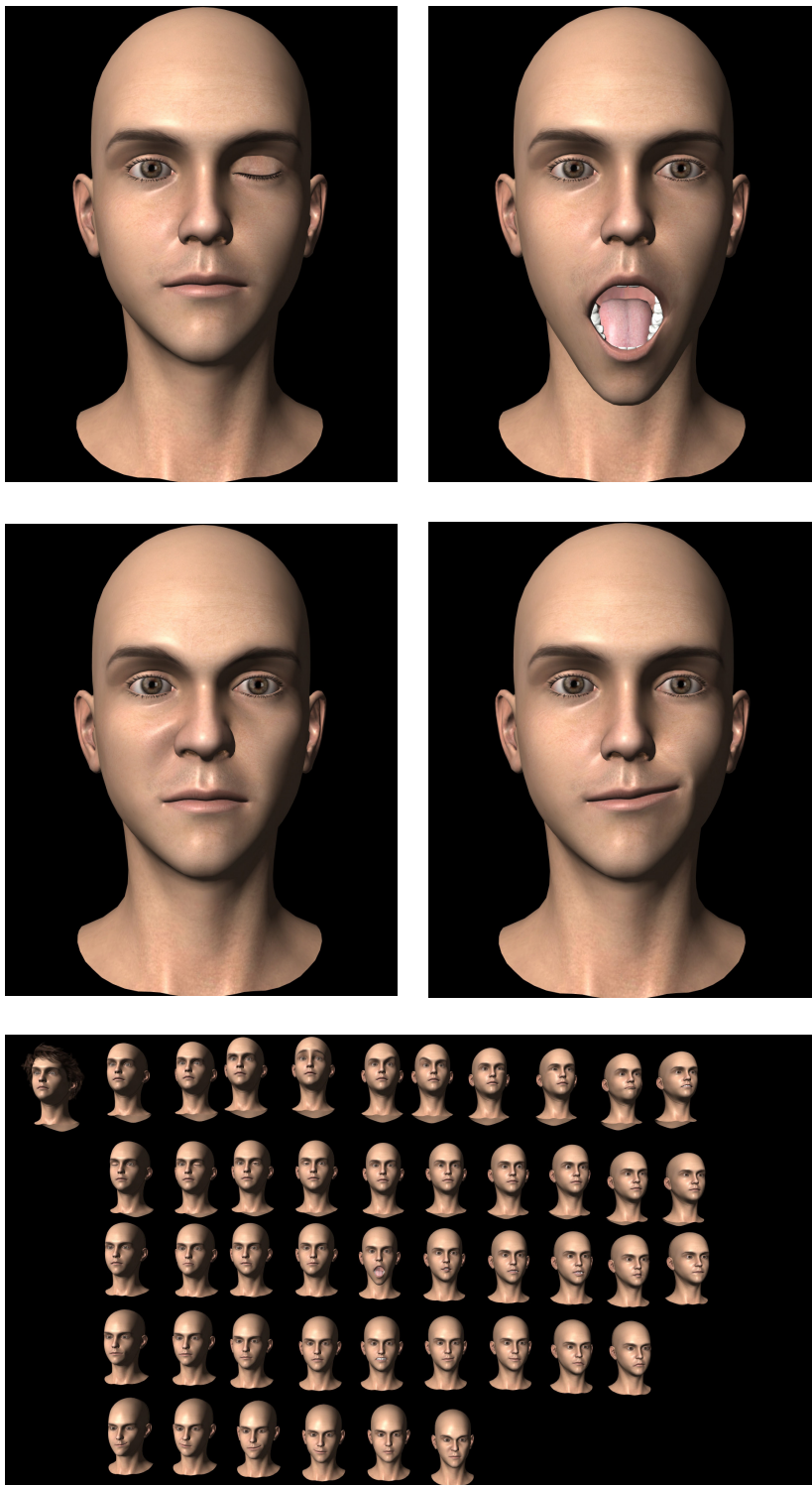


Fig.76 - 80 Expressões Faciais

Concluída toda a produção das expressões faciais prosseguiu-se novamente para a adição das animações. Começou por se caracterizar a personagem em Maya, importar para MotionBuilder e adicionar as animações, sendo a fonte a antiga personagem. Depois de adicionar as animações foram realizadas as capturas de movimentos faciais através do FaceShift. Este *software* permite editar e corrigir a captura de movimentos antes de exportarmos como ficheiros *MoCap*. A adição destas gravações, em MotionBuilder, funciona através da ferramenta “*Character Face*” que é aplicada sobre o modelo com os *blendshape*, no nosso caso, sobre o *HeadGeo*. A interface da “*Character Face*” é muito idêntica á do “*Actor*”. Para adicionarmos a animação facial temos de caracterizar o modelo, idêntico aos outros métodos, percorrer a lista predefinida de marcadores e associar aos marcadores dos ficheiros *MoCap*. Depois da caracterização podemos visualizar a animação facial juntamente com a animação corporal, sem que haja qualquer conflito. Em algumas gravações foi necessário editar as animações para corrigir certos movimentos como o piscar de olhos e o movimento dos lábios. Não foram necessárias muitas correções porque estas já tinham sido efetuadas no próprio FaceShift antes da exportação.

(Vídeo de *motion capture* facial com FaceShift em Anexos no CD)

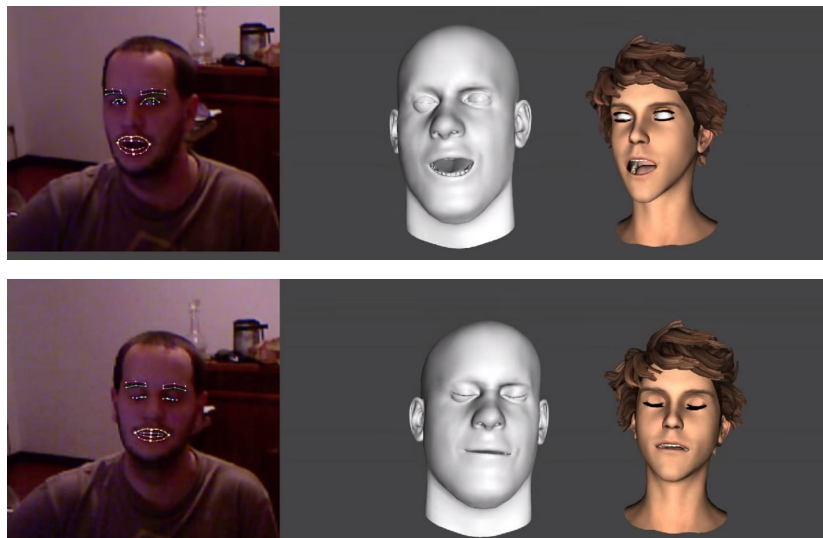


Fig.81 e 82 Motion capture facial em Faceshift com o modelo final da personagem

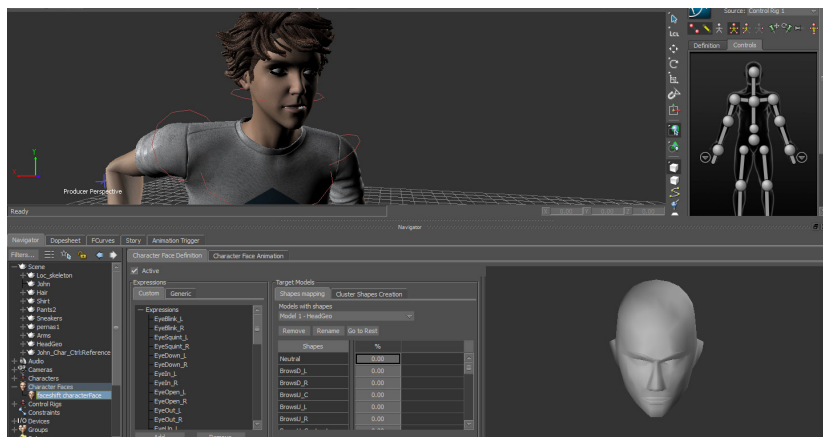


Fig.83 Interface do MotionBuilder com a “Character Face”

## Meta 9 Animação Final

Finalizadas as expressões faciais procedeu-se à substituição da antiga personagem pela nova, com as animações completas. No final foi efetuado um render de baixa qualidade para podermos visualizar e estudar a animação quase final.

Depois de uma profunda observação e estudo sobre a animação completa sentimos que a introdução da história precisava de mais tempo para preparar o espetador sobre o que iria acontecer e eliminar algumas cenas que cortavam a ação da corrida. Reduziu-se a ideia do suspense e deu-se mais ênfase ao que acontece à personagem. Após alguns estudos optou-se por pegar na ideia original do *storyboard*, em que se observa a personagem a finalizar uma corrida, e alterar a cena, depois do médico e antes da entrada do sonho, para uma visualização com a personagem a andar de muletas. Com estas alterações conseguimos manter suspense sobre o que aconteceu à personagem, mas ao mesmo tempo mostrar ao espetador o porquê da personagem ter uma enorme força de vontade para voltar a correr.

Para a produção destas novas cenas desenvolveram-se mais duas personagens com o *software* Daz. A animação destas cenas não era muito complexa por isso não foi necessário recorrer ao *motion capture*. Para os cenários utilizámos novamente a ferramenta Ninja Dojo para criar a cidade. Depois de finalizar estas novas cenas corrigiram-se alguns pormenores de movimento e efetuaram-se os *renders* de alta qualidade Full HD da animação completa.

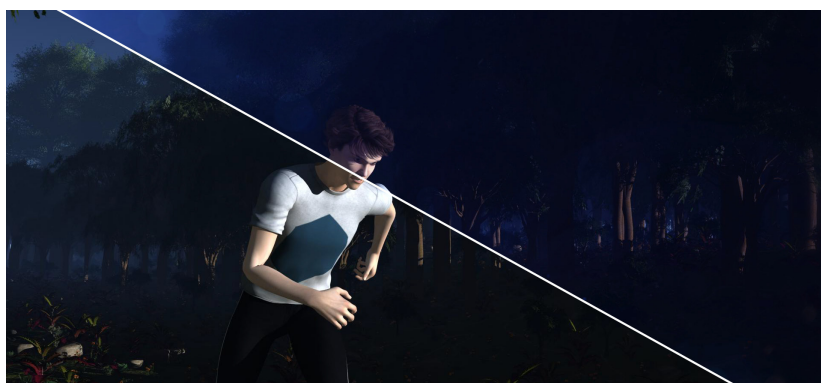
## Meta 10 Pós-Produção

Após concluir todos os *renders* de alta qualidade avançou-se para a pós produção da animação. Optou-se por fazer a edição da imagem antes do som porque alguns efeitos visuais podiam precisar de ser sonorizados. Através do *software* After Effects corrigiram-se os níveis de cor de cada cena e aplicaram-se vários efeitos como brilho, *motion blur*, *optical flares*, partículas e sequências de filmes. As sequências de filmes, ou *stock footage*, são pequenos filmes que são criados com o propósito de serem usados noutros. A título de exemplo refere-se que existem os *stock footage* de fumo a sair do chão e que ao adicionar esse vídeo à nossa animação conseguimos o efeito sem termos que o produzir de raiz. Nesta etapa de adição de efeitos visuais tivemos que trabalhar as cenas individualmente por causa dos vários planos de câmara que acabavam por alterar a visualização dos efeitos. Se não tivéssemos esse cuidado, a animação acabaria por ter um conflito de perspetivas e os efeitos visuais iriam danificar o produto final. Depois de serem adicionados todos os efeitos e correções de cor prosseguiu-se para a adição de som em Premiere Pro, porque o After Effects não permite fazer um *preview* sobre o som. O som foi trabalhado em

Optical Flares é uma plugin para After Effects desenvolvido pela Video CoPilot.

diferentes *layers* para conseguirmos editar independentemente cada camada sonora (diálogo, música, hard SFX, foley e ambiente). Para obter os samples de som necessários para a animação recorremos a várias bibliotecas livres na internet, no entanto para a música que, no nosso caso, era a camada sonora mais importante recorremos à plataforma de música online SoundCloud, conhecida pelo seu profissionalismo o que nos permitiu criar a composição musical para a animação sem perder qualidade. Esta plataforma permite ao utilizador carregar um ficheiro de som dando permissão para a utilizarem noutros projetos. Após a adição do som avançamos para o último render em alta-qualidade Full HD.

Com a animação agora sonorizada em filme demos por concluída toda a produção da curta-metragem e prosseguimos para a finalização do documento escrito.



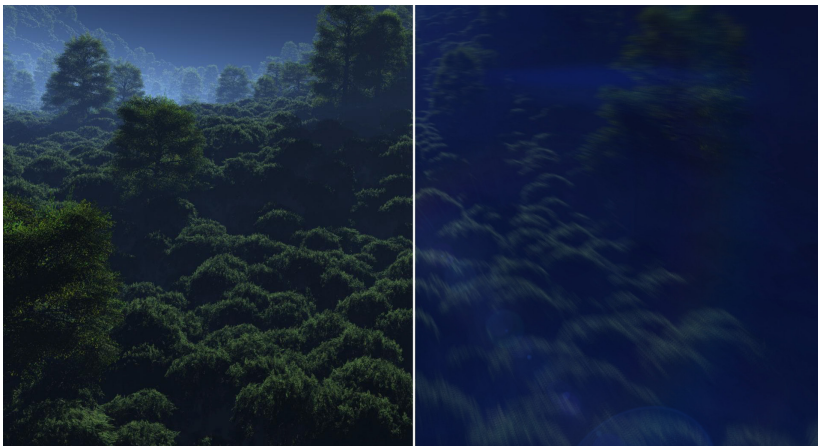


Fig.84-90 Diferença entre os renders brutos (esquerda da linha branca) e depois da pós-produção (direita da linha branca).



## CONCLUSÃO

Com esta dissertação tentámos mostrar que a produção de animações digitais está cada vez mais acessível aos profissionais. Com a junção de várias categorias do mundo digital, como a modelação, *rigging*, animação, entre outras, é possível produzir uma animação 3D sem despende muitos recursos. Conforme se mostra neste projeto, existem diversos programas que disponibilizam ferramentas capazes de criar produtos com qualidade de nível profissional, mesmo que o animador ou modelador não esteja completamente à vontade dentro da área.

Com este projeto propusemo-nos criar vários elementos em diversas áreas de modelação e animação digital. Na modelação desenvolvemos personagens aptas a receber animações e cenários, urbanos e naturais, em que a própria paisagem aproxima-se à realidade. Recorrendo a aplicações, como o Daz Studio, conseguimos desenvolver personagens através de pequenos passos intuitivos, podendo posteriormente editá-las, com um programa de escultura digital ou edição de imagens, para caracterizar detalhadamente a personagem. Este tipo de programas acaba por facilitar o processo de trabalho do animador/modelador porque desenvolve automaticamente ferramentas que antigamente era necessário serem criadas de raiz, como por exemplo a aplicação de texturas e *rigging*. No entanto, o animador pode sempre editar os modelos digitais, texturas ou *rig* para conseguir uma personagem diferente e não característica do programa. Para a criação de cenários também existem inúmeras ferramentas e aplicações que permitem desenvolver paisagens abstratas ou realistas, à escolha do modelador. Tal como no caso da personagem, estas ferramentas disponibilizam modelos digitais que evitam a criação dos mesmos como por exemplo acontece no caso dos cenários urbanos, em que a ferramenta *Ninja Dojo* disponibiliza uma série de edifícios que evita o processo árduo de modelação. Se o modelador pretender um cenário mais detalhado pode recorrer a aplicações mais desenvolvidas como é o caso de Vue XStream que permite criar cenários realistas com vegetação capaz de reagir ao vento.

Na área da animação explorámos algumas técnicas de *motion capture* para conseguirmos movimentos mais fluidos e reais para as personagens. Dentro das diversas técnicas estudadas, este projeto focou-se sobretudo na captura sem recorrer a marcadores. No entanto, para conseguirmos aprofundar mais esta área recorreremos também ao uso de gravações de *motion capture* ótico disponibilizadas pela *Carnegie Mellon University*. Com este estudo prático entre as diversas técnicas de

*motion capture* percebeu-se que existe diferença, entre os movimentos digitais capturados, principalmente em relação à fidelidade. As técnicas que não recorrem a marcadores permitem capturar os movimentos de um ator sem despender muitos recursos, no entanto não conseguem uma captura exata do ator, transmitindo uma enorme taxa de erro que necessita de uma rigorosa edição e correção da animação. Por outro lado, as técnicas que recorrem a marcadores conseguem uma captura detalhada e fidedigna dos movimentos do ator. Para se conseguir esta captura exata é necessário um estúdio e materiais especiais, o que impede a utilização deste método por parte de alguns animadores. Apesar da elevada taxa de erro do *motion capture* sem marcadores é possível, como comprovado com este projeto, desenvolver uma animação com movimentos da personagem reais e fluidos .

Durante a realização deste projeto deparámo-nos com diversas dificuldades que implicaram um contorno e alteração de processo de trabalho. Como anteriormente referido, algumas das dificuldades acabaram por obrigar a repetir processos ou a desenvolver de início alguns modelos. No caso da personagem foi necessário desenvolvê-la de novo, recorrendo a uma aplicação mais detalhada, para conseguir texturas e principalmente um *rig* pormenorizado e devidamente criado que permitiu uma animação sem deformações indesejadas. Com o avançar do projeto detetou-se uma falha na maneira como abordámos a criação de expressões faciais. Percebeu-se que é melhor trabalhar primeiro todas as deformações e *riggings* sobre a personagem antes de avançar para qualquer tipo de animação, quer seja corporal ou facial. Se tivéssemos desenvolvido todas as expressões faciais para *blendshapes* antes de avançar com a animação corporal teríamos evitado a repetição do processo de trabalho e possivelmente poderíamos ter realizado a animação facial ao mesmo tempo, conseguindo uma rápida conclusão na edição das animações.

No desenvolvimento dos cenários apercebemo-nos que por vezes é preferível optar por uma ferramenta mais complexa e de difícil aprendizagem do que por uma simples que não tem as mesmas capacidades de produzir o resultado final desejado. Na criação dos cenários naturais, que necessitavam de uma complexa vegetação, optámos inicialmente por explorar algumas ferramentas simples que permitissem uma rápida aprendizagem e criação ao invés de um bom resultado. No entanto essa opção acabou por prejudicar o processo de trabalho, obrigando a uma nova pesquisa para desenvolver cenários naturais mais realistas e com a qualidade pretendida.

Em suma, com esta dissertação explorámos várias técnicas e ferramentas, acessíveis ao animador, que permitiram produzir uma curta-metragem de animação 3D com recurso a *motion capture*. Existem certos processos de trabalho que necessitam de uma ordem



correta de concretização para evitar erros e conflitos ao longo do desenvolvimento de um projeto deste tipo. Apesar de ser uma área ainda em desenvolvimento, o *motion capture* começa a tornar-se cada vez mais acessível para projetos de baixo orçamento, permitindo uma animação das personagens rápida e realista.

## Perspetivas Futuras

Tendo em conta a complexidade inicial deste projeto e o condicionamento imposto pelos prazos, evitou-se a utilização de certos componentes que poderiam conduzir a um melhor resultado final da curta-metragem. Perspetivando-se dar continuidade a este projeto, pretendemos melhorar o realismo da personagem. Durante o trabalho testou-se uma parte das funcionalidades da roupa dinâmica do Maya, no entanto essa capacidade foi descartada por necessitar de um estudo mais aprofundado e não ser um dos objetivos desta dissertação. Tal como a roupa, o Maya inclui ferramentas que permitem criar cabelo dinâmico, conseguindo assim adicionar movimentos ao cabelo da personagem, evitando o aspeto visual estático.

Em relação à animação da personagem pretende-se melhorar a técnica de *motion capture*. Com os conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura e do mestrado é possível desenvolver uma aplicação semelhante ao Brekel Kinect Pro Body. Sendo uma aplicação desenvolvida por nós conseguiríamos personalizar a captura, evitando, por exemplo, o erro de rotação da anca, e até adicionar mais câmaras *Kinect* para melhorar da captura dos movimentos.

Como as técnicas de *motion capture* são cada vez mais exploradas, e não só para propósitos de animação, começa a haver mais estúdios preparados para gravações que recorrem a técnicas de marcadores. Com esta disponibilidade poderíamos estudar mais detalhadamente este tipo de *motion capture* e analisar as suas capacidades.

Com estas novas características, quer a nível da personagem quer da animação em si, cremos ser possível conseguir um produto final mais profissional e mais realista.



## BIBLIOGRAFIA

CMU Graphics Lab Motion Capture Database . (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <http://mocap.cs.cmu.edu/>

AFI. (2014). American Film Industry Top 10 Animation. Retrieved August 19, 2015, from <http://www.afi.com/10top10/category.aspx?cat=1>

Anderson, John, Anderson, J., & Fisher, B. (1978). The Myth of Persistence of Vision. *Journal of the University Film Association*, 30(4), 3 – 8.

Autodesk. (n.d.-a). FBX. Retrieved August 19, 2015, from <http://www.autodesk.com/products/fbx/overview>

Autodesk. (n.d.-b). Maya Doc - Shading Materials. Retrieved from [http://download.autodesk.com/global/docs/maya2014/en\\_us/index.html?url=files/Shading\\_Nodes\\_Phong\\_E.htm,topicNumber=d30e638800](http://download.autodesk.com/global/docs/maya2014/en_us/index.html?url=files/Shading_Nodes_Phong_E.htm,topicNumber=d30e638800)

Autodesk. (n.d.-c). Maya Paint Effects. Retrieved August 19, 2015, from <http://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/Maya/files/GUID-890E-22CA-74F9-4608-AC35-E1E0B1768168-htm.html>

Autodesk. (n.d.-d). Mental Ray. Retrieved August 19, 2015, from <http://www.autodesk.com/products/mental-ray-standalone/overview>

Autodesk. (n.d.-e). Using render proxies in your scene. Retrieved August 20, 2015, from <http://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/Maya/files/GUID-BA0141FB-972F-4DA4-AEAC-20B82048D52F-htm.html>

Avatar: Motion Capture Mirrors Emotions. (n.d.). Retrieved August 19, 2015, from <https://www.youtube.com/watch?v=1wK1Ixr-UmM>

Booker, M. K. (2006). *Drawn to Television: Prime-time Animation from the Flintstones to Family Guy*. Greenwood Publishing Group.

Brinkmann, R. (2008). *The Art and Science of Digital Compositing: Techniques for Visual Effects, Animation and Motion Graphics*. Morgan Kaufmann.

Catmull, E., & Wallace, A. (2014). *Creativity, Inc.: Overcoming the Unseen Forces That Stand in the Way of True Inspiration*. Instaread Summaries.

CGI VFX - Making of - Gollum - The Hobbit An Unexpected Journey by Weta Digital. (n.d.). Retrieved August 19, 2015, from <https://www.youtube.com/watch?v=9Vsxq6Afk3o>

Crafton, D. (2015). *Before Mickey: The Animated Film 1898-1928*. University of Chicago Press.

Dobson, N. (2009). *Historical Dictionary of Animation and Cartoons*. Scarecrow Press.

Emblen, D. L. (1970). *Peter Mark Roget: the word and the man*. London: Longman.

Falconer, D. (2013). *Chronicles: Art & Design (The Hobbit: The Desolation of Smaug)*. HarperCollins Publishers.

Figueiredo, C. (1999). *Tron : uma representação pioneira do ciberespaço, (1982)*.

Fitzpatrick, L. (2009). *The Art of Avatar: James Cameron's Epic Adventure*. Abrams.

Fleischer, R. (2005). *Out of the Inkwell: Max Fleischer and the Animation Revolution*. University Press of Kentucky.

Haines, R. W. (1993). *Technicolor Movies: The History of Dye Transfer Printing (Vol. 1)*. McFarland.

Hartley, R., & Zisserman, A. (2003). *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press.

Lasseter, J. (1987). *Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation*. Computer Graphics.

Lucia, C., Grundmann, R., Simon, A., & Sosa, J. W. &. (2015). *American Film History: Selected Readings, Origins to 1960*. Wiley.

Mason, F. (2014). *Disney's Nine Old Men: A History of the Animators Who Defined Disney Animation*. BookCaps Study Guides.

Masters, M. (2014a). *3ds Max vs. Maya: Is One Better than the Other?* Retrieved August 19, 2015, from <http://blog.digitaltutors.com/3ds-max-vs-maya-is-one-better-than-the-other/>

Masters, M. (2014b). *Understanding Subsurface Scattering for Translucent Materials*. Retrieved August 19, 2015, from <http://blog.digitaltutors.com/understanding-subsurface-scattering-capturing-appearance-translucent-materials/>

Mayden, A. (2013). *Modeling with Quads or Triangles - What Should I Use?* Retrieved August 19, 2015, from <http://blog.digitaltutors.com/modeling-with-quads-or-triangles/>

Mayden, A. (2014). *CG File Formats You Need to Know*. Retrieved August 19, 2015, from <http://blog.digitaltutors.com/cg-file-formats-you-need-to-know-understanding-obj-fbx-alembic-and-more/>

McDonnell, P., O'Connell, K., & Havenon, G. R. de. (2004). *Krazy Kat: The Comic Art of George Herriman*. Harry N. Abrams. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=q7MIAAAACAAJ&pgis=1>

Muybridge, E. (1957). *Animals in Motion*.

O'Neal, G., Yi, G. M., & Locantore, B. (2014). *BROKEN : Rock, Paper, Scissors*. Retrieved August 19, 2015, from <https://vimeo.com/91642206>

Okun, J. A., & Zwerman, S. (2010). *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures* (1st ed.). Focal Press.

Peck, A. N. (n.d.). *Beyond the Library : Applying film post-production techniques to game sound design*.

Robb, B. J. (2014). *A Brief History of Walt Disney*. Little, Brown Book Group.

SoundInGames.com - Sound Design in Games. (n.d.). Retrieved August 19, 2015, from <http://www.soundingames.com/>

Suppa, R. (2006). *Thinking Animation: Bridging the Gap Between 2D and CG*. Cengage Learning.

*The Making of Who Framed Roger Rabbit*. (n.d.). Retrieved August 19, 2015, from <https://www.youtube.com/watch?v=ty4xkdBbnOk>

Video Copilot Optical flares. (2014). Retrieved August 19, 2015, from <https://www.videocopilot.net/products/opticalflares/>

Viera, E. (2012). *Caldera*. Retrieved August 19, 2015, from <https://vimeo.com/62596239>

Williams, R. (2002). *The Animator's Survival Kit: A Manual of Methods, Principles and Formulas for Classical, Computer, Games, Stop Motion and Internet Animators*. Faber & Faber.



## ANEXOS

Storyboard

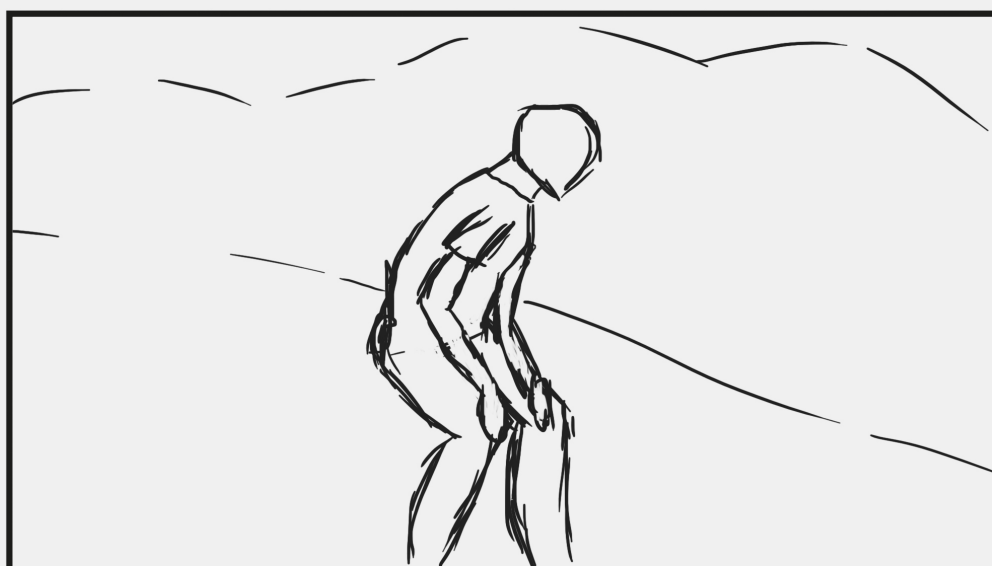


---

---

---

---



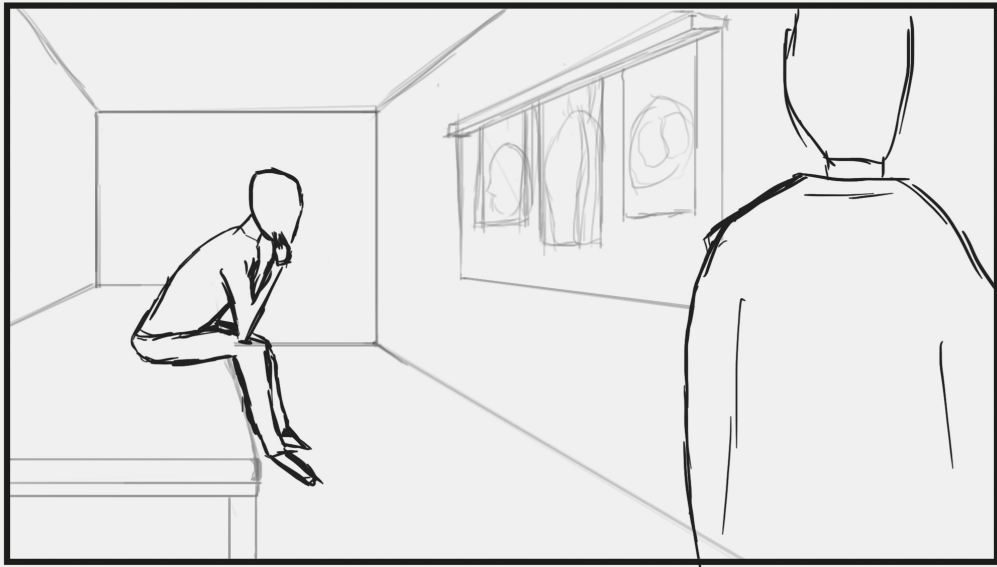
Exausto , Agarrado a uma perna com  
dores

---

---

---





---

---

---

---



ZOOM cara

Triste e a fechar olhos

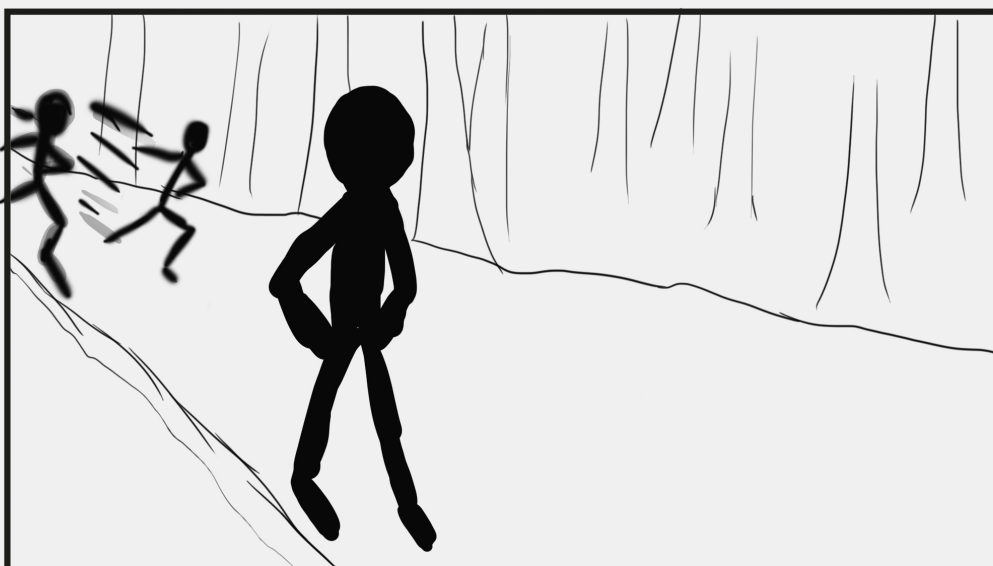
BLACK OUT → fundo

---

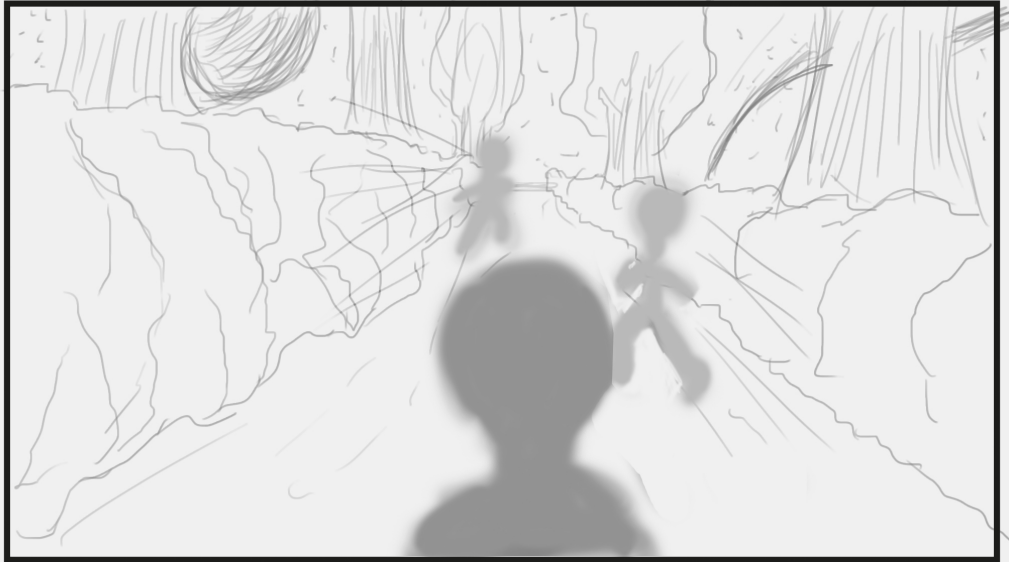
---



ABRE OS OLHOS → APARECE FUNDO



John tenta perceber onde está  
Sombra a ultrapassar



---

---

---

---

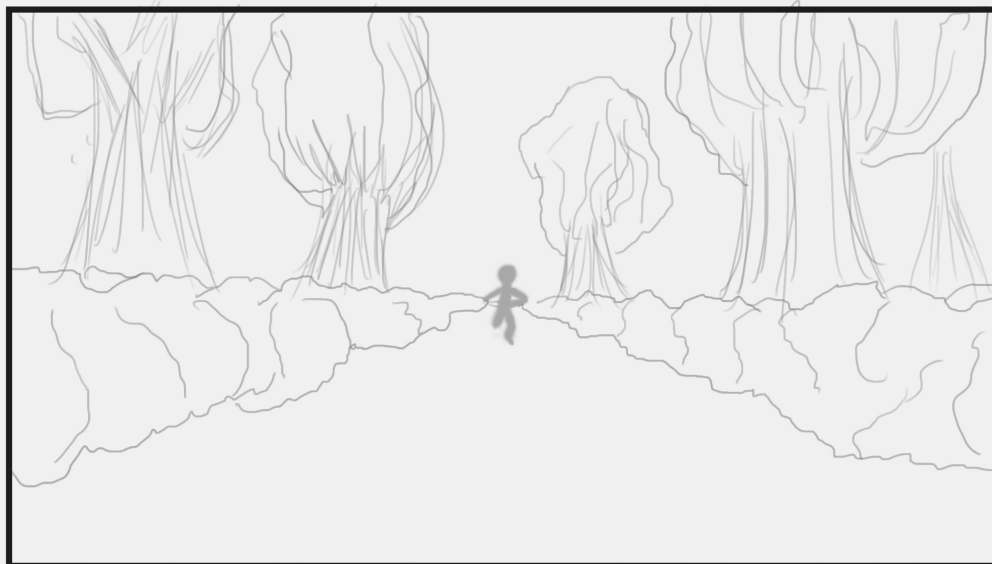


---

---

---

---



---

---

---

---



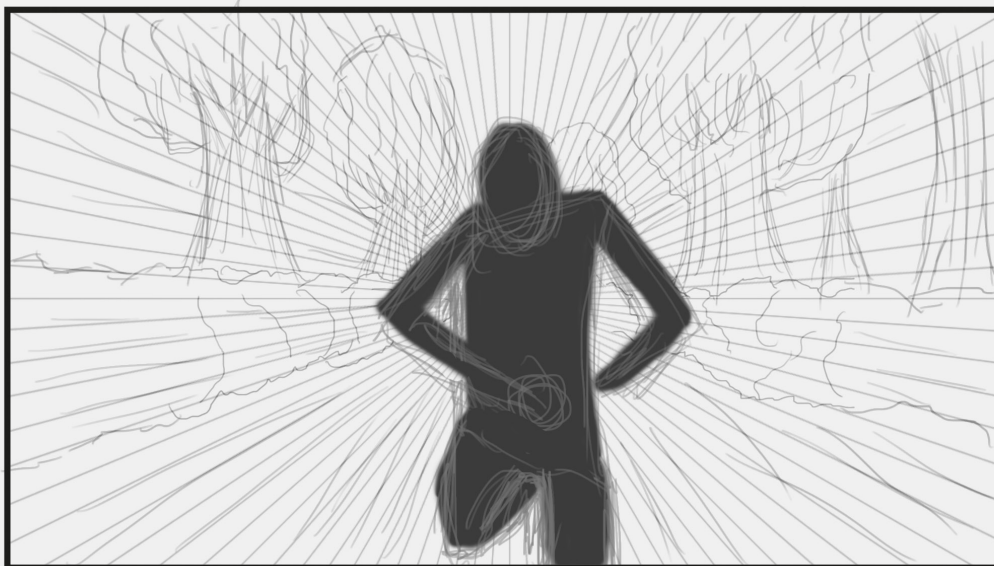
Exploração das cavernas

---

---

---

---



---

---

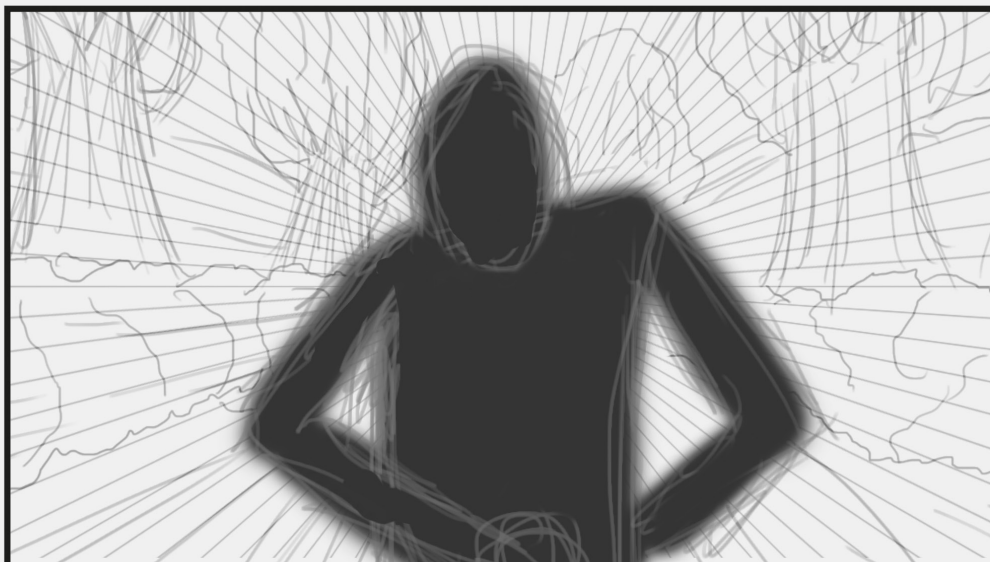
---



---

---

---

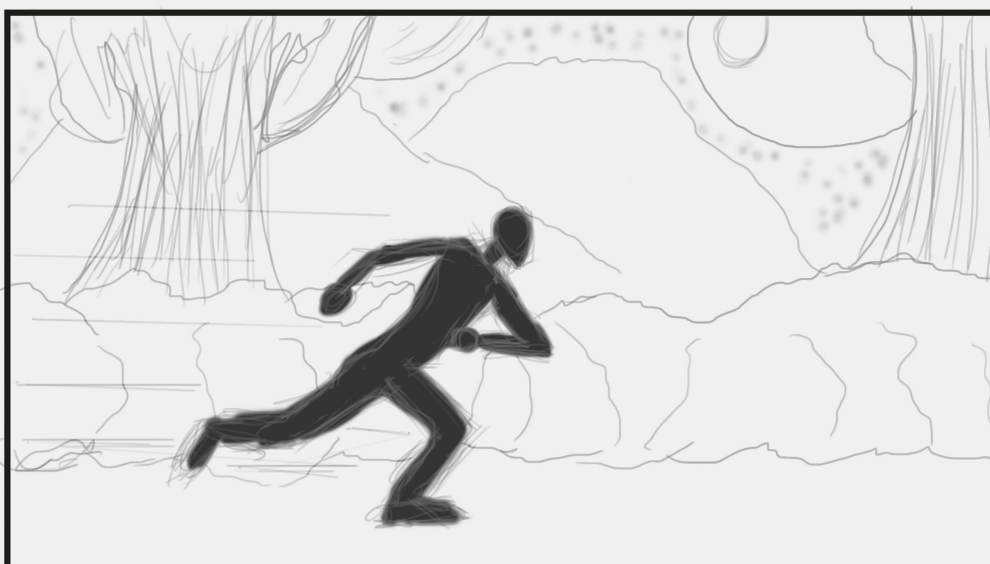


---

---

---

---

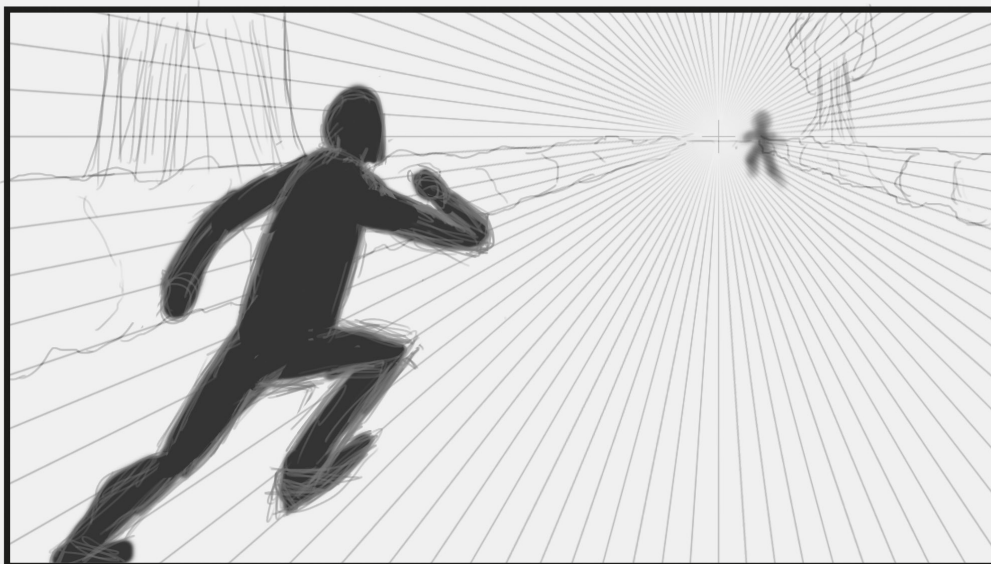


---

---

---

---

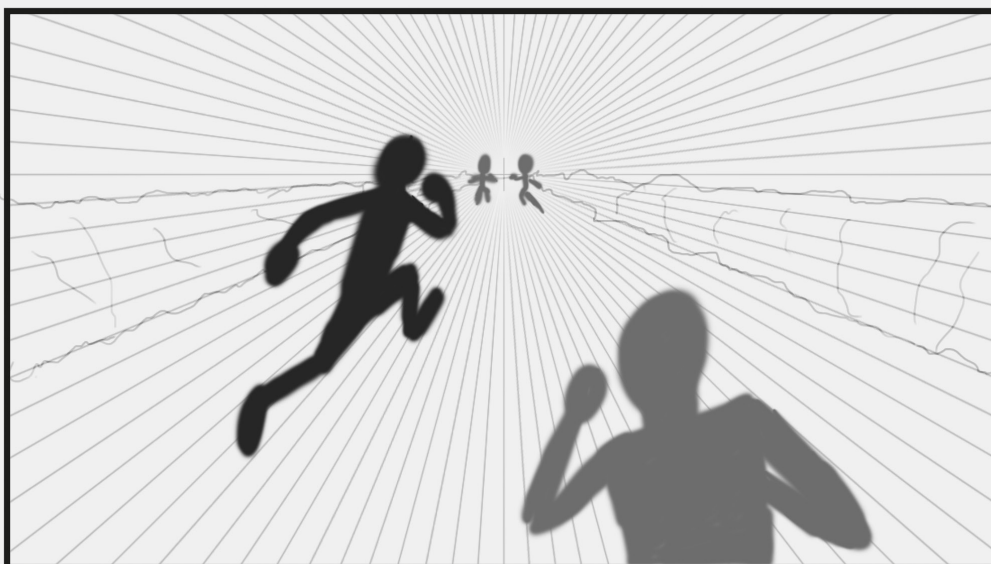


---

---

---

---

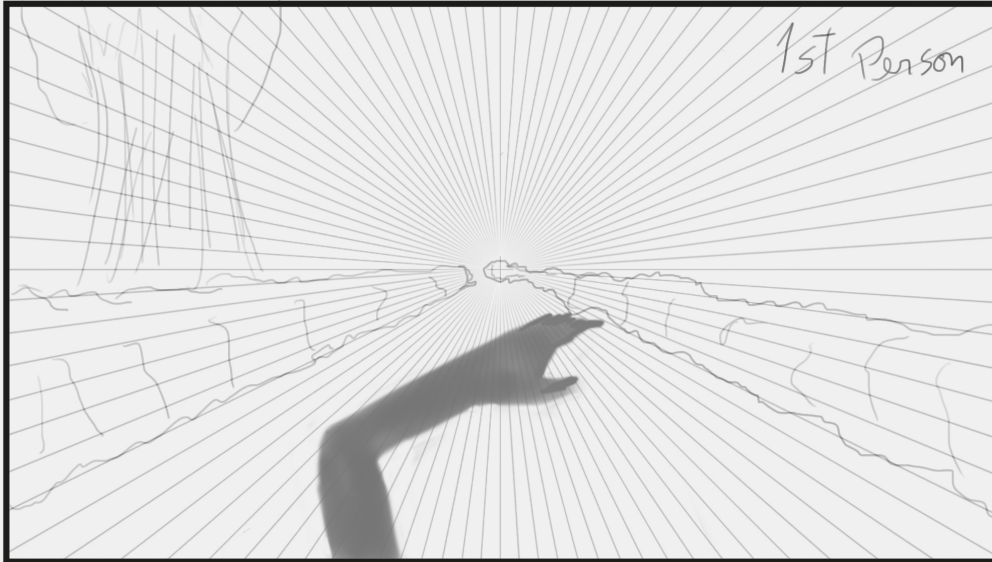


---

---

---

---

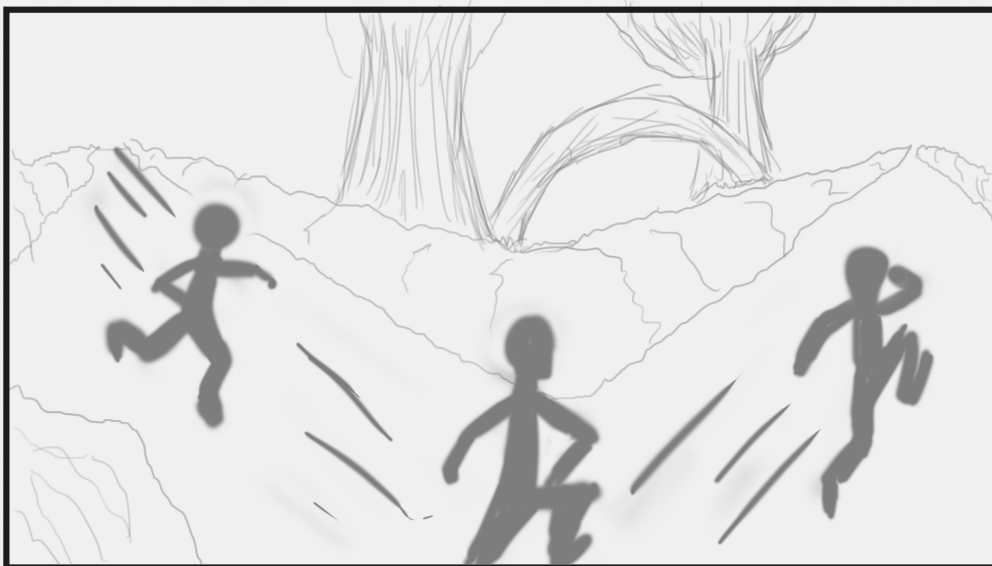


---

---

---

---



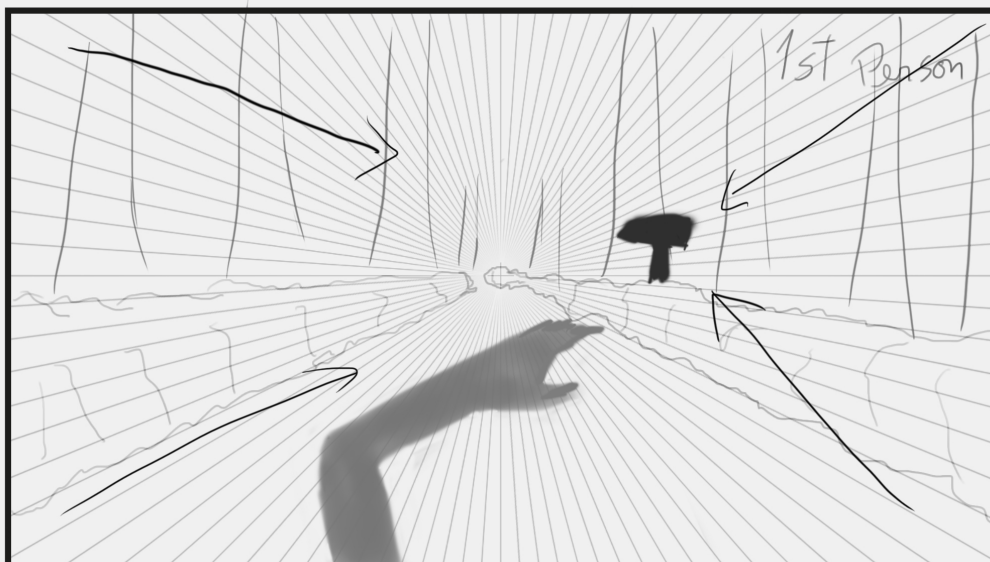
---

---

---

---





---

---

---

---

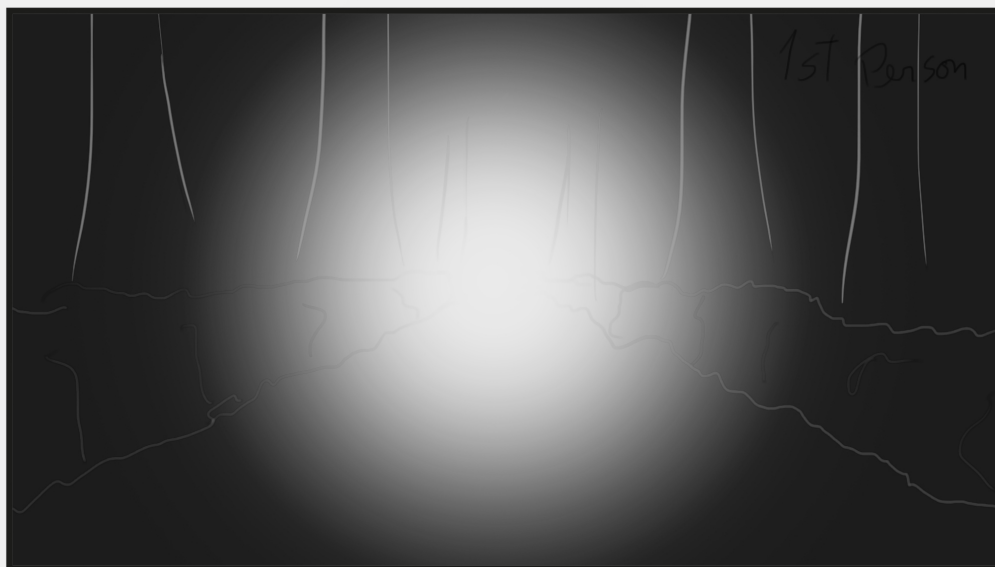


---

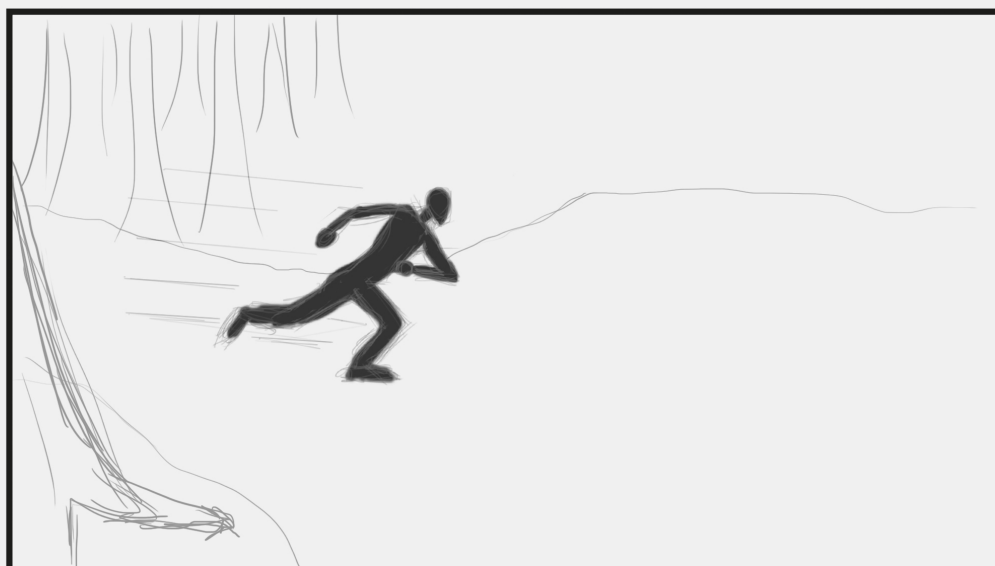
---

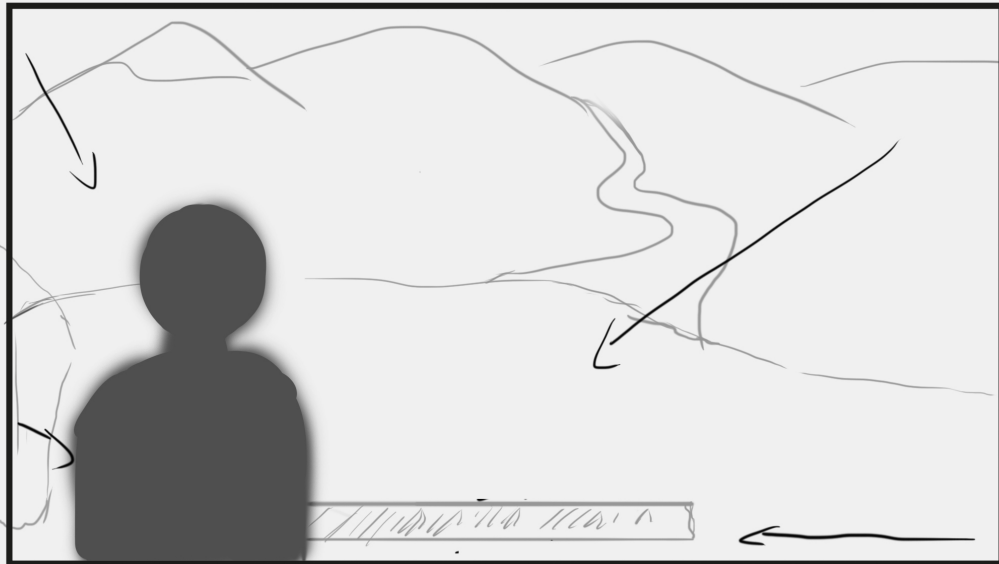
---

---



Intense Luz final



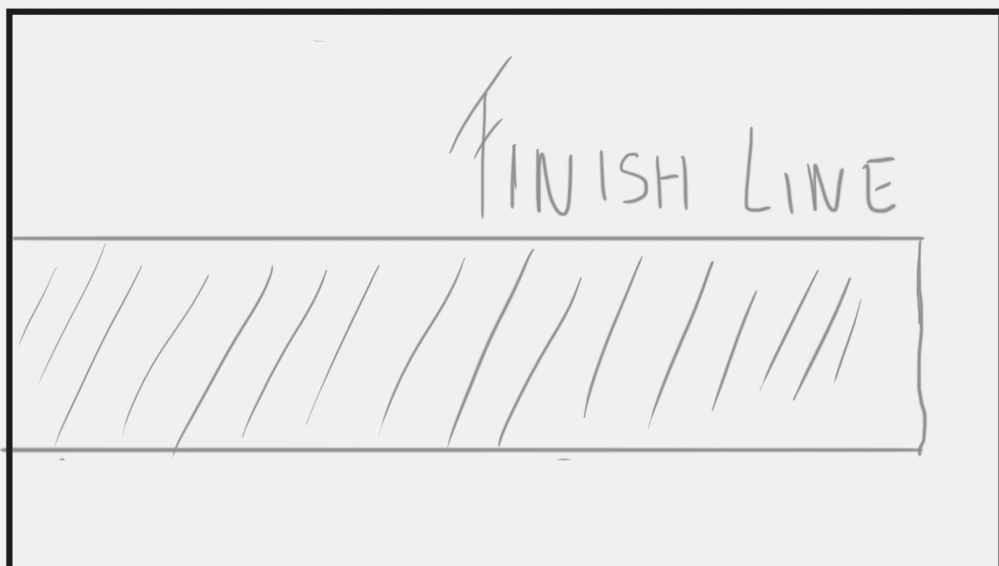


---

---

---

---



---

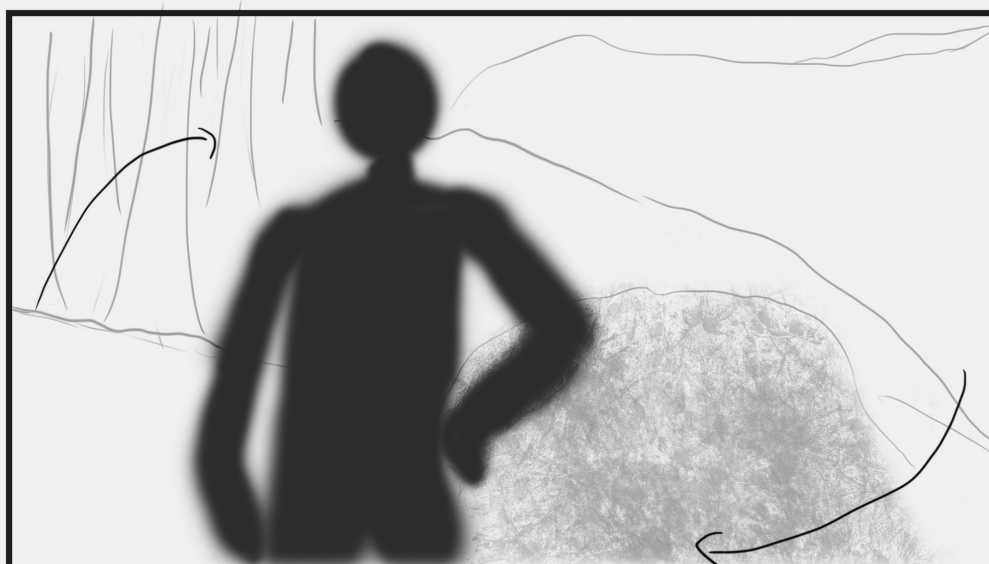
---

---

---



FELIZ a sorrir



Exausto a segurar-se numa rocha

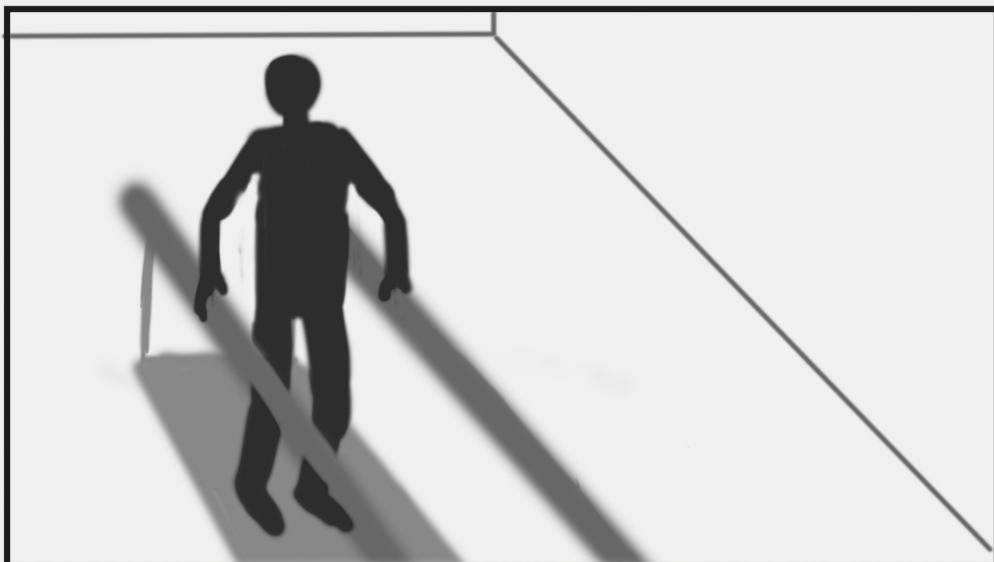
Rotação câmara



Cross Fade de fundos

Aparecimento sale de fisioterapia

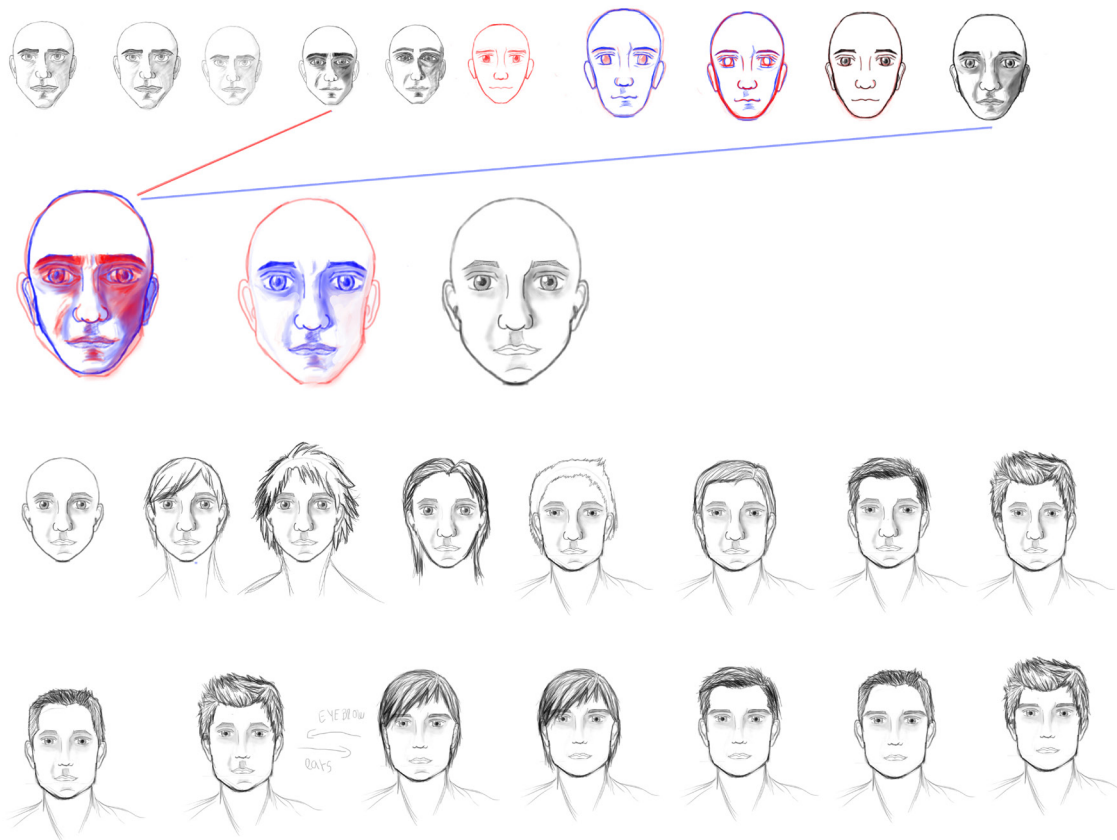
Continuação da rotação de câmara até plano final



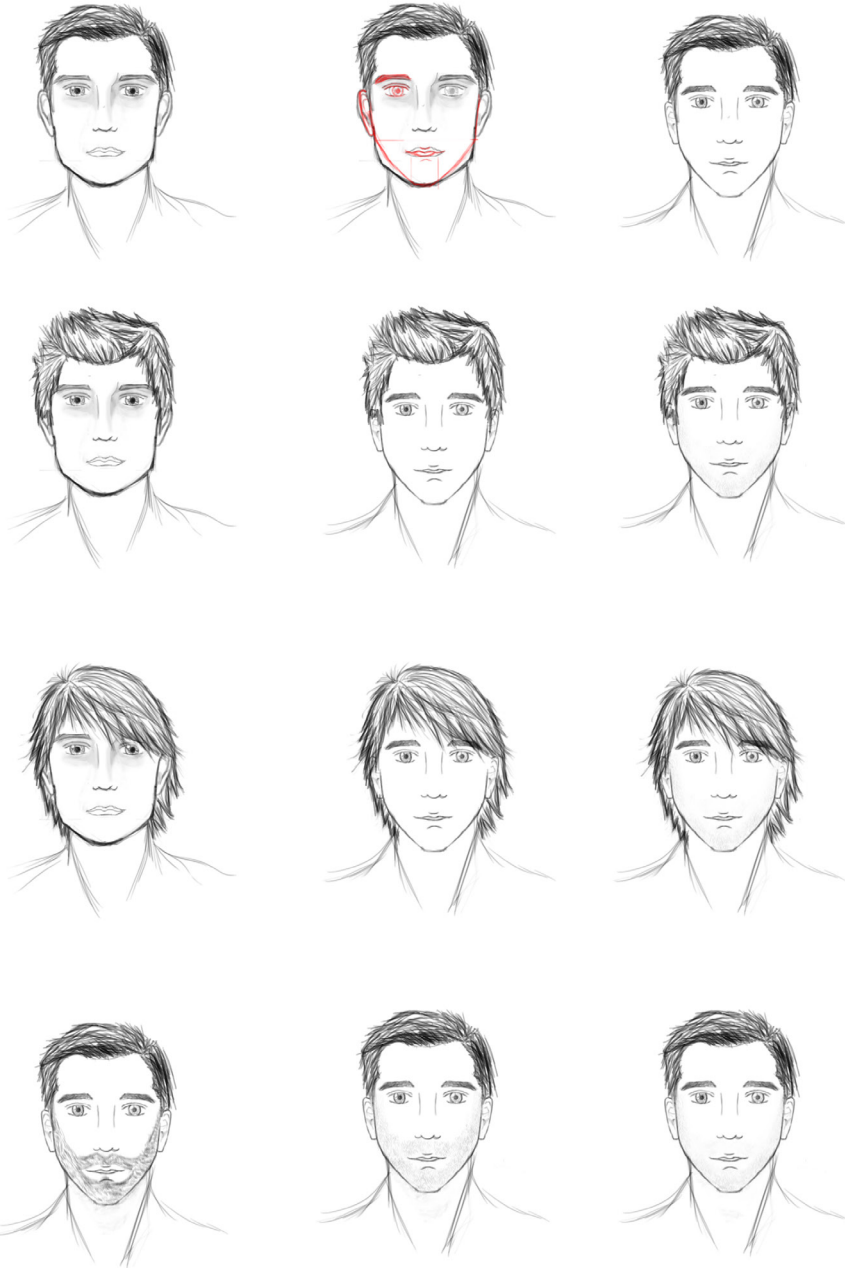
Ele a seguir

É largado e dar um passo (fim)

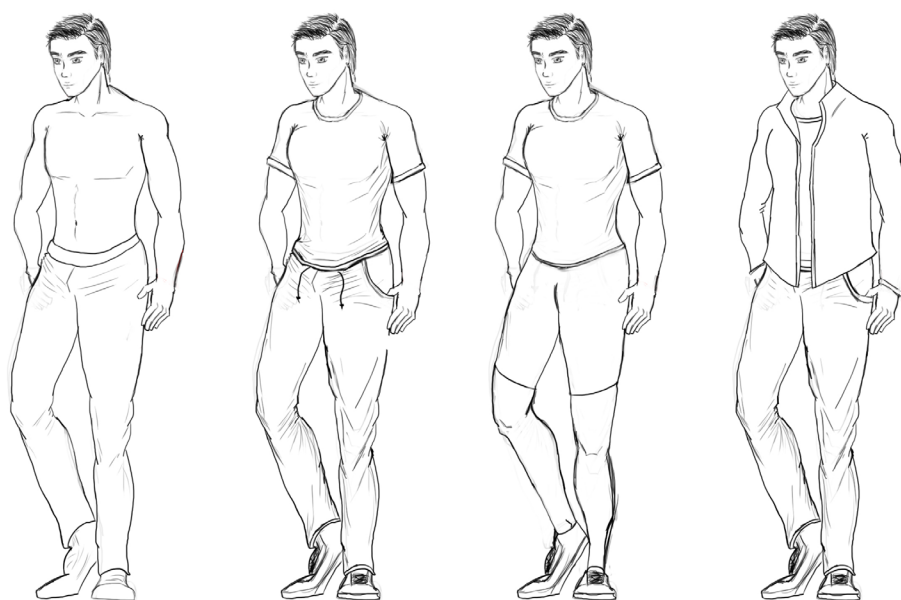
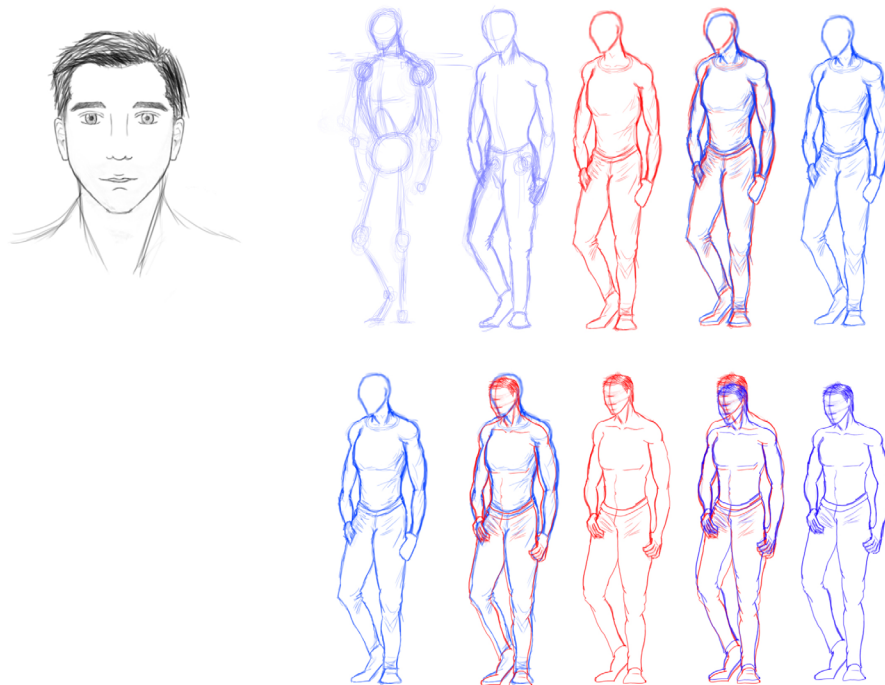
### Arte Conceptual: Personagem

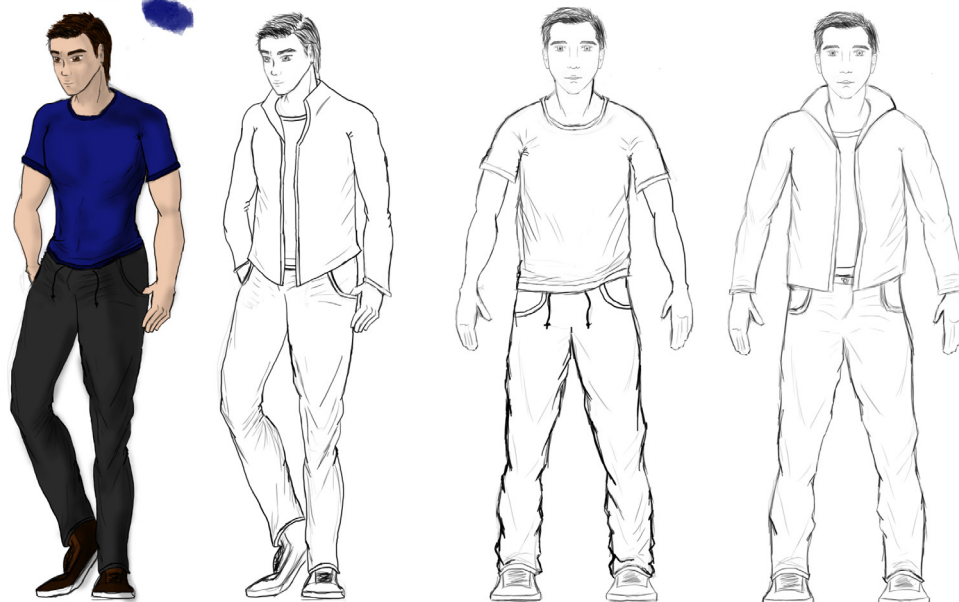
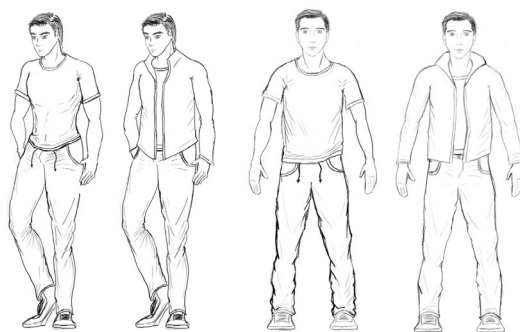
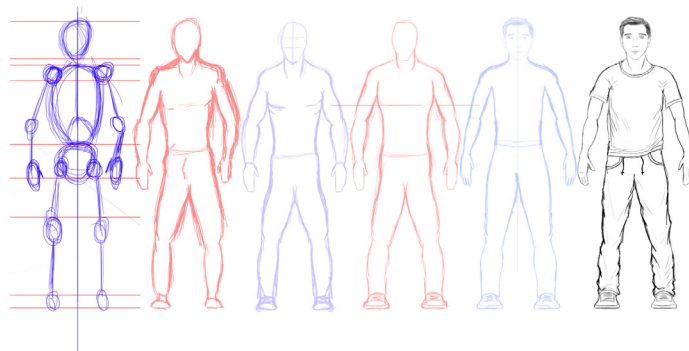








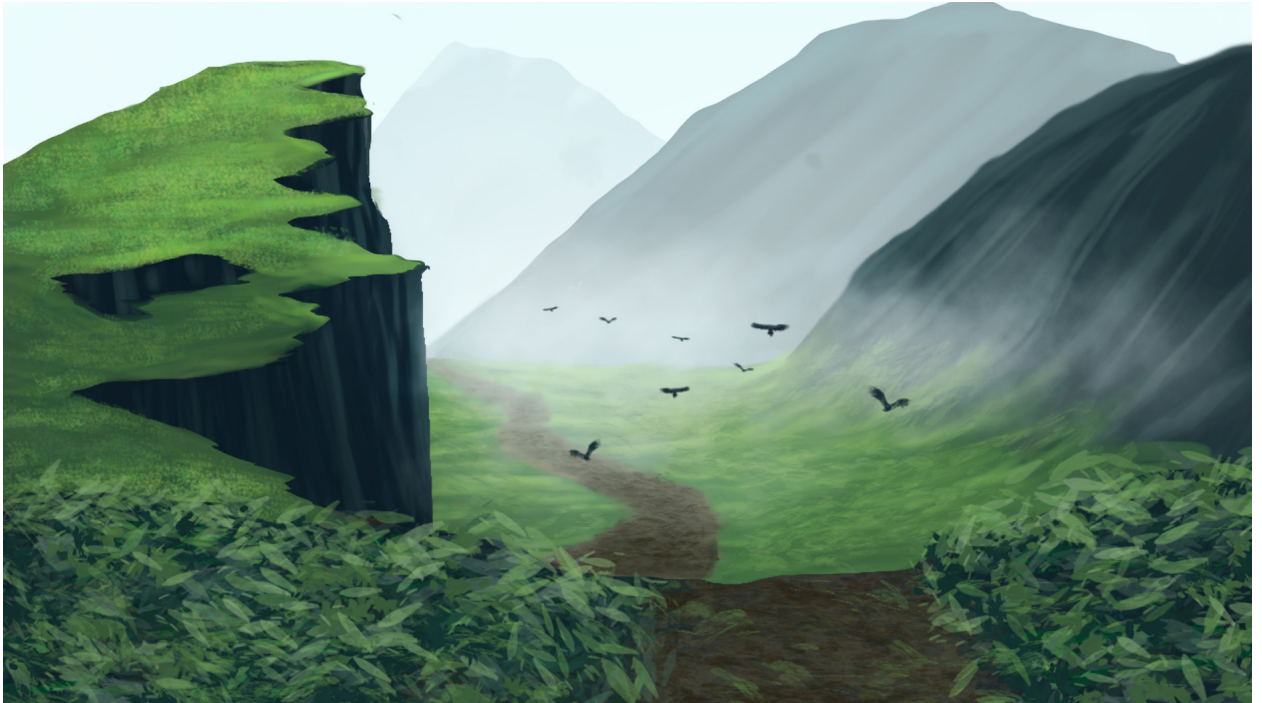




Arte Conceptual: Cenários



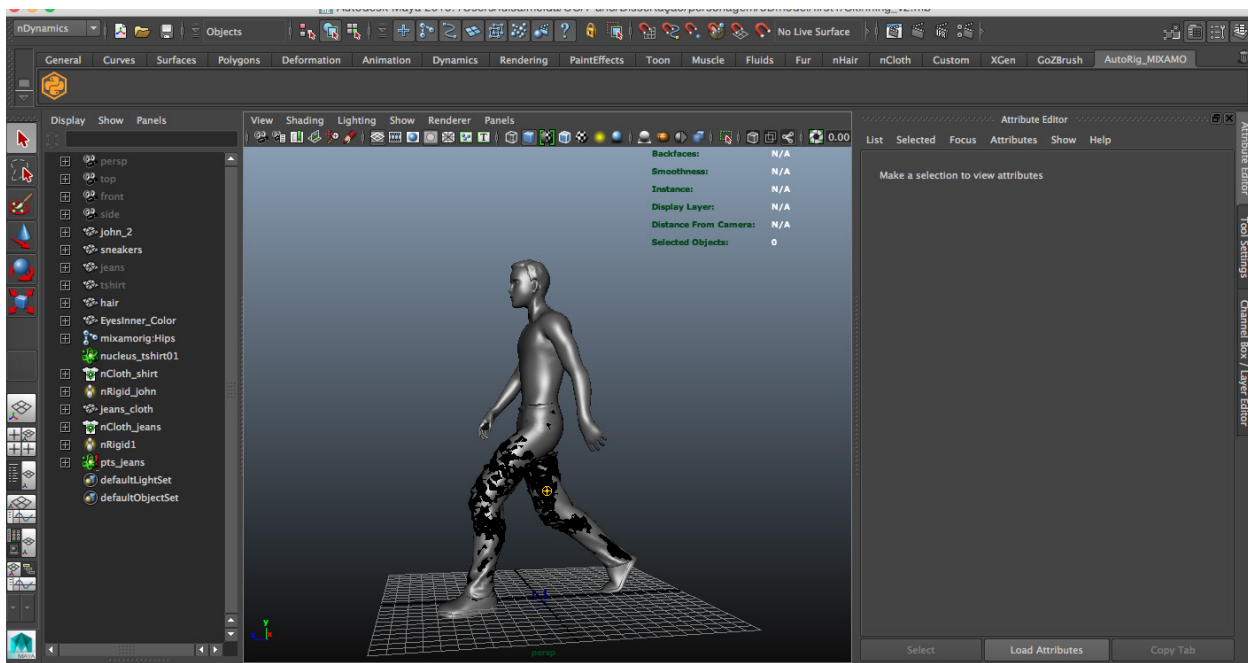
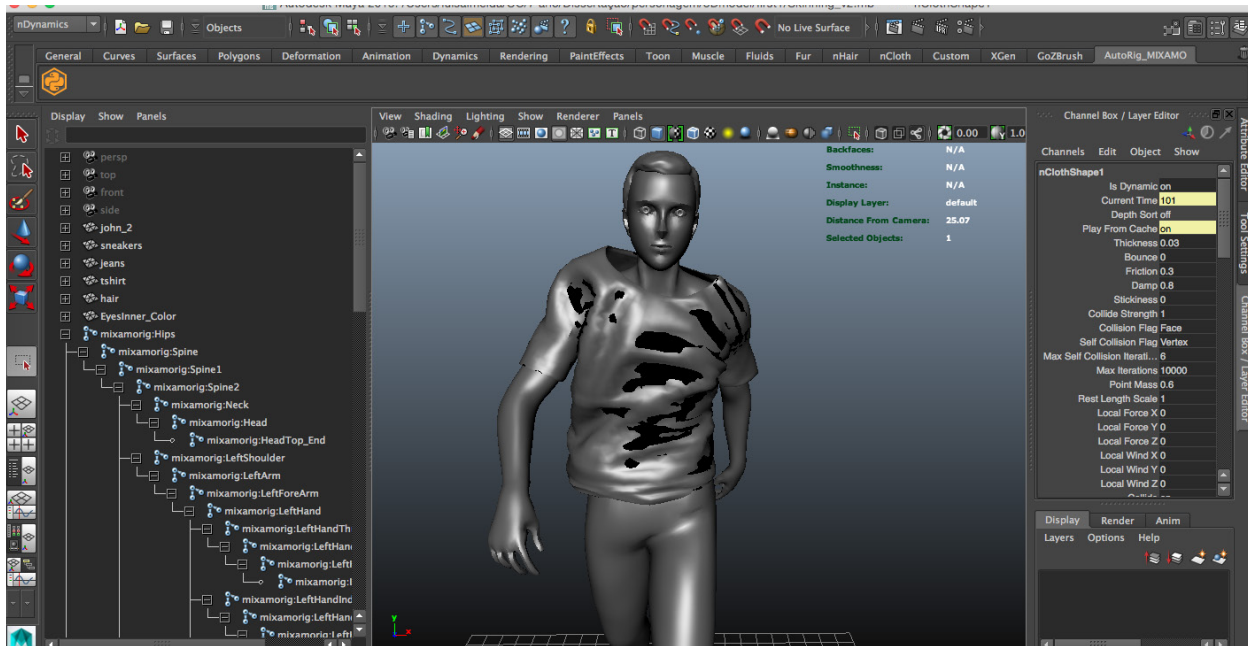




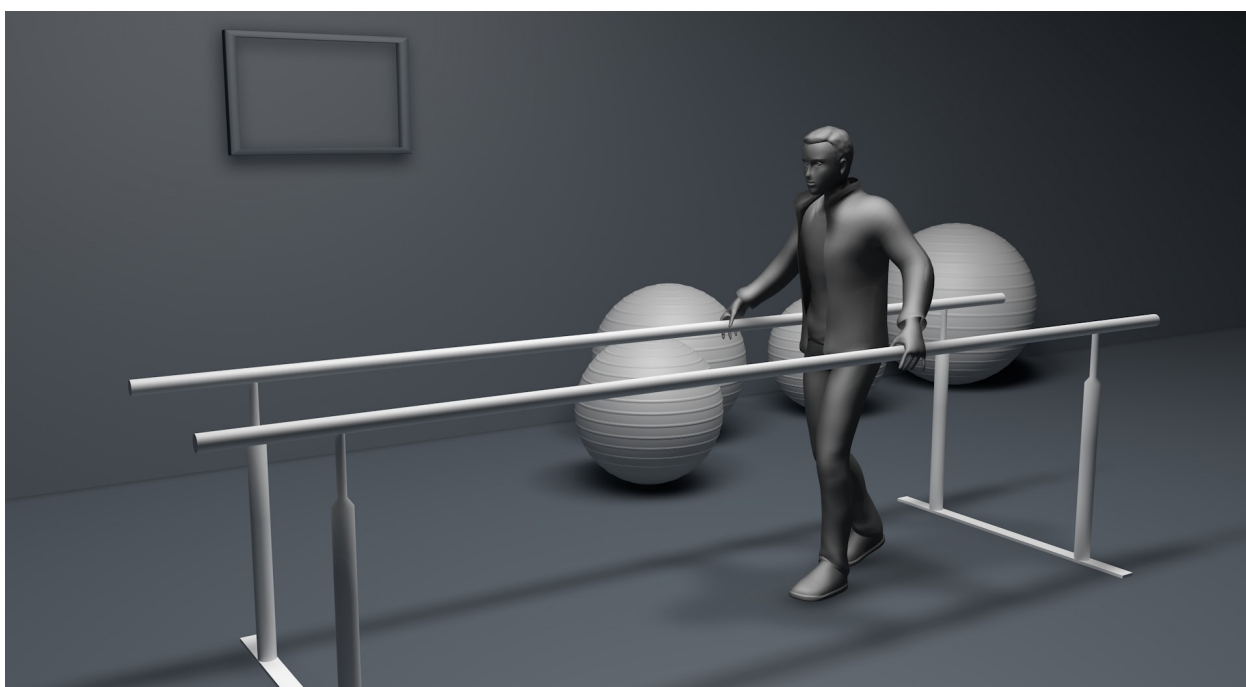
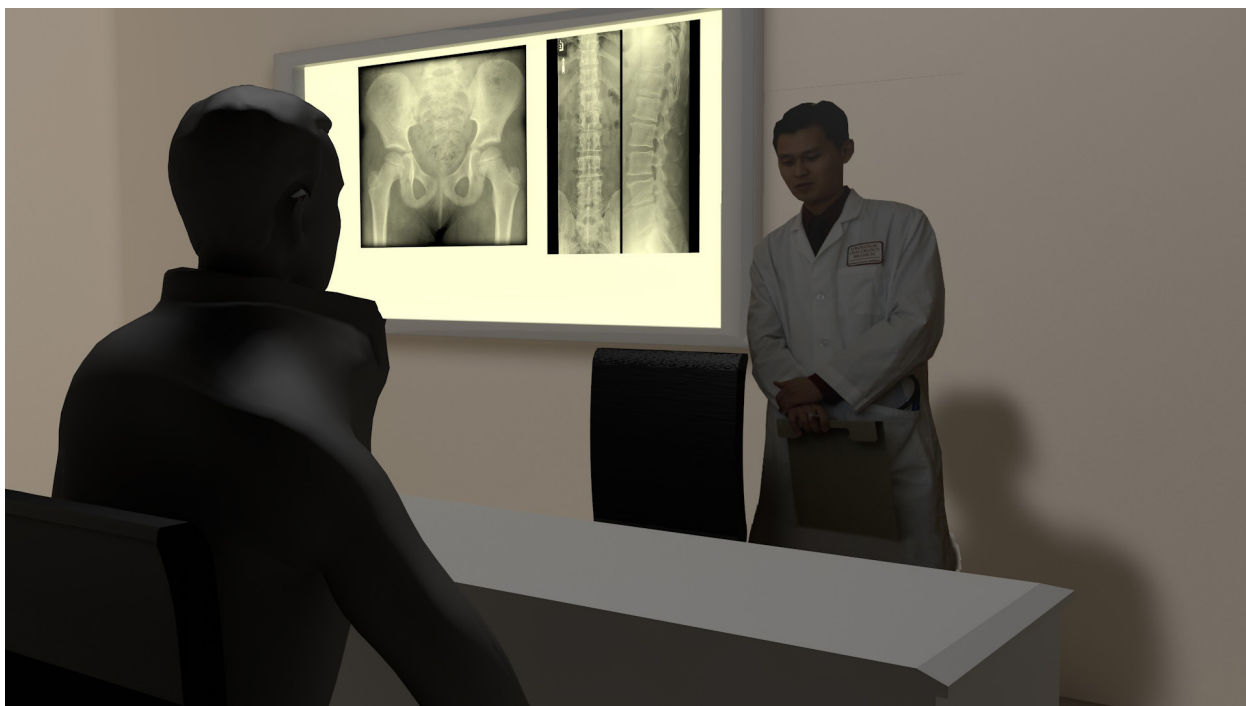




## Testes práticos com roupa dinâmica





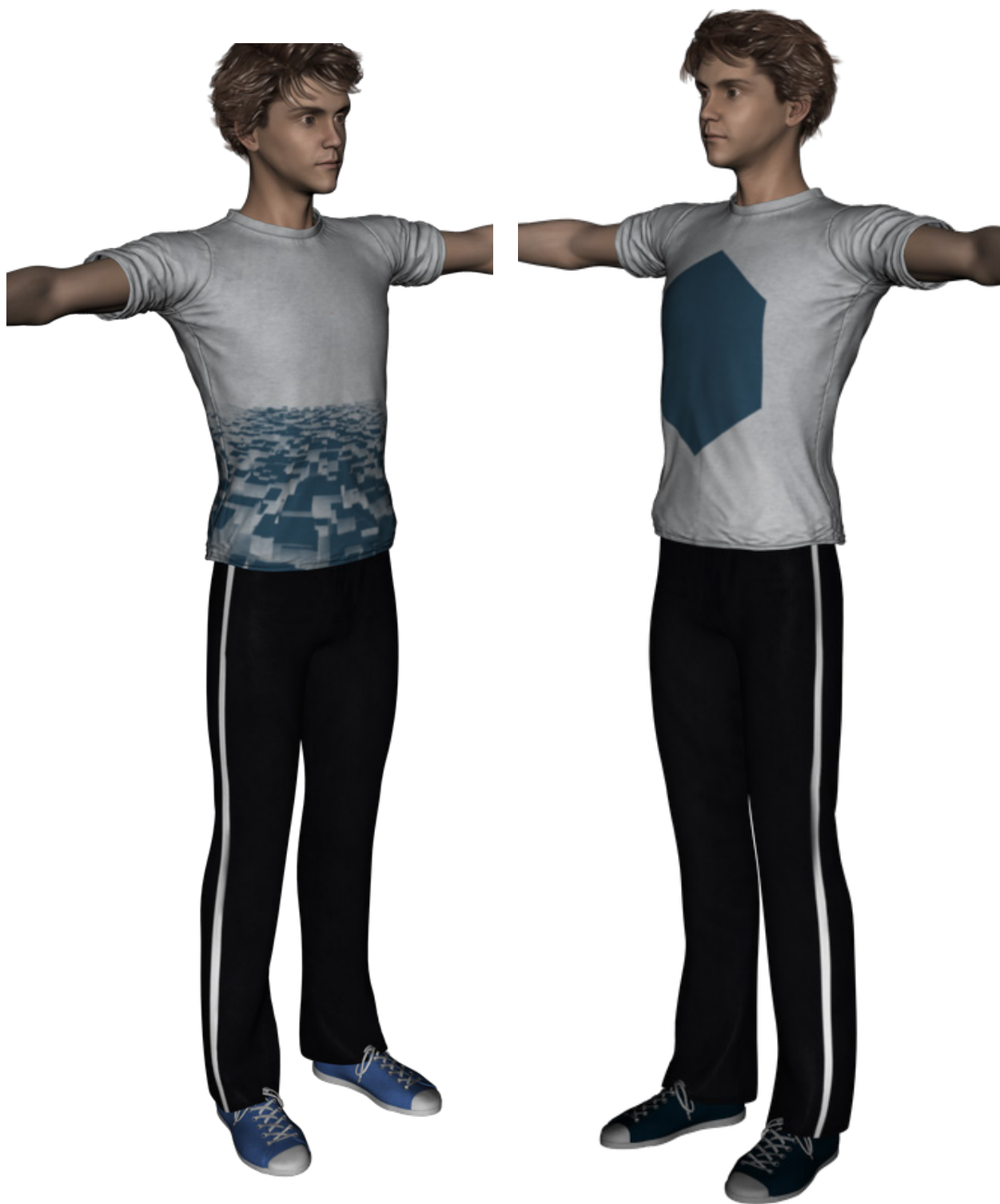






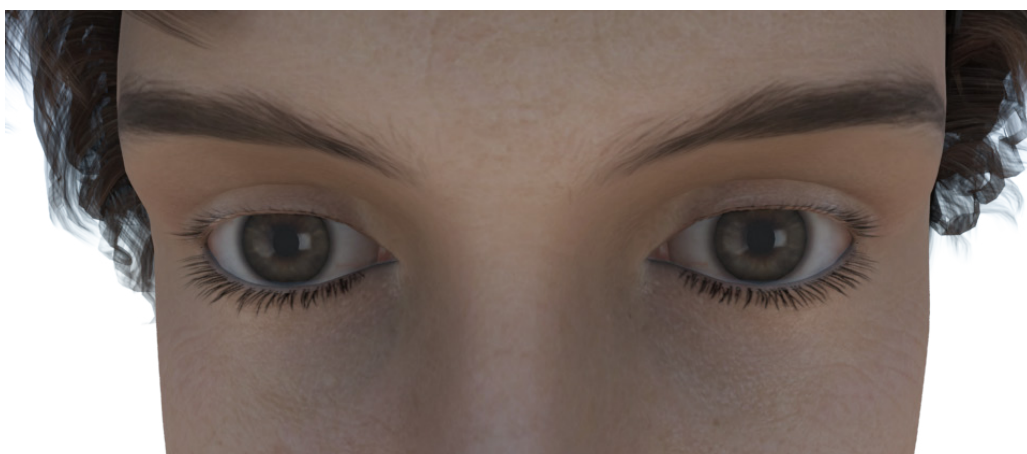
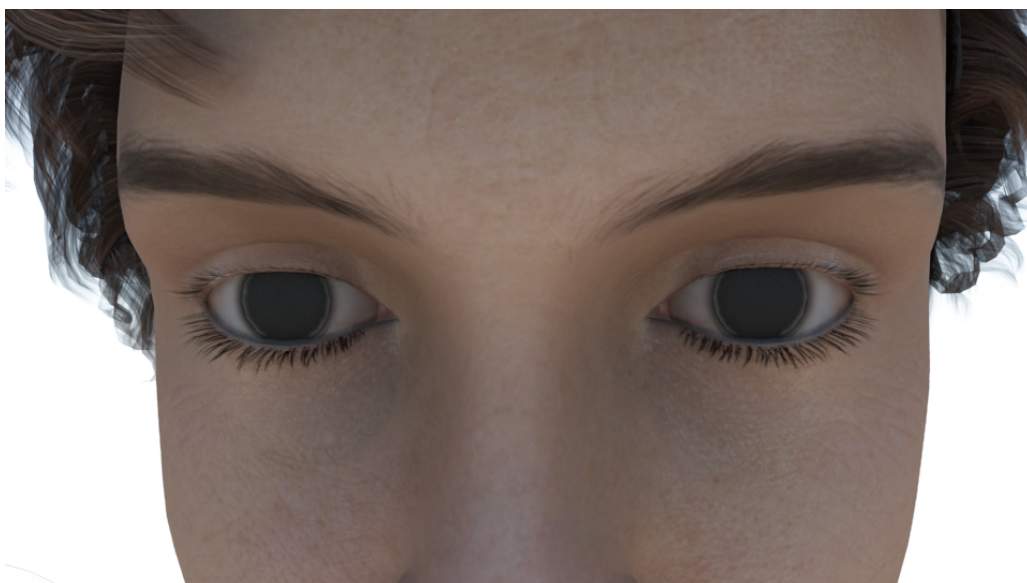






Personagem: Edição de materiais







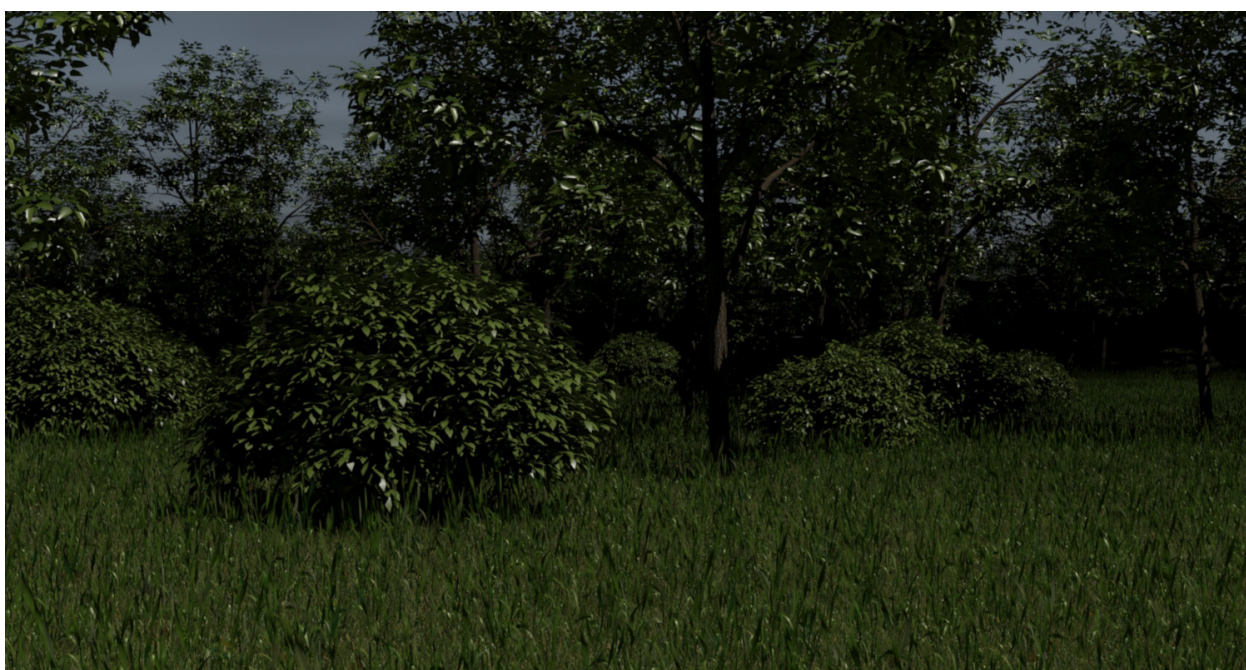




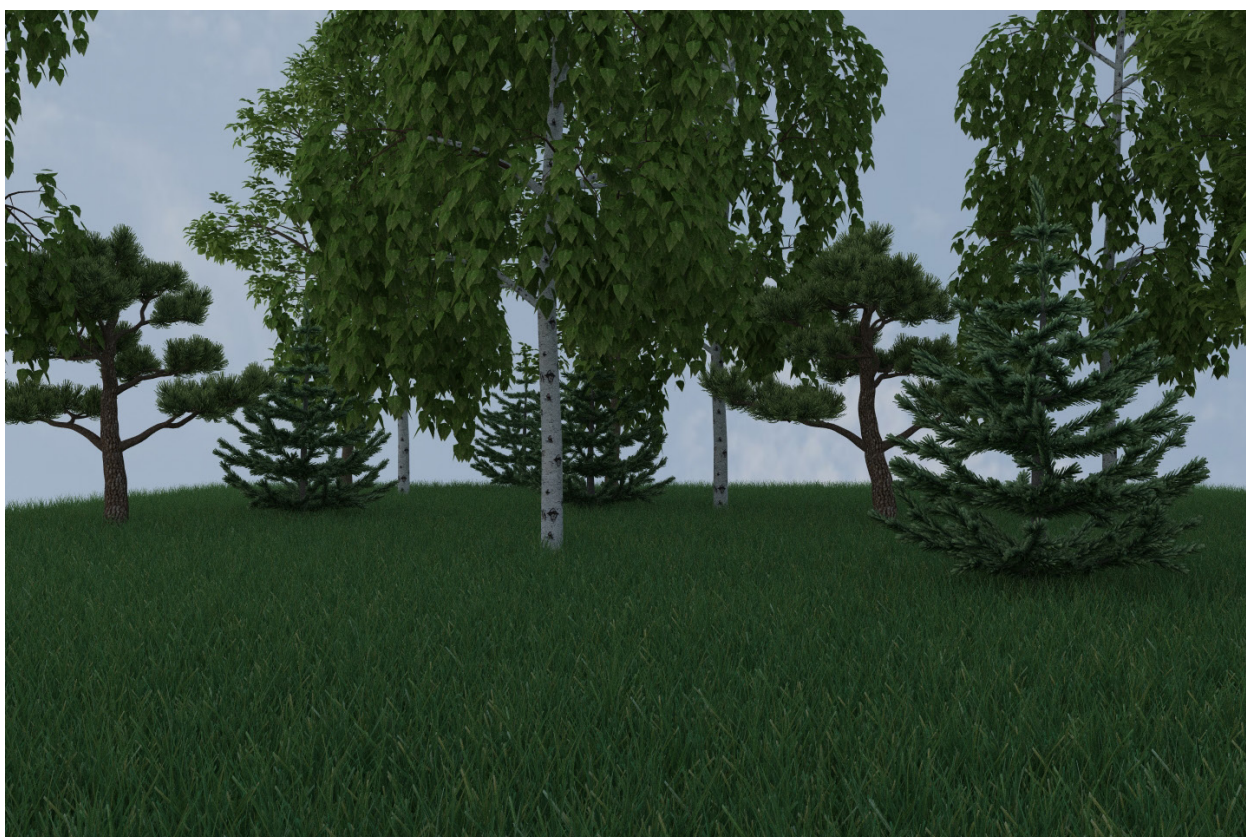


Cenários: Forest Pack

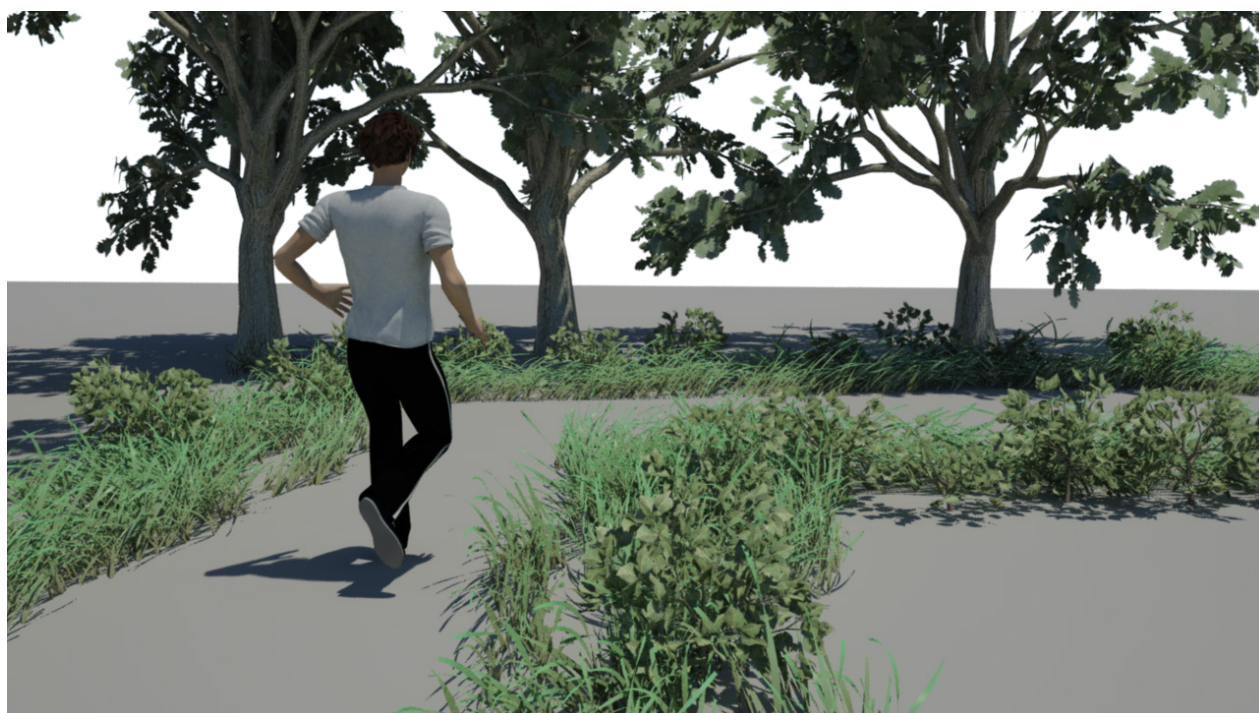
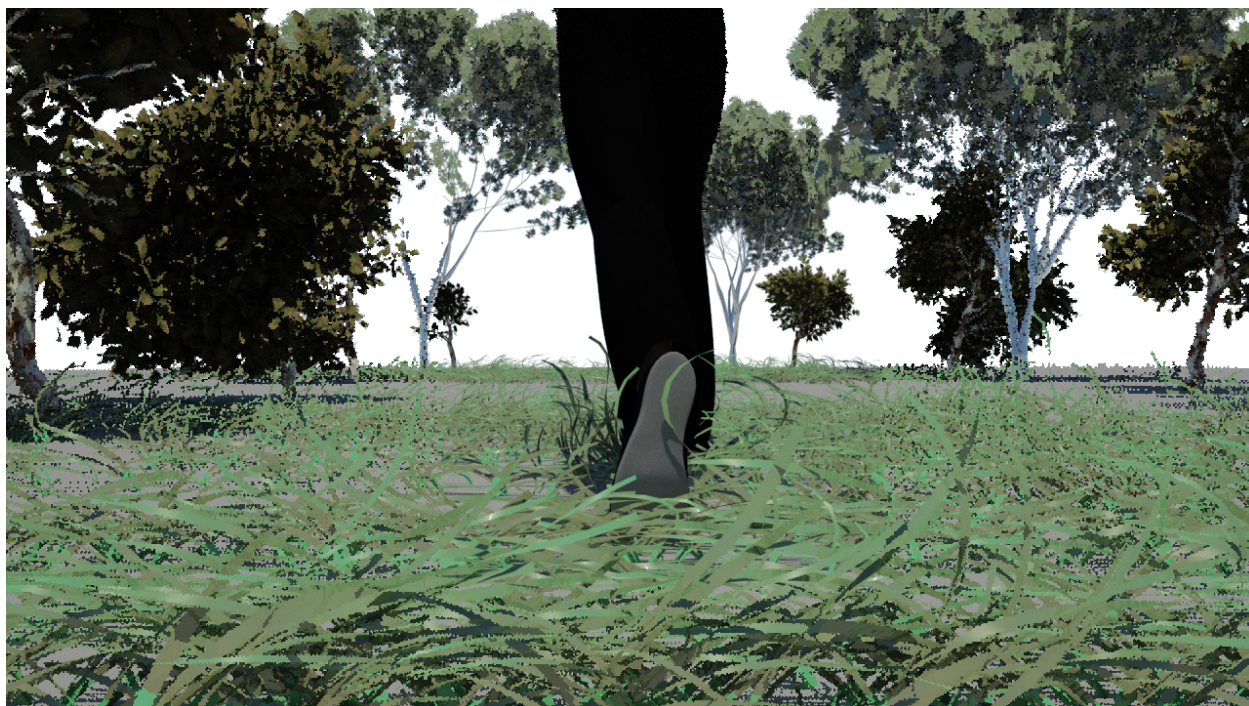




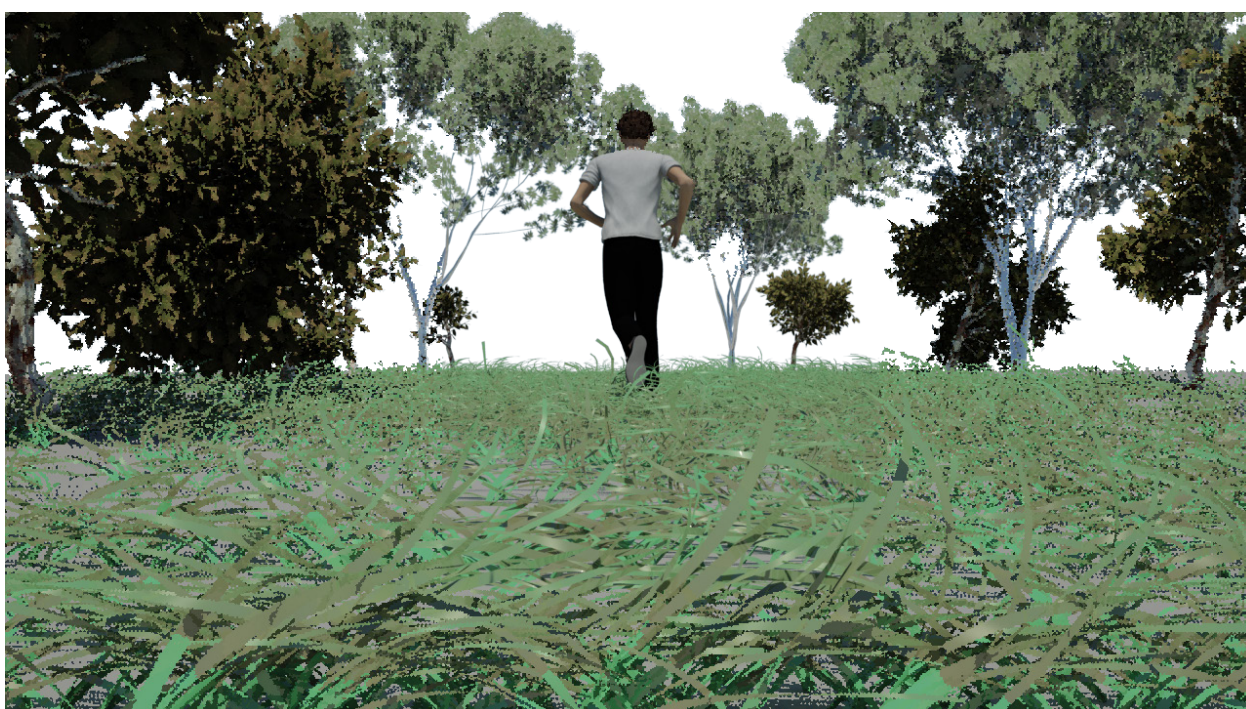
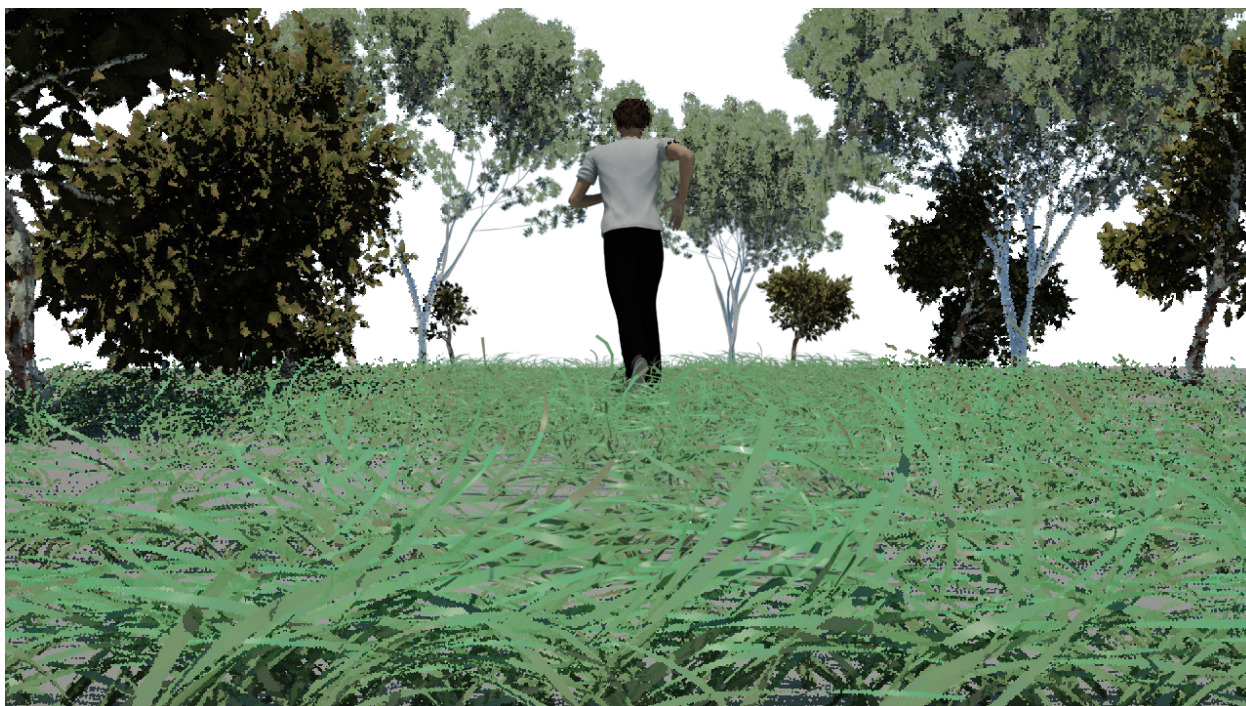


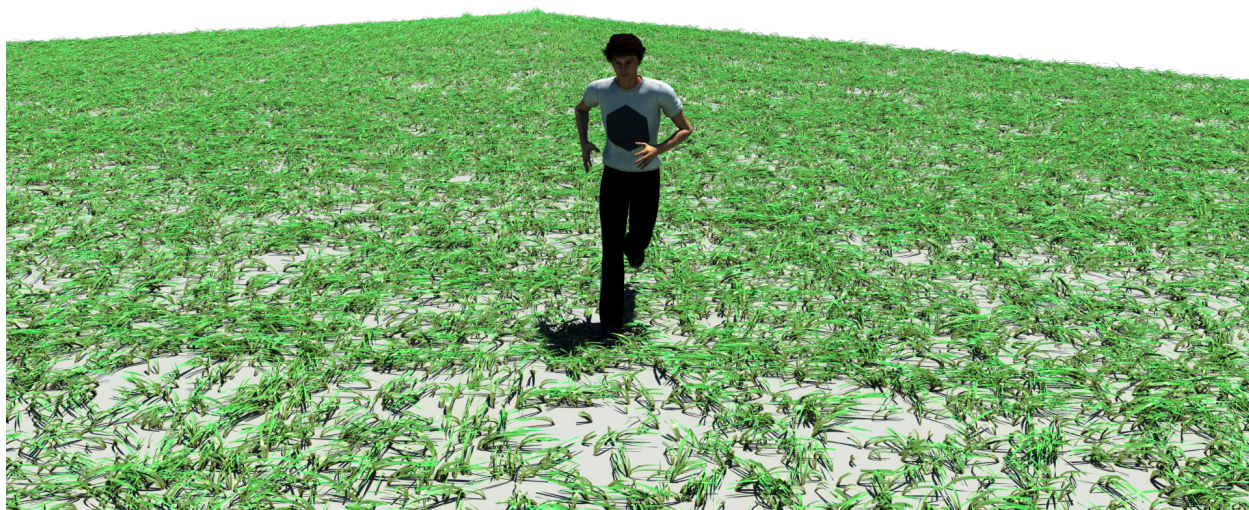
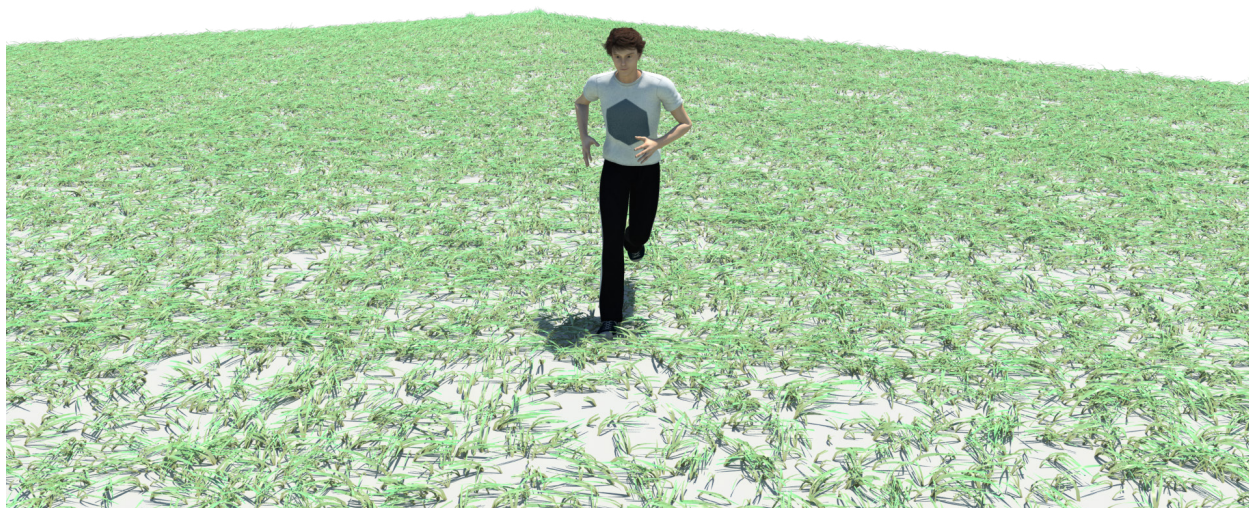


Cenários: Paint Effects









Cenários: Vue XStream





