

Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa
Mestrado em Som e Imagem



**Desenvolvimento de *rigging* e movimento para cães em Animação
3D**

Animação por Computador 2014/ 2015

Ricardo Miranda Pinheiro

Professor Orientador: Doutora Sahra Kunz

Setembro de 2015

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas, que de certa forma, me apoiaram e me ajudaram na realização do projeto final e desta dissertação.

Particularmente, gostaria de agradecer às pessoas que se envolveram mais no projeto final realizado ao longo do ano. Aos orientadores do projeto, Doutora Sahra Kunz, professor Ricardo Megre. Agradeço também às colegas e amigas de curso, em primeiro lugar a Joana Dias, pela dedicação ao nosso projeto, e em segundo lugar a Beatriz Novais e Mara Ungureanu, pelo apoio.

Agradeço também a todos os que nos ajudaram com a realização do projeto, particularmente no desenvolvimento da história. A toda a turma do 1º ano do mestrado em Animação por Computador que esteve envolvido diretamente na produção do projeto.

Resumo

Esta dissertação tem como objetivo principal abordar, no âmbito do cinema de animação 3D, a elaboração de *rigging* e movimento para personagens caninos.

Desta forma, o objeto de estudo foca-se em todas as etapas de desenvolvimento de personagens caninas, tendo como ponto de partida o estudo da anatomia óssea e muscular canina. Depois de analisada a anatomia, será necessário transferir esses conhecimentos para o ambiente 3D. O estudo da anatomia muscular irá permitir-nos iniciar o processo de modelação. Vamos fazer uma pequena introdução a boa modelação e topologia e como uma boa topologia pode afetar deformações e conseqüentemente movimentos mais limpos na animação. De seguida vamos abordar as várias etapas de *rigging*, apresentando algumas ferramentas e conceitos importantes desta área. Fazemos ainda uma comparação entre o *rigging* de personagem humano e canino. Ao analisar movimentos básicos de cães iremos ainda perceber melhor como eles se movimentam.

Por fim, vamos descrever o projeto realizado ao longo do ano letivo e de que forma é que o estudo levado a cabo para a abordagem deste tema teve a sua influência.

Palavras-chave: Anatomia, *Rigging*, Topologia, Animação 3D, Produção

Abstract

This dissertation's main purpose is the study of 3D rigging and movement for canine characters within the world of 3D animation.

Based on the study of the bone and muscular anatomy, we focus on the development stages of a canine character. After analyzed, we transfer that knowledge to the 3D space. The 3D modeling process begins with the study of the muscular structure.

We shall start by introducing the notion of good 3D modeling and topology. Afterwards, we will explain how topology can affect geometry deformations in the animation.

Furthermore, we will contextualize the rigging steps, presenting some of the tools and notions that matter in the area. We will compare the rigging of a human and a canine. Lastly, through the analysis of a dog's basic movements we will be demonstrating how they can move better.

In the last chapter, we will describe our masters final project (3D short animation) and show in which way this study helped improve said animation.

Keywords: Anatomy, Rigging, Topology, 3D Animation, Production

Índice

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO E DO PROJETO FINAL	1
1.2 METODOLOGIA UTILIZADA PARA A INVESTIGAÇÃO	2
1.3 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2. CONTEXTO HISTÓRICO, TEÓRICO E TÉCNICO.....	4
2.1 AUTORES RELEVANTES	4
2.1.1 <i>Charles Darwin</i>	4
2.1.2 <i>Eadweard Muybridge</i>	5
2.2 ANATOMIA CANINA.....	6
2.2.1 <i>Ossos</i>	10
2.2.2 <i>Músculos</i>	15
2.3 MODELAÇÃO 3D, <i>RIGGING</i> E ANIMAÇÃO	18
2.3.1 <i>Fases de um projeto</i>	18
2.3.2 <i>Contexto histórico e escolha do software</i>	19
2.3.3 <i>Modelação 3D e topologia</i>	21
2.3.4 <i>Rigging</i>	23
2.3.4.1 Criação do esqueleto	26
2.3.4.2 Ordem de rotação	27
2.3.4.3 Forward Kinematics e Inverse Kinematics	28
2.3.4.4 Constraints	29
2.3.4.5 Deformadores	33
2.3.4.6 Controladores	36
2.3.4.7 Conexão de atributos	37
2.3.4.8 Binding	39
2.4 ANIMAÇÃO	40
2.5 CONCLUSÕES	42
3. DESENVOLVIMENTO DE <i>RIGGING</i> E ANÁLISE DE MOVIMENTO	43
3.1 <i>RIGGING</i> PARA CÃES	43

3.1.1	<i>Rigging do corpo</i>	43
3.1.2	<i>Rigging facial</i>	46
3.2	ANÁLISE DE MOVIMENTO CANINO.....	48
3.3	CONCLUSÕES	51
4.	DESENVOLVIMENTO DE “AO RELENTO”	52
4.1	SINOPSE	52
4.2	RESUMINDO A PRODUÇÃO DO “AO RELENTO”	52
4.3	DESENVOLVIMENTO DE <i>RIGGING</i> PARA CÃES	55
4.3.1	<i>Modelação do personagem</i>	55
4.3.2	<i>Rigging</i>	57
4.3.2.1	<i>Rigging do corpo</i>	58
4.3.2.2	<i>Rigging facial</i>	68
4.3.2.3	O que correu mal	73
4.4	ANIMAÇÃO	75
5.	CONCLUSÕES.....	76
	BIBLIOGRAFIA.....	78
	OUTRAS REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE A.....	82

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 EXPRESSÕES FACIAIS EM ANIMAIS DEMONSTRADAS POR CHARLES DARWIN (DARWIN, 2009)	5
FIGURA 2.2 CÃO EM MOVIMENTO (MUYBRIDGE, 1957)	5
FIGURA 2.3 PLANO DE CORPO BÁSICO DO CÃO (GOLDFINGER, 2004)	6
FIGURA 2.4 POSIÇÃO ANATÓMICA DOS DIFERENTES MEMBROS EM DIFERENTES ANIMAIS (RUBE, MILTON, & AI, 1956).....	7
FIGURA 2.5 COMPARAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL ENTRE CAVALO (ESQUERDA), CÃO (CENTRO) E HOMEM (DIREITA) (GOLDFINGER, 2004)	8
FIGURA 2.6 COMPARAÇÃO ENTRE A ANATOMIA ÓSSEA DA MÃO DO HOMEM E DE ANIMAIS (GOLDFINGER, 2004).....	9
FIGURA 2.7 ANATOMIA ÓSSEA DO CÃO.....	10
FIGURA 2.8 TIPOS DE CRÂNIO	11
FIGURA 2.9 MEMBRO TORÁCICO (ESQUERDA) E MEMBRO PÉLVICO (DIREITA) (ELLENBERGER, BAUM, & DITTRICH, 1996)	14
FIGURA 2.10 ANATOMIA MUSCULAR DO CÃO (GOLDFINGER, 2004)	15
FIGURA 2.11 MÚSCULOS DA CABEÇA	16
FIGURA 2.12 AMBIENTE GRÁFICO DO AUTODESK MAYA 2015	21
FIGURA 2.13 MODELOS INORGÂNICOS (ESQUERDA) E MODELOS ORGÂNICOS (DIREITA) (VAUGHAN, 2012).....	22
FIGURA 2.14 RIG DE UM CAVALO	25
FIGURA 2.15 HIERARQUIA DE UM ESQUELETO NO MAYA	26
FIGURA 2.16 ORDEM DE ROTAÇÃO.....	27
FIGURA 2.17 HIERARQUIA DE OSSOS (ESQUERDA), FORWARD KINEMATICS (CENTRO) E INVERSE KINEMATICS (DIREITA)	29
FIGURA 2.18 POINT CONSTRAINT, POSIÇÃO INICIAL (À ESQUERDA) E RESULTADO DA TRANSLAÇÃO EFETUADA (À DIREITA)	30
FIGURA 2.19 ORIENT CONSTRAINT, POSIÇÃO INICIAL (À ESQUERDA) E RESULTADO DA ROTAÇÃO EFETUADA (À DIREITA)	30
FIGURA 2.20 PARENT CONSTRAINT, POSIÇÃO INICIAL (À ESQUERDA) E RESULTADO DAS TRANSFORMAÇÕES EFETUADAS (À DIREITA) ..	31
FIGURA 2.21 SCALE CONSTRAINT, POSIÇÃO INICIAL (À ESQUERDA) E RESULTADO DA ESCALA EFETUADA (À DIREITA)	31
FIGURA 2.22 AIM CONSTRAINT, POSIÇÃO INICIAL (À ESQUERDA) E RESULTADO DA TRANSLAÇÃO EFETUADA (À DIREITA)	32
FIGURA 2.23 POLE VECTOR, DIREÇÃO DOS OSSOS COM O CONTROLADOR EM DIFERENTES LOCAIS.....	32
FIGURA 2.24 CLUSTER (O SÍMBOLO DO CLUSTER NO MAYA É REPRESENTADO PELO 'C'), À DIREITA O ESTADO INICIAL DO MODELO E À ESQUERDA O RESULTADO QUANDO SE DESLOCA O CLUSTER.....	33
FIGURA 2.25 RIG FACIAL USANDO CLUSTERS.....	34
FIGURA 2.26 SISTEMA DE BLEND SHAPES UTILIZADO PARA CRIAR O RIG FACIAL NA CURTA-METRAGEM SINTEL.....	35
FIGURA 2.27 MAYA MUSCLE (ALLEN & MURDOCK, 2008).....	36
FIGURA 2.28 PIVOT DO CONTROLADOR NO LOCAL DO OSSO.....	37
FIGURA 2.29 CONNECTION EDITOR	38
FIGURA 2.30 SET DRIVEN KEY	39
FIGURA 3.1 COMPARAÇÃO DA DIREÇÃO DA ANATOMIA ENTRE CÃO E HOMEM (O' NEILL, 2008)	43

FIGURA 3.2 REPRESENTAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES USADAS NOS MEMBROS TORÁCICOS PARA CRIAR O SISTEMA DE IK NUM ESQUELETO HUMANO E CANINO	44
FIGURA 3.3 REPRESENTAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES USADAS NOS MEMBROS PÉLVICOS PARA CRIAR O SISTEMA DE IK NUM ESQUELETO HUMANO E CANINO	45
FIGURA 3.4 EXPRESSÕES FACIAIS DE CÃES EM FILMES DE ANIMAÇÃO 3D, À ESQUERDA BOLT (BYRON HOWARD E CHRIS WILLIAMS, 2008) E À DIREITA DUG DO FILME UP (PETE DOCTER E BOB PETERSON, 2009)	46
FIGURA 3.5 EXPRESSÕES FACIAIS TRANSMITIDAS COM AS ORELHAS.....	47
FIGURA 3.6 CÃO A ANDAR	48
FIGURA 3.7 CÃO A CORRER	49
FIGURA 3.8 CÃO EM CORRIDA RÁPIDA	50
FIGURA 4.1 MODEL SHEET DO PINGO	55
FIGURA 4.2 REFERÊNCIA DE TOPOLOGIA PARA A MODELAÇÃO DO PINGO.....	56
FIGURA 4.3 MODELO 3D DO PINGO	56
FIGURA 4.4 MODELO FINAL DO PINGO	57
FIGURA 4.5 RIG FINAL DO PINGO	57
FIGURA 4.6 PINGO COM OS OSSOS COLOCADOS	58
FIGURA 4.7 ORIENTAÇÃO DOS OSSOS.....	59
FIGURA 4.8 CONTROLADORES UTILIZADOS PARA O PESCOÇO E A CABEÇA	60
FIGURA 4.9 INFLUÊNCIA DO ATRIBUTO NECK FOLLOW	60
FIGURA 4.10 INVERSE KINEMATICS DOS MEMBROS DA FRENTE	61
FIGURA 4.11 REVERSE FOOT	62
FIGURA 4.12 CONTROLADORES DA PATA	62
FIGURA 4.13 CONTROLADOR DO OMBRO.....	63
FIGURA 4.14 POLE VECTOR DE UM DOS MEMBROS DA FRENTE	64
FIGURA 4.15 INVERSE KINEMATICS DOS MEMBROS DE TRÁS.....	64
FIGURA 4.16 CAUDA DO PINGO.....	65
FIGURA 4.17 OSSOS CRIADOS PARA A COLUNA.....	66
FIGURA 4.18 DEFORMAÇÕES CAUSADAS PELOS CLUSTERS NAS CURVAS, (À ESQUERDA) DEFORMAÇÃO NA CURVA 1, (AO CENTRO) DEFORMAÇÃO NA CURVA 2 E (À DIREITA) DEFORMAÇÃO NA CURVA 1 E 2	66
FIGURA 4.19 CONTROLADORES DA COLUNA	67
FIGURA 4.20 SPINE FOLLOW	67
FIGURA 4.21 HIP FOLLOW	68
FIGURA 4.22 OSSO E CONTROLADOR DA MANDÍBULA.....	69
FIGURA 4.23 AS CURVAS E OS CLUSTERS QUE SERVIAM PARA CONTROLAR A GEOMETRIA DAS SOBRANCELHAS	69
FIGURA 4.24 CONTROLADORES DA SOBRANCELHA	70
FIGURA 4.25 OSSOS CRIADOS PARA A LÍNGUA.....	70
FIGURA 4.26 CONTROLADORES DA LÍNGUA	71

FIGURA 4.27 LÍNGUA COM O ATRIBUTO BEND A 45 EM TODOS OS CONTROLADORES	71
FIGURA 4.28 OS OSSOS UTILIZADOS NOS OLHOS.....	72
FIGURA 4.29 CONTROLADORES DAS PÁLPEBRAS	72
FIGURA 4.30 CONTROLADORES DA DIREÇÃO DOS OLHOS.....	73
FIGURA 4.31 RIG DESENVOLVIDO PARA A OUTRA VERSÃO DO PINGO	73
FIGURA 4.32 PLANO 13	75
FIGURA 4.33 PLANO 17	75

Lista de Tabelas

TABELA 1 TAREFAS DE CADA ELEMENTO NA PRODUÇÃO DO PROJETO	53
--	----

1. Introdução

1.1 Apresentação da proposta de trabalho e do projeto final

A abordagem ao tema de *rigging* para cães surgiu com a necessidade do projeto final, “Ao Relento”. A curta-metragem, “Ao Relento”, foi o projeto desenvolvido no presente ano letivo pelo autor e a colega de turma, Joana Dias. Este projeto teve como principal objetivo desenvolver as nossas competências de modo a criar portefólio para ingressar no mercado de trabalho. A história também foi um fator importante para a realização deste filme, pois o objetivo também era criar um projeto que ambos gostássemos. Começou-se com este projeto no final do ano letivo passado, começando por pensar em algumas histórias. Apesar deste esforço inicial a história deste projeto surgiu mais tarde e já muito próximo do ano letivo 2014 / 2015 começar. Com a ajuda dos orientadores do projeto conseguimos chegar a uma conclusão e começar a produzir o projeto “Ao Relento”. Ao Relento conta a história de um mendigo que como tantos outros vive na rua. Robert passa os seus dias a sonhar, com ajuda da sua guitarra. Com o decorrer da história acaba por aparecer um cão. Com a introdução de um personagem canino na história surgiu a necessidade de se compreender melhor os comportamentos dos cães, estudar a sua anatomia, para se conseguir introduzir esses conhecimentos no projeto e assim se desenvolver o *rig* (estrutura base para se conseguir animar o personagem).

Durante a produção de uma curta-metragem de animação, esta passa por muitas fases. Desde a pré-produção com a conceção de toda a história, o desenvolvimento dos personagens e cenários, estudos de cor. Durante a pré-produção tudo é desenvolvido para posteriormente se produzir. Na seguinte fase, produção, tudo o que foi criado anteriormente vai ser reproduzido em 3D. Começando pela modelação dos personagens, passando pelo *rigging* (área do 3D cujo principal objetivo é criar um esqueleto que vai permitir ao animador, movimentar várias partes de um personagem), a criação dos cenários, texturas, depois vem a animação, iluminação e *render*¹. Após estas etapas o projeto entra na pós-produção, fazendo-se correções de cor, som e montagem. O projeto fica concluído e aquilo que foi projetado na pré-produção esta agora finalizado. Nesta dissertação o tema em destaque, foca-se no *rigging*.

Esta dissertação abordará desde a anatomia, a modelação e a criação de *rigs* em personagens caninos. *Rigging* é uma etapa já muito estudada, existe muita informação

¹ Processo final de criação de imagens em animação 3D

disponível, não apenas documentos escritos mas também tutoriais. No que diz respeito a *rigging* para cães não há tanta informação, o principal foco está habitualmente em *rigging* de personagens bípedes. Com uma comparação entre desenvolvimento de *rig* para um personagem bípede e para um personagem canino, percebemos que com o estudo da anatomia os problemas são facilmente resolvidos, o principal concentra-se na criação do esqueleto corretamente e depois disso é utilizar as ferramentas apropriadas em cada situação. Os artistas criavam as suas obras baseando-se na realidade, de tal modo que para as suas criações acabavam por analisar as pessoas, animais e a natureza. O mesmo acontece com a animação. Quando não sabemos como os cães se movimentam então a solução passa por observar e analisar o seu movimento. O artista 3D procura referências na vida real para a ação que pretende animar. Com as referências corretas melhor as animações serão.

Com o surgimento do 3D e o seu avanço, estudou-se a melhor forma de criar animações o mais realistas possíveis. No âmbito da criação de personagens tridimensionais ainda se integra um outro conceito: topologia². Com a aplicação da topologia correta, num modelo 3D, é possível fazermos deformações mais realistas e com menos geometria. É neste aspeto que a anatomia muscular é importante, pois é através da sua análise que sabemos a direção que os músculos tomam. Este é um processo importante na modelação, pois é desta forma que deve ser modelado o objeto 3D, sendo possível posteriormente fazer animações mais realistas.

1.2 Metodologia utilizada para a Investigação

Esta dissertação pretende fazer uma análise de uma das fases de produção de um projeto 3D, o *rigging*. O tema desta dissertação será o suporte para a execução de um *rig* para um personagem canino.

Quando se reproduz um personagem em 3D é importante ter um conhecimento sobre anatomia muscular. Com o conhecimento correto dos músculos consegue-se descobrir onde as rugas aparecerão e que partes do corpo se mexem com cada músculo. Com este conhecimento um modelador consegue construir um modelo mais “limpo”. Quando se inicia a criação de um *rig* é preciso ter conhecimentos de anatomia óssea. Com este estudo é possível criar deformações mais “limpas” e com isso um movimento mais bem conseguido na animação.

Os principais elementos de estudo são os mencionados anteriormente, anatomia óssea e

² Forma como os componentes da geometria está organizado

muscular. Estes são os principais métodos para a criação de um personagem 3D. Posteriormente abordar-se-ão conhecimentos mais técnicos, com a apresentação de algumas ferramentas utilizadas em *rigging*.

1.3 Descrição da estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em vários capítulos de forma a melhorar a compreensão do leitor. O primeiro capítulo consiste de uma introdução ao tema abordado. No segundo capítulo, irá fazer-se a abordagem ao tema da dissertação, apresentando toda a pesquisa efetuada para elaboração da mesma. Começar-se-á por falar sobre alguns autores relevantes para este estudo, descrevendo e relacionando alguns dos seus trabalhos com o tema abordado nesta dissertação. A abordagem à anatomia também está presente neste capítulo, pois é um tema de extrema importância na conceção de personagens. Irão descrever-se todas as etapas de um projeto em animação 3D, para o leitor se situar, em qual etapa o tema predominante é realizado. E por fim, a abordagem será mais técnica, com a descrição e apresentação de algumas ferramentas utilizadas no meio da computação gráfica.

No terceiro capítulo, com base na pesquisa efetuada no segundo capítulo, vamos apresentar as principais diferenças entre o desenvolvimento de um *rig* para um personagem humano e para um cão. Também teremos uma análise de movimento canino, e de como se deslocam.

No capítulo seguinte, capítulo quatro, irá descrever-se o desenvolvimento da uma curta-metragem “Ao Relento”. Irá apresentar-se um breve resumo de toda a produção desta curta-metragem e de que forma foi possível fazer a ligação do tema estudado com a produção de “Ao Relento”. Serão ainda descritas algumas partes do desenvolvimento que correram menos bem e de que forma é que se conseguiram ultrapassar esses obstáculos.

Por último irá apresentar-se uma conclusão, esclarecendo de que forma é que a abordagem deste tema foi útil para o autor e qual a sua importância para o futuro.

2. Contexto histórico, teórico e técnico

2.1 Autores relevantes

Para o estudo do tema abordado ao longo desta dissertação, existem alguns autores relevantes. Estes, com os seus trabalhos, ajudaram-nos a compreender como os animais se comportavam. Portanto, devem ser referidos: Charles Darwin (1809-1882) e Eadweard Muybridge (1830-1904).

2.1.1 Charles Darwin

*“PERHAPS no one has influenced our knowledge of life on Earth as much as the English naturalist Charles Darwin (1809-1882).”*³

Charles Darwin, nascido a 12 de fevereiro de 1809 em Inglaterra, foi um importante naturalista britânico. Darwin ficou conhecido por provar a sua teoria de evolução. Nessa sua teoria, Darwin explicou que todos os seres vivos evoluíram por uma seleção natural e sexual. É no livro *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (1859) que Darwin apresenta a sua teoria da evolução. Em 1872, Darwin publica o livro *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, onde afirmou e demonstrou que não eram apenas os homens a mostrar expressões faciais. Os animais também o fazem.⁴ *“We can thus also understand the fact that the young and the old of widely different races, both with man and animals, express the same state of mind by the same movements.”* (Darwin, 2009, p. 275)

A 19 de abril de 1882 Charles Darwin morre.⁵

³ <http://darwin-online.org.uk/biography.html> (consultado a 07/07/2015)

⁴ Idem

⁵ Idem

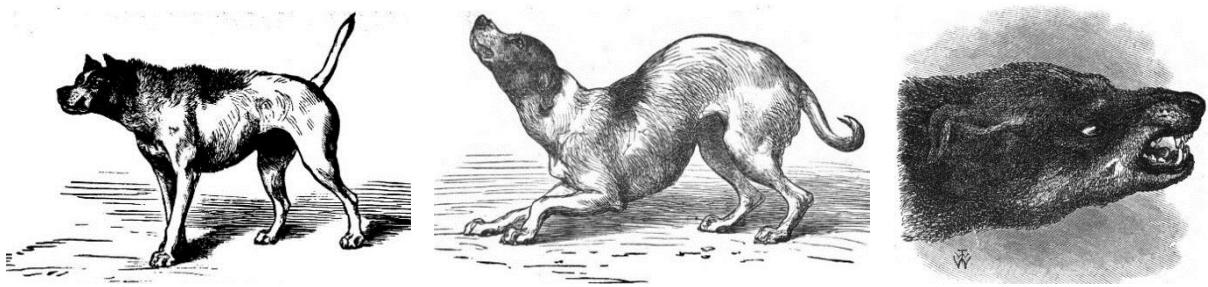


Figura 2.1 Expressões faciais em animais demonstradas por Charles Darwin (Darwin, 2009)

O estudo deste autor veio provar que os animais também possuem expressões faciais, com isso alguns filmes tem como protagonistas cães. Com as expressões faciais demonstradas o público tem empatia com os personagens.

2.1.2 Eadweard Muybridge

Eadweard Muybridge nasceu a 9 de fevereiro de 1830 em Inglaterra. Foi um importante fotógrafo britânico. Com os seus trabalhos ele captou imagens de homens e animais em movimento. Criou também o zoopraxiscópio, ferramenta pela qual podia observar as suas fotografias de forma animada. Morreu a 8 de maio de 1904.⁶

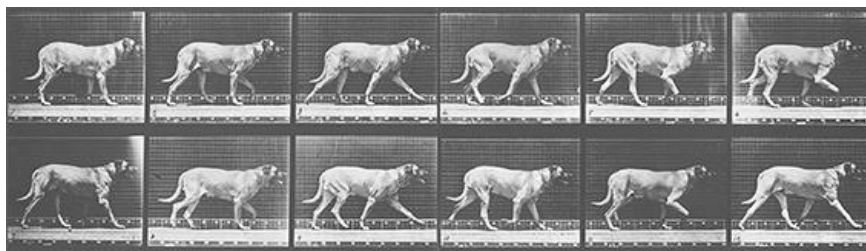


Figura 2.2 Cão em movimento (Muybridge, 1957)

Com a análise das imagens vamos conseguir perceber o movimento dos cães, tanto em corrida como a caminhar.

⁶ <http://www.biography.com/people/eadweard-muybridge-9419513> (consultado a 07/07/2015)

2.2 Anatomia canina

Anatomia é um ramo de biologia que estuda a estrutura dos seres vivos. Para este estudo considerar-se-á o estudo da anatomia óssea e muscular.

Compreender a anatomia é um dos fatores mais importantes para um artista 3D que concebe personagens.

“Every character and concept artist should study anatomy. Why? Because without a sound knowledge of anatomy, your creations will lack credibility. And if you are working in a creature pipeline, an understanding of the fundamentals is absolutely essential. Anatomy is the structural foundation that grounds characters in the physical world and makes them believable, even if they are cartoons or imaginary creatures.”

(Eaton, Anatomical perfection, 2007, p. 62)

Plano de corpo é um termo de anatomia que mostra de forma simplificada as principais articulações e ossos de um animal. Um artista 3D deve compreender este plano de modo a conseguir elaborar o seu trabalho.

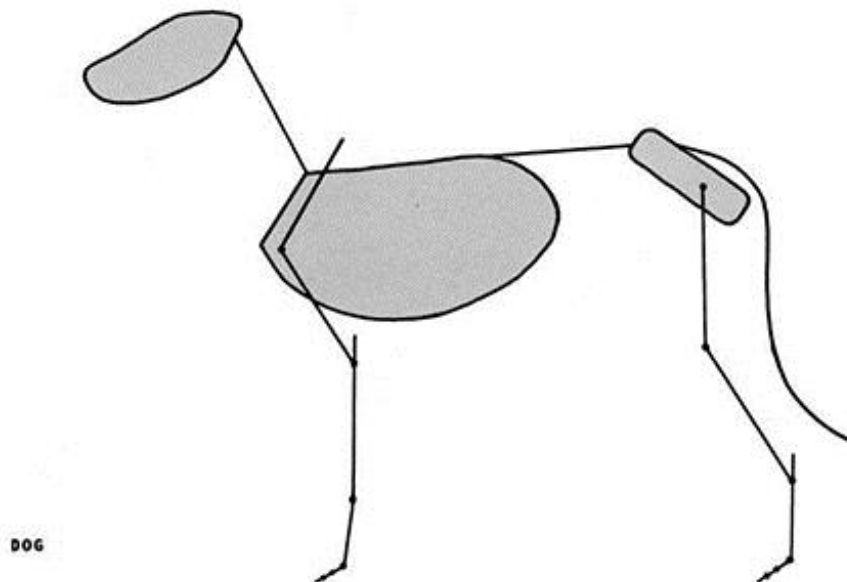


Figura 2.3 Plano de corpo básico do cão (Goldfinger, 2004)

Homens e animais são muito semelhantes anatomicamente. As principais diferenças entre homens e animais estão na proporção, na forma de locomoção e no raciocínio.

“The greatest difference between man and four-legged is the size and position of the shoulder blade. An animal’s shoulder blade is on the side of the chest in order to support its weight. Man’s shoulder blade is on his back.” (Rube, Milton, & Ai, 1956, p. 4)

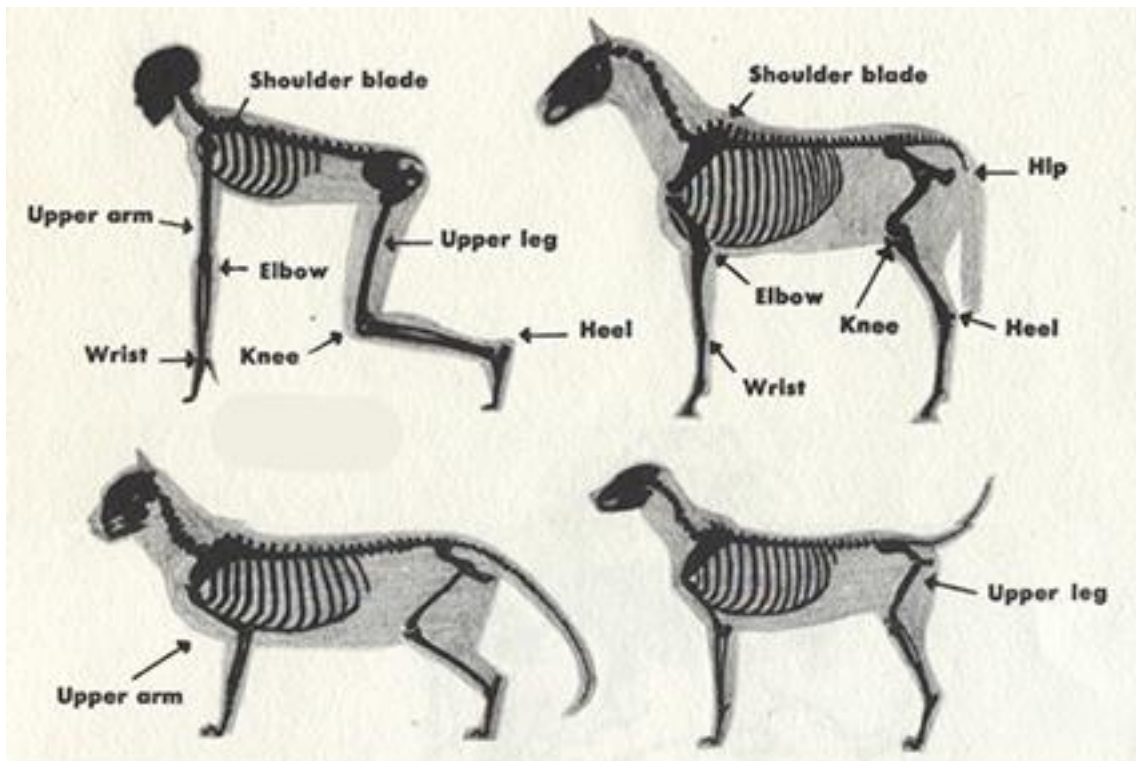


Figura 2.4 Posição anatômica dos diferentes membros em diferentes animais (Rube, Milton, & Ai, 1956)

Como se pode verificar na Figura 2.4 a posição anatômica dos ossos de um humano pode ser esquematizada num cão ou noutro animal quadrúpede. Como consequência disso, para um iniciante o melhor é começar por estudar a anatomia humana (Eaton, Anatomical perfection, 2007, p. 63).

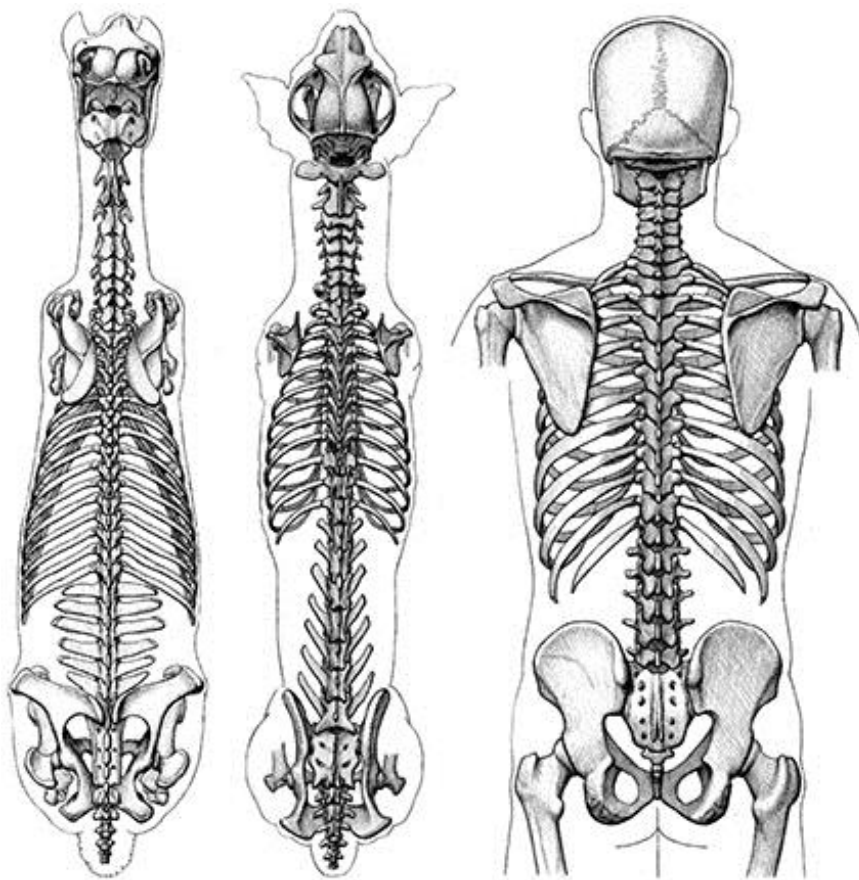


Figura 2.5 Comparação da coluna vertebral entre cavalo (esquerda), cão (centro) e homem (direita)
(Goldfinger, 2004)

Como se pode verificar na Figura 2.5 facilmente encontramos semelhanças entre homens e animais. Mas a coluna vertebral não é a única semelhança. Todo o corpo pode ser esquematizado.

“Although they look very similar, hind and forepaws aren't the same, just like our hands and feet, "Hands", or the forepaws, have a thumb called a dewclaw. And a carpal ball on the "feet", or the hind paws, called a lack.”⁷

⁷ <http://design.tutsplus.com/articles/how-to-draw-animals-dogs-and-wolves-and-their-anatomy--vector-18350>
(consultado a 08/07/2015)

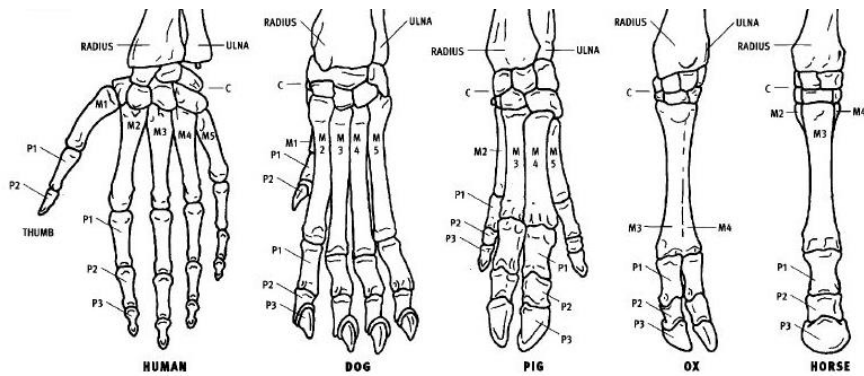


Figura 2.6 Comparação entre a anatomia óssea da mão do homem e de animais (Goldfinger, 2004)

A semelhança não se fica apenas pela estrutura óssea, mas também é visível nos músculos. Como referido anteriormente as diferenças são mais a nível de proporção.

Relativamente à anatomia canina, existem muitas diferentes raças de cães mas independentemente da raça a anatomia é a mesma. “*Anatomy is the same in various domestic breeds and wild species — major difference is size and proportion (Dachshund to Great Dane).*” (Goldfinger, 2004, p. 132)

2.2.1 Ossos

“Bone, and the struts and levers which it forms, is exquisitely adapted to resist stress with suitable resilience, support the body and provide leverage for movement.” (Standing, 2008, p. 85).

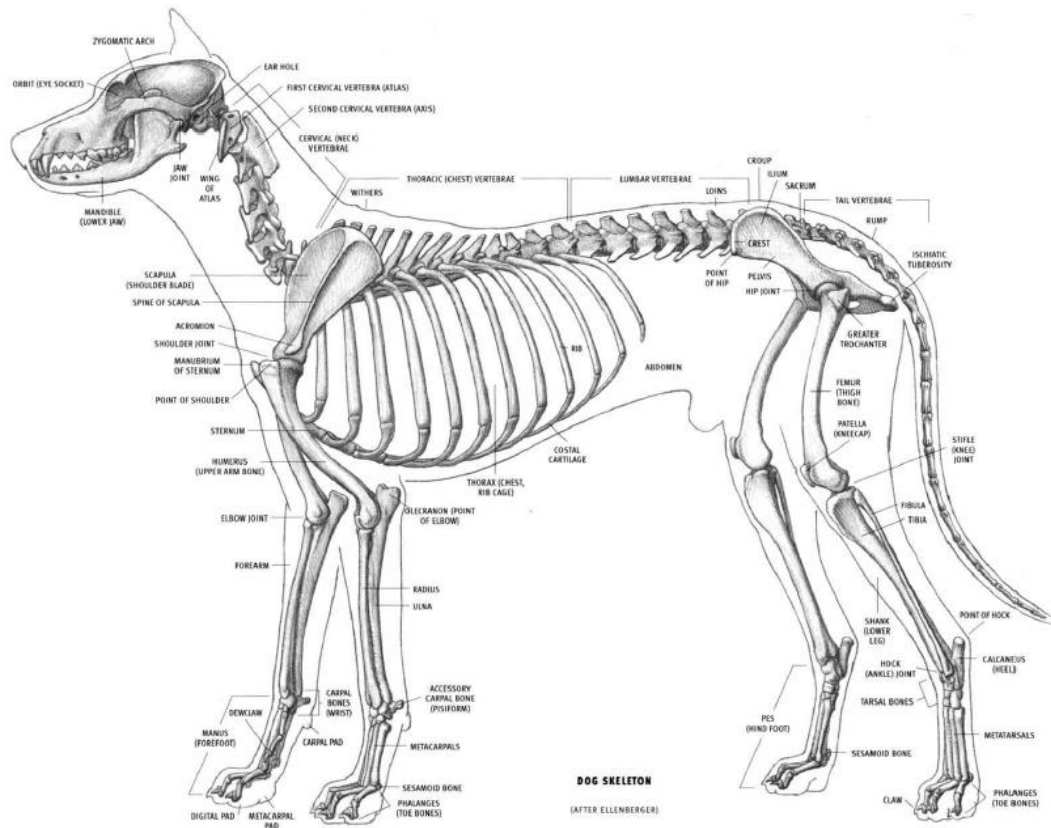


Figura 2.7 Anatomia óssea do cão

Crânio

“The skull, made up of two parts – the cranium and the mandible”. (Eaton, Anatomical perfection, 2007, p. 66).

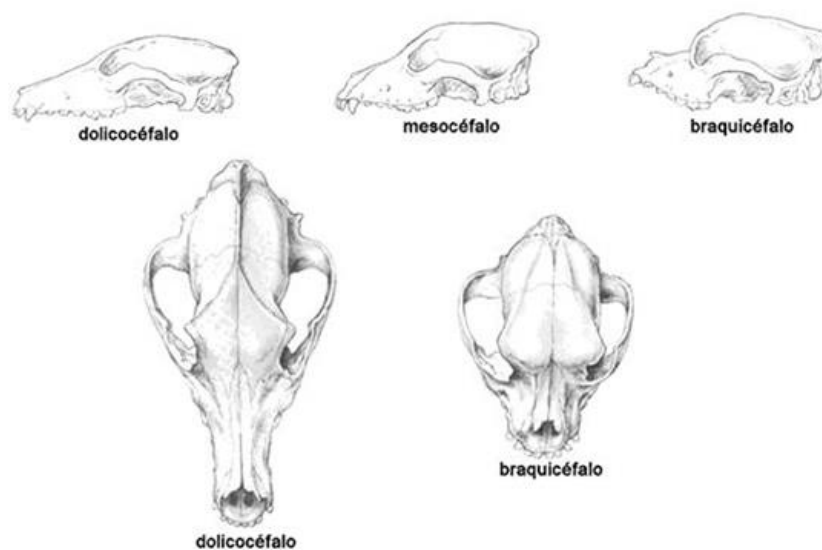
“The cranium, which houses the brain, is a rounded form. It can be covered to a greater or lesser degree by the encroachment of the chewing muscles of the temple (the temporalis muscles) toward the midline on the top of the head.” (Goldfinger, 2004, p. 8).

A mandíbula articula-se com os ossos temporais, junto às orelhas. Forma toda a parte inferior do crânio, formando o queixo. É a única articulação móvel da cabeça. Na mandíbula

estão todos os dentes inferiores.

Dependendo de raça para raça, existem diferentes tipos de crânio: doliocéfalos (cães de cabeça longa e estreita), braquicéfalos (cães onde o comprimento e a largura é relativamente igual) e mesocéfalos. Os doliocéfalos é o intermédio dos anteriores (Rossi, 2013, pp. 36, 37).

Relativamente aos dentes os cães possuem quatro tipos de dentes: incisivos, caninos, pré-molares e molares. No total têm 42 dentes, 20 dos quais na parte superior, e 22 na inferior. Têm 12 incisivos, 4 caninos, 16, pré-molares e 10 molares, sendo que 4 são no maxilar superior e 6 no inferior.



*Figura 2.8 Tipos de crânio*⁸

Coluna vertebral

“The spine, or vertebral column, is made up of numerous individual vertebrae, and extends from the back of the skull to the tip of the tail.” (Goldfinger, 2004, p. 9). Divide-se a coluna vertebral em cinco zonas: vértebras cervicais, torácicas, lombares, sacrais e caudais.

A zona cervical, composta por sete vértebras, articula-se do crânio até às costelas. A torácica, articula-se com as costelas e constitui a parte superior da caixa torácica. É composta por treze vértebras. As vértebras lombares são compostas por sete vértebras e situam-se na parte

⁸ <http://vetclinica.blogspot.pt/2012/08/introducao-padronizacao-da-coleta-por.html> (consultado a 15/07/2015)

traseira das costas (região lombar), fazendo a ligação entre a zona do tórax e o sacral. Depois está a zona sacral que está localizada entre a vértebra lombar e a caudal. Esta conecta-se com a pélvis que é o suporte para os membros traseiros. É composta por três vértebras. Por fim, surge a zona caudal, onde o número de vértebras pode variar dependendo da raça do cão.

Caixa torácica

“*The rib cage, which forms the chest wall, is an important volume.*” (Goldfinger, 2004, p. 11). A caixa torácica é responsável por proteger o torso do cão, é nela que estão os órgãos. É composta por vinte e seis costelas.

Membros torácicos

Um cão tem dois membros torácicos à frente. Podemos dividir cada uma das patas em quatro zonas: ombro, braço, antebraço e pata.

Ombro

Omoiplata é o único osso e faz a conexão entre o corpo e as patas do cão. (Rossi, 2013, p. 24)

Braço

Também composto por apenas um osso, úmero. Faz a conexão entre a omoiplata e os ossos do antebraço. (Rossi, 2013, p. 25)

Antebraço

O antebraço é composto por dois ossos – rádio e úmero. (Rossi, 2013, p. 25)

Mão dianteira

A mão ou pata é constituída por vários ossos (como na anatomia humana). A pata articula-se com o antebraço através do carpo e do rádio. Posteriormente o carpo articula-se ao metacarpo e a partir daí conectam-se os outros ossos, falanges, formando os dedos. Um cão possui cinco dedos e cada dedo possui um metacarpo. (Rossi, 2013, pp. 25, 26)

Membros pélvicos

Tal como os membros torácicos um cão possui dois membros pélvicos (direito e esquerdo). Podemos dividir cada uma das patas em quatro zonas: ombro, braço, antebraço e pata.

Pélvis

É formada por um total de seis ossos, três para cada membro. Os ossos são: ílio, ísquio e púbis. O ílio articula-se com as três vértebras sacrais, formando uma articulação imóvel. (Rossi, 2013, pp. 27, 28)

Coxa

É constituída por um único osso, fémur. (Rossi, 2013, p. 28)

Perna

É composta pelos ossos da tíbia e perónio. Na parte superior articulam-se com o fémur, formando o joelho. (Rossi, 2013, p. 28)

Pata traseira

Tal como a pata dianteira é composta por três segmentos (tarso, metatarso e falanges) que se conectam entre si. O metatarso é o primeiro osso de cada dedo do cão. (Rossi, 2013, pp. 28 - 30)

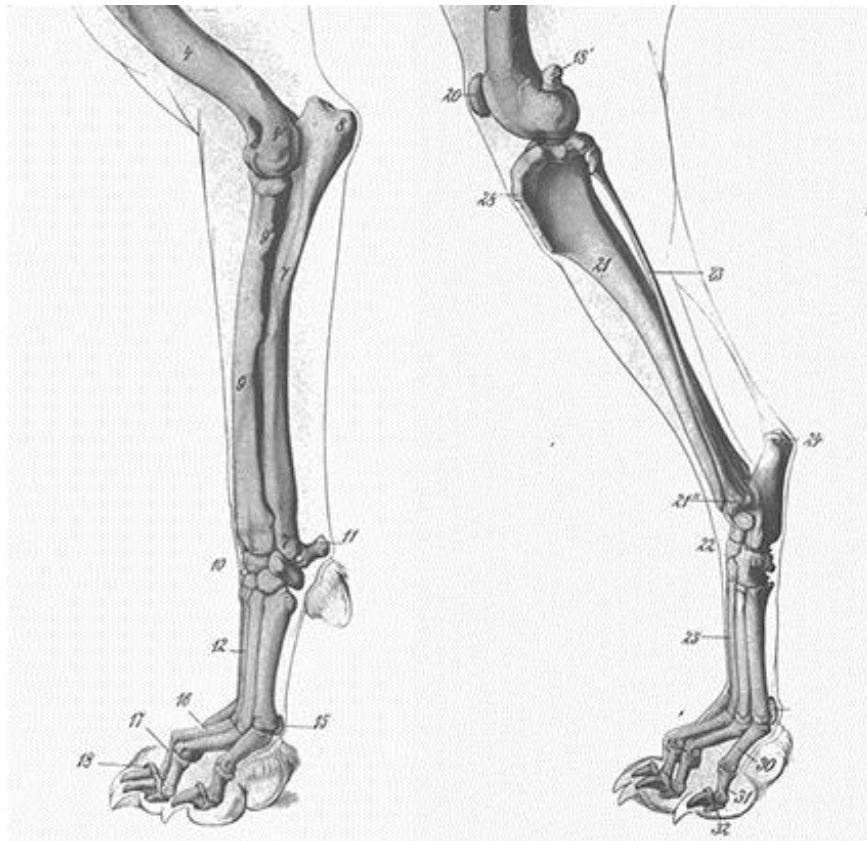


Figura 2.9 *Membro torácico (esquerda) e membro pélvico (direita) (Ellenberger, Baum, & Dittrich, 1996)*

Cabeça

Os músculos da cabeça recobrem o crânio e o focinho. Existem muitos músculos a fim de controlar cada movimento e cada expressão facial. Os músculos mais fortes são os que controlam a mandíbula. (Rossi, 2013, p. 32)

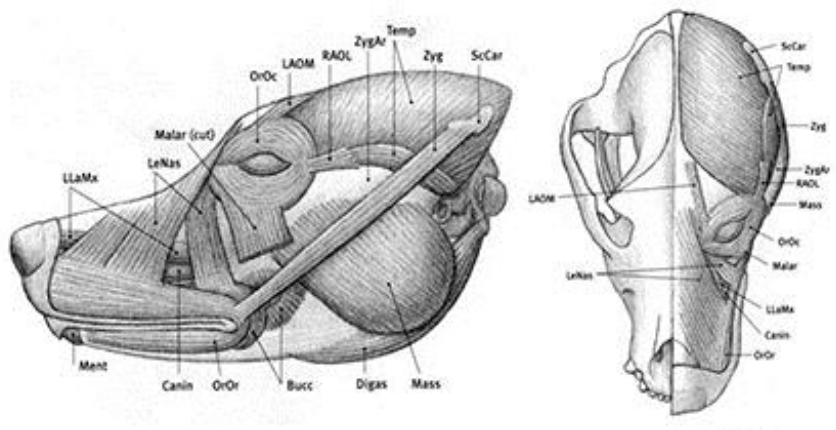


Figura 2.11 Músculos da cabeça

Coluna vertebral

Alguns dos músculos da coluna vertebral tem a função de a manter coesa, outros inserem-se nas vértebras da coluna e segmentos dos membros a fim de movimentá-los (Rossi, 2013, p. 32).

Pescoço

Estes músculos têm a função de movimentar o pescoço e a cabeça e ainda atuam nos movimentos do ombro e dos braços. (Rossi, 2013, p. 32)

Caixa torácica

Estes músculos movimentam as costelas e permitem movimentos respiratórios. Os músculos superficiais atuam, também em movimentos do pescoço, ombro e braços. (Rossi, 2013, p. 32)

Zona lombar

Na zona lombar estão localizados os músculos realizar movimentos pélvicos. (Rossi, 2013, p. 32)

Pélvis

Estes músculos têm a função de movimentar a parte posterior do cão. (Rossi, 2013, p. 33)

Membros

Os músculos dos membros revestem ambos os membros dos cães (torácicos e pélvicos). (Rossi, 2013, p. 33)

Cauda

“Estes músculos situam-se regularmente ao redor das vértebras caudais, representam o prolongamento dos músculos da coluna vertebral ou dos músculos da pelve.” (König & Liebich, 2011)

2.3 Modelação 3D, *rigging* e animação

2.3.1 Fases de um projeto

Durante a produção de um projeto em animação por computador (animação 3D) são percorridas diferentes etapas para que este seja concluído. A sua produção subdivide-se em três etapas principais: pré-produção, produção e pós-produção. A pré-produção é uma etapa essencial, onde se cria e define a direção artística do projeto. Na produção transforma-se o material criado na pré-produção e dá-se vida à história. Por fim, na pós-produção, faz-se toda a montagem do filme, adicionando o som e fazendo o tratamento correto das imagens.

A pré-produção é uma etapa fundamental não só na produção de um projeto de animação mas em qualquer outro projeto, pois é aqui que se faz todo o planeamento ~~para o projeto~~ e se desenvolve toda direção artística. Num projeto de animação desenvolve-se a história, os personagens, os cenários. São feitos esboços e até esculturas dos personagens de modo a obter-se o maior número de material possível para a fase de produção ser mais profícua.

Segue-se a fase de produção dos elementos passando-os para 3D. Todo o material desenvolvido na pré-produção, cenários e personagens, vão ser transformados de desenhos para elementos digitais. A fase de produção está dividida em diferentes etapas, começando pela modelação 3D, passando pela texturização, *rigging*, animação e por fim *lighting* e *render*.

Na primeira fase está a modelação 3D, que é onde se transformam os conceitos, desenvolvidos na pré-produção, em modelos 3D. Todos os personagens e cenários são criados. Para cada elemento é necessário criar as texturas apropriadas. Para se criar as texturas é essencial fazer o mapeamento dos UV's, que é a decomposição de um objeto 3D num espaço 2D. Após este processo completo, vem o *rigging*. Neste adiciona-se movimento aos personagens, criando toda a estrutura necessária para que sejam objetos deformáveis. Posteriormente vem a animação. Na animação é onde se dá vida aos personagens, criando todas as ações necessárias para contar a história. Na última etapa do processo de produção está o 3D *lighting* e *rendering*. É aqui que se começam a introduzir as luzes em cena, construindo o ambiente adequado. Toda a disposição das luzes no cenário vai criar a atmosfera pretendida para cada cena. Depois fazem-se os *renders*, de cada cena, e começa-se a compor a imagem final.

Para terminar o projeto falta a pós-produção. Nesta etapa é onde se produz a imagem final do filme. Faz-se toda a montagem do filme e introduz-se o som. Após todas estas etapas,

descritas anteriormente, o projeto dá-se por concluído.

2.3.2 Contexto histórico e escolha do *software*

“*The term computer graphics includes almost everything on computers that is not text or sound.*”⁹ CG (*computer graphics*) é uma área recente das ciências da computação. Computação gráfica refere-se a imagens criadas digitalmente por computador. A computação gráfica está cada vez mais presente nos nossos dias. Atualmente pode encontrar-se computação gráfica em diferentes áreas, tais como: jogos de computador, cinema de animação e imagem real, arquitetura, medicina, indústria automóvel e têxtil e em muitas outras áreas.

O conceito de computação gráfica surgiu em 1960, criado por William Fetter, mas foi ainda na década de 50 que apareceram os primeiros projetos utilizando computação gráfica. Ambos os projetos foram construídos para o serviço militar Americano. O primeiro projeto designou-se de *whirlwind* e consistiu na construção de um simulador de voo. O outro consistia num sistema de defesa aéreo contra ataques nucleares e chamou-se de SAGE. Nas décadas de 70 e 80, com os avanços tecnológicos, a indústria cinematográfica começou a entrar no universo da computação gráfica, começando a surgir os primeiros filmes que continham imagens geradas por computador e com a implementação em 1977, do Óscar para a categoria de efeitos especiais. Nestas décadas começaram, a surgir empresas importantes no ramo de computação gráfica, como a *Lucasfilm*. Um dos mais mediáticos estúdios de animação hoje em dia, a *Pixar Animation Studio* surgiu com a *Lucasfilm*, sendo um dos seus departamentos. Em 1986, a *Pixar* foi comprada por Steve Jobs, co-fundador da *Apple Inc.* Mais recentemente, em 2006, a *Disney* adquiriu a *Pixar*. Em 2012 a *Lucasfilm* foi comprada pela *The Walt Disney Company*. Ainda na década de 80, surge a *Autodesk* e a *Adobe*. Atualmente a *Autodesk* possui alguns *softwares* muito influentes na área da computação gráfica. O *Autodesk Maya*, lançado em 1998 e desenvolvido pela *Alias*. Em 2006, a *Autodesk* comprou a *Alias* ficando desse modo com o desenvolvimento do *Maya*. O *Maya*, atualmente, é umas das ferramentas 3D mais utilizadas, tanto por amadores como por profissionais, na produção de imagens geradas por computador. No campo do cinema de animação, em 1988, a *Pixar* ganhou o Óscar de melhor filme de animação com a curta-metragem *Tin Toy* (primeira curta-metragem feita com computação

⁹ <http://www.graphics.cornell.edu/online/tutorial/> (consultado a 08/07/2015)

gráfica a ganhar um Óscar).¹⁰

Por outro lado, no campo do cinema de animação, a *Pixar* começou a sua produção em 1986 com *Luxo Jr.*, a segunda curta-metragem de sempre a ser gerada por computador e a primeira a ser nomeada para o Óscar de Melhor Curta-Metragem de Animação. Em 1988, conquistou mesmo esse Óscar, com *Tin Toy*.¹¹

A década de 90 marcou o início de uma nova era na indústria cinematográfica. Foi no filme *Terminator 2: Judgment Day*, realizado por James Cameron em 1991, que surgiu o primeiro grande personagem criado digitalmente. O filme acabou por ganhar o Óscar para efeitos visuais. A Walt Disney também aproveitou este avanço da computação gráfica e introduziu elementos 3D nos seus filmes de animação, como foi o caso: *Beauty and the Beast* de 1991 e de *Aladdin* de 1992.¹²

Também em 1992 surgiu o OpenGL, que é uma interface de programação utilizada para o desenvolvimento de aplicações 2D e 3D. “*OpenGL is the premier environment for developing portable, interactive 2D and 3D graphics applications. Since its introduction in 1992, OpenGL has become the industry's most widely used and supported 2D and 3D graphics application programming interface (API), bringing thousands of applications to a wide variety of computer platforms. OpenGL fosters innovation and speeds application development by incorporating a broad set of rendering, texture mapping, special effects, and other powerful visualization functions. Developers can leverage the power of OpenGL across all popular desktop and workstation platforms, ensuring wide application deployment.*”¹³ Com o aparecimento do OpenGL, surgiram muitos programas para gerar imagens 2D a partir de um ambiente 3D, surgiram, tais como: *Autodesk Maya, Autodesk, 3ds Max, Lightwave, Blender, Cinema 4D*, entre outros.

Em 1995, a *Pixar* lança a primeira longa-metragem de animação, totalmente gerada por computador - *Toy Story*. Desde este, muitos outros filmes foram realizados e a integração de CG em cinema, televisão, jogos, publicidade, música e muitos outros ramos é cada vez mais comum.

A escolha do *software* a utilizar na produção de uma animação é um fator de extrema importância, pois deve ajustar-se às necessidades de quem irá produzir o filme. Atualmente,

¹⁰ <http://design.osu.edu/carlson/history/lesson14.html> (consultado a 08/07/2015)

¹¹ Idem

¹² Idem

¹³ <https://www.opengl.org/about/> (consultado a 08/07/2015)

encontrar o programa ideal não é difícil, tendo em conta a quantidade de programas que existem no mercado. Um fator que se deve ter em conta para a escolha do *software* é a documentação existente e que esteja de fácil acesso a todos os utilizadores. Com o conhecimento dos prós e dos contras de cada programa é possível otimizar a produção de um projeto.

Para realização deste projeto e os exemplos que serão dados posteriormente, o programa escolhido foi o *Autodesk Maya*.

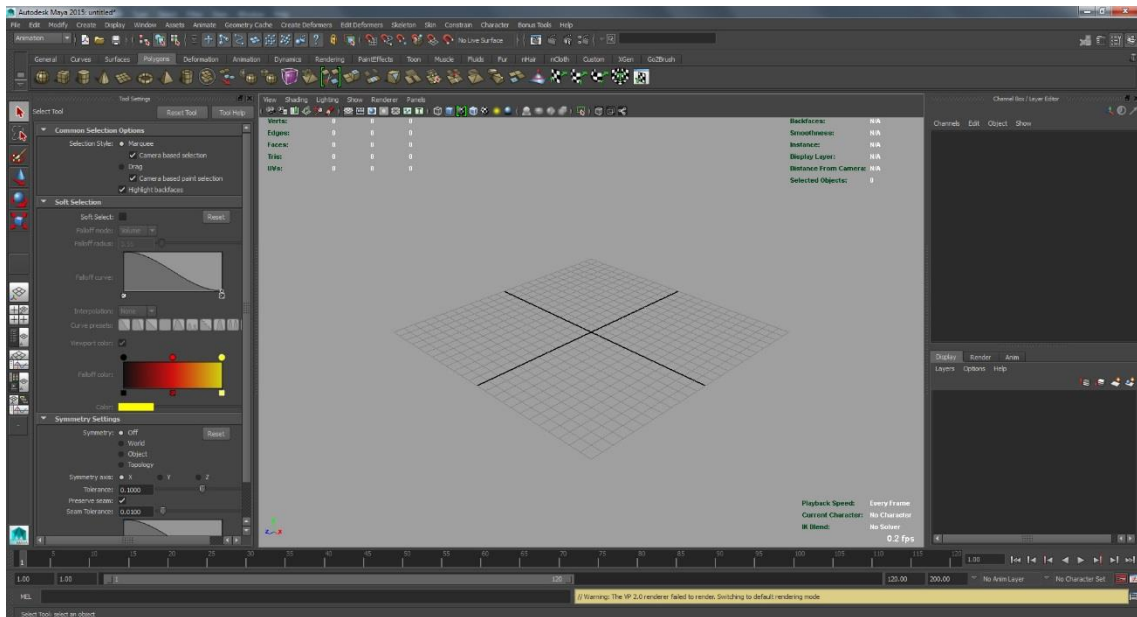


Figura 2.12 Ambiente gráfico do Autodesk Maya 2015

2.3.3 Modelação 3D e topologia

O processo de modelação 3D é a primeira fase de produção de um projeto, logo após a pré-produção. Nesta fase os artistas são desafiados a criar todos os modelos necessários para contar a história.

Existem dois tipos de modelação 3D, modelação orgânica e modelação inorgânica. A primeira é utilizada na produção de modelos cujos elementos existem na natureza, tais como: animais, homens, pedras, plantas, árvores, nuvens, entre outros. Por outro lado, modelação inorgânica ou *hard surface*, em português - superfície dura, refere-se a elementos criados pelo Homem, ou seja, estruturas arquitetónicas, robóticos e veículos (Vaughan, 2012, pp. 114 - 117).



Figura 2.13 Modelos inorgânicos (esquerda) e modelos orgânicos (direita) (Vaughan, 2012)

O primeiro passo para se fazer uma modelação profissional consiste no conhecimento das ferramentas corretas. Estas ferramentas não são as que os programas de modelação possuem (*Extrude*, *Edge Loop*, entre outras), mas sim outro tipo de ferramentas, como: referências (modelar sem ter qualquer referência do mundo real não é um bom método para qualquer modelador. “*Good reference material coupled with attention to detail is the key to any successful project.*” (Vaughan, 2012, pp. 78 - 81)), observação (um modelador não precisa de ter apenas uma boa base de referência, ele precisa de a estudar e de a comparar com o trabalho que irá realizar) e resolução de problemas (o artista 3D analisa tudo aquilo que adquiriu e coloca tudo em prática construindo o modelo 3D). (Vaughan, 2012, pp. 78 - 84)

Quando os modelos vão ser deformados, umas das palavras-chaves da modelação 3D é: topologia. “*Flowing edge loops and good topology are crucial for rigging and animation*”¹⁴. Topologia é a forma como a malha poligonal está organizada, ou seja, como os vértices, arestas e faces estão dispostos no modelo 3D. Ter um modelo limpo é essencial para objetos que vão ser deformados, mas também é importante para objetos estáticos. Com uma boa topologia é possível ter um objeto bem modelado com um menor número de polígonos, o que aumenta a *performance* do computador, sendo mais fácil fazer o mapeamento de UV’s¹⁵ e de trabalhar em escultura digital (Vaughan, 2012, p. 153).

“*One of the most important parts of modeling a character is not where your points live on your mesh but why they live there. All points must have a logical reason for existing. Not*

¹⁴ <http://www.creativebloq.com/tips-and-tricks-organic-modelling-7123070> (consultado a 10/07/2015)

¹⁵ Processo de representação do modelo 3D num espaço 2D (ex.: planisfério)

just to hold the shape but to retain that shape while in motion.”¹⁶

Outro ponto importante na modelação de personagens é a anatomia:

“Modellers must understand the underlying structure and muscles that create the masses and planes of the animal.” (Eaton, Anatomical perfection, 2007, p. 62).

“Anatomy reference is key to any digital character modeler wanting to produce quality meshes.” (Vaughan, 2012, p. 85).

2.3.4 Rigging

“In your body, your muscles move the bones of your skeleton, and as your bones move, parts of your body move. In CG animation, a skeleton is an armature built into a 3D model that drives the geometry when the bones are moved.” (Derakhshani, 2014, p. 332)

Depois de concluída a modelação de um personagem, o *rigging* é a próxima etapa antes que o personagem esteja pronto para ser animado.

“Creating a rigged character is like building a house. You need a stable and secure foundation. With that in place, you can build your house and even add upgrades. Just as a sound foundation allows you to build a stable house, sound rigging practices make your rig secure and usable. You can then apply advanced attributes as needed.”

(Allen & Murdock, 2008)

¹⁶ <http://www.hippydrome.com/Skeleton.html> (consultado a 10/07/2015)

Durante a fase de *rigging* é essencial existir diálogo entre *rigging artists*¹⁷ e animadores. “*One of the most important aspects of creating a rigging plan is to find out what the animator needs. Animators who can find and quickly understand the rig controls will be able to better do their jobs. However, if they can’t find or access the controls, then they’ll be hunting you down to help them figure it out.*” (Allen, E. & Murdock, K. 2008). No trabalho de animação, os responsáveis pelas animações são os animadores, desta forma os *rigs* dos personagens têm que ser construídos para os animadores e não para os *riggers*¹⁸. Kurt Smith, *rigging artist* da Pixomondo, disse: “*An important part of what I do is talking with the animators to make sure that they have the functionality they will need to animate.*” (Vaughan, 2012, p. 44). Os *rigging artists* são responsáveis por criar os esqueletos nos personagens, possibilitando assim que estes deixem de ser objetos estáticos e possam ser animados.

Durante a produção de um *rig* existem várias fases que se devem ter em conta. Inicia-se com a criação do esqueleto, de modo a que se possa animar o personagem. Depois desta etapa terão que se criar todos os controladores. Estes são o que os animadores veem e animam. Nos controladores encontram-se todas as funções daquilo que o *rig* permite. Outra fase do *rigging* denomina-se de *binding*. *Binding* é onde se atribuem as influências dos vértices a cada osso individualmente. Após a finalização destas etapas o personagem estará pronto para ser animado.

Quando se inicia a criação de um *rig* é essencial ter em mente aquilo que se pretende fazer. A fase de planeamento do *rig* é um processo demorado, mas com este tempo gasto vamos conseguir economizar tempo durante o processo de criação do *rig*. Com o planeamento correto conseguimos identificar tudo o que o nosso *rig* necessita. Durante a fase de planeamento o *rigger* deve identificar: a aparência do personagem, as partes do corpo que o personagem precisa de mover, os tipos de movimento que o personagem vai realizar e todas as partes do corpo especializadas (Allen & Murdock, 2008). Por exemplo, se temos um personagem que aparece em cena apenas do peito para cima, não será necessário a colocação dos ossos nas pernas, ou caso se coloquem esses ossos os controladores devem ser mais básicos.

Para a execução de um modelo com boas deformações é importante que o modelo 3D esteja com uma boa topologia, “*It is crucial that a model has excellent topology before it is delivered to the rigging department.*” (Vaughan, 2012, p. 44), mas o *rigger* também deve ter referências de anatomia, não apenas para saber onde deve colocar os ossos, mas também para

¹⁷ Responsáveis pela criação dos rigs

¹⁸ Idem

analisar as deformações corretas de cada personagem.

“(…) *the rigger needs to understand the same information to accurately articulate the model: where the joints are, what masses deform and what masses remain rigid.*” (Eaton, *Anatomical perfection*, 2007, p. 62).

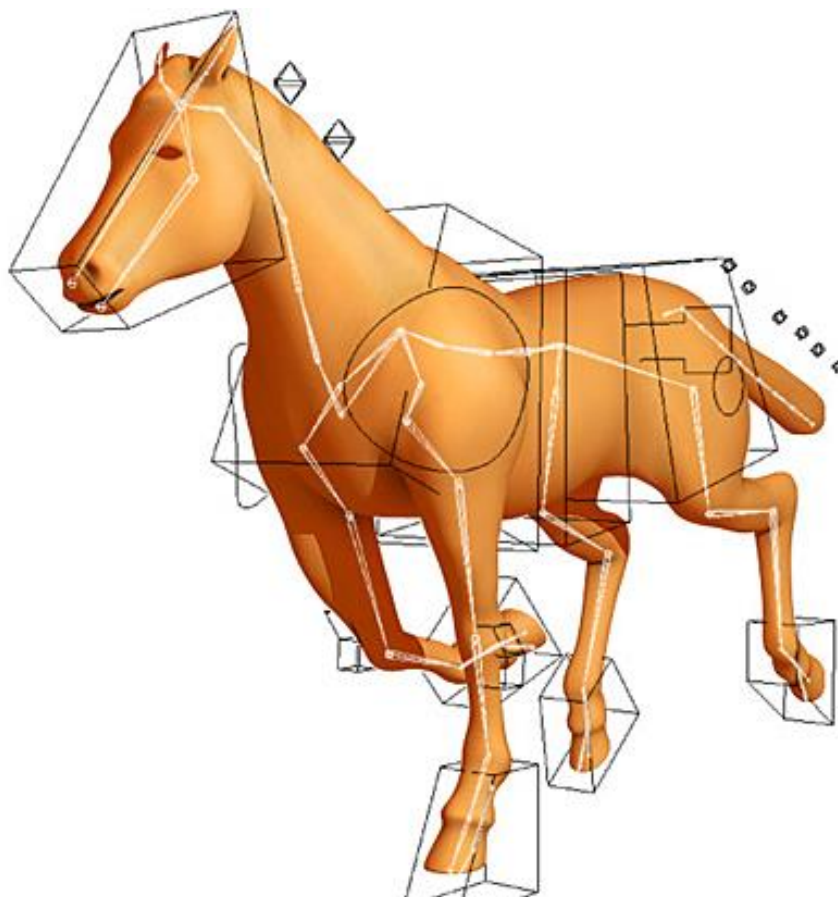


Figura 2.14 Rig de um cavalo¹⁹

¹⁹ <http://cgi.tutsplus.com/articles/step-by-step-how-to-make-an-animated-movie--cg-3257> (consultado a 12/07/2015)

2.3.4.1 Criação do esqueleto

A anatomia é o primeiro passo para criar um esqueleto. “*No matter how realistic, fantastic, or stylized a character is, the underlying anatomy must be considered, planned, and implemented in order to achieve the motion and aesthetic required of that character*” (O' Neill, 2008, p. 79).

Após o planeamento concluído passa-se para a criação do esqueleto, com a colocação de todos os ossos nos locais adequados. No *Maya* podemos criar os ossos através da ferramenta *Joint tool*. Quando utilizamos esta ferramenta os ossos são criados, como podemos ver na Figura 2.15.

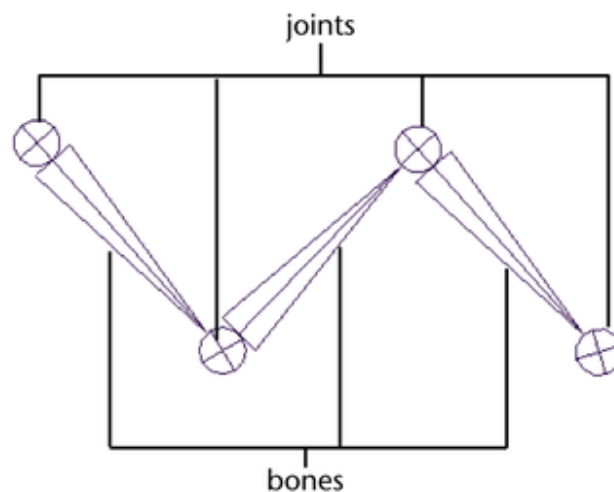


Figura 2.15 Hierarquia de um esqueleto no *Maya*

Como podemos verificar, no *Maya* existem os *bones* e os *joints*. Os *bones* são os ossos e os *joints* são as junções dos ossos. Deste modo temos uma hierarquia na qual o osso “pai” controla os restantes “filhos” e assim sucessivamente. Esta hierarquia tem o nome de *forward kinematics*.

Após a conclusão da colocação de todos os ossos nos locais corretos, é importante verificar a orientação de cada osso. Quando se colocam os ossos nos devidos locais erros de orientação podem ocorrer, causando rotações menos estranhas. Pelo que o processo seguinte à colocação dos ossos é mudar a sua orientação, para que os ossos “filhos” tenham a mesma orientação do osso “pai”.

2.3.4.2 Ordem de rotação

“Rotation orders are perhaps one of the most neglected areas of rigging and yet they have a major impact on the stability of the rig and usability for the animators. Setting the correct orders can save hours of work trying understand curves that make no sense and struggling to clean up wierd rotation pops in a single animation.”²⁰

Definir a ordem correta de rotação ajuda a evitar o *Gimble lock*. O *gimble lock* acontece quando dois ou três eixos de rotação são girados na mesma direção, impedindo assim a rotação do objeto (Allen & Murdock, 2008). Existem seis possibilidades para a ordem de rotação: xyz, xzy, yxz, yzz, zxy e zyx. Se um objeto estiver com a ordem de rotação xyz, significa que quando se roda o objeto em “y” o eixo do “x” segue a rotação e se rodar o objeto em “z”, tanto o eixo do “x” como o eixo do “y” seguem a rotação. O mesmo acontece para as outras ordens de rotação.

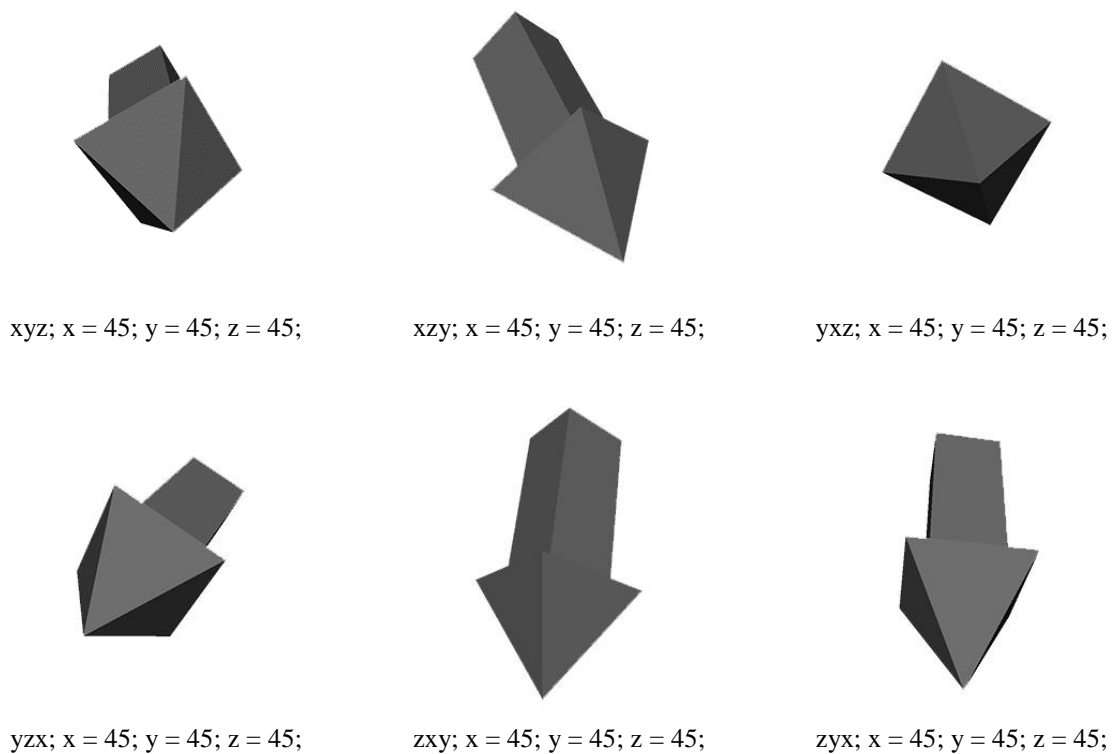


Figura 2.16 Ordem de rotação

²⁰ <http://td-matt.blogspot.pt/2010/11/rotation-orders.html> (consultado a 13/07/2015)

2.3.4.3 *Forward Kinematics e Inverse Kinematics*

“*Inverse kinematics (IK) and forward kinematics (FK) are the methods you use to animate a skeletal system.*” (Derakhshani, 2014, p. 332)

Quando iniciamos a criação de um esqueleto, com a colocação de todos os ossos nos locais adequados, estes, por defeito, são criados utilizando uma hierarquia FK (*forward kinematics*) (Allen & Murdock, 2008). Com este tipo de hierarquia todos os ossos “filhos” seguem os movimentos do osso pai. “*In forward kinematics, the joints are rotated directly.*” (Derakhshani, 2014, p. 333). Por exemplo, nos ossos do ombro, cotovelo e pulso, se se efetuar algum tipo de transformação (translação, rotação e escala) ao osso do ombro, os restantes ossos (cotovelo e pulso) seguirão o osso “pai” (ombro). Caso se efetue uma transformação no osso do cotovelo, o osso do ombro não sofrerá qualquer transformação, mas o mesmo não acontecerá com o osso do pulso, pois este seguirá o osso que sofreu a transformação (cotovelo) (Derakhshani, 2014, p. 334).

Com *Inverse kinematics (IK)* sucede-se o contrário de FK, ou seja, os ossos “filhos” conseguem controlar os ossos “pais”. Com um esqueleto em IK é possível bloquear os ossos “filhos”, possibilitando desse modo que determinados movimentos do personagem sejam possíveis (O' Neill, 2008, pp. 109 - 111). “*In inverse kinematics, the joints rotate in response to the IK handle's position.*” (Derakhshani, 2014, p. 334). Por exemplo, através de IK é possível colocar um personagem a caminhar sem que os seus pés atravessem o chão. Este tipo de movimento seria muito difícil de alcançar com a utilização do esqueleto em FK (Kerlow, 2003, pp. 331 - 334).

O Maya oferece-nos duas ferramentas para criar IK. O *IK Handle Tool* e o *IK Spline Handle Tool*. A diferença entre elas é que o *IK Spline Handle Tool* controla os ossos com uma curva. Quando se move um ponto desta curva os ossos próximos desse ponto movem-se em conjunto.

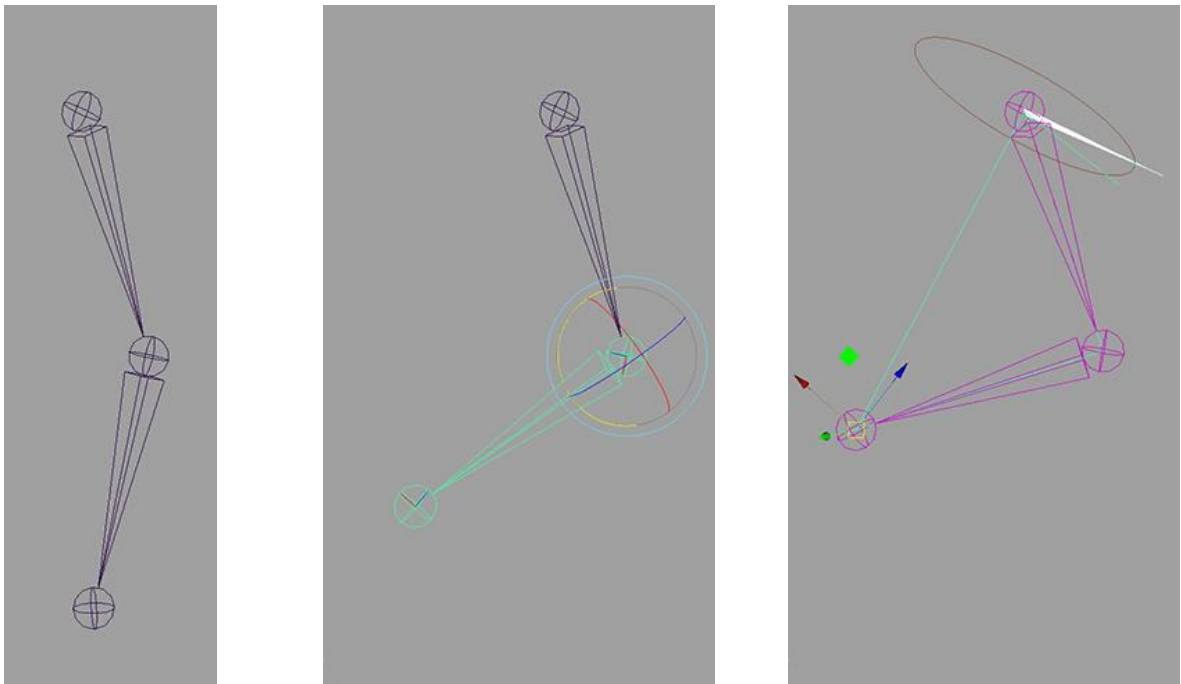


Figura 2.17 Hierarquia de ossos (esquerda), *Forward Kinematics* (centro) e *Inverse Kinematics* (direita)

2.3.4.4 Constraints

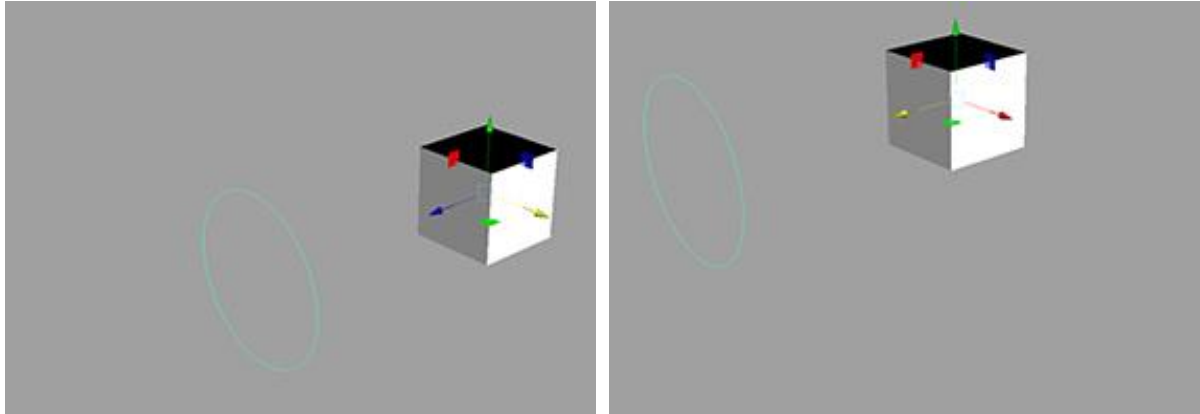
“You can create animation on one object based on the animation of another object by setting up a relationship between the objects.” (Derakhshani, 2014, p. 366)

Um *constraint* serve para fazer uma relação direta de atributos de dois ou mais objetos, podendo assim conectar a translação, rotação ou escala de um objeto com outro objeto. Desta forma, com um objeto conseguimos controlar outro objeto, afetando apenas os atributos que desejamos, ao contrário do que acontece com o *parent shape*, pois este afeta todos os atributos simultaneamente e também não é possível animá-lo. No Maya, os *constraints* têm um atributo (*value*) com o qual é possível dizer se um *constraint* vai estar ativo ou inativo, ou seja, se o controlador vai afetar ou não, os atributos do objeto que está a ser controlado.

No Autodesk Maya existem diferentes tipos de *constraints*, dependendo da sua utilidade o *rigger* deve utilizar o *constraint* mais adequado àquilo que pretende implementar. Para aplicar corretamente os *constraints* no Maya, deve-se seleccionar primeiro o objeto que servirá de controlador e depois o objeto que vai ser controlado e por fim aplicar o *constraint* que se pretende.

O *Point constraint* copia para o objeto controlando os valores do atributo da translação

do objeto controlador. Na Figura 2.18 o círculo é o controlador e o cubo o objeto controlado. Com o *point constraint*, sempre que se desloca o círculo, o cubo adquire os mesmos valores no atributo da translação.

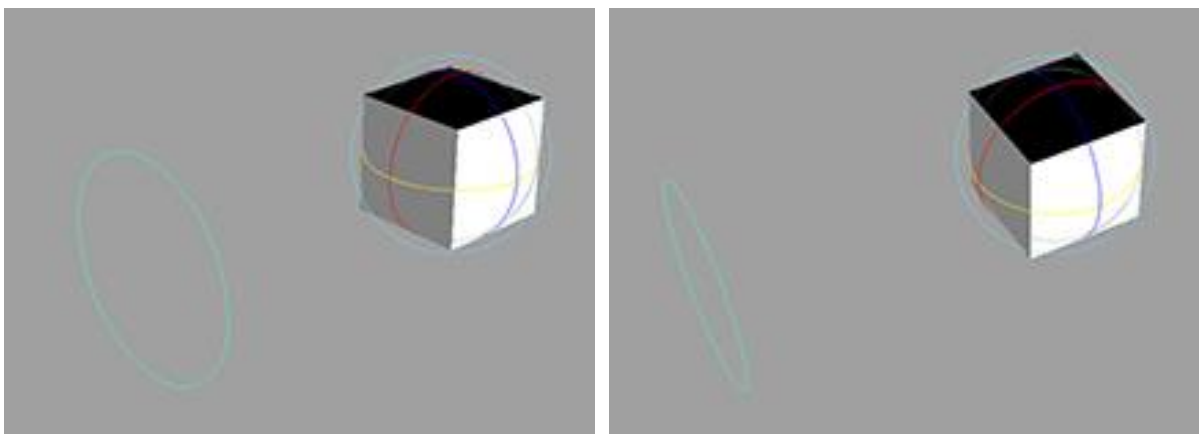


Translação controlador (círculo): $x = 0, y = 0, z = 0$.
 Translação cubo: $x = 0, y = 0, z = 0$.

Translação controlador (círculo): $x = -1, y = 1, z = 1$.
 Translação cubo: $x = -1, y = 1, z = 1$.

Figura 2.18 *Point constraint*, posição inicial (à esquerda) e resultado da translação efetuada (à direita)

Tal como o *point constraint*, o *orient constraint* também transfere atributos de um objeto para outro, mas neste caso o atributo que sofrerá uma conexão é o da rotação.



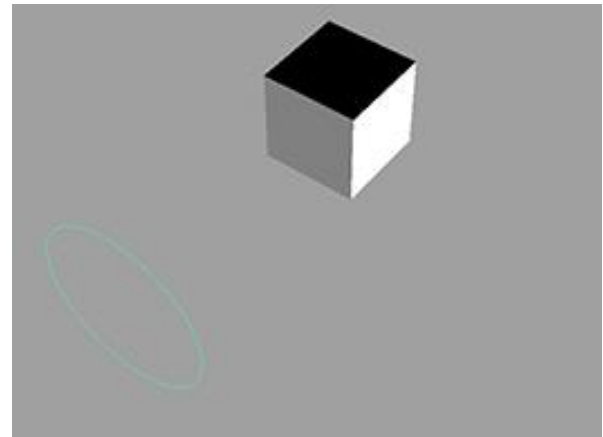
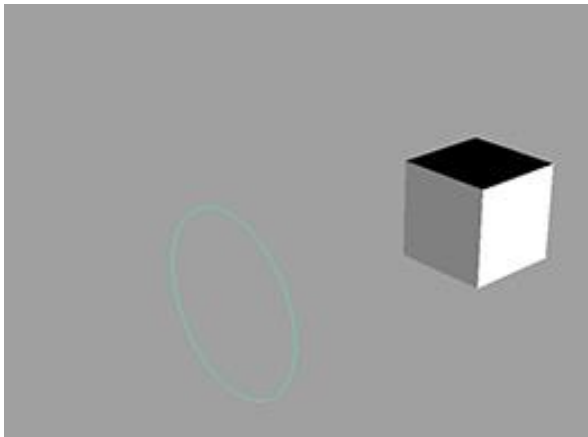
Rotação controlador (círculo): $x = 0, y = 0, z = 0$.
 Rotação cubo: $x = 0, y = 0, z = 0$.

Rotação controlador (círculo): $x = 15, y = 15, z = -15$.
 Rotação cubo: $x = 15, y = 15, z = -15$.

Figura 2.19 *Orient constraint*, posição inicial (à esquerda) e resultado da rotação efetuada (à direita)

Parent constraint é a combinação dos *constraints* anteriores, ou seja com o *parent*

constraint é possível controlar os canais da translação e rotação simultaneamente.

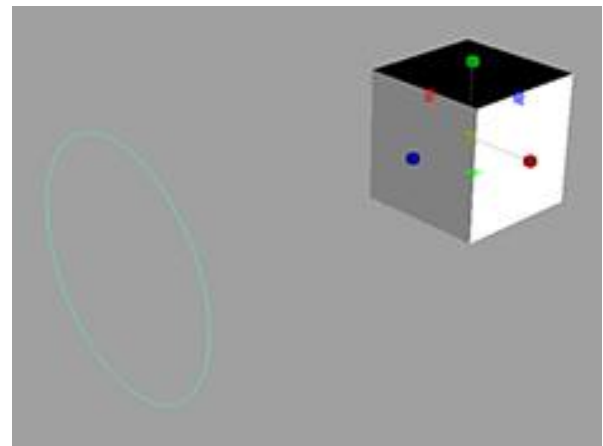
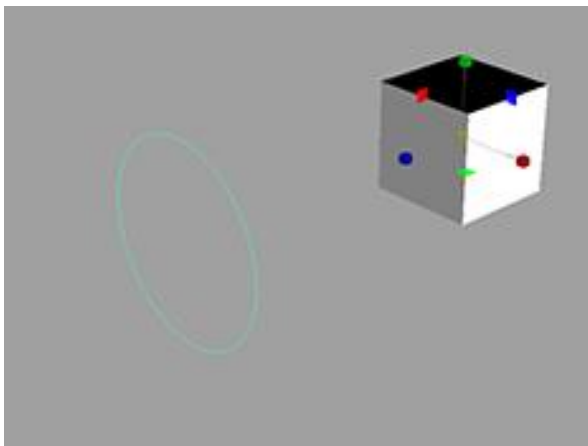


Translação controlador (círculo): $x = 0, y = 0, z = 0$.
Translação cubo: $x = 0, y = 0, z = 0$.
Rotação controlador (círculo): $x = 0, y = 0, z = 0$.
Rotação cubo: $x = 0, y = 0, z = 0$.

Translação controlador (círculo): $x = -1, y = 1, z = 1$.
Translação cubo: $x = -1, y = 1, z = 1$.
Rotação controlador (círculo): $x = 15, y = 15, z = -15$.
Rotação cubo: $x = 15, y = 15, z = -15$.

Figura 2.20 *Parent constraint, posição inicial (à esquerda) e resultado das transformações efetuadas (à direita)*

Com o *scale constraint* conecta-se o atributo da escala de dois ou mais objetos.



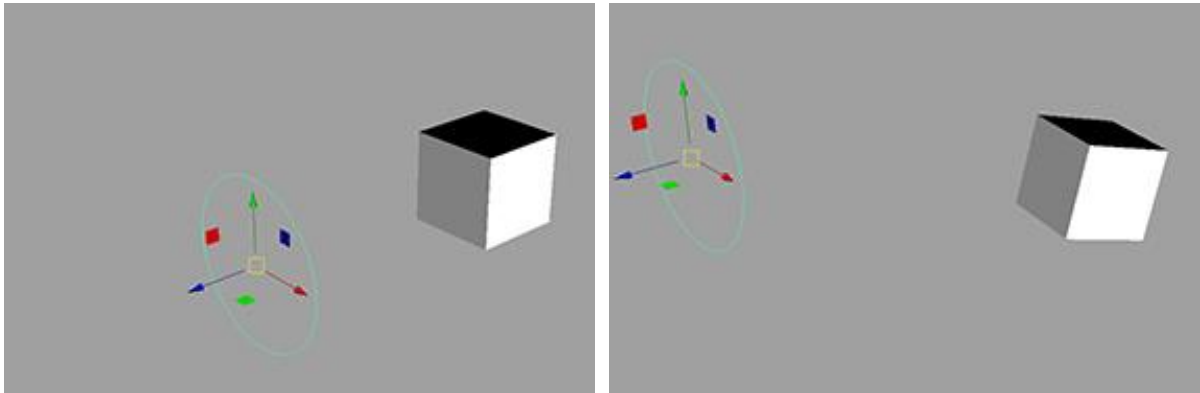
Escala controlador (círculo): $x = 1, y = 1, z = 1$.
Escala cubo: $x = 1, y = 1, z = 1$.

Escala controlador (círculo): $x = 1.2, y = 1.2, z = 1.2$.
Escala cubo: $x = 1.2, y = 1.2, z = 1.2$.

Figura 2.21 *Scale constraint, posição inicial (à esquerda) e resultado da escala efetuada (à direita)*

Aim constraint serve para controlar a rotação do objeto controlado (cubo na Figura 2.22)

a partir da translação do controlador (círculo na Figura 2.22). Com o *aim constraint* o objeto controlado vai estar sempre direcionado para o controlador.



Translação controlador (círculo): $x = 0, y = 0, z = 0$.
Rotação cubo: $x = 0, y = 0, z = 0$.

Translação controlador (círculo): $x = -1, y = 1, z = 1$.
Rotação cubo: $x = -190, y = 190, z = 184$.

Figura 2.22 *Aim constraint, posição inicial (à esquerda) e resultado da translação efetuada (à direita)*

Pole vector é usado em conjunto com o IK (*inverse kinematics*). Como se pode ver na Figura 2.23 foi feito um IK entre ambos os ossos das extremidades. Os ossos deixaram de se poder controlar, dando apenas para controlar o IK. Com o *pole vector* é possível controlar a direção de todos os ossos intermédios utilizados para se fazer o IK. A esfera na Figura 2.23, dependendo da localização onde se encontra, controla a direção que os ossos terão.

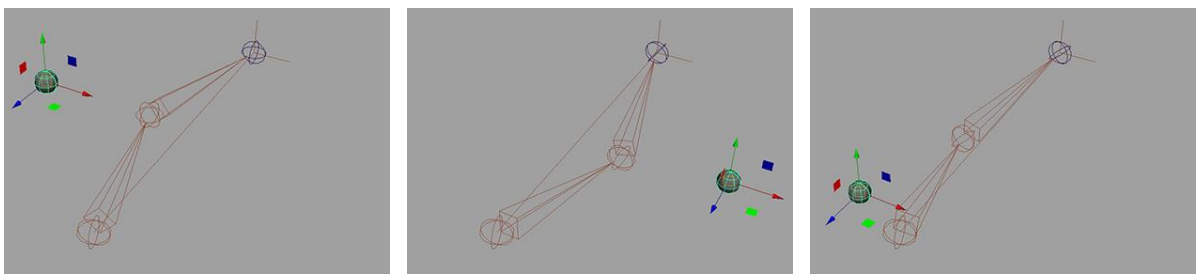


Figura 2.23 *Pole vector, direção dos ossos com o controlador em diferentes locais*

Podemos ainda encontrar outros *constraints*, mas esses não são relevantes para o estudo em questão.

2.3.4.5 Deformadores

Os deformadores são ferramentas de apoio, tanto à modelação como à animação, que permitem obter rapidamente um objeto diferente, tendo como base um outro objeto.

Cluster é um deformador que pode ser aplicado a pontos de uma curva, a geometria ou a uma seleção de vértices, faces ou arestas. Quando aplicado é possível definir qual a quantidade de influência que o *cluster* terá sobre determinado ponto ou vértice, sendo assim bastante versátil.

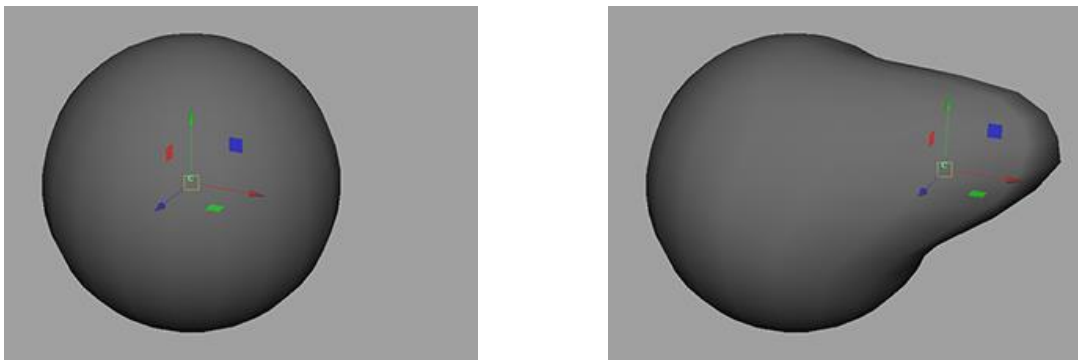


Figura 2.24 Cluster (O símbolo do cluster no Maya é representado pelo 'c'), à direita o estado inicial do modelo e à esquerda o resultado quando se desloca o cluster

“(...) something like a cluster deformer can be great for creating flexible cheek controls that gives the animator a high level of control.”²¹ Através de curvas e *cluster* é possível criar um *rig* facial. São criadas curvas, que simulam os músculos da cara. Às curvas adiciona-se a influência na geometria e os *cluster* são usados para controlar cada ponto da curva e com isso deformar cada parte do rosto individualmente.

²¹ <http://blog.digitaltutors.com/5-tips-character-rigging/> (consultado a 11/07/2015)

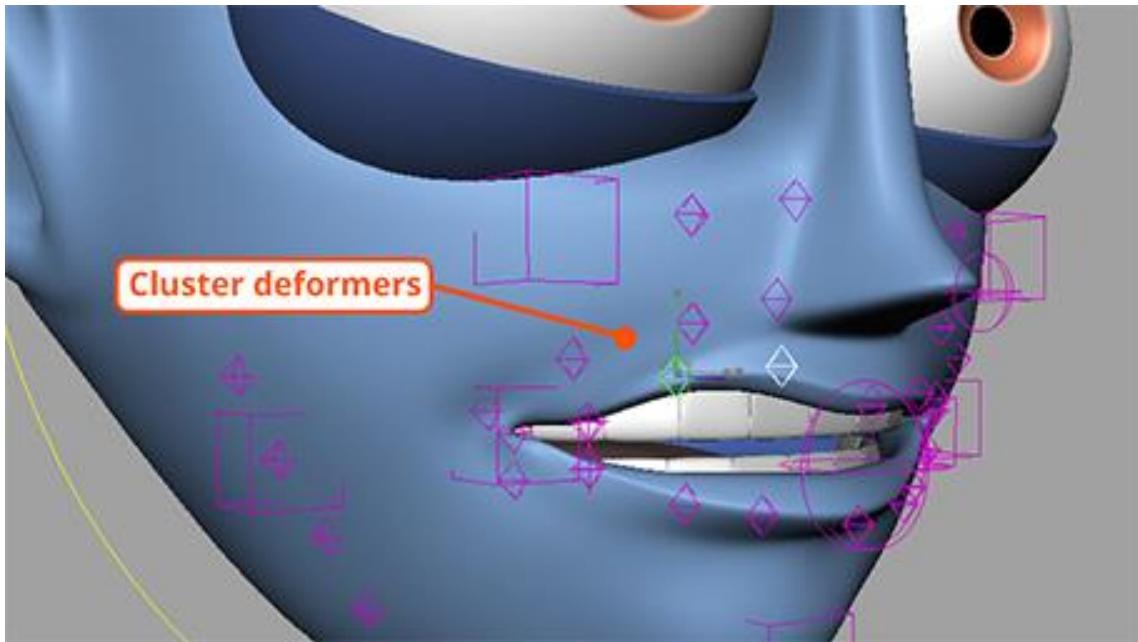


Figura 2.25 Rig facial usando clusters

Blend shapes é um tipo de deformador proveniente do *Maya* que tem como função transformar os componentes de um objeto (vértices, faces e arestas), num outro objeto. Para que *blend shape* funcione, é essencial que este novo objeto seja criado a partir do objeto raiz e só depois seja modificado. Os objetos que serão os *blend shapes* e o objeto base devem ter obrigatoriamente o mesmo número de vértices, pois caso assim não seja, a deformação não irá ocorrer.

Geralmente, a utilização deste deformador é mais frequente na criação de *rig* facial, visto que é uma maneira simples e rápida de se conseguir criar várias expressões faciais e combinar umas com as outras. No entanto, a utilização deste deformador também tem outros fins. Com a utilização de *blend shapes* é possível simular um sistema de músculos ou corrigir interseções feitas por outros deformadores.



Figura 2.26 Sistema de blend shapes utilizado para criar o rig facial na curta-metragem Sintel

Uma forma mais avançada de *rigging* é a aplicação de músculos. O *Maya* tem um deformador, *Maya muscle*, que nos permite criar músculos. Este deformador faz simulações do movimento dos músculos o que facilita o processo. Com a simulação através do *maya muscle* não serão necessários criar *blend shapes* e depois configurá-los com os movimentos dos controladores. Sendo assim conseguimos criar deformações mais precisas e realistas.

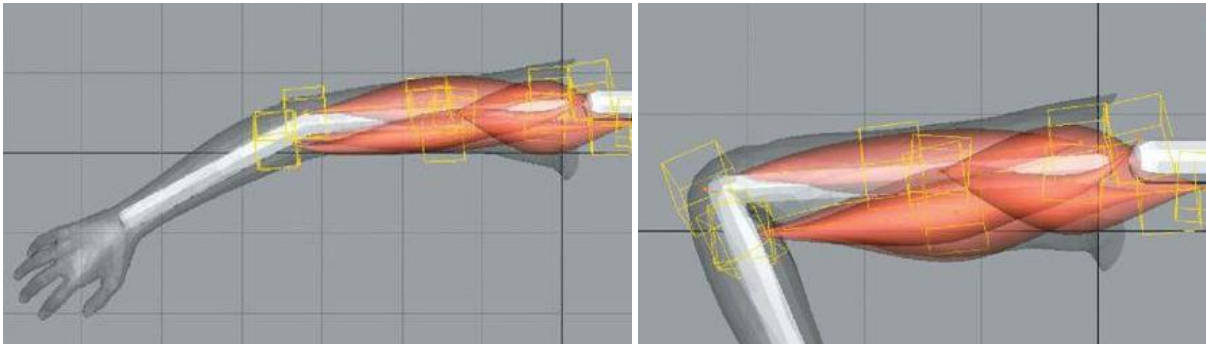


Figura 2.27 Maya muscle (Allen & Murdock, 2008)

2.3.4.6 Controladores

“Controls are probably the most important part of a rig.” (Allen & Murdock, 2008). Os controladores são a *interface* do rig. Com os controladores o animador vai criar toda a animação para os personagens, ou seja, é nos controladores que vai estar armazenada toda a informação de cada movimento do personagem.

Os ossos controlam a geometria e os controladores vão controlar os ossos. Seria muito mais difícil animar um personagem se um animador tivesse que animar ossos em vez de controladores. Os *riggers*, através de *constraints* (capítulo 2.3.4.4) e deformadores (capítulo 2.3.4.5), vão criar todas as ações que cada controlador terá. Dependendo da sua função, um controlador poderá controlar apenas um osso mas também poderá controlar vários. “It is important to build a rig that has all the controls that an animator will need to do their job.” (Allen & Murdock, 2008).

Um ponto fundamental na criação dos rigs, é a possibilidade de os colocar na posição base de uma maneira fácil e rápida. Para isso é essencial que na posição base do personagem, os controladores estejam com todos os valores a “0”. Desta forma, o trabalho dos animadores é facilitado quando necessitam de colocar o personagem na sua posição base. No Maya, para colocar todos os atributos a “0”, utiliza-se a ferramenta *Freeze Transformations* (Allen & Murdock, 2008).

De extrema importância nos controladores é o centro de transformações (*pivot*) de cada controlador. Por exemplo, nos ossos de um braço, temos o ombro, cotovelo e o osso da mão. Se quisermos rodar o ombro do personagem, o centro de rotação do ombro é onde o osso do ombro está. Quando se cria um controlador, o *pivot* desse controlador tem que estar localizado

no osso do ombro, pois se não estiver a rotação do braço fica deficiente. Para alterar o *pivot* de lugar, existem duas maneiras: clicando na tecla *Insert*, ou pressionando a tecla “d”.

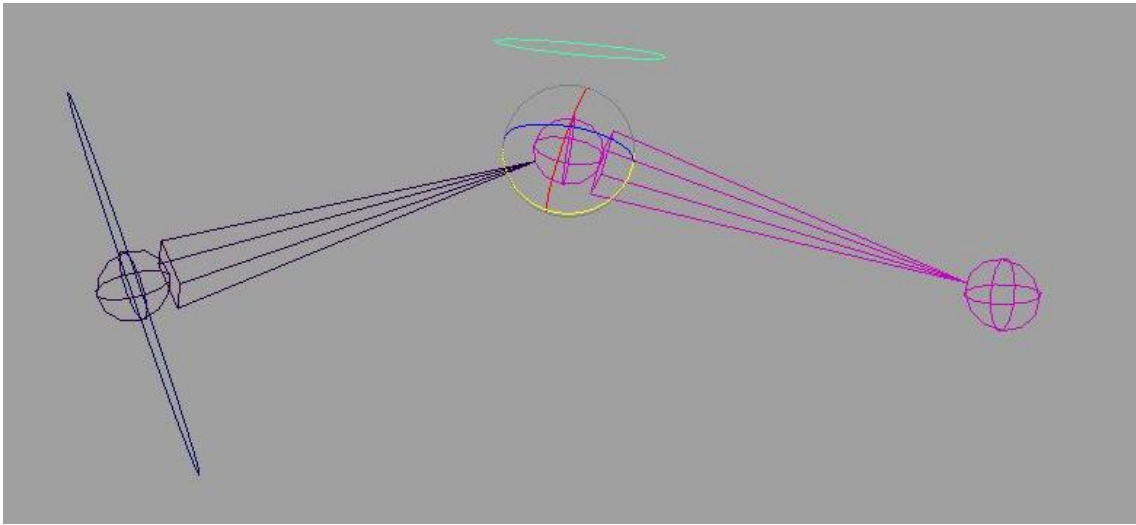


Figura 2.28 *Pivot do controlador no local do osso*

Uma maneira de otimizar *rigs* é poder controlar através de um único controlador vários ossos ou deformadores. No Maya é possível fazê-lo com a ferramenta *Add Attribute*. Esta ferramenta permite adicionar mais atributos num objeto, neste caso um controlador. Para que isto aconteça temos que enunciar algumas ferramentas que nos permitirão conectar os atributos dos diferentes objetos (ver o capítulo seguinte).

2.3.4.7 Conexão de atributos

Das muitas possibilidades que o Maya nos oferece, vamos referir duas ferramentas que servem para fazer conexão de atributos: *Connection Editor* e *Set Driven Key*.

Connection Editor

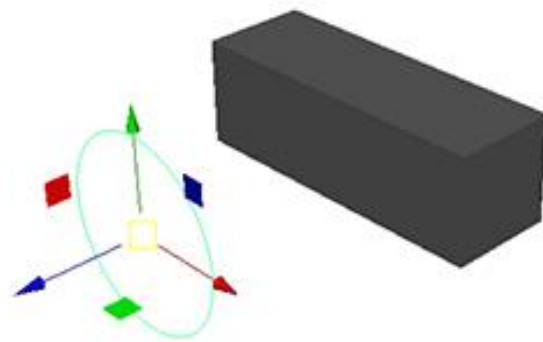
O *Connection Editor* é uma ferramenta que permite fazer uma ligação entre dois atributos de forma simples e rápida. É necessário selecionar dois objetos (pode ser o mesmo), um objeto será o *input*²² e outro será o *output*²³. Depois disto conecta-se um atributo do *input*

²² Elemento de entrada

²³ Elemento de saída

com outro atributo do *output*. O resultado é que quando se efetuar alguma alteração no atributo do elemento de entrada, as alterações também serão realizadas no atributo do elemento de saída.

Por exemplo, temos dois objetos. Uma curva que servirá de elemento de entrada e um cubo que será o elemento de saída. No círculo cria-se um novo atributo, com um valor por defeito de 1, vamos chamar este atributo de ‘Escala X’. De seguida, conectamos o atributo criado ‘Escala X’ com o atributo do cubo ‘scale x’. Como resultado, o que acontece é que quando se coloca o valor do atributo Escala X em 2, a escala do cubo passa para 2.



Escala X = 3;

Figura 2.29 Connection Editor

Set Driven Key

“A favorite feature for animation riggers is the set-driven key (SDK).” (Derakhshani, 2014, p. 371). Esta ferramenta, tal como a anterior, conecta dois atributos. A principal diferença entre o SDK e o *Connection Editor* é que com o SDK os valores conectados são definidos pelo utilizador, e no *Connection Editor* os valores conectados serão copiados.

Por exemplo, temos dois objetos, em que com o SDK podemos dizer que quando o atributo *rotate x* do *input* é igual a 0, o atributo *rotate x* do *output* também é igual a 0. Depois dizemos que quando o atributo *rotate x* do *input* é igual a 10, o atributo *rotate x* do *output* é igual a 360. O Maya faz a interpolação dos valores intermédios através de animação.

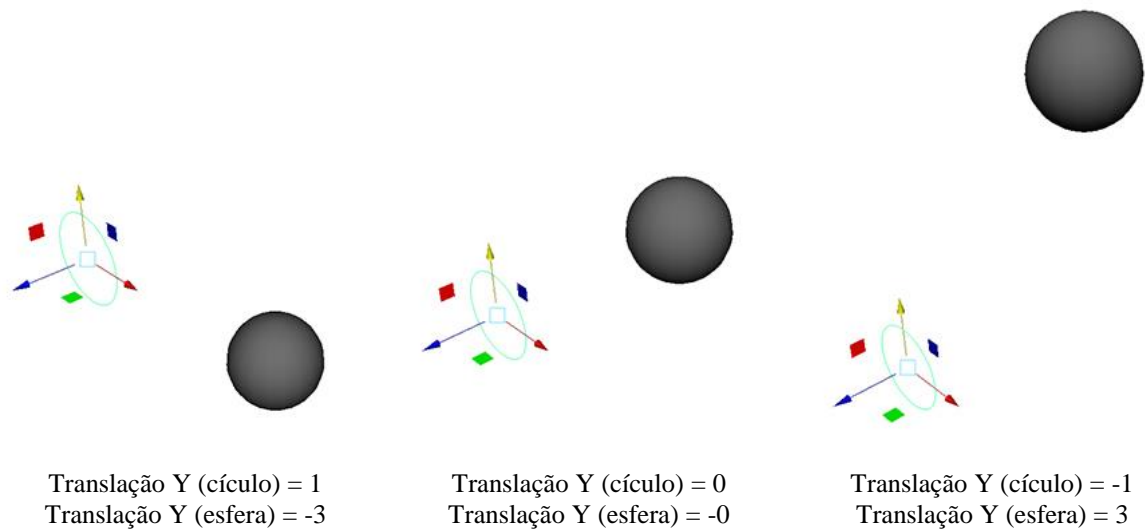


Figura 2.30 Set Driven Key

2.3.4.8 Binding

“Binding, also known as skinning or enveloping, is the process of connecting a character’s geometry to its skeleton so it bends and twists properly and without any unwanted or intersecting.” (Cantor & Valencia, 2004, p. 286).

É o último processo do *rigging*. Nesta etapa é onde se aplica em cada *joint* as influências que cada vértice terá nele. Por exemplo, num braço, temos o osso do cotovelo, quando o personagem mover o cotovelo não queremos que a geometria da cabeça, tronco ou das penas se desloque junto com o cotovelo. Esta é o principal trabalho desta etapa. É importante ter boas referências de anatomia e analisar personagens reais para ver que parte da geometria se vai deformar.

2.4 Animação

“*Animation is the most dynamic form of expression available to creative people.*” (Selby, 2013, p. 7).

Os animadores pegam nos personagens ou objetos e começam a dar-lhes vida. É através desta etapa que a história vai ser transmitida para o público. Os personagens da história vão expressar os seus sentimentos através de expressões de medo, raiva, felicidade, tristeza, entre outras. “*According to most dictionary definitions, to animate something means to bring it to life. (...) Therefore, we prefer to simply define animation as the art of movement.*” (Cantor & Valencia, 2004, p. 311).

Em 1981, dois animadores da Walt Disney Studios (Frank Thomas e Ollie Johnston) definiram 12 princípios de animação. Os 12 princípios são: *squash and stretch* (dar a impressão de peso e volume aos personagens), *anticipation* (antecipação à ação principal), *staging* (apresentação da ideia na cena deve ser clara), *straight-ahead e pose-to-pose* (*straight-ahead* a animação é feita de seguida de início ao fim e *pose-to-pose* são feitas poses chave e depois preenchem-se os intervalos), *follow-through* e *overlapping* (*follow-through* é fazer com que as partes do corpo de um personagem continuem em movimento quando a sua ação é interrompida e *overlapping* diz que as partes do corpo de um personagem se movem a velocidades diferentes), *slow in e slow out* (criar acelerações e desacelerações nos movimentos), *arcs* (criar arcos nos movimentos), *secondary action* (adicionar ações secundárias à ação principal), *timing* (o tempo que demora uma ação), *exaggeration* (a imitação da realidade pode fazer parecer a ação muito fria, o exagero serve para quebrar esse ritmo), *solid drawing* (em 3D, ter uma modelação consistente) e por último *appeal* (um personagem deve cativar o espectador, transmitindo os seus sentimentos). (Thomas & Johnston, 1997)

Durante a produção de uma animação 3D, existem diferentes fases pela qual esta tem que passar. Uma animação pode começar por arranjar referências para a ação que vai ser criada. “*Working from reference material is especially helpful when you are animating realistic human characters because the margin of error is so small.*” (Cantor & Valencia, 2004, p. 343). Também se fazem desenhos onde depois se marcam todas as posições. A próxima etapa é o *blocking*. Nesta, o personagem ou personagens vão marcar os tempos da ação. Nesta etapa o personagem está estático, ou seja sem nenhuma posição chave. A próxima etapa é a *key poses*. O personagem já se encontra com posições chaves e são adicionadas mais poses intermédias relativamente à etapa anterior. Na seguinte etapa, *inbetweens*, adiciona-se interpolação à

animação. O computador irá gerar todas as poses intermédias. Na última etapa, *fine tuning*, as curvas de animação são ajustadas ou adicionadas novas poses. O objetivo é criar uma animação mais natural e tirar o efeito deixado pela interpolação criada pelo computador. (White, 2006, pp. 444 - 448)

E animação 3D o processo para a criação de movimento é diferente da animação tradicional. Na animação tradicional o processo para criar movimento é necessário ter um desenho para cada *frame*²⁴ de animação. Em animação 3D para criar um movimento, passa por criar duas poses para o personagem e depois o computador faz a interpolação entre essas poses. Essa interpolação pode ser linear ou ter uma aceleração no início do movimento e uma desaceleração no final do movimento. O animador precisa de ajustar as curvas de animação de forma ao movimento ficar suave.

²⁴ Uma imagem do filme

2.5 Conclusões

A abordagem deste capítulo, para esta dissertação, começou por ser uma abordagem sobre autores com influência para esta área, passando por uma abordagem à anatomia, que embora não esteja diretamente relacionada com o desenvolvimento 3D é uma peça fundamental para a criação de personagens e por fim uma abordagem mais técnica descrevendo as etapas da criação de um *rig* e as principais ferramentas de um *rigger*.

Através das investigações abordadas para a elaboração deste capítulo comprovou-se que o *rigging* é uma peça fundamental no desenvolvimento de uma animação 3D. Também é de frisar que o estudo da anatomia óssea e muscular é uma etapa fundamental de todos os artistas que desenvolvem personagens, tanto na sua criação através de desenho como em áreas mais técnicas, como modelação e em *rigging*. Com o conhecimento da anatomia de um cão, o *rigger*, para desenvolver o *rig* apenas precisará de conhecer as ferramentas do *software*.

O estudo da anatomia foi-me muito enriquecedor, tanto porque percebi coisa que outrora não tinha percebido e também me fez obrigatoriamente lembrar de coisas que já estavam esquecidas. Apesar de já ter realizado outros projetos que envolviam criação de personagem nunca tinha tido o cuidado de pesquisar primeiramente sobre anatomia. Este estudo abriu-me os olhos para encarar as coisas de outro modo.

3. Desenvolvimento de *rigging* e análise de movimento

3.1 *Rigging* para cães

Para o desenvolvimento deste capítulo vamos apresentar diferenças entre o desenvolvimento de um *rig* para um personagem humano e para um cão.

3.1.1 *Rigging* do corpo

A produção de um *rig* canino não é muito diferente da produção de um *rig* de um personagem humano. *“They have scapulae, flexors, extensors and all the things we’ve talked about, only in a different size and shape. The wing of a bat, for example, has the exact same bone hierarchy as a human arm and hand, right down to the smallest digits of the fingers – only the proportions and function are different.”* (Eaton, Anatomy for 3D artists, 2006, p. 55).

Como foi estudado no capítulo 2.2 não há muitas diferenças anatómicas entre cães e humanos, deste modo os procedimentos para criar um *rig* canino são os mesmos que se estivéssemos a criar para um humano. As diferenças são: um humano tem dois membros em contacto com chão e um cão tem quatro; um cão tem cauda e um humano não, logo é necessário criar esses ossos; a coluna vertebral do cão é na horizontal e de um humano na vertical.

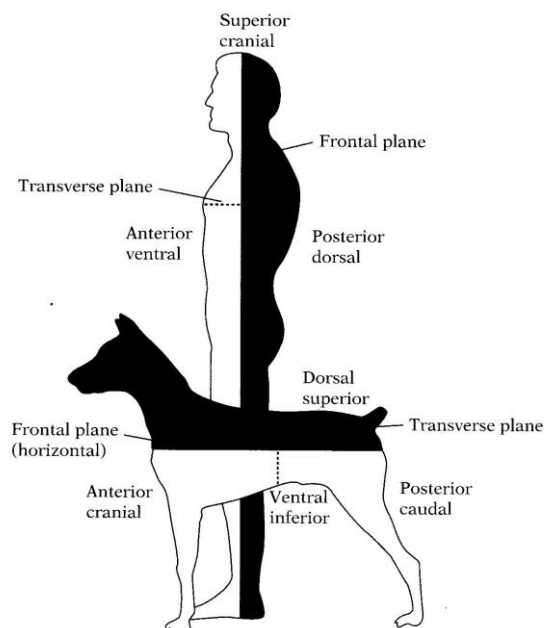


Figura 3.1 Comparação da direção da anatomia entre cão e homem (O' Neill, 2008)

Deste modo, todo o procedimento para criar o *rig* é o mesmo, as ferramentas são as mesmas. Começa-se por colocar os ossos nos locais apropriados, de acordo com a anatomia canina. Depois corrige-se a orientação dos ossos e posteriormente criam-se os controladores. O mesmo procedimento é aplicado na criação de um *rig* de um personagem humano, com exceção da cauda.

A criação do sistema de IK, num personagem humano utiliza nos braços os ossos: que forma a articulação do ombro e o que forma a articulação do pulso. O mesmo acontece para os cães nos membros torácicos. Para a criação o sistema de IK nas pernas os ossos utilizados são os que formam as articulações do membro inferior e do tornozelo, o mesmo acontece para os cães. Ainda existe o *reverse foot*, que serve para se poder controlar o pé de ondem inversa, ou seja, dar a possibilidade ao animador de poder controlar as patas do cão a partir da base do pé e não apenas pelo tornozelo, como só é possível com o sistema ósseo que estava criado. Além desta vantagem, também permite controlar a pata a partir dos dedos de modo a que o resto da perna venha atrás. Para criar o *reverse foot* é necessário criar ossos de forma inversa à hierarquia normal, ou seja começando pelo calcanhar, depois nos dedos, de seguida no peito do pé e por fim no tornozelo. Naturalmente, como um cão tem quatro membros em contacto com o solo foi necessário criar isto para todas as patas, ao contrário do homem.

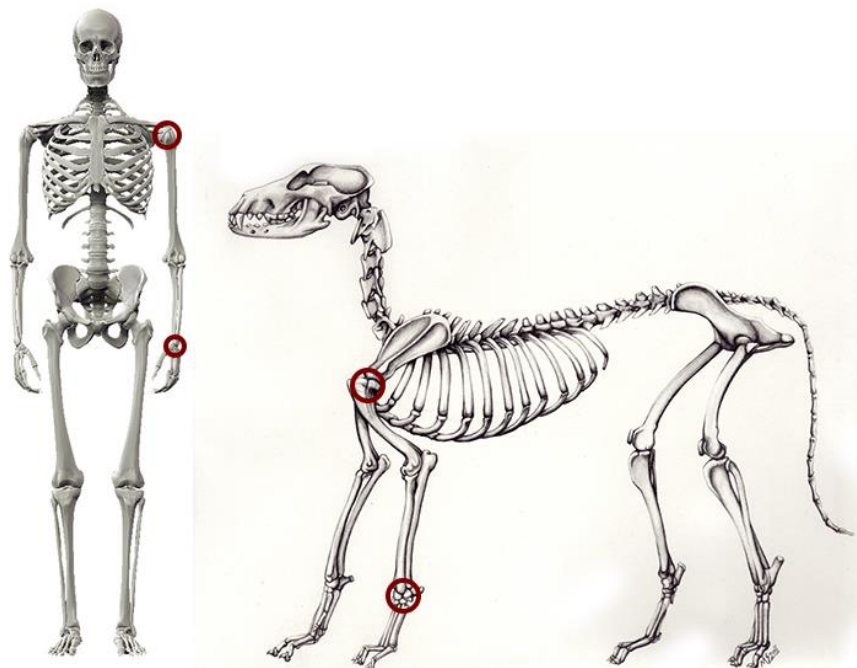


Figura 3.2 Representação das articulações usadas nos membros torácicos para criar o sistema de IK num esqueleto humano e canino

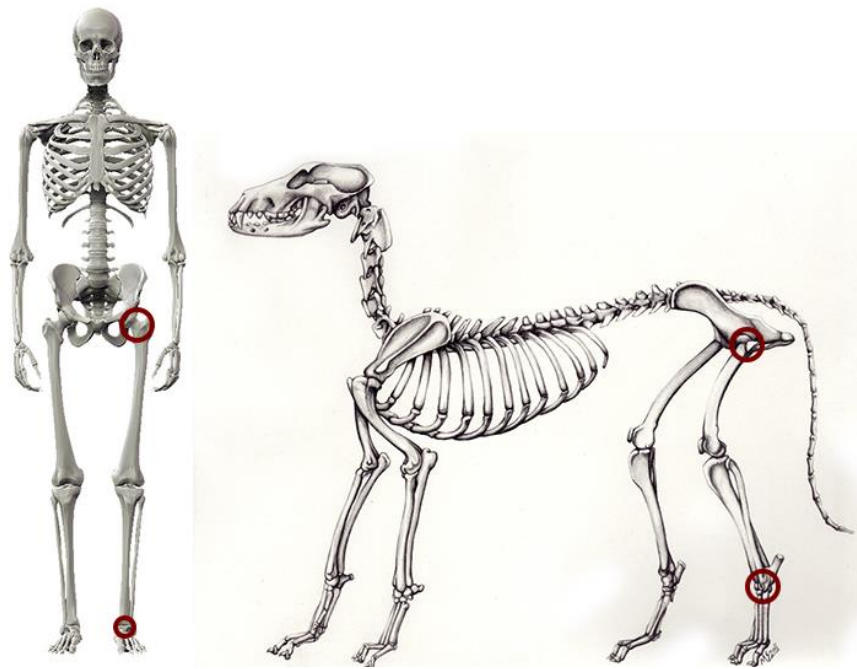


Figura 3.3 Representação das articulações usadas nos membros pélvicos para criar o sistema de IK num esqueleto humano e canino

O procedimento para o restante *rig* corporal é o mesmo. Criação de controladores e aplicação das funções necessárias para controlar cada parte do corpo.

3.1.2 *Rigging* facial

Charles Darwin provou que os animais também possuem expressões faciais. No cinema de animação surgiram muitos filmes onde os personagens principais são animais. Cães como sendo personagem principal podemos referir o Copper do filme *The Fox and the Hound* (Ted Berman, Richard Rich, Art Stevens, 1981), o Bolt, do filme *Bolt* (Byron Howard e Chris Williams, 2008), entre outros. Relativamente, apenas referindo cinema de animação 3D, também existem alguns personagens, podemos observar dois exemplos na Figura 3.4.

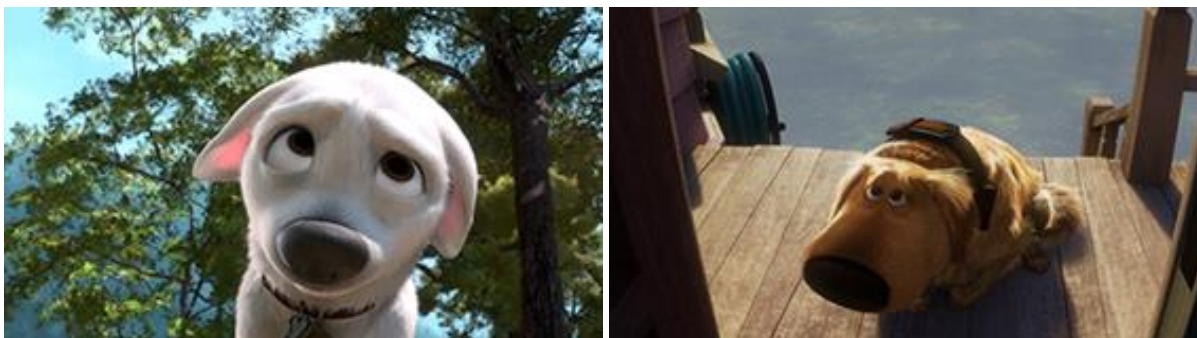


Figura 3.4 Expressões faciais de cães em filmes de animação 3D, à esquerda Bolt (Byron Howard e Chris Williams, 2008) e à direita Dug do filme UP (Pete Docter e Bob Peterson, 2009)

O desenvolvimento para o *rig* faciais as técnicas são as mesmas que se usam para criar o de um personagem humano, podendo-se utilizar *clusters*, *blend shapes*, ou uma hierarquia de ossos.

Existe a exceção das orelhas. Num cão as orelhas são uma forma de comunicação, eles conseguem ter controlo sobre elas. Deste modo, o animador precisa de as poder controlar, para conseguir criar as expressões. Como vemos na Figura 3.4 a imagem do Bolt as orelhas são uma forma de expressão. “As orelhas juntamente com a cauda são as duas partes do corpo que indicam mais acerca da comunicação canina. No entanto, são também os que mais variam de cão para cão... por isso, a sua interpretação pode ser tanto óbvia como um pesadelo!”²⁵

²⁵ <https://www.doglink.pt/artigos/linguagem-corporal-dos-caes> (consultado a 29/07/2015)



*Figura 3.5 Expressões faciais transmitidas com as orelhas*²⁶

²⁶ <https://www.doglink.pt/artigos/linguagem-corporal-dos-caes> (consultado a 29/07/2015)

3.2 Análise de movimento canino

Através das fotografias em movimento retratadas pelo fotógrafo Eadweard Muybridge vamos analisar o movimento que os cães fazem quando se deslocam. “(...) *the secret to successful animation is observation and analysis.*” (Cantor & Valencia, 2004, p. 344). A análise do movimento é um processo fundamental para criar uma boa animação. Começamos por analisar estes movimentos para perceber a física no movimento de um cão.

Nas figuras seguintes os círculos a preto significam que a pata está em contacto com o solo e os círculos a branco que não se encontra em contacto com o solo.

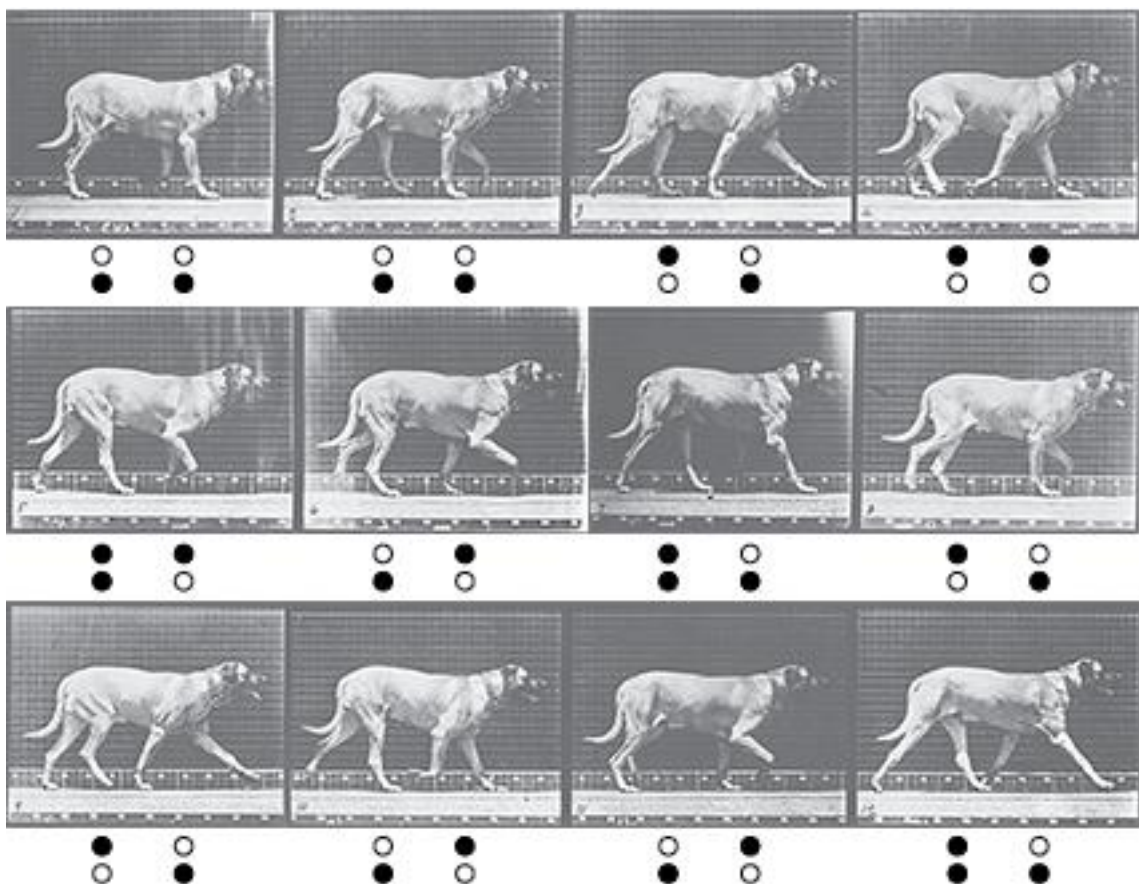


Figura 3.6 Cão a andar

As patas do cão ao caminhar movimentam-se sempre em sincronia para que se consiga equilibrar. “*Está diretamente relacionada com a estrutura do cão e segue a lei universal da natureza, ou seja, com o mínimo dispêndio de energia para executá-lo.*” (Rossi, 2013, p. 121)

Como podemos constatar na Figura 3.6 as patas que se encontram no chão são sempre

as patas opostas, ou seja se pata do membro pélvico direito estiver no chão a pata do membro torácico que vai estar pousado é a esquerda e vice-versa.

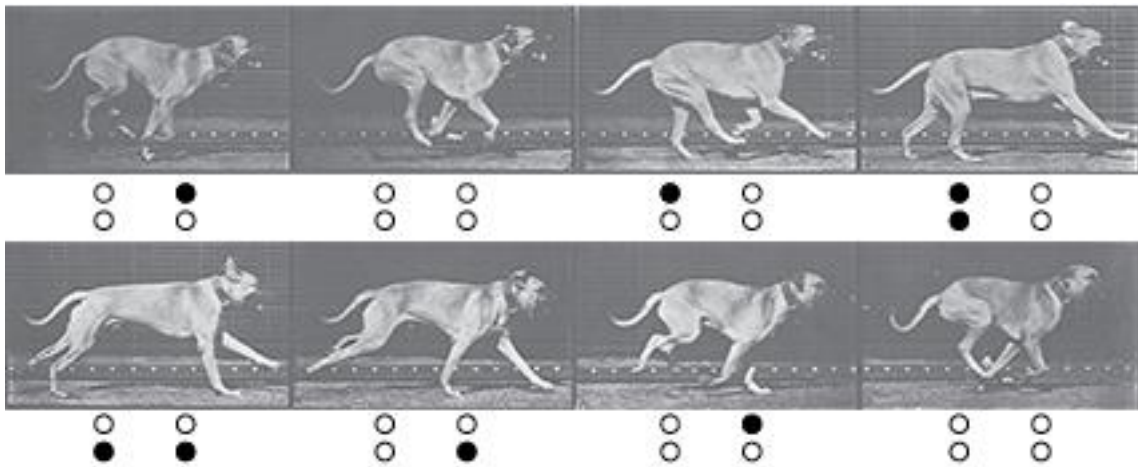


Figura 3.7 Cão a correr

A Figura 3.7 retrata um cão em corrida. Diferente da Figura 3.6, o cão tem duas patas em contacto com o chão durante muito pouco tempo. A maior parte do tempo as patas estão no ar, e apenas atingem o solo para dar o impulso para o próximo passo. As patas dão o impulso ao cão alternadamente, ou seja as patas traseiras, depois as da frente e assim sucessivamente. Assim que o impulso é dado com a segunda pata da frente a atingir o chão o cão fica na posição mais encolhida durante a corrida. Por consequência, quando o impulso é dado com a segunda pata traseira a atingir o solo, o cão vai atingir o seu ponto mais alto e o seu corpo vai estar mais esticado, de forma a atingir o solo o mais longe que conseguir.

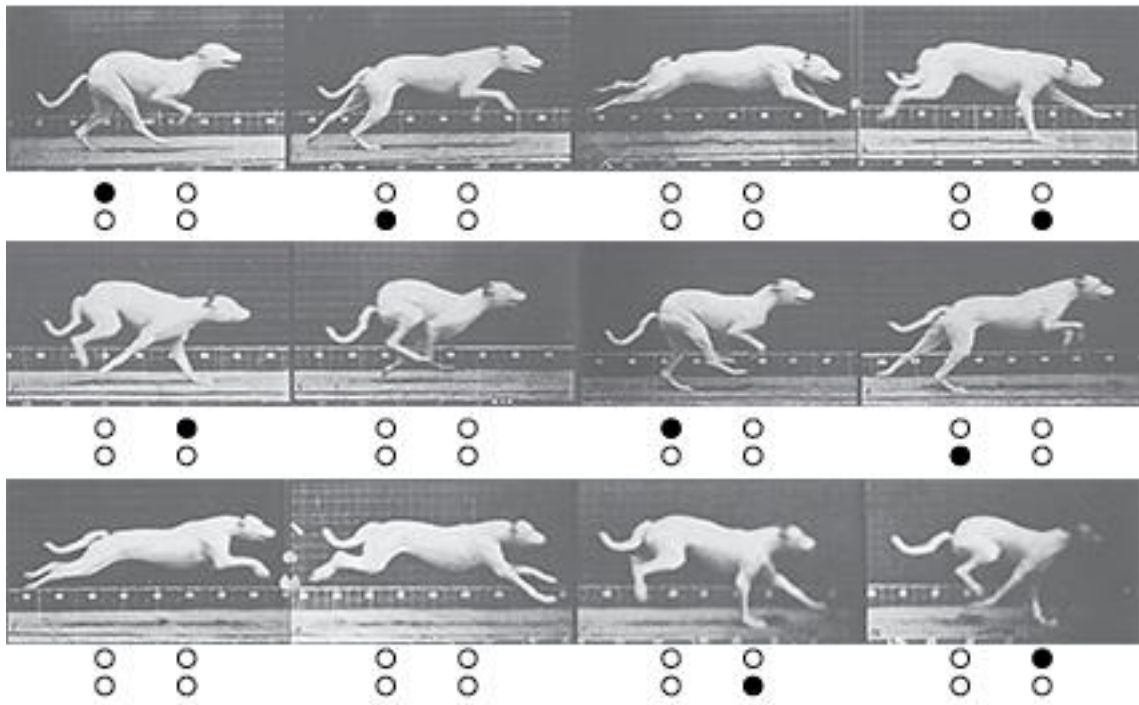


Figura 3.8 Cão em corrida rápida

Numa corrida rápida o cão nunca tem mais do que uma pata em contacto com chão. O movimento é o mesmo que se encontra na Figura 3.7, mas nesta a frequência da passada é muito mais elevada. Os pontos onde o cão fica mais esticado e encolhido também são muito mais visíveis nesta figura. Também se pode constatar que a curvatura na coluna vertebral, no ponto onde o cão fica mais encolhido, é muito maior.

Também conseguimos constatar que a ordem das patas que tocam o chão é sempre a mesma, ou seja na Figura 3.8 começa pela pata esquerda traseira, depois a direita traseira, frente direita e frente esquerda, esta ordem é sequencial.

Comparativamente à Figura 3.7, constatamos que o cão da Figura 3.8 atinge uma velocidade mais elevada, pois o impulso que exerce é muito maior ao ponto de ele ficar completamente esticado, alargando a sua passada. Isto não é visível na Figura 3.7, onde o cão também está a correr, mas com uma passada mais lenta.

3.3 Conclusões

Como se pode constatar no capítulo 2.2.1, as diferenças na anatomia (base) entre um cão e um humano são muito poucas. Por consequência disso, comprovou-se neste capítulo, que o desenvolvimento de um *rig* para um personagem canino é muito semelhante ao desenvolvimento para um personagem humano ou bípede. O essencial encontra-se no estudo da anatomia óssea. Conhecendo a anatomia óssea do personagem para o qual se vai construir o *rig* depois é só aplicar os ossos corretamente, para se conseguir deformações mais realistas e movimento mais bem conseguido. Após esta etapa o procedimento é o mesmo, com a utilização das ferramentas corretas para aquilo que se deseja fazer.

Quando não se conhece o movimento daquilo que se vai animar a análise dos movimentos é um bom ponto de partida. Ter referências ajuda o animador a dar realismo ao seu trabalho. Perceber o caminhar de um personagem é um exercício importante para a animação. Começamos por movimentos mais simples, como um caminhar e avançamos para ações mais complexas. Com a análise de movimento canino conseguimos perceber a física por detrás de cada movimento.

4. Desenvolvimento de “Ao Relento”

O projeto intitulado de “Ao Relento” é uma curta-metragem de animação realizada ao longo do ano letivo 2014 / 2015. Desenvolvi o mesmo em parceria com a minha colega de turma, Joana Dias. Ambos estivemos presentes em todo o processo do projeto, desde a pré-produção até à pós-produção.

Embora nem sempre se conseguissem cumprir os cronogramas elaborados, umas vezes por falta de experiência outras vezes por motivos externos (imprevistos) à disciplina, a organização e dedicação foram fatores muito importantes para o desenvolvimento deste projeto.

4.1 Sinopse

Robert é um mendigo, que como tantos outros vive na rua. O que o tira daquele mundo em que é desprezado é a sua guitarra, com a qual deseja ser ouvido. Através da sua música Robert viaja pelo tempo. Passa os seus dias a sonhar, até que algo acontece que muda a sua vida.

4.2 Resumindo a produção do “Ao Relento”

Como todos os projetos nascem a partir de uma ideia, este não foi exceção. No final do ano letivo anterior, 2013 / 2014, juntamo-nos e começamos a pensar numa história. Dentro deste processo várias ideias surgiram e com isso desenvolvemos as histórias, construindo um *storyboard*. Nesta fase tivemos apoio de alguns amigos que nos foram dando opiniões relativamente às ideias que tínhamos. Após esta etapa, abandonamos algumas ideias.

O 1º semestre começou, apresentamos as nossas ideias e segundo orientação dos docentes da unidade curricular, Sahra Kunz e Ricardo Megre, começamos a desenvolver uma ideia que se tinha começado a formar. A sinopse inicial era: “Um homem que vagueia pelas ruas tocando guitarra. Todos lhe dão esmolas, mas ninguém o ouve. Um dia aparece um cão que gosta de o ouvir. Estes afeiçoam-se e o guitarrista fica com ele. Usa as suas esmolas para dar de comer ao cão. Certo dia vê um cartaz nas ruas a dizer ‘procura-se’ com a fotografia de um cão e a devida recompensa. É a partir daí que o guitarrista fica sem saber o que fazer.”. Com base nisto começamos a trabalhar e a desenvolver o projeto. Com o decorrer da produção a história foi-se alterando, até se chegar à versão final, já muito próximo da apresentação final.

Como o desenvolvimento da história foi um processo contínuo, fomos também trabalhando em outras partes da produção que já estavam fechadas.

Joana Dias	Ricardo Pinheiro
Estudo visual	Modelação dos personagens
<i>Design</i> dos personagens	Mapeamento dos UV's
Modelação do cenário	<i>Rigging</i>
Texturização	Luz
Animação	Animação
<i>Rendering</i>	<i>Rendering</i>
Pós-Produção	Montagem

Tabela 1 Tarefas de cada elemento na produção do projeto

Como se pode constatar pela tabela 1, o projeto foi dividido de forma a aproveitar as melhores competências de cada um. Com base nas ideias que já se tinham para a história, começámos por procurar referências de modo a enriquecer a nossa história e personagens.

Quando chegamos à parte de produção, as tarefas foram repartidas. Acabei por ficar com a modelação dos personagens. Nesta etapa deparei-me com alguns problemas, pois alguns modelos, principalmente o Pingo (cão da história), não estava a funcionar em 3D, comparativamente ao desenho. Com isto, o personagem acabou por sofrer muitas alterações.

Posteriormente passei à fase seguinte, *rigging*. Enquanto desenvolvia esta etapa a Joana começava a fazer testes de animação e com a criação das texturas. A elaboração dos *rigs* foi um processo complicado, pois quando se estava a animar encontrava-se sempre coisas que se tinham que corrigir, tais como algumas deformações. No final do 1º semestre o *rig*, tanto facial como corporal do Robert (personagem principal do “Ao Relento”), estava concluído. Relativamente ao do Pingo o processo foi diferente.

No 2º semestre continuamos com a produção do projeto, faltando a animação, iluminação, *render* e pós-produção. Com a história ainda mal resolvida, a produção do projeto foi-se atrasando, pelo que restou pouco tempo para estas etapas. Enquanto se resolvia a história, outro material era produzido, começando-se a fazer teste em pós-produção e trabalhando-se sobre a iluminação do filme.

Infelizmente não restou muito tempo para a animação. Ambos pegamos na animação,

começando por recolher e gravar alguns vídeos como referência para criar a animação.

Seguiu-se a fase de *rendering*. Nesta etapa houve mais problemas daquilo que seria suposto, pois os computadores não ajudaram, estando sempre a cancelar os *renders*. Devido a este facto, esta etapa foi bastante desgastante. Enquanto os *renders* de cada plano iam terminando, começava-se a montar a pós-produção para depois se fazer a montagem.

4.3 Desenvolvimento de *rigging* para cães

4.3.1 Modelação do personagem

Durante a pré-produção vários estudos foram efetuados para a criação do personagem canino presente na história. Durante o processo de conceção de personagens é importante ter em consideração a anatomia. A *model sheet*²⁷ foi feita com base na anatomia, que foi exagerada depois em diferentes partes do personagem, de modo a criar um estilo mais estilizado e menos realista.

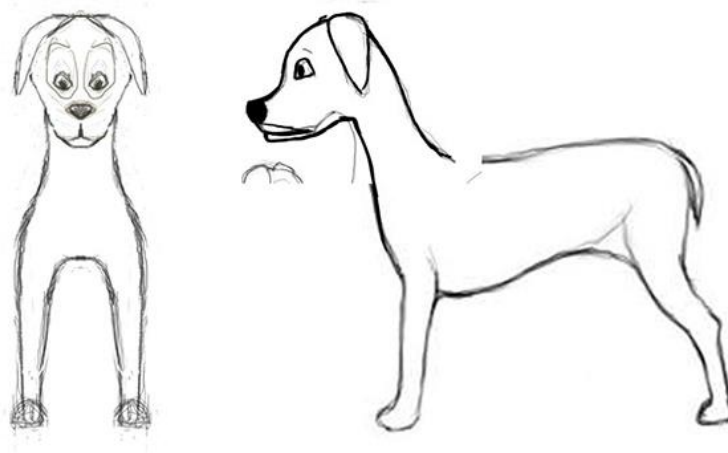


Figura 4.1 Model sheet do Pingo

Com o *model sheet* finalizado, começou-se com a modelação do personagem. Durante a modelação dos personagens é preciso ter em conta a anatomia. Ter uma boa topologia é fundamental para criar boas deformações, pois o estudo da anatomia muscular ajuda a criar personagens animados. Houve uma preocupação acrescida no que diz respeito à modelação do focinho. Estudou-se a anatomia muscular dos cães e também recolhemos algumas referências de outros modelos de cães com uma boa topologia.

²⁷ Representação do personagem 2D em diferentes perspetivas

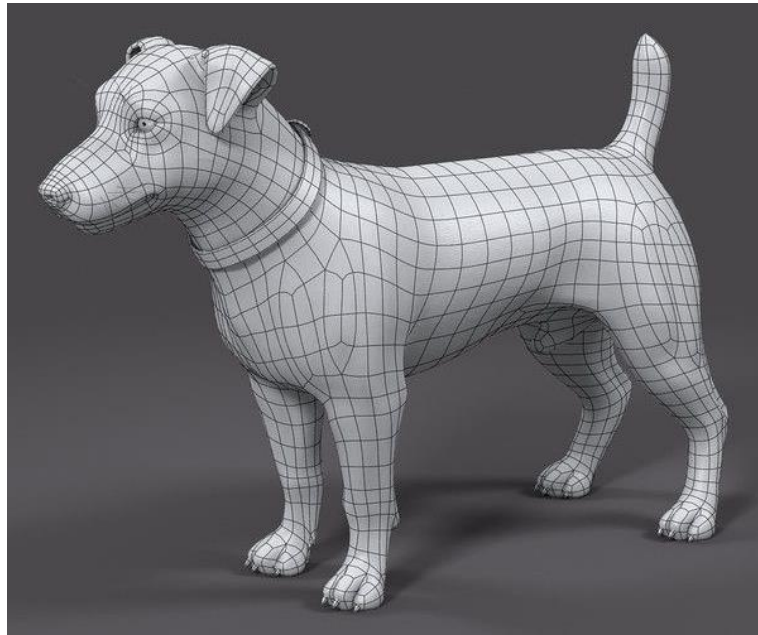


Figura 4.2 Referência de topologia para a modelação do Pingo

Durante a fase de modelação deparámo-nos com alguns inconvenientes até se chegar ao modelo final do personagem. A passagem dos desenhos da *model sheet* para o ambiente 3D não estava a funcionar, especialmente no focinho. Os olhos ficavam muito próximos um do outro. Relativamente à parte lateral o modelo estava a funcionar. Analisaram-se novamente as referências de anatomia para resolver a modelação da vista frontal do focinho. Por fim conseguiu-se chegar a um resultado próximo daquilo que se tinha preparado na pré-produção.

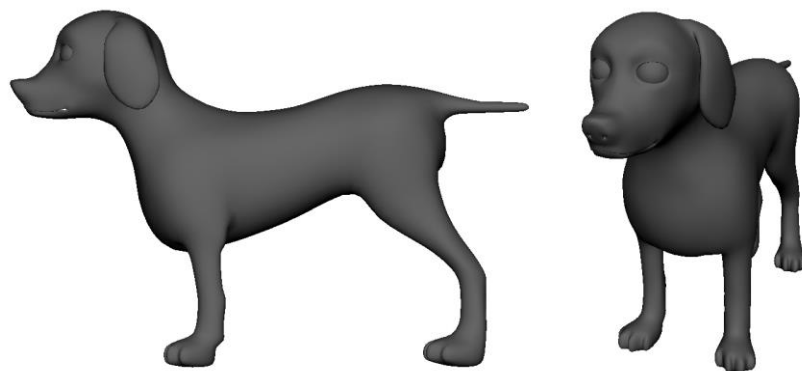


Figura 4.3 Modelo 3D do Pingo

O personagem da Figura 4.3 foi o primeiro modelo do Pingo, no qual se construiu o *rig*. Entretanto, achamos que o personagem ainda não correspondia às nossas expectativas, portanto mexeu-se novamente no modelo. Conseguimos chegar a um resultado que nos satisfizes, embora muito distante daquilo que se tinha planejado inicialmente. Esse foi o nosso personagem do cão final e com ele desenvolvemos o *rig* final.

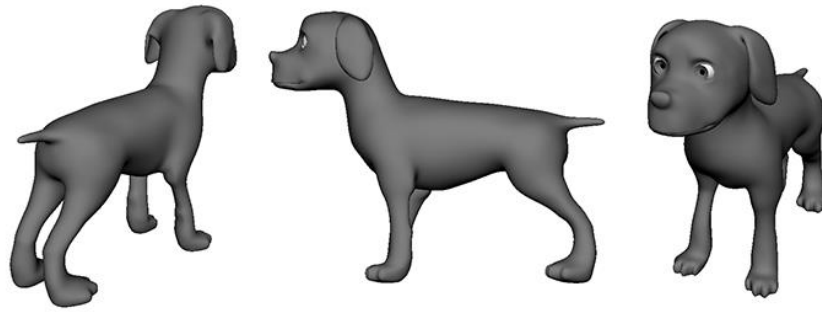


Figura 4.4 Modelo final do Pingo

4.3.2 Rigging

Após a modelação do personagem estar finalizada passou-se para a criação do *rig*. Nos subcapítulos seguintes irei descrever todo o processo de criação do *rig* do Pingo, desde o *rig* corporal até ao *rig* facial.

Para criação do *rig*, recolheu-se referências da anatomia óssea (ver capítulo 2.2.1). Também foram visualizados alguns tutoriais como apoio à produção.

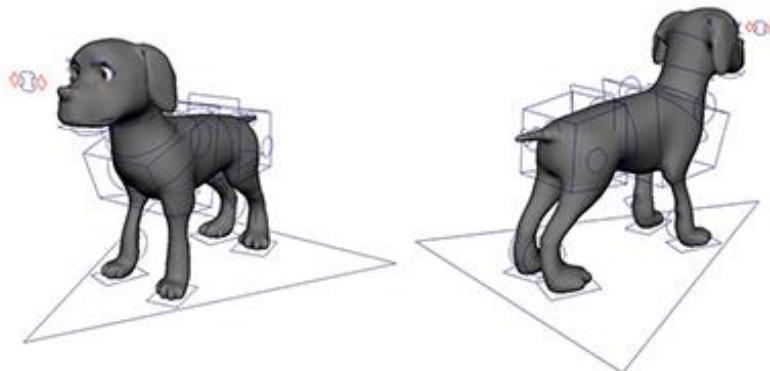


Figura 4.5 Rig final do Pingo

4.3.2.1 *Rigging do corpo*

Começou-se por organizar todas as etapas que o *rig* deveria seguir. Estas foram desenvolvidas pela seguinte ordem: colocação dos ossos, orientação dos ossos, criação dos controladores, começando pelo pescoço e cabeça, membros, cauda e coluna. A última etapa foi o *binding*.

Com base na análise das referências recolhidas começou-se por criar o esqueleto de suporte para o Pingo. No Autodesk Maya a ferramenta que permite criar ossos é o *Joint tool*. Com esta ferramenta posicionaram-se todos os ossos nos locais adequados. O Maya possui uma ferramenta que se chama *Mirror Joint*. Esta ferramenta permite duplicar os ossos para outro plano. Criou-se toda a estrutura óssea do Pingo do seu lado direito e esta ferramenta duplica para o lado oposto, neste caso o esquerdo. Como o Pingo é um personagem simétrico com a utilização desta ferramenta pode-se aumentar a produtividade.

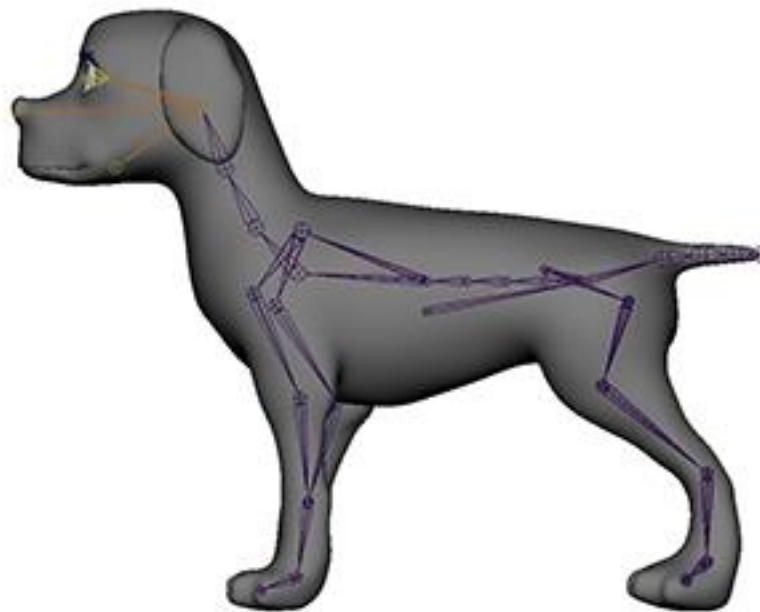


Figura 4.6 Pingo com os ossos colocados

Como se pode constatar na Figura 4.6, alguns ossos não se encontram exatamente nos mesmos locais de um cão real, mas sim próximo. Isto deve-se ao facto de se melhorar as deformações.

A seguinte etapa passou por fazer uma reorientação e depois um *freeze transformations* a todos os ossos. No Maya existe a ferramenta *Orient Joint*, para colocar a orientação dos ossos

corretamente e o osso rodar de forma correta. O *freeze transformations* serve para colocar os atributos do osso a zero.

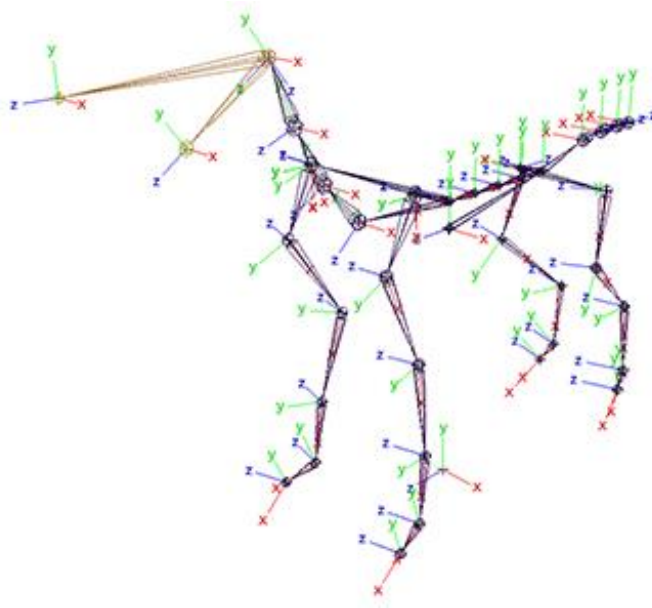


Figura 4.7 Orientação dos ossos

Pescoço e cabeça

Após isto, passou-se para a criação dos controladores e de todas as suas funções. Começou-se por criar os controladores para o pescoço e cabeça. No total foram utilizados quatro controladores, três para o pescoço e um para a cabeça. Cada controlador estava conectado com a rotação em todos os canais de cada osso. Para o pescoço e a cabeça o animador apenas podia controlar a rotação.

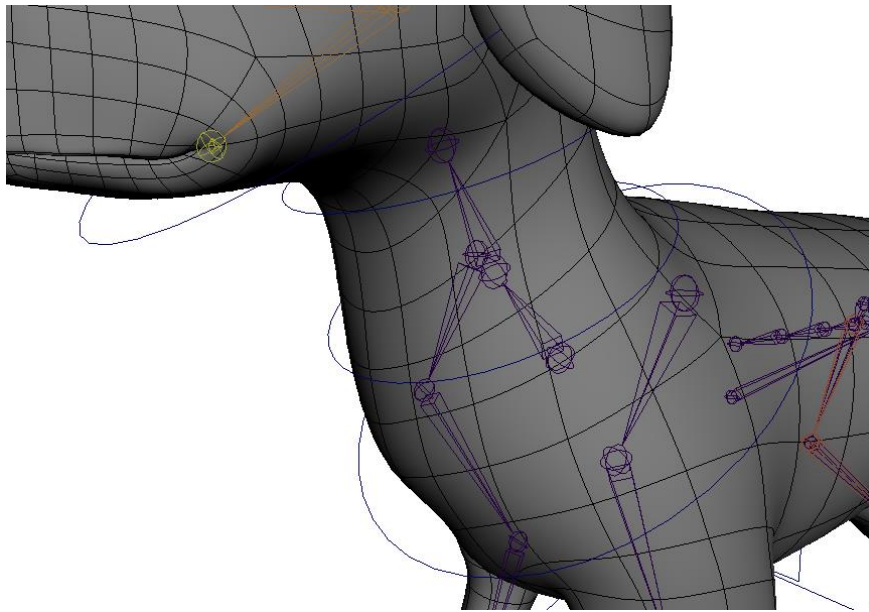


Figura 4.8 Controladores utilizados para o pescoço e a cabeça

Foi ainda adicionada uma opção extra para o controlador da cabeça. Esta opção que se designou de *Neck Follow*, servia para indicar se o controlador da cabeça acompanhava os movimentos de rotação dos controladores do pescoço. Neste atributo os valores poderiam ir de 0 a 10, onde em 0 não havia qualquer influência e em 10 a influência era máxima.

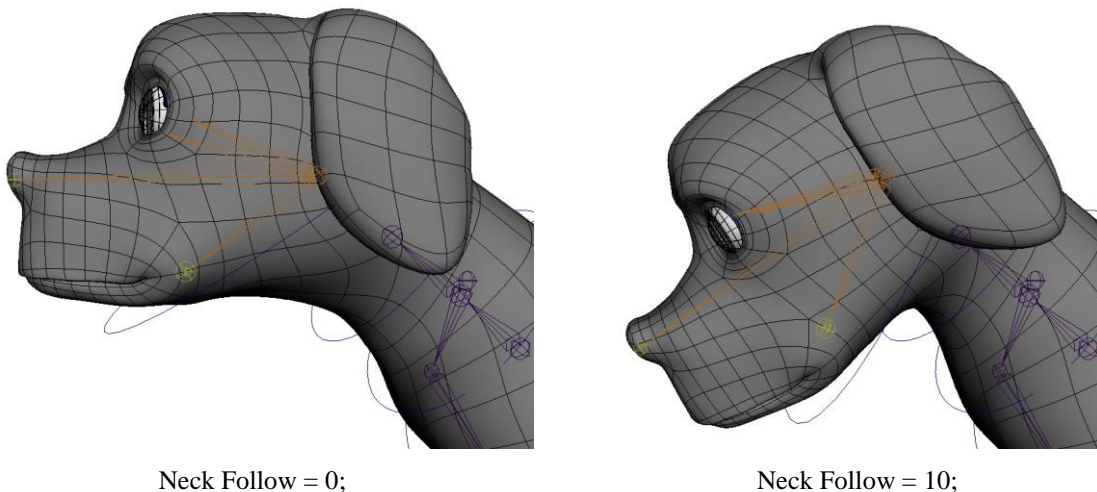


Figura 4.9 Influência do atributo *Neck Follow*

Membros

Começou-se pelos membros da frente. A primeira tarefa foi a criação do IK, com a ferramenta *IK Handle Tool*. Para criar o IK nos membros da frente os ossos utilizados foram: ombro e pulso.

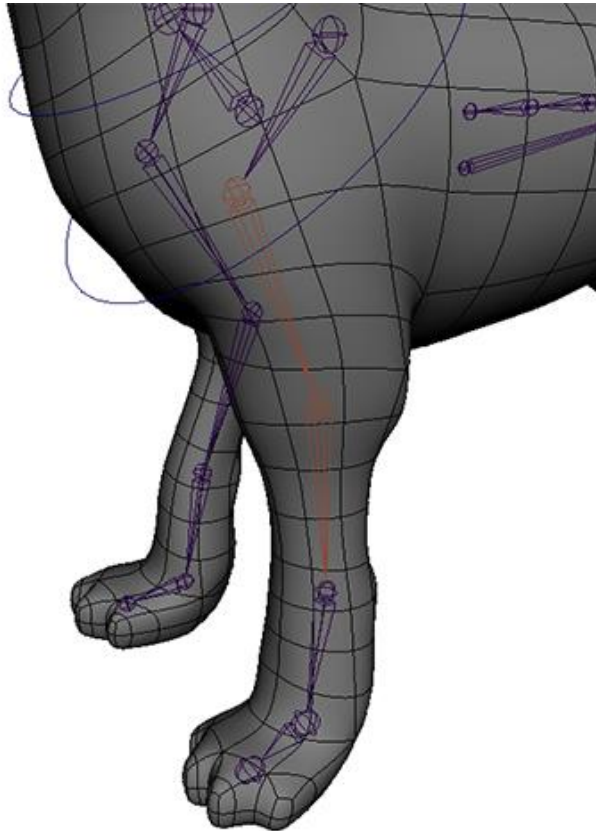


Figura 4.10 Inverse kinematics dos membros da frente

De seguida, foram criados novos ossos para se poder controlar a pata de ondem inversa, *reverse foot*. Para tudo isto funcionar foi preciso conectar, através de *constraints*, os ossos do *reverse foot* com os que foram criados inicialmente.

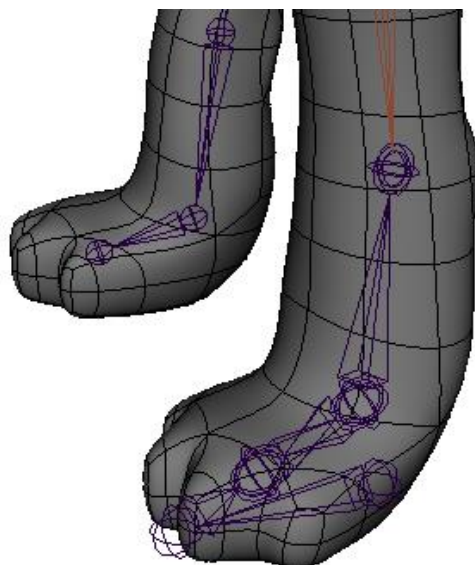


Figura 4.11 *Reverse foot*

Para controlar os membros foram criados dois controladores. O controlador principal, que controla o IK, a rotação do pulso, e todas as rotações possíveis do *reverse foot*, com exceção de uma, que é controlado pelo outro controlador.

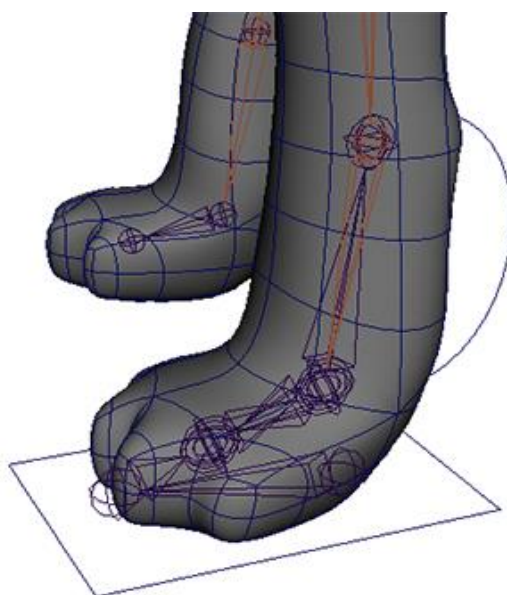


Figura 4.12 *Controladores da pata*

Posteriormente criou-se o controlador para o ombro. Com este controlo é possível ajustar os movimentos do ombro do Pingo. Foi ainda adicionado um atributo, ao qual se chamou o nome de *Leg Follow*. Este é um atributo do mesmo género utilizado na cabeça, *Neck Follow*. Este atributo atualiza, quando ativo, a posição do ombro em relação à posição da pata.

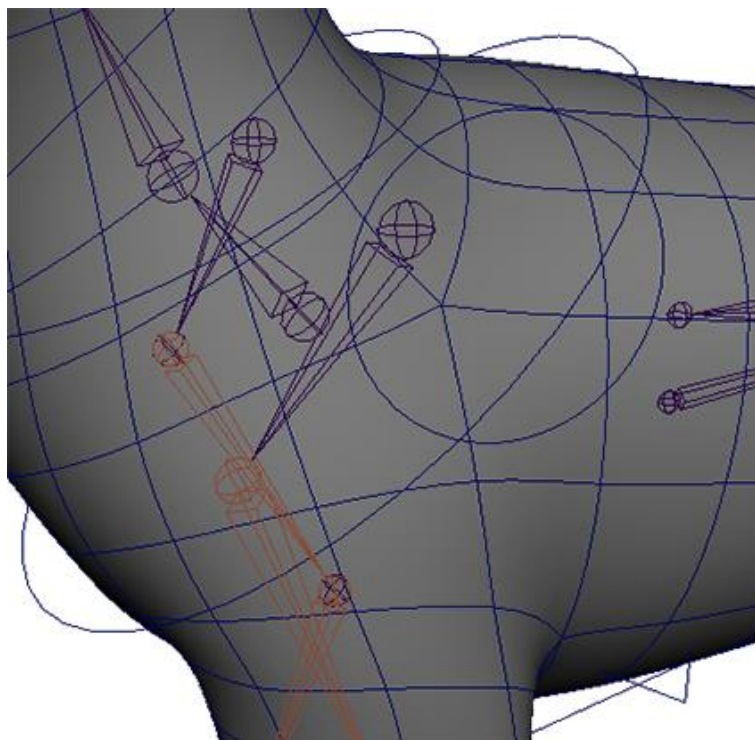


Figura 4.13 Controlador do ombro

Por fim adicionou-se o *Pole vector*, para poder controlar a direção do cotovelo.

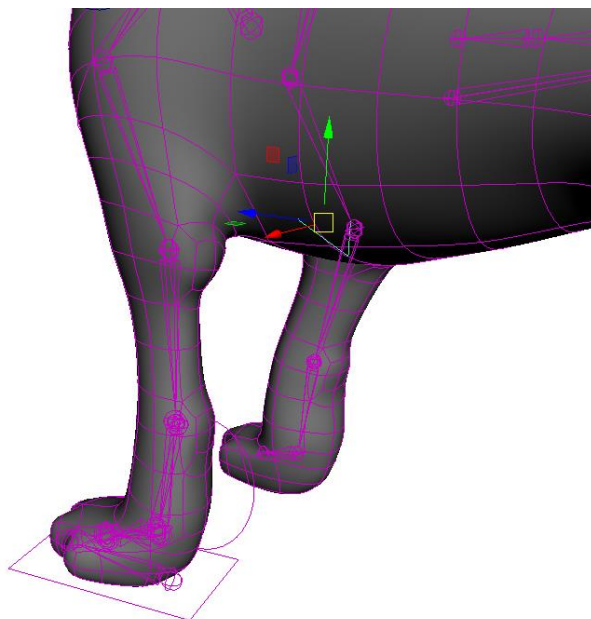


Figura 4.14 Pole vector de um dos membros da frente

Repetiu-se este processo para os restantes membros do Pingo. Nos membros traseiros os ossos utilizados para fazer o IK foram o osso da anca e o osso do tornozelo.

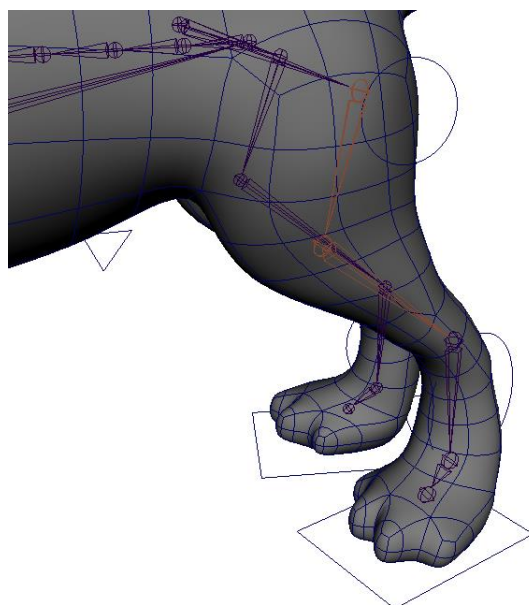


Figura 4.15 Inverse kinematics dos membros de trás

Cauda

Para a cauda, foram apenas utilizados quatro ossos e três controladores. Cada controlador tem um *orient constraint* a um osso, no qual permite manusear a rotação desse mesmo osso.

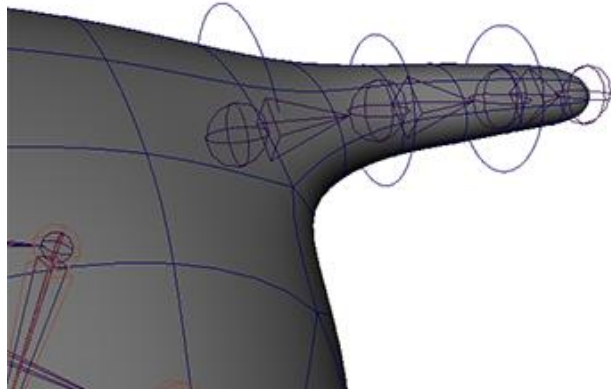


Figura 4.16 Cauda do Pingo

Coluna

A coluna foi a parte mais complexa de todo o *rig*. Este permitia ao animador esticar ou encolher a coluna. A primeira etapa passou por duplicar os ossos utilizados para a coluna e entre cada osso foram criados três novos ossos. Depois aplicou-se *parent constraint* dos ossos principais com os ossos que estavam na mesma posição. Posteriormente, com a ferramenta *IK Spline Handle Tool*, criou-se um sistema de IK. Quando se utiliza esta ferramenta uma curva é criada, que serve para controlar os ossos.

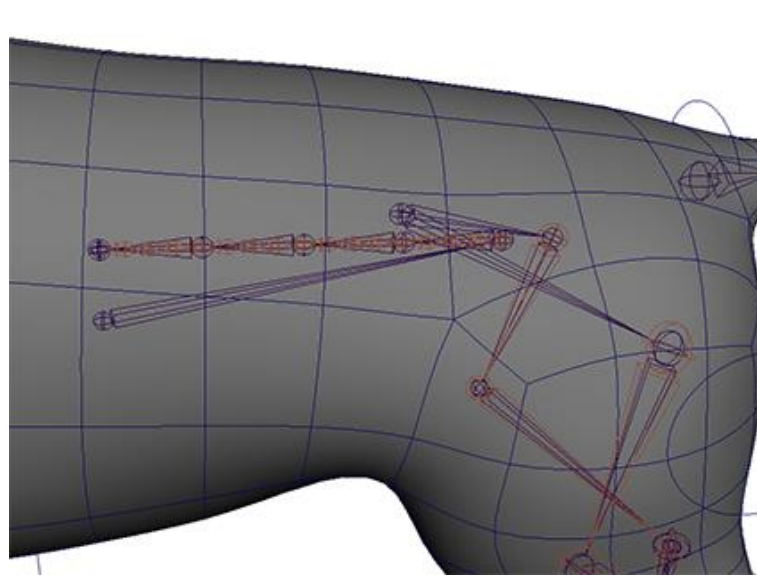


Figura 4.17 Ossos criados para a coluna

Duplicaram-se duas vezes a curva gerada pelo *IK Spline Handle Tool*. Numa das curvas criou-se um *cluster* que deformava a curva no centro. Na outra curva criaram-se dois *clusters* que deformavam a curva em cada um dos cantos. Criou-se *Blend Shapes* destas curvas na curva gerada pelo *IK Spline Handle Tool*.

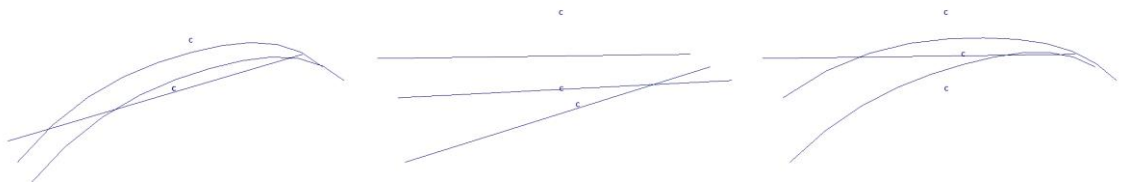


Figura 4.18 Deformações causadas pelos clusters nas curvas, (à esquerda) deformação na curva 1, (ao centro) deformação na curva 2 e (à direita) deformação na curva 1 e 2

Criaram-se três controladores, um para as ancas, outro para o peito e um intermédio. Conectou-se, através do *connection editor*, os controladores com os *clusters*.

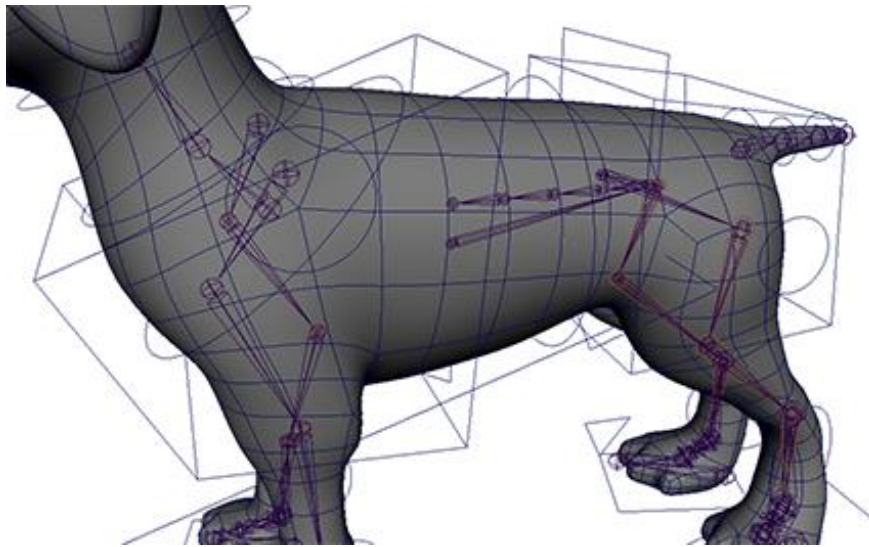


Figura 4.19 Controladores da coluna

Ajustes finais

Para terminar acrescentou-se um novo atributo nos controladores principais do pescoço e da cauda. Este atributo servia para o pescoço e a cauda seguirem a rotação de todos os movimentos efetuadas na coluna. Deu-se o nome de *Spine Follow* para o atributo do controlador do pescoço e *Hip Follow* para o da cauda.

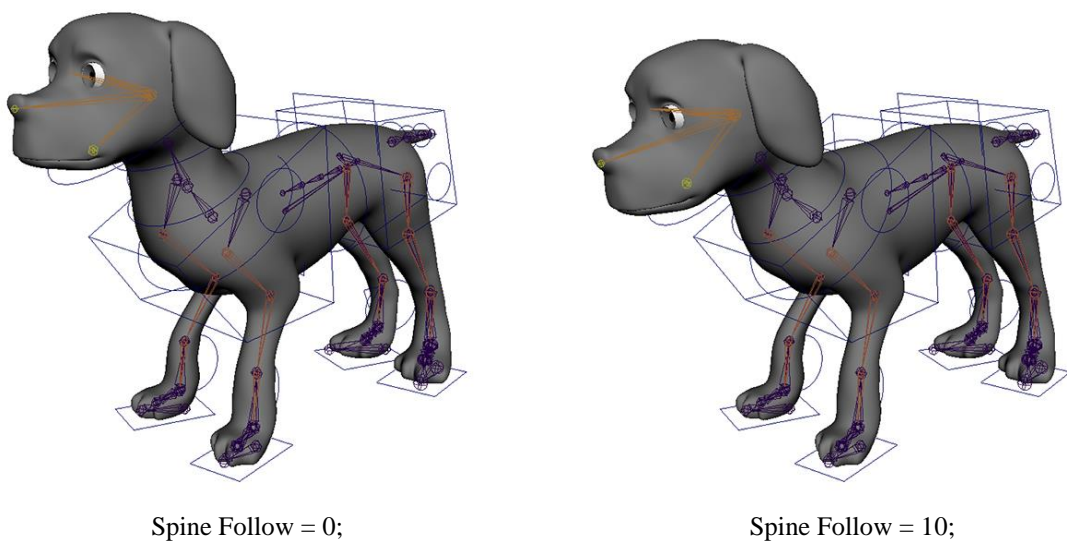


Figura 4.20 *Spine Follow*

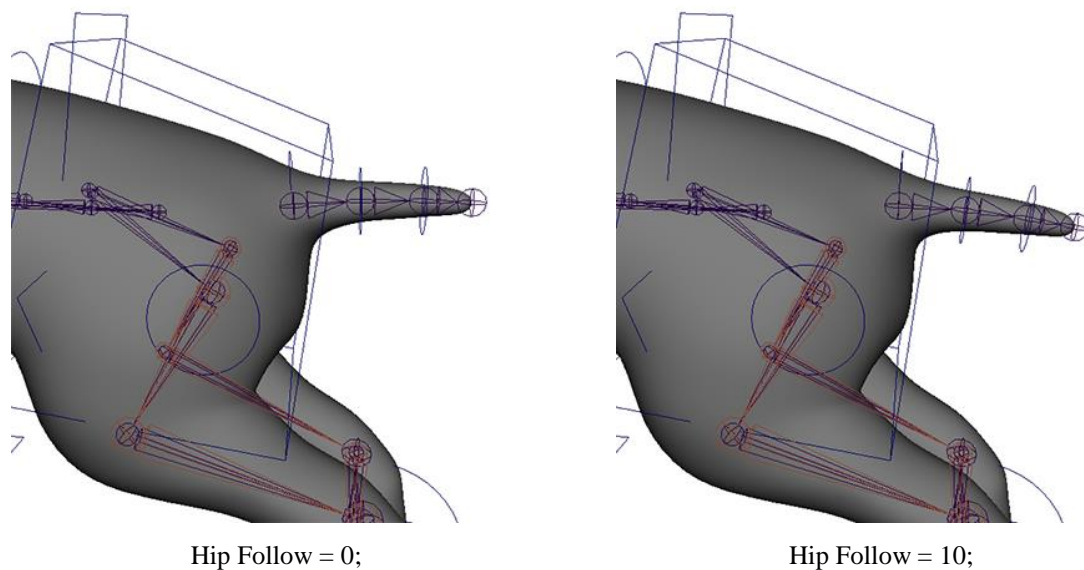


Figura 4.21 Hip Follow

4.3.2.2 Rigging facial

Para a elaboração do *rig* facial construiu-se um *rig* de acordo com o projeto. *Ao Relento* é uma curta-metragem com 22 planos, sendo que em apenas 5 o Pingo aparece. Em questão de duração o Pingo surge aproximadamente 30 segundos de 4 minutos e 20 segundos totais. Esta foi a principal razão para se fazer um *rig* facial otimizado, criando poucas ações para o animador.

Foi adicionado ao *rig* a possibilidade de se poder controlar o abrir e fechar a boca do cão, a possibilidade de controlar a língua, as sobrancelhas e os olhos. Ficou de fora a manuseamento dos lábios. Todos os controladores criados para o *rig* facial ficaram dentro da hierarquia do controlador da cabeça, mencionado no capítulo anterior.

Mandíbula

Para o abrir e fechar da boca, utilizaram-se ossos. Este osso simulava o efeito da mandíbula. Criou-se um controlador onde se aplicou um *orient constraint* direto no osso. Teve-se o cuidado de o *pivot* do controlador estar no mesmo local do osso, com a mesma orientação e com os valores a zero. Este controlador servia para o Pingo abrir e fechar a boca.

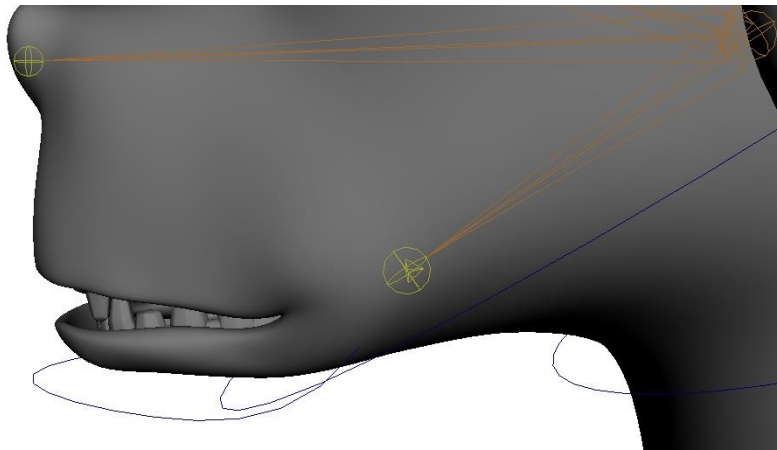


Figura 4.22 Osso e controlador da mandíbula

Sobrancelhas

Para controlar as sobrancelhas o método utilizado foi diferente dos anteriores. As sobrancelhas foram controladas com *clusters*. Para tal criou-se uma curva por cima da geometria do Pingo, no local das sobrancelhas. Foi nesta curva que foi aplicado o *binding*, ou seja a curva era o elemento principal para mexer na geometria. Posteriormente criaram-se três *clusters*, um em cada extremidade da curva e o outro ao centro. Estes *clusters* serviam para deformar a curva.

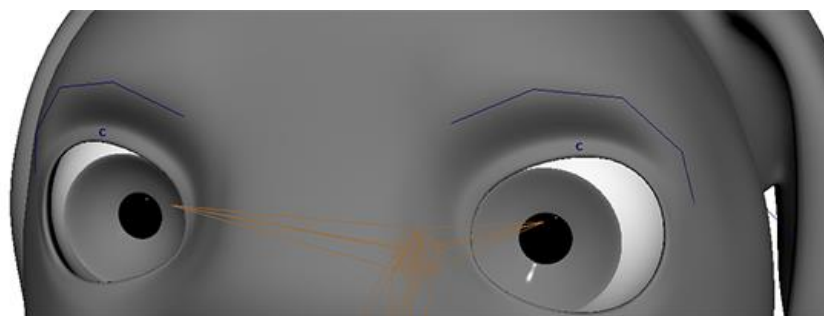


Figura 4.23 As curvas e os clusters que serviam para controlar a geometria das sobrancelhas

Com os *clusters* criados, só faltavam os controladores. Criaram-se três controladores, um para cada *cluster*, e aplicou-se um *point constraint*.

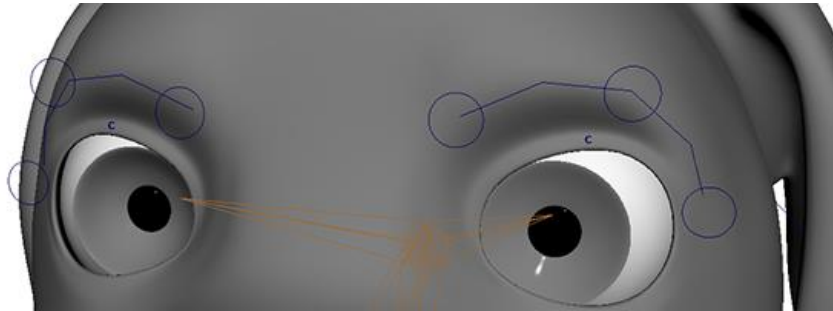


Figura 4.24 Controladores da sobrancelha

Língua

Na língua foram criados uma série de ossos sequenciais. Depois dos ossos criados ajustou-se a orientação dos ossos.

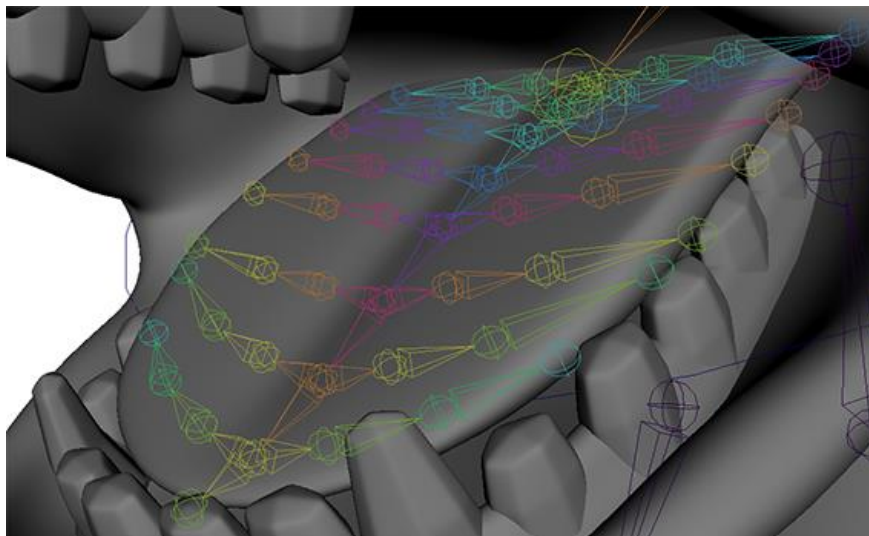


Figura 4.25 Ossos criados para a língua

Como se pode constatar na Figura 4.25, constatamos a existência dos ossos principais e para cada um dos lados existem mais três ossos. Estes serviam para dar a possibilidade de o animador fazer uma curvatura para dentro da língua. Para controlar a língua, criou-se um

controlador para cada osso principal e aplicou-se um *orient constraint*.

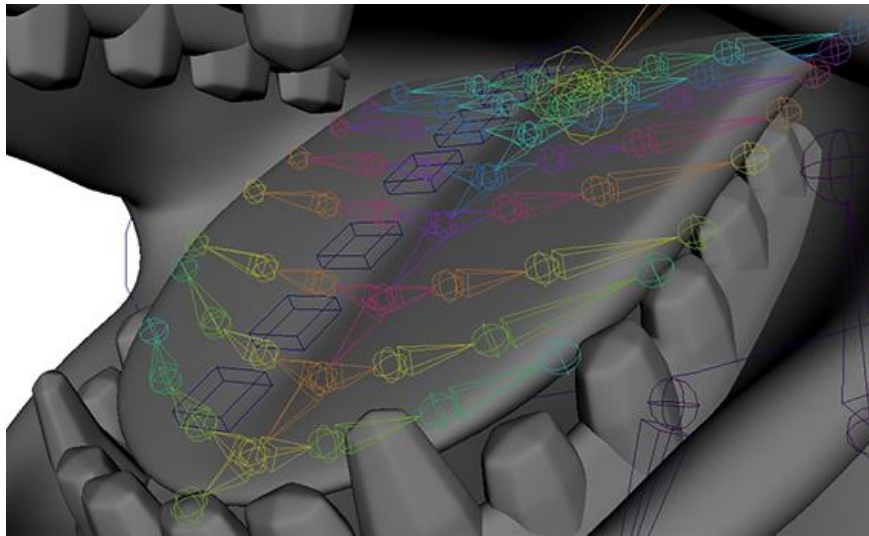


Figura 4.26 Controladores da língua

Para o controlador criado, foi adicionado um atributo, ao qual se deu o nome de *bend*. Este atributo controlava a rotação em x dos ossos exteriores. Por exemplo, se o valor deste atributo fosse 45, significava que a rotação em x dos ossos exteriores também estava em 45.

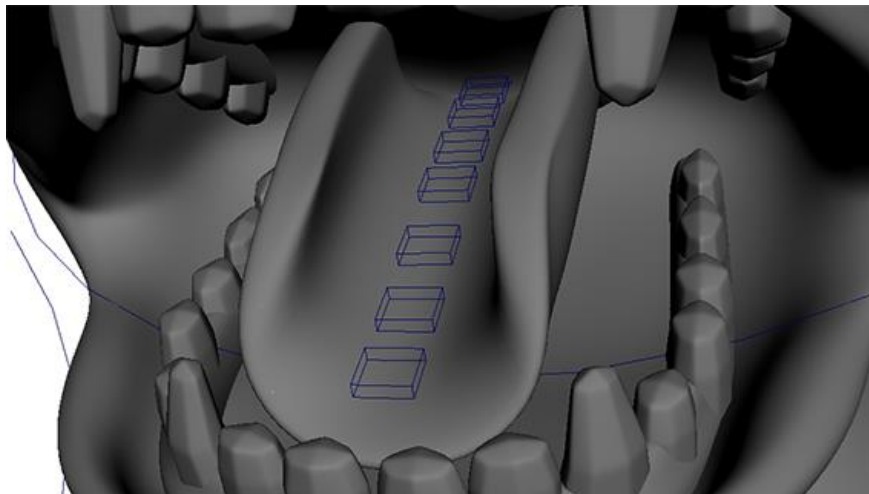


Figura 4.27 Língua com o atributo *bend* a 45 em todos os controladores

Olhos

Por último, temos os olhos. Para cada olho, criaram-se seis ossos. Um para cada pestana, superior e inferior, outro para a direção dos olhos e os outros três eram o centro de rotação, situados no centro de cada olho.

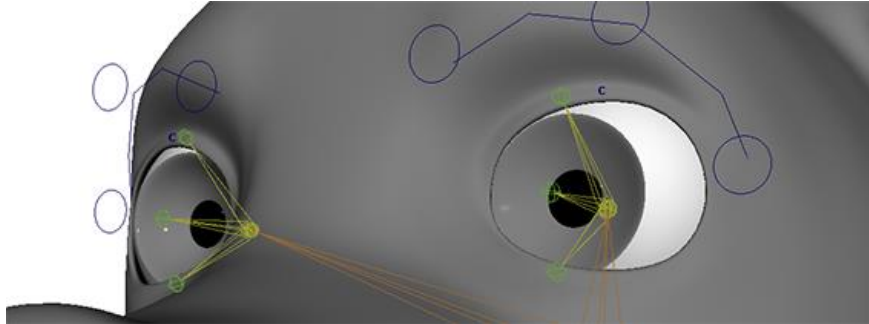


Figura 4.28 Os ossos utilizados nos olhos

Para controlar as pálpebras, foram criados 4 controladores, 2 para o olho esquerdo e outros 2 para o direito. Como as deformações estavam a causar interseções com os olhos foram criados *blend shapes* para corrigir essas falhas. Depois com o *set driven key* ativava-se ou desativava-se os *blend shapes*, dependendo da posição do controlador.

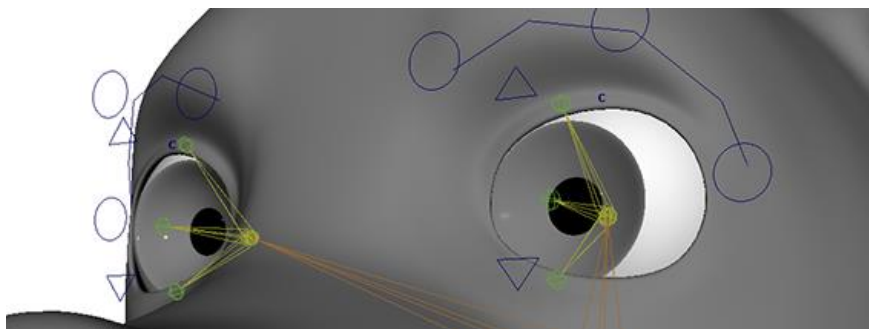


Figura 4.29 Controladores das pálpebras

Para controlar a direção de cada olho, foi criado um controlador individual para cada olho e outro para os dois em simultâneo. Fazendo um *parent shape* dos controladores individuais para o geral, é possível controlar tudo em simultâneo. Aplicou-se um *aim constraint*

ao osso que servia para controlar a direção do olho. Na geometria do olho foi aplicado um *orient constraint*.

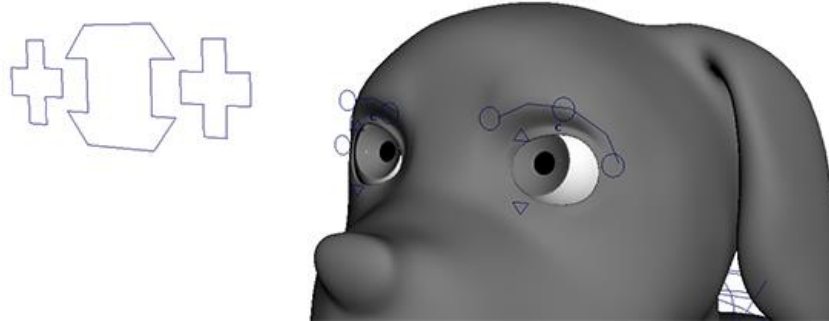


Figura 4.30 Controladores da direção dos olhos

4.3.2.3 O que correu mal

Durante a construção do *rigging* tivemos uma série de problemas. O Pingo foi um personagem que sofreu muitas alterações até chegar à sua versão final. O processo de *rigging* mencionado no capítulo anterior não foi o único desenvolvido para esta personagem. Houve uma primeira versão do personagem, na qual se desenvolveu um *rig*, com menos opções que este, mas ainda assim funcional. Posteriormente, com as mudanças na geometria do personagem, o *rig* teve que ser refeito.

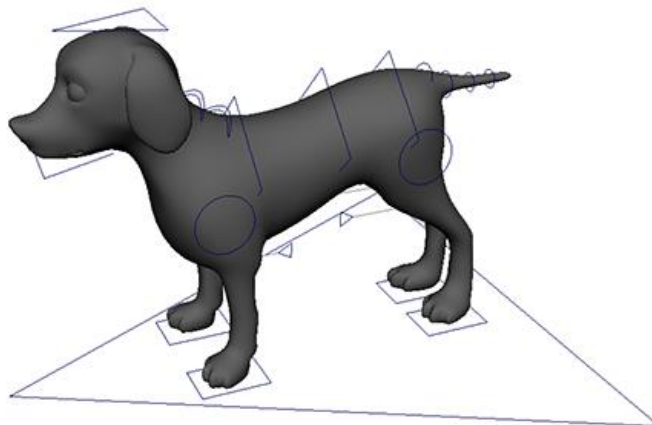


Figura 4.31 Rig desenvolvido para a outra versão do Pingo

Durante o desenvolvimento do primeiro *rig*, com uma má análise da anatomia, foram colocados ossos em locais incorretos, e isto trouxe problemas futuros, mais no que diz respeito às deformações da geometria. Algumas partes do *rig* tiveram que ser refeitas, mas ainda assim deu para aproveitar algumas partes.

4.4 Animação

No “Ao Relento”, existem cinco planos onde o Pingo entra. São planos muito curtos e próximos. A Joana acabou por animar três dos cinco planos e eu fiquei com os restantes.

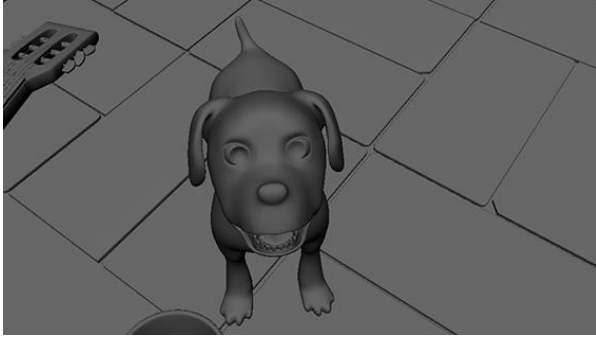


Figura 4.32 Plano 13

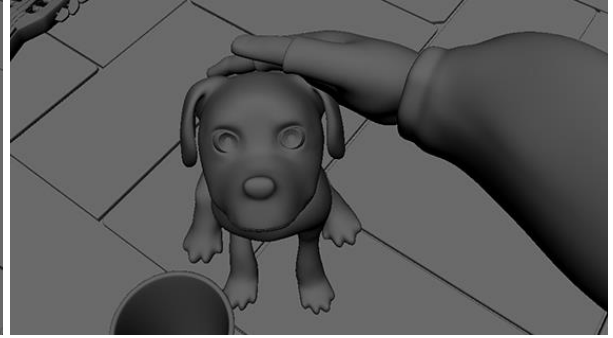


Figura 4.33 Plano 17

Criar animações para um cão foi um grande desafio. Um cão, diferente dos humanos, tem quatro patas no chão, e perceber como estas se deslocam de maneira a criar equilíbrio no personagem. Para desenvolver as ações que o Pingo fazia na história procuramos referências de outros cães, tanto imagem real como animações e reproduzimos os movimentos.

5. Conclusões

O tema desta dissertação serviu para compreender a importância do *rigging* na animação e o que um *rigger* necessita para fazer um bom *rig*. Posso afirmar que após este estudo há um maior conhecimento a nível de anatomia e, em questões mais técnicas, um maior conhecimento sobre o *software* utilizado para a produção do projeto final.

Os estudos de alguns autores foram relevantes para a análise do tema e para a concretização do projeto final. Com a pesquisa levada a cabo, conseguimos compreender de maneira mais esclarecedora o comportamento dos animais e como eles estão relacionados com o homem.

O estudo da anatomia teve uma relevância maior daquela que pensei inicialmente. Com este estudo e com a abordagem de alguns artistas envolvidos no meio, este tema fez-me refletir e adquirir experiência para a elaboração de projetos futuros. Com este estudo posso concluir que ter um conhecimento sobre a anatomia humana é um fator fundamental nesta área do conhecimento. O relacionamento entre homens e animais é muito próximo. Com uma comparação de desenvolvimento de *rig* entre um personagem bípede e um cão, chegamos à conclusão que o essencial é a anatomia. O conhecimento da anatomia óssea para se criar um *rig* é o essencial. Sabendo o local de cada osso, depois é só aplicar as ferramentas que os *softwares* dispõem.

A abordagem mais técnica desta dissertação fez-me compreender alguns assuntos que ainda estavam confusos. Apesar de serem especificidades técnicas, ter o conhecimento sobre estas competências é fundamental para o desenvolvimento de projetos. É preciso existir um equilíbrio entre competências técnicas e artísticas. Ter o conhecimento sobre um *software* é essencial para se produzir um projeto.

A ligação entre as competências adquiridas e o projeto desenvolvido ao longo ano letivo com Joana Dias, foi a aplicação na prática dos temas abordados. Apesar de se ter os conhecimentos corretos esta passagem não é tão direta. É preciso ter um bom conhecimento das ferramentas com as quais se trabalha. Isto só é possível de conseguir com a prática. Quanto mais praticamos, melhor serão os nossos resultados. Aliás, a prática não está presente apenas nesta área, mas sim em todas. Referências, também é um ponto fundamental desta área. Para criar um movimento credível para um cão, o melhor é começar por analisar os seus movimentos, e como se deslocam. Com a análise de movimentos básicos consegui perceber qual a mecânica que faz com que os cães tenham o equilíbrio necessário para se deslocarem.

Este estudo e a elaboração do projeto “Ao Relento” contribuiu para o aprofundamento das competências da elaboração de *rigging*. Mas aquilo que realmente me enriqueceu a nível de conhecimentos foi o estudo da anatomia e a sua importância em muitas áreas da animação, tanto 2D como 3D. O desenvolvimento de *rigging* é uma etapa fundamental no desenvolvimento de animação 3D, e neste projeto, com a prática, fui começando a perceber a técnica de *rigging*, e isso enriqueceu-me bastante a nível de conhecimentos. Foi importante e estes conhecimentos certamente ajudarão em projetos futuros, mas o *rigging* não é uma área na qual deseje trabalhar profissionalmente.

Bibliografia

- Adams, M., Miller, E., & Sims, M. (2003). *Inside Maya 5*. New Riders Press.
- Allen, E., & Murdock, K. L. (2008). *Body Language: Advanced 3D Character Rigging*. Sybex.
- Cabrera, C. (2008). *An Essential Introduction to Maya Character Rigging*. Focal Press.
- Cantor, J., & Valencia, P. (2004). *Inspired 3D Short Film Production*. Cengage Learning PTR.
- Darwin, C. (2009). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. Penguin Classics.
- Derakhshani, D. (2014). *Introducing Autodesk Maya 2015*. Sybex.
- Eaton, S. (2006, Março). Anatomy for 3D artists. *3D WORLD*, pp. 52-55.
- Eaton, S. (2007, Abril). Anatomical perfection. *3D WORLD*, pp. 62-66.
- Ellenberger, W., Baum, H., & Dittrich, H. (1996). *An Atlas of Animal Anatomy for Artists*. Dover Publications Inc.
- Evans, H., & Lahunta, A. (2012). *Miller's Anatomy of the Dog*. Saunders.
- Goldfinger, E. (2004). *Animal Anatomy for Artists: The Elements of Form*. OUP USA.
- Hughes, J. F., Dam, A., McGuire, M., Sklar, D. F., Foley, J. D., Feiner, S. K., & Akeley, K. (2013). *Computer Graphics: Principles and Practice: Principles and Practices*. Addison Wesley.
- Kerlow, I. V. (2003). *The Art of 3D Computer Animation and Effects*. John Wiley & Sons.
- König, H. E., & Liebich, H. G. (2011). *Anatomia dos Animais Domésticos*. Artmed.
- Mielke, K. (2010). *Anatomy of the Dog: In Straightforward Terms*. Cadmos Publishing.
- Muybridge, E. (1957). *Animals in Motion*. Dover Publications.
- O' Neill, R. (2008). *Digital Character Development: Theory and Practice*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Osipa, J. (2010). *Stop Staring: Facial Modeling and Animation Done Right*. Sybex.
- Pereira, L. (2009). *Rigging e expressões faciais*. Universidade Católica Portuguesa.
- Rebello de Andrade, J. (2013). *Optimization of facial rigs for low budget production*. Porto: Universidade Católica Portuguesa.
- Rodriguez, D. (2013). *Animation Methods - Rigging Made Easy: Rig your first 3D Character in Maya*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Rossi, C. N. (2013). *Manual de Estrutura e Dinâmica do Cão*. CBKC - Confederação Brasileira de Cinofilia.

Rube, G., Milton, C., & Ai, C. (1956). *Famous Artists Cartoon Course*. Famous Artists Cartoon Course.

Selby, A. (2013). *Animation*. Laurence King.

Standring, S. (2008). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Churchill Livingstone.

Thomas, F., & Johnston, O. (1997). *The Illusion of Life: Disney Animation*. Hyperion.

Tindal, B. (2013). *The art of moving points: Facial articulation*.

Vaughan, W. (2012). *Digital Modeling*. New Riders.

Vaz, M. C., Williams, C., Howard, B., & Lasseter, J. (2008). *The Art of Bolt*. Chronicle Books.

Wells, P. (1998). *Understanding Animation*. Routledge.

White, T. (2006). *Animation from Pencils to Pixels: Classical Techniques for the Digital Animator*. Focal Press.

Williams, R. (2009). *The Animator's Survival Kit, Expanded Edition*. Faber & Faber.

Outras referências

Autodesk Maya help website (oficial) – *Aim Constraint* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_Aim_constraints

Autodesk Maya help website (oficial) – *Blend Shapes* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=Blend_Shape_deformer

Autodesk Maya help website (oficial) – *Cluster* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=Cluster_deformer

Autodesk Maya help website (oficial) – *Constraints* (04/02/2015)

[http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_What are constraints](http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_What_are_constraints)

Autodesk Maya help website (oficial) – *Orient Constraint* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_Orient_constraints

Autodesk Maya help website (oficial) – *Parent Constraint* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_Parent_constraints

Autodesk Maya help website (oficial) – *Point Constraint* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_Point_constraints

Autodesk Maya help website (oficial) – *Scale Constraint* (04/02/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=CSCo_Scale_constraints

Autodesk Maya help website (oficial) – *Set driven key* (26/07/2015)

http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2015/ENU/?guid=Keyframe_Animation_Driven_keys

Carlson, W. *A Critical History of Computer Graphics and Animation* (08/07/2015),

<http://design.osu.edu/carlson/history/lesson14.html>

Cornell University Program of Computer Graphics website - What is Computer Graphics? (08/07/2015)

<http://www.graphics.cornell.edu/online/tutorial/>

Creative bloq website - Tips and tricks for organic modelling (10/07/2015)

<http://www.creativebloq.com/tips-and-tricks-organic-modelling-7123070>

Dog Link website (2014). *Linguagem corporal dos cães* (29/07/2015)

<https://www.doglink.pt/artigos/linguagem-corporal-dos-caes>

Eadweard Muybridge. (2015). *The Biography.com website*. (07/07/2015),

<http://www.biography.com/people/eadweard-muybridge-9419513>

Imagem de *Dog Link website* (2014). Linguagem corporal dos cães (29/07/2015)

<https://www.doglink.pt/artigos/linguagem-corporal-dos-caes>

Imagem de Masters, M. (2013). *5 Tips for Character Rigging* / (11/07/2015)

<http://blog.digitaltutors.com/5-tips-character-rigging>

Imagem de um *rig* (12/07/2015)

<http://cgi.tutsplus.com/articles/step-by-step-how-to-make-an-animated-movie--cg-3257>

Imagem dos tipos de crânio de um cão (15/07/2015)

<http://vetclinica.blogspot.pt/2012/08/introducao-padronizacao-da-coleta-por.html>

OpenGL website - *OpenGL Overview*, (08/07/2015)

<https://www.opengl.org/about/>

Matt (2010). *Rotation orders* (13/07/2015)

<http://td-matt.blogspot.pt/2010/11/rotation-orders.html>

Tindal, B., Diretor Técnico de Personagens da Pixar website (10/07/2015),

<http://www.hippydrome.com/Skeleton.html>

Wyhe, J., *Biography* (07/07/2015)

<http://darwin-online.org.uk/biography.html>

Zagrobelna, M. (2013). *How to Draw Animals: Dogs and Wolves, and Their Anatomy* (08/07/2015)

<http://design.tutsplus.com/articles/how-to-draw-animals-dogs-and-wolves-and-their-anatomy--vector-18350>

APÊNDICE A

DVD do projeto final “Ao Relento”.