

Sofia Sampaio Guimarães

**O REFINAMENTO DA CAPTURA DE MOVIMENTO DENTRO
DE DIFERENTES PROPOSTAS DE OBRAS AUDIOVISUAIS**

Projeto de Conclusão de Curso (PCC)
submetido ao Programa de Graduação da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Bacharel em
Design.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Andaló

Florianópolis
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Guimarães, Sofia Sampaio

O refinamento da captura de movimento dentro de
diferentes propostas de obras audiovisuais / Sofia
Sampaio Guimarães ; orientador, Flávio Andaló, 2019.
88 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Comunicação e Expressão, Graduação em Design,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Design. 2. Refinamento. 3. Captura de
Movimento. 4. Animação. I. Andaló, Flávio. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Design. III. Título.

Sofia Sampaio Guimarães

**O REFINAMENTO DA CAPTURA DE MOVIMENTO DENTRO DE
DIFERENTES PROPOSTAS DE OBRAS AUDIOVISUAIS**

Este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de Julho de 2019.

Prof^ª. Marília Matos Gonçalves, Dra. Coordenadora do Curso de Design UFSC

Banca Examinadora:

William Machado de Andrade (UFSC)

Gabriel de Souza Prim (UFSC)



Professor Orientador Flávio Andaló
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por apoiar minhas escolhas, me apoiar nos momentos mais difíceis e por incentivar a prosseguir. Em especial a Anita, pelos ‘bom dias’ e conversas de todo dia, a Letícia, pelos ‘puxões de orelha’ e apoio, a minha mãe por me incentivar a estudar e sempre sendo positiva dizendo que ‘vai dar tudo certo’, e a minha tia que me ofereceu o seu espaço para poder frequentar o curso.

Agradeço as minhas amigas com quem estive junto passando apertos, dificuldades nos projetos de animação assim como momentos de diversão e descontração: Giovana, com a sua sinceridade e conselhos, e a Helen, pelas risadas.

Agradeço aos professores do curso de Design pelos conhecimentos passados, em especial ao professor Wiliam pelas conversas, orientação e aceite de convite para par, ao professor Gustavo pelos grandes conhecimentos durante as aulas, ao professor Flávio por topar me orientar neste PCC e me auxiliar nesta etapa, ao MC pelos aprendizados no desenho e também ao professor Clóvis pelas conversas e dicas.

Agradeço a turma de vôlei que me deu momentos divertidos e de descontração, assim como os conhecimentos e técnicas de vôlei pacientemente.

Agradeço ao Gabriel Prim por aceitar e participar da banca.

Agradeço a todos que, de alguma forma, me auxiliaram e/ou colaboraram com de alguma forma com a execução deste trabalho.

“A ave sai do ovo.
O ovo é o mundo.
Quem quiser nascer
precisa destruir um mundo”

Hermann Hesse

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do Método Sistemático para Designers	6
Figura 2: Javali de 8 pernas	11
Figura 3: Colunas para o templo de Ísis	11
Figura 4: Potes da Grécia	12
Figura 5: Praxinoscópio.....	12
Figura 6: Timing and Spancing em uma bola quicando.....	14
Figura 7: Quiques de diferentes bolas	14
Figura 8: Primeira Lei de Newton. A: Bola de Canhão. B: Balão. ..	18
Figura 9: Carregando a caixa pesada e a pena leve.	19
Figura 10: Peso e Equilíbrio.....	19
Figura 11: Elefante andando.....	21
Figura 12: Cervo saltando	21
Figura 13: Walk Cycle	22
Figura 14: Ator com os marcadores na pose T.....	25
Figura 15: Cauã	30
Figura 16: Leca.....	31
Figura 17: Gui	32
Figura 18: Juan Pablo.....	33
Figura 19: Astronauta base em posição frontal	34
Figura 20: Comparando movimentos a partir de um mesmo ângulo	37
Figura 21: Criando ciclos pelo <i>Story</i>	45
Figura 22: Pose de contato da corrida capturada.....	47
Figura 23: Pose de contato da corrida refinada	47
Figura 24: Pose da Comandante antes (A) e depois (B) do refinamento.....	50
Figura 25: Ajuste do <i>Timing</i> no <i>Story</i>	50
Figura 26: Camadas de Ajuste.....	51
Figura 27: Sequência 01 Cena02 antes do refinamento.	52
Figura 28: Arco antes (A) e depois (B) do refinamento.....	53
Figura 29: Sequência de giro na captura de movimento	54
Figura 30: Sequência de giro após refinamento	54
Figura 31: Interação entre o Piloto e a Comandante antes	55

Figura 32: Interação entre o Piloto e a Comandante depois	56
Figura 33: Cubo: Auxiliar Effect.....	56
Figura 34: Cansaço antes (A) e depois (B) do refinamento.....	58
Figura 35: Pescoço torcido	58
Figura 36: Pivot cigarro	59
Figura 37 Piloto escorrega, frame 114 capturado	61
Figura 38: Piloto escorrega, frame 114 refinado	61
Figura 39 Caminhada do Piloto antes (A) e depois (B) do refinamento.....	62
Figura 40: Presença de um Ruído no gráfico de movimento.....	63
Figura 41: O IK do pé – representado pela bola vermelha	64
Figura 42: Ciclo de corrida do Gui antes do refinamento.....	65
Figura 43: Ciclo de corrida do Gui após o refinamento	66

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Proporção entre personagens	41
Tabela 2: Relação entre as obras	44

RESUMO

O uso da captura de movimento dentro da área de entretenimento tem se expandido, assim como a sua presença no nosso dia-a-dia, seja como filme, propaganda ou animação. Antes de seu uso chegar ao que é hoje, várias empresas tentaram utilizar esta tecnologia visando cortar custos e acelerar a produção. A consequência foi a criação de produtos com baixa qualidade, e uma das principais causas foi a desconsideração da etapa de edição de dados. Por isso, este projeto de conclusão de curso visou trabalhar com a etapa de edição de dados, através da limpeza e refinamento, mediante o uso de conhecimentos da área de animação em dois produtos audiovisuais com diferentes propostas. Dessa forma, identificaram-se as principais problemáticas da captura de movimento e como na etapa de refinamento isso foi solucionado, conseguindo assim tornar os movimentos dos personagens críveis, claros e, dessa forma, contar uma história.

Palavras-chaves: Refinamento 1. Captura de Movimento 2. Animação 3.

ABSTRACT

The use of motion capture technology on entertainment have been growing, just as its presence on our day-by-day lifes by movies, advertisings and animations. Before its way of use became like it is nowadays, lots of company tried to use this technology to cut costs and accelerate the production. The consequence was the creation of products with low quality, and one of the main causes was the disregard of the edit data stage. Because of it, this final graduation project aim to work with the edit data stage, through the cleaning and refinement of the data, by the animation knowledge use on two audiovisual product with different purpose. Therefore, it will show the major problems of motion capture detected and how it was solved during the refinement stage, being able to turn the characters motion believable, clear and, that way, tell a history.

Keywords: Refinement 1. Motion Capture 2. Animation 3.

Sumário

1.	Introdução.....	1
1.1.	Objetivo.....	2
1.1.1.	Objetivos Gerais.....	2
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	3
1.2.	Justificativa.....	3
1.3.	Delimitações do Projeto.....	4
2.	Metodologia de Projeto.....	5
3.	Problematização.....	8
4.	Coleta de Dados.....	10
4.1.	Animação.....	10
4.1.1.	Timing and Spacing.....	13
4.1.2.	Os 12 Princípios da animação.....	15
4.1.3.	Peso.....	17
4.2.	Captura de Movimento.....	22
4.2.1.	Pré-Produção.....	23
4.2.2.	Momento da Captura.....	23
4.2.3.	Edição dos dados.....	27
4.3.	Projeto “Tribo da Ilha”.....	28
4.3.1.	Cauã.....	29
4.3.2.	Leca.....	30
4.3.3.	Gui.....	31
4.3.4.	Juan Pablo.....	32
4.4.	Projeto “Caverna de Cristal”.....	33
4.4.1.	História.....	34
5.	Análise.....	36
5.1.	Relação de proporção e peso entre o personagem digital e o ator. 36	
5.2.	Limitação do movimento pela realidade.....	37
5.3.	Tribo da Ilha.....	40
5.4.	Caverna de Cristal.....	41
6.	Síntese.....	43
7.	Desenvolvimento.....	45
7.1.	"Tribo da Ilha".....	45

7.1.1.	Ciclo de corrida do Gui	46
7.1.2.	Ciclo de caminhada do Juan	48
7.2.	"Caverna de Cristal"	48
7.2.1.	Processo de refinamento para cenas	49
7.2.2.	Sequência 01	51
7.2.3.	Sequência 02, Cena 02	60
7.2.4.	Ciclos de caminhada	61
7.3.	Ruídos	63
7.4.	Pés deslizando e contato	63
7.5.	Exemplo de refinamento	64
8.	Conclusão	67
9.	Bibliografia	69

1. Introdução

O principal diferencial da animação em relação as outras obras audiovisuais é a possibilidade ilimitada de criação, a possibilidade de criar algo fora da realidade (THOMAS; JOHNSTON, 1995). A palavra Animação vem de ‘animus’, que significa ‘viver ou dar a vida’(THOMAS; JOHNSTON, 1995). Na animação, é possível dar vida a personagens estilizados e de manifestar, até em objetos inanimados, seus sentimentos e emoções através do uso dos movimentos e torna-os críveis para o espectador, que se conecta com o personagem e sente o que o mesmo expressa (THOMAS; JOHNSTON, 1995).

Porém, animação exige trabalho, tempo e custos. De acordo com a Carta Capital (2014): “Um episódio de curta de animação de 12 minutos demanda quatro meses de trabalho e equipe maior (20 profissionais). ‘Uma temporada de Sujismundo custa cerca de 4 milhões de reais’”. *Divertida Mente*, longa-metragem da pixar, custou em torno de 170 milhões de dólares de acordo com BOX OFFICE MOJO e foi produzido aproximadamente durante 5 anos e meio, com cerca de 45 animadores, cada um animando por volta de 3 segundos por semana (COHEN, 2015). Devido a essas barreiras, tem-se buscado estratégias desde o começo da era da animação para tornar o trabalho mais viável. Na época em dezembro de 1914, por exemplo, o uso do acetato foi importante para a produção de animações tradicionais (LUCENA, 2001).

Quando surgiu a captura de movimento (MoCap), muitos imaginaram que ultrapassaria tais barreiras, ao ponto de até mesmo substituir a animação tradicional (MENACHE, 2010). A razão é pelo fato de capturar movimentos, até mesmo complexos, de forma precisa e poder aplicar a performance capturada em algum personagem digital (KITAGAWA; WINDSOR, 2008), o que pode acelerar a produção. Atualmente a tecnologia é utilizada em diversas áreas, com destaque na área de entretenimento, onde cresceu rapidamente, sendo usado, por exemplo, em filmes, séries animadas em 3D e, principalmente, para videogames (MENACHE, 2010).

O *MoCap*, todavia, possui limitações que são perceptíveis. Não

apenas a viabilidade, pois necessita de equipamentos adequados (KITAGAWA; WINDSOR, 2008) que são caros, mas a questão dos dados capturados. Limitações essas causam estranhamento no movimento: O personagem parece se mexer com menos expressividade e aparenta ter peso e proporções erradas, incompatíveis com o movimento do mesmo (BEGLER, 2007). Tais limitações, e até mesmo frustrações, fez com que companhias desistissem de utilizar a tecnologia, a exemplo da *DreamWorks* quando produziu a animação *Shrek* (KITAGAWA; WINDSOR, 2008; SITO, 2013).

Por conta das limitações da tecnologia, todos os dados coletados necessitam de edição, que pode variar de acordo com o grau de necessidade, através do refinamento e da correção dos dados (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Enquanto a correção de dados visa limpar os ruídos, o refinamento visa aperfeiçoar o movimento, visto a diferença entre o movimento realista e o movimento representado (FREEDMAN, 2012). E, durante o processo de refinamento, será onde o conhecimento do animador, de tornar o personagem crível – com “vida” –, será aplicado.

Desse modo foi visto como o processo de refinamento pode minimizar, ou até eliminar, os pontos negativos do *MoCap* através da aplicação do conhecimento de animação. Isso será feito em dois projetos que tem como fim tipos de obras audiovisuais diferentes, que são: O capítulo piloto da série animada "Tribo da Ilha", projeto desenvolvido no DesignLab, que escolheu utilizar a Captura de Movimento devido aos pontos positivos citados anteriormente; e o curta animado do projeto da "Caverna de Cristal", obra desenvolvida por alunos da UFSC dentro das disciplinas do projeto 3DII.

1.1. Objetivo

1.1.1. Objetivos Gerais

Este projeto de conclusão de curso tem como objetivo o refinamento do movimento capturado para obras audiovisuais distintas que escolheram o uso desta tecnologia para produzi-los. No

caso, o capítulo piloto da série "Tribo da Ilha" e o curta da "Caverna de Cristal".

1.1.2. Objetivos Específicos

- Descrever principais dificuldades encontradas entre as duas obras e diferenciá-las.
- Descrever o processo utilizado para o refinamento de ambas, tanto para as animações de cenas quanto para as de ciclo.

1.2. Justificativa

A Captura de Movimento é utilizada em abundância na área de entretenimento, onde seu uso vem aumentando (MENACHE, 2010). A maioria das pessoas, até mesmo crianças, já viram alguma obra audiovisual, como jogos e comerciais de TV, que utilizaram a captura de movimento para produzi-lo (KITAGAWA, WINDSOR, 2008). E assim como outras formas de produção visual, possui pontos positivos e negativos. A tecnologia da captura de movimento consegue registrar movimentos de forma precisa, o que pode acelerar a produção, principalmente levando em consideração o fato de capturar movimentos complexos.

Porém, além de demandar custos, todos os dados coletados precisam ser editados posteriormente (KITAGAWA; WINDSOR, 2008), edições estas necessárias em virtude das limitações da captura no momento da coleta dos dados, como os movimentos menos expressivos e a divergência entre o ator e o personagem. A captura é passada por várias camadas de edições antes de ser exibido, e inclui a adição de animação (FREEDMAN, 2012). Aqueles que utilizaram os dados brutos, visando cortar tempo e orçamento, encontraram problemas e/ou não tiveram um resultado agradável, chegando até a desistir da tecnologia para a produção (MENACHE, 2010).

Dessa forma, deseja-se diminuir e/ou até eliminar os problemas da captura de movimento através da etapa de refinamento, utilizando os

conhecimentos de animação. Foi realizado o refinamento em duas obras audiovisuais, com propostas e formatos diferentes, verificando se possuem problemas similares e/ou divergentes.

1.3. Delimitações do Projeto

Ambos os projetos já possuem histórias. Os personagens já estão modelados – criação do personagem na mídia digital em 3D -, possuem *rig* – criação de esqueleto e definição de sua influência para cada membro-, texturização – planificação e texturização do objeto modelado - e material prontos – definição do comportamento do objeto ao incidir uma luz sobre ele. Os cenários de ambos os projetos também já estão modelados, com textura e materiais prontos. O projeto da "Caverna de cristal" já possui todos os enquadramentos – definição do ângulo de câmera com relação ao cenário e personagem -, enquanto que "Tribo da Ilha" tem a maior parcela já com enquadramento. Não foi trabalhado em todas as cenas, de ambos os projetos, devido ao tempo. Foi trabalhado nas animações secundárias e teve como foco o refinamento dos movimentos capturados. A parte de Pós-Produção não foi produzida, visto que não é o foco deste projeto.

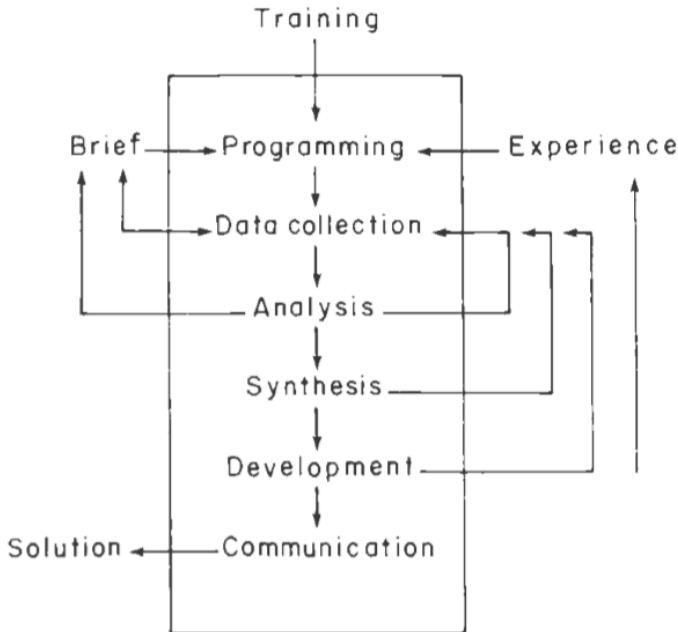
2. Metodologia de Projeto

A metodologia de projeto utilizado foi baseada em *A Systematic Method for Designers* de Leonard Bruce Archer, com poucas modificações. Essa metodologia foi escolhida por ser linear - possui etapas sequencias que só avança para a etapa seguinte após finalizar a atual - e permitir *feedbacks* predeterminados – possibilita retornar em uma etapa determinada para reavaliar e/ou acrescentar (VASCONCELOS, 2009). Além disso, possui as suas fases analíticas – *Programming, Data Collection* -, criativas – *Analysis, Synthesis e Development* - e executivas - *Communication* - (CROSS, 1984).

As etapas desse método são (CROSS, 1984; VASCONCELOS, 2009):

- *Programming* (Programação): Identificar os objetivos, ou seja, definir as necessidades e pressões que constitui a força motivadora da mudança. Definir o problema e saber o porquê deste problema. Após isso, definir o curso de ações.
- *Data Collection* (Coleta de Dados): Busca e organização dos dados coletados.
- *Analysis* (Análise): Identificar e analisar sub-problemas. Classificar seus graus de importância e relações.
- *Synthesis* (Síntese): Desenvolver soluções. Prepara rascunhos, esboços, das propostas – das soluções.
- *Development* (Desenvolvimento): Validar Hipóteses. Criação do Produto.
- *Communication* (Comunicação): Define os meios de comunicação que transmitirá a informação e suas necessidades. Ato da transmissão.

Figura 1: Fluxograma do Método Sistemático para Designers



Fonte: CROSS, 1984

Para o projeto, dentro dos objetivos de cada etapa, foi trabalhado dentro das etapas:

- Programação: Problematização, definir o problema e o porquê o problema acontece.

- Coleta de dados: Buscou dados em livros, artigos, teses e internet sobre animação de personagem e captura de movimento. Dados sobre a série animada e seus personagens foram coletados. Organizou os dados para facilitar a consulta durante o processo.

- Análise: Identificou os sub-problemas, listou-os e analisou-os. Pré-visualização das capturas para analisar e identificar prováveis problemas de cada projeto.

- Síntese: Desenvolveu soluções para o problema e subproblemas encontrados em cada projeto.
- Desenvolvimento: Validou as hipóteses, experimentação. Momento que foi realizado o refinamento e a limpeza dos dados da performance capturada.
- Comunicação: O vídeo, com as cenas prontas, foi mostrado durante a apresentação do PCC.

3. Problematização

Ao transportar a performance capturada para um personagem digital é notável a estranheza do movimento.

Most of the motions recorded with these marker-based systems still have a slight feeling of diminished expressiveness. The characters usually seem to have the wrong weight or body force, and they move in a more robotic fashion than a living, breathing human¹. (BREGLER, 2007)

Esta estranheza acontece devido à limitações da captura que, por perder detalhes, influenciam na percepção do movimento, precisando estes de refinamento para que se tornem mais críveis (BREGLER, 2007). Além dessa estranheza acontecem outros problemas comuns da captura, como a presença de ruídos e os pés deslizando, que precisam ser corrigidos (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Estes últimos podem amenizar dependendo da qualidade da captura, mas é difícil de não acontecer (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

Outro fator que pode ser abordado é o próprio limite da realidade, ou seja, dentro dos limites da física, do físico do ator e da sua própria atuação. Devido à precisão da captura, é perceptível o tipo de físico, visto que pessoas com proporções e pesos diferentes se movem de formas diferentes. A exemplo do filme *Shrek*, que seria produzido, primeiramente, utilizando a captura de movimento (SITO, 2013). A tentativa aconteceu em uma instalação em Glendale, Califórnia, em 1995 (SITO, 2013). Para a captura, o ator utilizou uma veste com as proporções do personagem (SITO, 2013). Ao analisar a performance, perceberam problemas:

¹ “A maioria das capturas de movimento com esses sistemas de marcações ainda dão um leve sentimento de reduzir a expressão. Os personagens geralmente aparentam ter o peso ou força corporal errada, e se mexem mais como um robô *fashion* do que um humano respirando, vivo” (BREGLER, 2007, tradução nossa).

The test just couldn't achieve believability of the character. It looked too much like a man in a fat suit. The large feet flapped like those of Bozo the Clown² (SITO, 2013).

Desse modo precisou compreender como o personagem se move de forma expressível e como o movimento se difere entre personagens com diferentes proporções e pesos. Tal feito aconteceu explorando a área de conhecimento de animação, especificamente em animação de personagem.

Além disso, foi necessário entender como os dados são transportados para o personagem e como interferir na relação dos dados quando é aplicado, ou seja, entre o 'esqueleto' do ator e o 'esqueleto' do personagem. Logo, também foi necessário entender a ferramenta para saber como mexer na performance e editar os dados.

² “O teste simplesmente não alcançava credibilidade ao personagem. Se parecia muito como um homem em uma fantasia de gordo. Os pés grandes sacudiam como aqueles de Bozo o palhaço (SITO, 2013, tradução nossa)”.

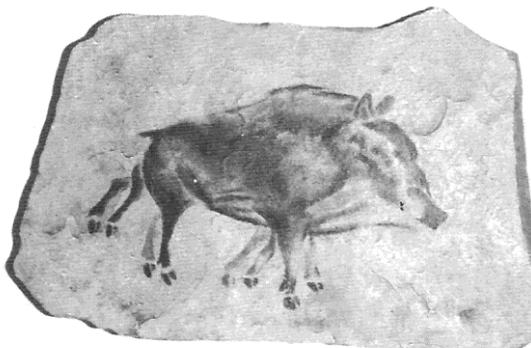
4. Coleta de Dados

Para desenvolver este trabalho foram coletados dados dentro de quatro tópicos: O tópico de animação, visto que esta área trabalha com a representação do movimento e, assim, conhecer de onde veio as tentativas de representá-lo até o desenvolvimento das bases, estas que trazem o conhecimento da animação, para saber o que modificar para que o personagem consiga se expressar corporalmente e adequar esse movimento às proporções e peso do personagem; O tópico da captura de movimento, pois precisa conhecer a origem dos dados, como é obtido, suas etapas, seus principais problemas e suas aplicações; O projeto “Tribo da Ilha”, visando conhecer a história e os personagens, estes tanto no ponto de vista físico como psicológico para saber como modificar o movimento para que esteja de acordo com este personagem; E o projeto da “Caverna de Cristal”, também para conhecer a história e os personagens.

4.1. Animação

A área de animação visa trabalhar com o movimento do personagem e assim conseguir comunicar e expressar alguma ideia, sentimento, uma história (THOMAS; JOHNSTON, 1995). Embora a palavra animação começou a ser usada para descrever movimentos no século XX é possível observar a tentativa de representação de movimento desde a pré-história, nas pinturas rupestres (LUCENA, 2001). A presença de oito patas do Javali demonstra a tentativa de representação do movimento (LUCENA, 2001).

Figura 2: Javali de 8 pernas



Fonte: LUCENA, 2001

No Egito e na Grécia Antiga é possível perceber a tentativa com a sucessão de imagens. No Egito, as colunas pintadas com uma pessoa que mudava gradualmente de posição a cada coluna, fazendo o movimento ser perceptível quando passavam pelas colunas a cavalo (WILLIAMS, 2001). Já na Grécia, os potes têm figuras humanas que tinham uma sucessão de ação, possível de observar ao girar o pote (WILLIAMS, 2001).

Figura 3: Colunas para o templo de Ísis



Fonte: WILLIAMS, 2001

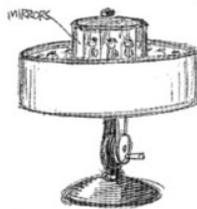
Figura 4: Potes da Grécia



Fonte: WILLIAMS, 2001

A ilusão de movimento pela sucessão rápida de imagens só surgiu durante o século XX (LUCENA, 2001). Durante o século XIX há a criação dos instrumentos ópticos, os primeiros dispositivos que apresentam a animação, pois apresentam desenhos sequenciais, dando impressão de movimento (LUCENA, 2001). O fenaquistoscópio e o praxinoscópio são exemplos desses instrumentos (LUCENA, 2001).

Figura 5: Praxinoscópio



Fonte: WILLIAMS, 2001

Com a invenção dos instrumentos as primeiras experimentações e produções de animação começaram, tornou-se possível representar o movimento de algo através de uma sequência de desenhos. A possibilidade de expressar uma ideia através de uma sequência de imagens - através do movimento - trouxe infinitas possibilidades de criação, junto dos desafios de conseguir expressar o movimento (THOMAS;JOHNSTON, 1995), como o autor descreve:

Animation is not just timing, or just a well drawn character, it is the sum of all the factors named. No matter what the devil one talks about – whether force or form, or well drawn character, timing or spacing – animation is all these things – not any one. What you as an animator are interested in is conveying a certain feeling you happen to have at a particular time.³ Bill Tytla (THOMAS; JOHNSTON, 1995)

Logo, para conseguir expressar uma ideia através de um movimento, que seja convincente, é necessário conhecer fundamentos da animação e conseguir aplicá-los. Estes fundamentos surgiram de estudos, possibilitando estabelecer fatores que influenciam no movimento e a sua comunicação com o público.

Assim, os campos e fundamentos de animação que foram estudados e aplicados para promover as alterações necessárias na performance capturada são: Tempo e Espaço, considerados elementos básicos da animação; Os 12 princípios da animação, pois estes atribuem credibilidade ao personagem; e Peso e força, visto que, um dos problemas apresentados, está relacionado a diferença de peso entre o personagem e o ator.

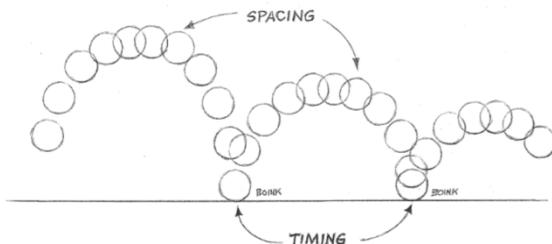
4.1.1. Timing and Spacing

Tempo (*Timing*) e espaço (*Spacing*) são dois elementos básicos da animação: Enquanto o tempo representa a quantidade de frames necessários para se realizar uma ação - o período entre uma ‘batida’ e outra - o espaço representa o deslocamento, o quanto o sujeito se deslocou entre os frames (WILLIAMS, 2001). “Animation it’s all in the timing and in the spacing”⁴ Grim Natwick” (WILLIAMS, 2001).

³ “Animação não é só tempo, ou um personagem bem desenhado, é a soma de todos os elementos nomeados. Não importa o que diabos falam sobre - Se é a força ou o formato, ou um personagem bem desenhado, definição do tempo ou do espaço - animação é tudo isso - e não só um. O que você como animador está interessado é de expressar certo sentimento que você tem em um momento em particular” (THOMAS; JOHNSTON, 1995, tradução nossa).

⁴ Tradução: “Animação está todo no (na definição do) tempo e no espaço” (WILLIAMS, 2001, tradução nossa)

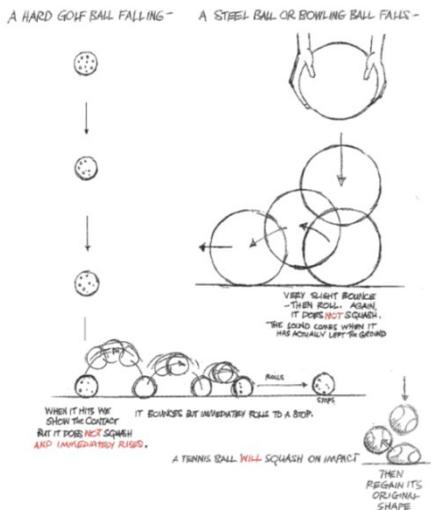
Figura 6: Timing and Spacing em uma bola quicando



Fonte: WILLIAMS, 2001

Esses dois elementos podem influenciar consideravelmente o movimento e o próprio sujeito. Ao criar um mesmo movimento, como, por exemplo, o quique de uma bola, com a variação do tempo e espaço é possível perceber diferença de velocidade, tamanho, peso e material da bola (WILLIAMS, 2001).

Figura 7: Quiques de diferentes bolas



Fonte: WILLIAMS, 2001

4.1.1.1. Timing e Tamanho

O período de tempo em que um movimento acontece pode alterar a percepção de tamanho de um personagem (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). Como pessoas maiores tem mais peso, massa e inércia, se movimentam mais lentamente do que pessoas normais e levam mais tempo para começar e parar uma ação (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). Já com pessoas menores acontece ao contrário. Pessoas mais baixas são mais leves, e por isso tendem a se mover mais rapidamente do que o normal (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009).

4.1.2. Os 12 Princípios da animação

O estúdio Disney, durante as suas produções, encontraram processos que foram gradualmente sendo estudados isoladamente (THOMAS; JOHNSTON, 1995). Estudavam o processo até conseguirem o efeito esperado, e mesmo errando, estudavam-no para que se possa repassar e ter mais segurança nos procedimentos (THOMAS; JOHNSTON, 1995). Depois de analisados, discutidos e nomeados, todos os processos eram repassados para os novatos (THOMAS; JOHNSTON, 1995).

Esses processos, que atribuem a credibilidade ao personagem, o qual Walt Buscava, se tornaram posteriormente os 12 princípios de animação, e são eles (THOMAS; JOHNSTON, 1995):

- *Squash and Stretch* (Comprimir e Esticar): Com exceção de formas extremamente rígidas, no decorrer de uma ação a forma sempre muda. A exemplo do musculo do braço, o bíceps, que comprime e estica quando o braço flexiona e estende, respectivamente. Comprimir retrata a figura se achatando por uma grande pressão ou quando está amontoado e empurrado. Esticar mostra a mesma figura de uma forma estendida.

- *Anticipation* (Antecipação): Vindo do teatro, a antecipação visa que o público entenda e espere (expectativa) pela ação que está por vir, clareando para o público o que está acontecendo. Sem a antecipação e/ou a preparação para a ação, a chance do público não entender o que está acontecendo é maior. A antecipação acontece antes da ação em si, e

é retratada por uma ação no sentido contrário da ação esperada.

- *Staging* (Encenação): O princípio expressa que a ideia a ser exposta deve ser apresentada de forma clara. Assim é mais difícil do espectador desviar o olhar e se perder na cena. O *Staging* é aplicado na composição, como enquadramento de câmeras, elementos do cenário e na silhueta do personagem. A silhueta do personagem é uma forma de trabalhar a clareza do movimento do personagem, o que foi necessário ser trabalhado na época pelas animações serem em preto e branco.

- *Straight Ahead Action* (Desenhar adiante) *and Pose to Pose* (Pose a Pose): É baseado em dois processos de animação. *Straight Ahead Action* se refere ao processo onde o animador desenha o primeiro frame e depois os seguintes. Esse processo resulta em uma animação mais espontânea. *Pose to Pose* é um processo onde o animador primeiro desenha os *key frames*, as poses que contam a história, e depois os *inbetweens*. Esse processo permite planejar a cena.

- *Follow Through* (Acompanhar) *and Overlapping Action* (Ação Sobreposta): Este princípio se remete ao movimento das partes. Quando um personagem finaliza uma ação, ele não para de uma vez. Assim como acontece no real, primeiro uma parte do corpo finaliza o movimento, depois outra e a parte seguinte. O mesmo acontece quando inicia um movimento.

- *Slow In and Slow Out* (Aceleração e Desaceleração): Entre os *extremes/keyframes*, são colocados os *inbetweens*. Coloca mais *inbetweens* próximo aos extremos e menos entre os extremos, no meio dos *extremes*. A sensação obtida é a de aceleração e desaceleração, pois quanto mais *inbetweens* mais lento o movimento acontece e vice-versa. Este princípio se baseia no fato de que a ação nunca começa ou termina com velocidade constante: sempre acelera para chegar a uma velocidade e desacelera para parar.

- *Arcs* (Arcos): Quando o movimento acontece em linha reta o movimento aparenta ser mecânico. Embora exista exceções, a maioria dos seres se movem em arcos.

- *Secondary Action* (Ação Secundária): A ação secundária visa fortalecer a ideia passada pela ação primária, deixar o movimento mais natural e até expor mais a personalidade do personagem.

- *Timing* (Tempo): Se refere ao conhecimento de saber quantos frames são necessários para realizar a ação. Se a ação pode ser rápida, por ser de fácil entendimento, ou devagar, por exemplo. Além disso, o *Timing* também dá ideia da característica do personagem e ao movimento, visto que mesmo *extremes* com quantidade diferentes de *inbetweens* pode trazer ideias diferentes.

- *Exaggeration* (Exagero): O exagero na ação deixará a ação mais clara e convencível. Não significa deixar de ser realista, mas sim enaltecer a ação para que tenha mais credibilidade, como se fosse uma “Caricatura do Realismo”.

- *Solid Drawing* (Desenho Sólido): Se refere a desenhar o personagem com volume, atribuindo-o massa e peso, possibilitando dar mais movimentos e tornar o personagem mais real, não estático. Entender o volume do personagem permite desenhá-lo em vários ângulos.

- *Appeal* (Apelo): Assim como o ator possui o carisma, o animador possui o *appeal*. *Appeal* não se refere a um desenho bonito, mas a um desenho que se comunique com o público, que eles gostem, seja por uma expressão, seja por um movimento ou seja pela personalidade do personagem. Um desenho que consiga passar uma ideia, de forma simples e direta.

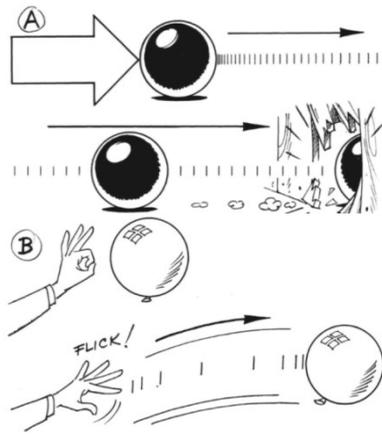
4.1.3. Peso

De acordo com a primeira lei de Newton todo objeto e pessoa possui um peso e se move apenas quando uma força é aplicada sobre ele (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). Tende a ficar em repouso até aplicar uma força, trazendo o movimento, assim como volta ao estado de repouso quando aplica uma força enquanto está se movimentando (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009).

Entende-se que se um objeto for pesado, ele necessita de mais força para poder se mover e para voltar a ficar em repouso, mantendo a velocidade até lá (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). Assim como um objeto leve necessita de menos força para poder se mover e voltar a ficar em repouso, sendo mais fácil de perder velocidade (WHITAKER;

HALAS; SITO, 2009).

Figura 8: Primeira Lei de Newton. A: Bola de Canhão. B: Balão.



Fonte: WHITAKER; HALAS; SITO, 2009

4.1.3.1. Peso e Força

Para representar uma quantidade de força que o personagem está usando ao realizar alguma ação, como levantar peso, consegue-se estabelecer alguns fatores que mostra a intensidade da força e sua direção.

A quantidade de membros que se move diante de algum objeto já pode demonstrar se o objeto precisa ou não de força. Por exemplo, se precisar carregar um tijolo é provável que o corpo se movimente para carregar utilizando as forças de um braço, que estica e abaixa o ombro devido ao peso, e levantando o outro braço para se obter o equilíbrio (WILLIAMS, 2001). Mas se, por exemplo, pegar uma pena, o corpo não se moverá a mais devido ao peso leve da pena (WILLIAMS, 2001).

Figura 9: Carregando a caixa pesada e a pena leve.

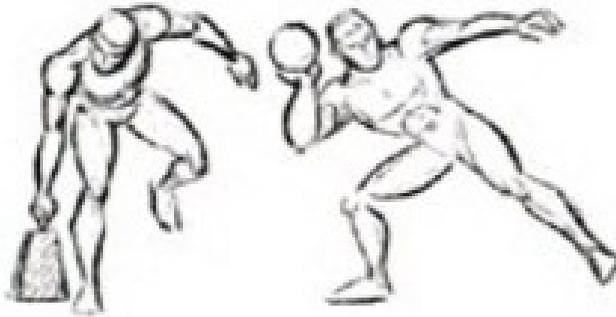


Fonte: WILLIAMS, 2001

A origem da força varia a quantidade de força a ser utilizada. Enquanto que para carregar uma pedra a origem da força está na bacia, para pegar um lápis a origem está no cotovelo (WILLIAMS, 2001). Além disso, se a origem da força é na bacia, o movimento a ser feito começa na bacia, que segue para os ombros, para os braços e por fim ao objeto, que é carregado (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009; WILLIAMS, 2001).

Outro fator a ser considerado é o equilíbrio. Ao levantar o objeto com um braço, o corpo todo se mexe para que se mantenha o equilíbrio (BLAIR, 1996). Também, mesmo ao carregar o objeto com o corpo todo, é preciso atenção para que as poses fiquem equilibradas (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). Por exemplo, ao carregar um objeto pesado é comum que uma das pernas vá para frente, que se afastem, para distribuir o peso e manter o equilíbrio (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009; WILLIAMS, 2001).

Figura 10: Peso e Equilíbrio.



Fonte: BLAIR, 1996

Já o direcionamento da força é possível de ser observado pela curvatura do tronco, seguindo também o arco que o corpo todo faz (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009; WILLIAMS, 2001). Ao carregar algo pesado, por exemplo, percebe-se o tronco flexionado para trazer o peso para cima.

4.1.3.2. Peso do personagem

Como dito anteriormente, o tempo e o espaço podem influenciar as características do sujeito (WILLIAMS, 2001). No caso do peso do personagem é possível saber como mexer no tempo e no espaço para que o peso se corresponda ao personagem.

Com relação aos personagens pesados, as ações destes terá bastante influência da gravidade (BLAIR, 1996). Além disso, como visto anteriormente, ele precisa de mais força para poder se mover (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). Logo o personagem pesado precisará de mais força para levantar e para se recuperar de alguma ação, como a queda (BLAIR, 1996). Além disso, devido a gravidade, a queda é mais rápida até o momento em que começa a se recuperar (BLAIR, 1996).

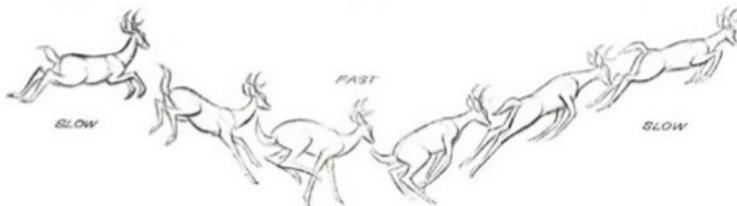
Figura 11: Elefante andando



Fonte: BLAIR, 1996

Já os personagens leves tem mais sensação de mobilidade e de ‘flutuar’ (BLAIR, 1996). Como precisa de menos força para se mover as suas ações são mais rápidas (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009), além do mais, tende a ficar mais tempo no ar por ter menos influência da gravidade, assim como se levanta com mais rapidez (BLAIR, 1996).

Figura 12: Cervo saltando



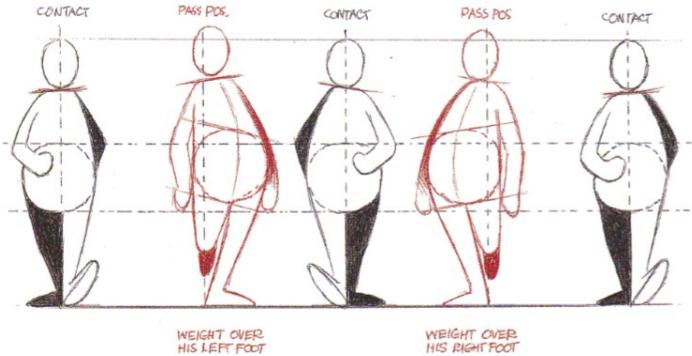
Fonte: BLAIR, 1996

4.1.3.3. Troca de peso

Durante a caminhada, com a troca dos pés, acontece a passada do peso para o pé que está em contato com o chão, enquanto o outro está levantado (WILLIAMS, 2001). Para manter o equilíbrio o ombro vira para o lado oposto á bacia, que gira por uma das pernas que está

carregando o peso (WILLIAMS, 2001).

Figura 13: Walk Cycle



Fonte: WILLIAMS, 2001

4.2. Captura de Movimento

A captura de movimento é uma forma de recolher amostras e gravar dados de movimentos de humanos, animais e objetos inanimados (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). A tecnologia é utilizada em vastas áreas de conhecimento, como medicina, saúde, esporte, entretenimento, direito, segurança e engenharia (MENACHE, 2010).

Além disso, na indústria de entretenimento é observado o aumento acelerado de seu uso, principalmente na área de jogos (MENACHE, 2010). A razão disso é a possibilidade de liberdade de câmera, conseguir observar o personagem em movimento em vários ângulos (FREEDMAN, 2012), e a simplicidade do personagem (MENACHE, 2010), recomendável para que o jogo seja menos carregado.

Em contrapartida, a aplicação dessa tecnologia em série animada é mais complicada, visto que os personagens são menos simples (MENACHE, 2010). Porém é possível, visto que séries que utilizaram esta tecnologia tiveram sucesso na aplicação, como *Donkey Kong Country* e *Jay Jay the Jet Planet* (MENACHE, 2010). O sucesso na aplicação pode ser relacionado pela animação ser feita pelas mesmas

companhias que coletavam os dados e, pela maioria dos casos, os dados serem capturados ao vivo (MENACHE, 2010).

O problema no uso da captura de movimento surge quando é utilizada como uma forma de cortar custos (MENACHE, 2010). Companhias que utilizariam o *MoCap* para tanto cortar custos quanto para acelerar a produção desistiram de utiliza-lo, visto que não era rápido e não era barato (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). A razão disso é a necessidade de ter preparo antes da captura e de que os dados obtidos precisam ser editados, sempre (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). A edição dos dados não era considerada no orçamento, e a consequência foi vista na qualidade do produto (MENACHE, 2010).

Logo, é importante que se tenha o preparo antes da captura, a pré-produção, e que os dados sejam editados após a captura (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). É também importante conhecer o processo da captura para entender a origem dos dados.

4.2.1. Pré-Produção

A etapa da Pré-Produção visa organizar o que será capturado, como e onde capturar (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). No caso de uma animação a organização estará no *storyboard* ou *animatic*, que contêm as ações dos personagens e falas (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). O projeto do “Tribo da Ilha” tem um *animatic*, que é seguido no momento da captura. A captura acontece no TecMídia, laboratório de Captura de Movimento, na UFSC. A visualização da captura é ao vivo, embora possua limitações e não conseguir visualizar as capturas em si já realizadas. A captura da “Caverna de Cristal” não foi acompanhado, mas também foi realizado no laboratório do TecMídia, tinha roteiro e *animatic* pronto.

4.2.2. Momento da Captura

Os equipamentos utilizados para a captura de movimento vão indicar o procedimento para a captura, além também de possuir variáveis que alteram a qualidade do movimento. No caso de ambos os

projetos, as capturas foram realizadas no laboratório do TecMídia, na UFSC, que possui área e equipamentos específicos para a realização da captura óptica passiva. Os equipamentos presentes neste laboratório, que foram utilizados para realizar a captura, são 14 câmeras T40, da empresa VICON, que cobre uma área total de 12 metros de comprimento por 8 metros de largura e 4 metros de altura, um computador, onde é utilizado o *software Blade*, que registra os dados coletados durante a captura, e as vestes com os marcadores.

4.2.2.1. Sistema de Captura Óptica

O sistema de captura óptica pode-se compor entre 4 e 32 câmeras, computador e marcadores (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Os marcadores são anexados ao ator, com uma veste para *MoCap* feita de *velcro*, em posições específicas (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Os marcadores podem ser passivos, que refletem a luz, ou ativos, que emanam luz (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Os marcadores passivos são feitos de material reflexivo e com formato esférico, semiesférico ou circular; as câmeras emanam LED (diodo emissor de luz) que refletem os marcadores e capturam a sua posição (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Já os marcadores ativos emanam luz, do tipo LED, e cada marcador consegue ser identificado na câmera pela sua frequência e amplitude (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

4.2.2.2. Calibração

Com intenção de preparar o sistema para realizar a captura, primeiramente é realizada a calibração, etapa onde o sistema de captura localiza as câmeras e as suas direções com relação a outra (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Para isso é utilizado uma varinha com alguns marcadores, que devem ser visualizados por mais de uma câmera para o sistema começar a identificar sua localização com relação às outras câmeras (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Assim que a calibração é finalizada, conseguem identificar a localização dos marcadores no meio 3D (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

4.2.2.2.1. Calibração do Ator

Enquanto o programa não identificar a relação entre os marcadores estes serão visto como pontos apenas (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Para que o programa identifique que um conjunto de marcadores se refere a uma pessoa é realizada a calibração do ator (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

O procedimento para a calibragem começa com o ator na pose T, com os pés alinhados ao ombro, braços abertos, mão virada para baixo e a cabeça virada para frente (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). O sistema começa a capturar os marcadores do ator enquanto este realiza, a partir da pose T, o *Range of Motion*, momento em que o ator mexe cada articulação do corpo (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Assim que finaliza o *Range of Motion*, o ator volta para a pose T e finaliza a captura (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

Figura 14: Ator com os marcadores na pose T



Fonte: KITAGAWA; WINDSOR, 2008

Após a primeira captura começa o processo de *labeling*, onde cada marcador é identificado (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Essa identificação vai permitir que o software crie um modelo estatístico, com relação às posições dos marcadores, que tentará seguir (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Depois executa o processo de calibração (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Este processo encaixará um esqueleto genérico ao modelo, aos marcadores identificados, na pose T e no movimento do *Range of Motion* (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). É quando o *software* entenderá a relação entre os marcadores, localizando as juntas, e assim conseguir identificar o ator (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Identificando o ator, já é possível começar as sessões de captura.

4.2.2.3. Sessão da Captura

Na sessão de captura os atores e/ou atrizes começam pela pose T, para... E realizam o movimento pretendido. O movimento realizado pode ser determinado por um guia, como uma planilha e um *animatic*, para que fique claro o movimento que será utilizado. A captura é visualizada ao vivo, já aplicada nos personagens digitais, e o *software* traz a possibilidade de rever a última captura.

Para os projetos foram realizadas capturas que serão utilizadas para cenas e para ciclos de animação. Para o projeto “Tribo da Ilha”, era visualizado o *storyboard* e o *animatic*, e as sessões eram gravadas por cenas, sendo estas repetidas para se obter outras versões, a fim de conseguir melhor performance. As cenas eram gravadas com dois atores em cena, já definidos previamente. Logo, pode-se dizer que as cenas são regravadas também para conseguir capturar um, terceiro, quarto ou até quinto personagem de uma cena, visto que as capturas eram realizadas com apenas dois atores de cada vez.

Também teve sessões para os ciclos de animação, como caminhada e corrida. Os ciclos necessários eram referentes ao deslocamento do personagem, no caso, o ciclo de caminhada e de corrida. O deslocamento era feito ao redor ou reto, sempre paralelo às bordas da área de captura, que está sinalizada no laboratório. Dessa

forma o refinamento é facilitado, possibilita trabalhar mais com o deslocamento frontal e evita a ação do ator virar.

Para o projeto da “Caverna de Cristal” também teve o mesmo processo, com a exceção de que a sessão realizada poderia ser destinada a duas cenas ou mais, pois estas cenas tinham movimentos sequenciais, ou seja, acontecia o corte de câmera, mas o personagem continua a realizar o movimento da cena anterior.

4.2.3. Edição dos dados

Após a captura, os dados precisam ser processados e editados (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Os dados podem ter dois formatos: o da localização dos marcadores e do esqueleto (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Para esse projeto será realizado a edição dos dados do esqueleto, pois o laboratório trabalha com esse tipo de dado. Para a edição dos dados há o processo de refinamento e limpeza, e o grau de edição dependerá do projeto final que se pretende obter (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

4.2.3.1. Dados de Esqueleto

Os dados de esqueletos são gerados a partir de um sistema de esqueleto, que foi criado baseado no sistema de captura óptica (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Este sistema encaixa um esqueleto dentro do ‘corpo’ que é formado pelos marcadores, característica do sistema de captura óptica, e gera os ângulos formados pelas juntas (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Como este sistema cria um esqueleto e este segue a hierarquia do corpo, a bacia possui dados de translação e rotação, enquanto que as outras juntas possuem apenas dados de rotação (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

4.2.3.2. Retargeting

O *retargeting* é um processo que aplica a performance capturada em um personagem tendo em mente a diferença de proporção

entre eles (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Ou seja, antes de aplicar a performance é necessário fazer alguns ajustes no esqueleto, como aumentar o esqueleto (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Outro ajuste, que é comum devido ao *retargeting*, é o pé deslizando (KITAGAWA; WINDSOR, 2008).

4.2.3.3. Limpeza dos dados

A limpeza dos dados visa corrigir alguns erros e/ou problemas que possam ter nos dados (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Entre os problemas está (KITAGAWA; WINDSOR, 2008): Preencher dados que as câmeras não conseguiram capturar, devido a falha de capturar algum marcador por oclusão; Pico repentino nos dados, que acontece quando algum dado oscila; e Ruídos.

4.2.3.4. Refinamento dos dados

O refinamento dos dados visa aprimorar a performance capturada. Cabe ao animador melhorar as poses chaves, aproximar ou distanciar frames, e se precisar criar mais poses (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009). A sutileza e nuance das ações serão examinadas e aprimoradas pelo animador (WHITAKER; HALAS; SITO, 2009).

4.3. Projeto “Tribos da Ilha”

“Tribos da Ilha” é um projeto desenvolvido dentro do DesignLab, laboratório da UFSC que visa desenvolver projetos de pesquisa com ênfase em tecnologia para áreas de saúde, animação 3D, jogos e georreferenciamento. Este laboratório é formado por professores doutores e mestres, e alunos pesquisadores de graduação, mestrado e doutorado. O projeto se constitui atualmente por uma série animada, que atualmente está em fase de produção da animação do capítulo piloto.

Baseada na obra “Dias Velho e os Corsários”, de Eleutério Nicolau da Conceição e lançada em 1986, a história se passa onde atualmente é Florianópolis na época das bandeiras, que aconteceu

durante o século XVII. Mostra as aventuras de Cauã, Leca e Gui e de suas descobertas pela ilha da magia. Os três são amigos e gostam de se encontrar com Dias Velho para ouvir suas histórias. O projeto é voltado para o público infantil, tem uma proposta educativa e trata sobre temas como ecologia e cultura da ilha.

Visto que este projeto se trata de uma série animada, e como este tipo de material audiovisual exige uma produção rápida, a captura de movimento foi mostrada como uma solução para produzir esta obra, visto que o MoCap tem a característica de adquirir o movimento de forma rápida. Porém, um dos problemas que foram enfrentados, que se tornou forte neste projeto, é a questão da divergência de proporção entre o ator e o personagem, pois estes possuem uma proporção caricaturada.

Dessa forma, verificou-se a proporção corporal destes personagens e a personalidade do personagem, que é importante de se saber para que, durante o refinamento, mantenha a personalidade do personagem.

4.3.1. Cauã

Cauã é um menino de 7 anos. É curioso, racional, lógico, paciente, cauteloso e tímido. Gosta de ler, aprender coisas novas e de inventar. Ele quer conhecer para poder ajudar os outros e até a mudar o mundo. Devido a sua insegurança, ele pensa muito e bola planos para que consiga chegar aos seus objetivos, quer saber como fazer antes do feito, mas é perseverante e para ele sempre há um jeito mesmo nas situações ruins.

Cauã é magro. Suas pernas e braços são finos e longos. Observar as pernas do Cauã, que possui duas vezes o tamanho, com relação á altura, do tronco.

Figura 15: Cauã



Fonte: DesignLab, do projeto “Tribo da Ilha”

4.3.2. Leca

Leca é uma menina de 6 anos. Ela é moleca, gosta de se mexer e brincar, é bem humorada, empática, intuitiva. Também é expressiva, não consegue disfarçar quando está frustrada ou irritada. Ela encara os seus medos, quer ajudar os outros e é valente.

A Leca tem um aspecto mais larga e é mais baixa com relação ao Cauã. Seus braços e pernas são curtos.

Figura 16: Leca



Fonte: DesignLab, do projeto “Tribo da Ilha”

4.3.3. Gui

Gui é um macaco. Não consegue ficar parado, sempre se mexe, gosta de fazer brincadeiras e de provocar os outros. É impulsivo e escandaloso.

O Gui é mais baixo que a Leca. É preciso observar que, como a captura foi realizada por um humano, precisa realizar algumas modificações no movimento em geral. Os braços são bastante longos, chega a tocar no chão. Seus braços e pernas são finos. Também precisará modificar o equilíbrio do corpo, visto a presença do rabo.

Figura 17: Gui



Fonte: DesignLab, do projeto “Tribo da Ilha”

4.3.4. Juan Pablo

Juan Pablo é ajudante do Capitão Frinz, um dos vilões da história. Ele é forte, tenta resolver tudo na força. Apesar da aparência ele gosta de flores e abraços, é sentimental. Também é covarde, e tem medo do capitão.

Juan tem pernas curtas e tórax grande. Tem aspecto forte, com os braços grossos e ombros largos.

Figura 18: Juan Pablo



Fonte: DesignLab, do projeto “Tribo da Ilha”

4.4. Projeto “Caverna de Cristal”

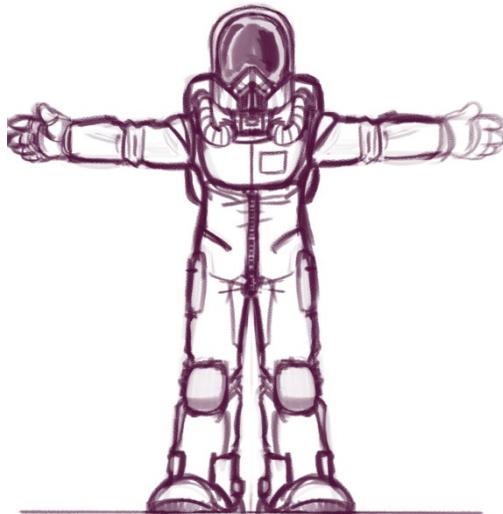
Este projeto foi desenvolvido por alunos do Design dentro da disciplina de projeto 3D2, os quais são: Bruna Korb Lamin, Gabriela Zanella Leal e Lucas Marques Faraco. Trata-se de um curta de animação 3D, que conta sobre quatro astronautas explorando uma caverna de cristal em outro mundo. Enquanto exploram, uma sombra leva um por um, até que um deles chega em uma ala com uma grande porta, como se fosse uma entrada para um tesouro.

Neste projeto, a escolha do uso do MoCap foi em razão do tempo e da complexidade dos movimentos, que são realizados por quatro personagens. Ademais, os personagens possuem estrutura anatomicamente realista, se adequando melhor à tecnologia de captura

de movimento. Foi realizado a modelagem de um personagem apenas, e foi multiplicado para aproveitar a modelagem para os outros personagens, que são identificados pela cor.

Cada um dos personagens foi desenvolvido com uma personalidade e que se passa no curta com uma expressão diferente. São eles: A Comandante, uma militar treinada com alta disciplina, que permanece confiante e segura durante a animação; A Cientista, que fica deslumbrada com a descoberta; O Mecânico, que está estressado e com raiva pelo fato de a nave, sua criação, estar quebrada; e o Piloto, inseguro, fica com medo e fica na cola da comandante.

Figura 19: Astronauta base em posição frontal



Fonte: Gabriela Zanella

4.4.1. História

A animação começa com a nave já quebrada, apresentando o cenário e o contexto dos astronautas. A Comandante olha para um

painel, localizado no seu braço, procurando algo. O piloto, com medo, fica próximo dela. A cientista observa ao redor, fascinada com o que acabaram de descobrir. E enquanto isso, o mecânico está bravo e estressado, pois a sua nave está destrocada.

Um sinal aparece no painel da Comandante, e logo chama a atenção de todos. Só a cientista percebe. Eles caminham em direção ao sinal que o painel está mostrando. Enquanto isso, o mecânico percebe eles se distanciando, e com as duas únicas lanternas do grupo nas mãos da Comandante e da cientista, ele corre para alcançá-los.

Cansado de correr e nervoso, o mecânico pega um cigarro para fumar, de costume. Ao tentar colocar na boca, bate a bituca no capacete. Ele se abaixa para alcançar o cigarro, que caiu, e, quando vê, percebe algo se aproximando, e fica em pânico. A Comandante nota a ausência dele, e olha para trás procurando por ele. Sem o encontrar, prossegue.

Enquanto caminham, o piloto, inquieto, escorrega e cai. Sem perceber, danificou o tanque de oxigênio na queda. Ele se levanta e corre atrás delas para alcançá-las. Mas, próximo delas, está ofegante e cai. A Comandante e a cientista percebem e, preocupadas, olham para sua direção. Antes de poderem ajudar, porém, ele é puxado por algo, e some.

As duas percebem algo se aproximando, sombras aparecem. Elas entram em pânico e correm desesperadamente. Enquanto correm, a lanterna da Comandante começa a falhar. Tenta consertar, mas sem sucesso. Estica os braços tentando alcançar a cientista para pedir ajuda, porém não consegue e fica para trás.

A cientista corre até chegar em um templo, com uma grande porta. Após perceber o local, olha para trás, procurando a Comandante. Porém, não está a vista. Sozinha segue para a porta, olhando ao redor. Ao chegar a frente da porta, ofegante e com os batimentos cardíacos fortes, abre a porta.

5. Análise

Embora a captura possa ter variações de qualidade devido ao processo, o movimento capturado é preciso e por isso pode não se adequar ao personagem devido á diferença de peso, altura e proporção. Além desse problema, há a possibilidade de se perder dados durante a sessão de captura que pode influenciar no movimento, tornando-o mecânico. Também pode apresentar outros problemas, como os ruídos e o pé deslizando.

Logo, pode-se citar sub-problemas da captura de movimento, que são: Relação de proporção e peso entre o personagem digital e o ator; movimento mecânico; ruídos e pés deslizando.

Também foi analisado as performances capturadas nos personagens, tentando identificar estes erros e a possibilidade de encontrar mais problemas relacionados, direta ou indiretamente, a captura de movimento a serem resolvidos.

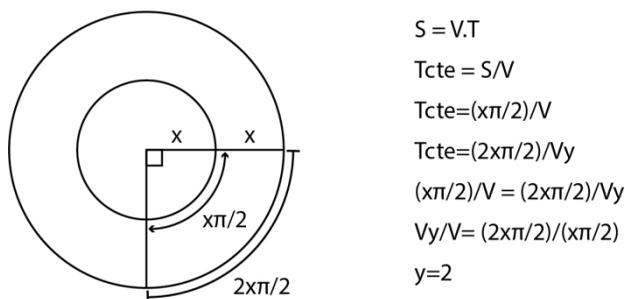
5.1. Relação de proporção e peso entre o personagem digital e o ator.

Pode-se considerar o *retargeting* a área mais desafiadora da captura de movimento (KITAGAWA; WINDSOR, 2008). Ao aplicar a performance a um personagem com proporção e peso diferente é notável a estranheza, visto que a percepção do movimento para o personagem muda. É possível entender o problema, por exemplo, quando se aplica a uma caminhada, os *timings* do *up and down* da bacia são diferentes dependente do peso e o passo pode ser maior ou menor dependente do tamanho das pernas.

Compreende-se que, ao aplicar a performance no personagem, sem nenhuma interferência ou filtro nos dados, os ângulos são mantidos e passados para o personagem. Então se levar em consideração que a perna percorre uma quantidade de espaço em um mesmo período de tempo, caso a perna tenha um tamanho maior, a perna percorrerá mais rápido e dará passos mais longos; ou caso a perna tenha um tamanho menor, a perna percorrerá mais devagar e dará passos menores.

Isso pode ser representado pela imagem seguinte, ilustrando a relação de deslocamento de um membro de comprimento x com o de um membro de comprimento $2x$, acompanhado da fórmula do movimento uniforme (HELERBROCK, 2019):

Figura 20: Comparando movimentos a partir de um mesmo ângulo



Fonte: Autora

Outro problema bem comum é a questão da cabeça do personagem. Devido ao tamanho da cabeça o movimento dos braços se torna limitado. Além disso, também tem o fato de, como a cabeça é maior, ela tem mais peso. Logo a posição do corpo mudará para poder distribuir o peso. Por exemplo, caso a cabeça olhe para baixo, deslocando a cabeça a frente do personagem, a bacia vai mexer e se deslocará mais para trás, tentando ganhar o equilíbrio.

5.2. Limitação do movimento pela realidade

O refinamento e a limpeza têm em vista melhorar a performance capturada. Devido a natureza do movimento capturado ser realista é preciso considerar alguns fatores no momento da edição dos dados, principalmente no refinamento. Dependente do processo, a edição dos dados em busca de um movimento estilizado pode ser trabalhosa, e pode se tornar até mais viável animar por *key frame*.

Já que houve uma junção da técnica de animação, que traz a possibilidade de realizar movimentos estilizados, para o refinamento da performance é preciso saber o quanto pode editar. Não é que não pode editar para deixar o movimento mais estilizado, mas foi observado o quanto é possível e viável de se fazer isso, visto que a animação traz essa possibilidade e a captura de movimento não.

Para isso, foi analisado a captura de movimento com relação aos princípios de animação. A importância de retomar os princípios, desta vez de forma mais analítica com relação ao *MoCap*, se dá pelo fato de visualizar como os limites desta tecnologia atinge cada princípio de animação. Isso permitirá reconhecer quais destes fundamentos precisarão ser trabalhados com mais ênfase pelo animador, principalmente pelo fato de que, reconhecendo que uma das fraquezas da captura de movimento é a redução da expressividade e credibilidade no movimento, tais fundamentos trazem credibilidade ao movimento. Também será visto o quanto se torna viável de se trabalhar com cada princípio.

Squash and Stretch: Tal fundamento deforma o formato do personagem. Visto que a captura de movimento registra dados de rotação e translação, a deformação do personagem não acontece na performance. A deformação do personagem pode ser feito durante a etapa de refinamento, mas deve levar em consideração a proposta do projeto e saber o quanto pode deformar.

Anticipation: Poucos movimentos reais acontecem sem algum tipo de antecipação. Mas os movimentos podem ser bem sutis, precisando dar alguma ênfase durante a etapa de refinamento.

Staging: Quando a captura é realizada ao vivo, há a possibilidade de observar no momento como ficou a silhueta do personagem, caso já se tenha o enquadramento pré-estabelecido. Na etapa de refinamento há a possibilidade de aprimorar o *Staging*, através da edição nos quadros chaves.

Straight Ahead Action or Pose-to-Pose: A captura grava os dados *frame-a-frame*, utilizando então o *Straight Ahead*. E, como esse fundamento se refere a forma de animar, pode-se considerar como uma forma de refinamento. Há a possibilidade de refinar *frame-a-frame* ou

ajustando os *key frames* e, posteriormente, os *inbetweens*.

Follow thought and Overlapping Action: Este fundamento acontece no movimento real, então é capturado durante uma sessão. Mas, caso o personagem tenha alguma parte ligada ao corpo, como acessório, cauda ou até orelha comprida, será cabido na etapa de refinamento animar estas partes a mão. O cabelo também ainda não é capturado, precisando animar na etapa de refinamento.

Slow in and Slow out: É totalmente capturado na captura de movimento, visto que é natural que nada comece ou termine o movimento de forma repentina. A possível edição a ser feita será no peso e força do personagem, visto que quanto mais peso, por exemplo, precisa de mais força e mais tempo para poder acelerar.

Arcs: Arco é totalmente natural do movimento real. Pouco ou nada precisará editar nesse aspecto. A necessidade de edição desse dado se dará a perda de algum dado que influencia no movimento, deixando-o mecânico.

Secondary Action: A animação secundária é natural do movimento real. Pode-se ou pedir ao próprio ator dar ênfase a ação secundária se necessária, ou caber esta função de dar ênfase ao movimento ao animador, durante a etapa de refinamento.

Timing: Este fundamento precisa ser trabalhado tanto na performance capturada quanto na etapa de refinamento, visto que a ideia passada pode mudar com o *timing*. E, caso tenha passado a ideia certa pelo *timing* durante a captura, a captura de movimento registra o tempo para a ação de forma certa para a proporção do ator real. O *timing* da performance precisará ser modificado para que o movimento se adeque ao tamanho e peso do personagem.

Exageration: É possível realizar o exagero durante a sessão de captura, mas, dependente do grau de exagero desejado, será necessário enfatizar o movimento na etapa de refinamento, pois deve-se levar em consideração que o exagero a ser realizado pelo ator será dentro do limite do movimento realista. A possibilidade que se tem é de se intensificar a expressão, visto que este princípio, na verdade, não busca algo tão irrealista a ponto de não ser crível, mas de intensificar a ação a ponto de ficar claro o que o personagem está fazendo e como ele se

sente, como uma charge.

Solid Drawing: A preocupação desse princípio não é de apenas manter o volume, mas é também de entender que o personagem possui uma forma, uma massa, um peso que influencia no movimento. Este princípio visa em conhecer o volume do personagem para saber os seus limites de movimento, sua flexibilidade, suas forças e como ele se move para realizar a captura de movimento - que é facilmente percebido em capturas ao vivo – e/ou para o refinamento.

Appeal: Assim como para o ator é o carisma para o animador é o *appeal*. Em uma situação ideal, o ator consegue expressar o personagem e a sua personalidade, seu carisma, o que, conseqüentemente, cabe na etapa da sessão de captura este princípio. Porém, caso seja desconsiderado como uma situação ideal, também será necessário ser trabalhado na etapa do refinamento. Logo é algo a ser trabalhado tanto na captura de movimento quanto no refinamento.

Percebe-se que: *Squash and Stretch* e *Exageration* são os que menos aparecem na captura de movimento, precisando de mais edição que os outros na etapa de refinamento, se precisar; *Timing* e *Solid Draw* precisa ser trabalhado tanto durante a captura quanto no refinamento; *Anticipation*, *Staging*, *Follow Thought and Overlapping Action*, *Slow in and Slow out* e *Appeal* é possível de ser obtido na captura de movimento, mas devido as limitações da captura talvez precise ser trabalhada no refinamento; *Arcs* e *Secondary Action* são obtidos na captura de movimento e pouco são influenciados pelas limitações da captura, precisando incrementar pouco ou nenhum desses fundamentos no refinamento; *Straigh Ahead* é a forma como é obtida a performance, podendo editar a performance *Straigh Ahead* e/ou *Pose-to Pose*.

5.3. Tribo da Ilha

Os personagens deste curta são caricatos, logo pode-se dizer que houve divergência aparentes entre a proporção e o peso do ator e do personagem. Para analisar, então, como isso é influenciado, foi observado como diferencia um mesmo movimento para personagens diferentes.

Ao avaliar um dos personagens, a Leca, foi possível observar, de forma nítida, como que a proporção interferiu no seu movimento a partir de dois membros: a cabeça e a perna.

Para realizar as comparações de proporção, foi utilizado a medida de cabeça, sempre relacionando com a altura dos personagens. A altura da Leca mede 3 e $\frac{1}{4}$ de cabeças, enquanto o ator mede 7. A relação entre a cabeça e o corpo é maior na Leca do que esta proporção do ator. Foi possível observar que a cabeça da personagem se mexia mais nitidamente do que o ator. Qualquer ruído leve, que não era perceptível no ator, era percebido na Leca.

Tabela 1: Proporção entre personagens

	Ator	Leca	Cauã	Gui	Juan
Corpo	7	3 e $\frac{1}{4}$	3 e $\frac{1}{4}$	3 e $\frac{1}{4}$	5 e $\frac{1}{2}$
Perna	3 e $\frac{1}{2}$	1 e $\frac{1}{4}$	1 e $\frac{1}{2}$	1 e $\frac{1}{4}$	2 e $\frac{1}{3}$
Comprimento Pé	1	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{6}$	1 e $\frac{1}{3}$
Perna/Corpo	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{13}$	$\frac{6}{13}$	$\frac{5}{13}$	$\frac{14}{33}$
Pé/Perna	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{7}$

Fonte: Autora

O oposto acontece com as pernas. A Leca possui 1 e $\frac{1}{4}$ de tamanho da perna, enquanto que o ator tem 3 e $\frac{1}{2}$. A proporção entre perna e corpo da personagem Leca corresponde a cerca de 0,38, enquanto que a proporção entre perna e corpo do ator corresponde a 0,5. Foi notável que a perna da personagem Leca, além de ter um passo menor, aparentava mexer menos do que o ator.

Logo pode-se afirmar que caso a proporção do personagem seja menor que do ator, o movimento tende a ficar menos nítido, e por isso precisa ampliar. E caso a proporções do personagem seja maior que do ator, o movimento tende a ficar menos nítido.

5.4. Caverna de Cristal

Este projeto estava com os enquadramentos prontos e com os dados já transferidos para os personagens. A obra completa foi vista, tendo conhecimento de que houve uma leve edição na captura.

Os movimentos tinham detalhes, o que deixou os movimentos ricos, porém estavam confusos e não ficou claro o que acontecia nas cenas. Além disso, ruídos eram muito perceptíveis, principalmente nos ciclos de animação, que eram notáveis pela falta de conexão entre o começo e o fim do ciclo. Também acontecia das malhas da modelagem do personagem atravessarem o piso e também entre parte da malha do próprio personagem, não ocorrendo então o contato.

Nota-se, então, a presença da diferença de proporção entre o ator e o personagem e a presença de ruídos. É perceptível a diferença de proporção por causa dos membros atravessavam o outro e por causa do contato. Em uma das cenas, o piloto encosta no ombro da Comandante, mas a mão está ao lado do braço da Comandante. Também teve, mas pouca, presença de pé se deslizando. Provavelmente já foi corrigido por um dos alunos que trabalharam neste projeto.

Os ciclos não são diretamente relacionados com a captura, mas a captura é bastante utilizada para fazer ciclos, principalmente em jogos. Pode-se considerar um problema a ser resolvido.

A captura registrou os movimentos detalhadamente, mas em algumas partes não compreende-se a expressão do personagem, e logo não compreende-se o que acontece na cena. Necessita-se, então, melhorar a expressão corporal dos personagens, através do refinamento, para clareá-las e torná-las mais compreensíveis.

6. Síntese

Em ambos projetos foram encontrados problemas relacionados a divergência de proporção. Além disso, foi encontrado problema relacionado a expressão do personagem, no caso, clareza.

Notou-se duas variáveis: quando é proporcionalmente maior e quando é proporcionalmente menor o movimento tende a ser mais notado e menos notado, respectivamente. Isso pode ser provado não apenas pela observação, mas também pelo fato de, considerando a fórmula do espaço, o movimento tende a ficar mais rápido ou mais devagar.

Pode-se, então, para o caso do projeto "Tribo da Ilha" onde tem personagens caricatos, ampliar ou amenizar o movimento aumentando ou diminuindo, respectivamente, os ângulos de cada membro nos 3 eixos de acordo com a proporção dos personagens. Logo, será ajustado o *spacing*, e se necessário será ajustado também o *timing*.

No caso do projeto da "caverna de cristal", pela estrutura ser anatomicamente humana, pode-se corrigir apenas pelos *keyframes*, como o problema de atravessar a malha. Para o contato pode-se utilizar a ferramenta do *auxiliar effect* e/ou o IK. O *auxiliar effect* cria um pivô para um membro o seguir, o qual segue utilizando a ferramenta do IK. IK (*inverse kinematic*) é um método de animar, onde especifica apenas a posição do membro ao final do efeito do IK, e as ligações dos membros entre a parte inicial e final são calculados pelo computador. Por exemplo, quando coloca a ferramenta do IK em um braço, este é animado apenas movendo a posição das mãos, sendo que os cotovelos se movem automaticamente pelo computador.

Em relação á redução de expressão e na falta de clareza, pode-se trabalhar com os *keyframes*. Os *keyframes* são frames chaves, onde tem as poses que contam a história (WILLIAMS, 2001). Logo, se o que está em falta é clareza na história, nos *keyframes* é onde precisa ser trabalhado.

Para os ruídos, pode-se ajustar os dados no gráfico de movimento. Para os pés deslizando, pode-se utilizar a ferramenta do IK.

Tabela 2: Relação entre as obras

	“Tribo da Ilha”	“Caverna de Cristal”
Tipo de Obra	Série animada	Curta animado
Personagens	Anatomicamente caricatos	Anatomicamente realista
Problemáticas relacionadas ao MoCap	Divergência de proporção e peso entre o ator e o personagem	Redução da expressividade.
Solução	Ajustes no <i>timing</i> e <i>spacing</i>	Melhorar a expressividade corporal e o <i>staging</i> .

Fonte: Autora

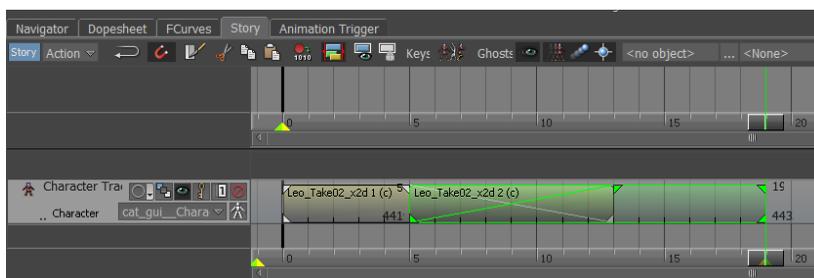
7. Desenvolvimento

Para realizar o refinamento foi utilizados dois programas: o *Motion Builder*, principalmente, e o 3ds max, utilizado para toques finais. A escolha foi feita em razão de ser programas já familiarizados pela autora e, no caso o *Motion Builder*, ser bastante utilizado para edição de capturas, pois possui ferramentas que facilitam o processo de refinamento - e até mesmo animação.

7.1. "Tribo da Ilha"

Para a animação deste projeto, foram realizados os ciclos de alguns personagens. No caso, foi realizado o ciclo de corrida do Gui e o ciclo de caminhada do Juan. Para gerar os ciclos, a conexão entre o começo e o fim da animação foi feito pela ferramenta do *Story*. Esta ferramenta permite uma mescla entre dois movimentos, onde um transita gradativamente para o outro. Parte-se a barra ao meio, e trás para frente o que está atrás ou vice-versa. O início e o fim agora possuem as mesmas poses. Para suavizar a parte do meio, que agora está quebrado, é mesclado dois movimentos semelhantes. Por exemplo, no caso do ciclo de caminhada, buscou a parte em que realiza a passagem do pé direito, exatamente entre as poses de contato. Mescla-se ambas partes, que são o mesmo movimento, adquirindo assim uma conexão e um movimento fluido.

Figura 21: Criando ciclos pelo *Story*



Fonte: Autora

Visto que o ciclo de animação será utilizado em vários pontos de vistas, será refinado de tal modo que fique bom em todas as vistas. Para isso o refinamento foi feito visualizando, principalmente, a vista de frente e de perfil.

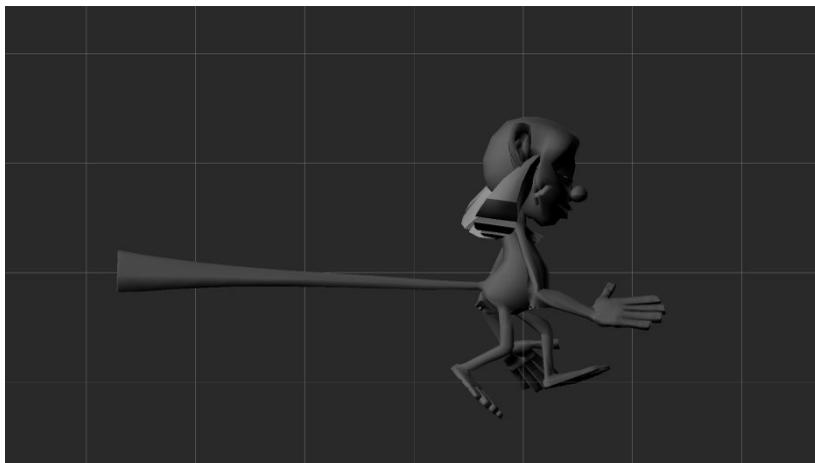
7.1.1. Ciclo de corrida do Gui

As pernas do Gui são menores se relacionado com o ator. A relação de proporção da perna com o corpo do Gui é de 0,38, enquanto que do ator é de 0,5. Logo, pode-se considerar que o movimento da perna está menos nítido, podendo ampliar os ângulos dos movimentos da perna.

Logo, visto isso, foi aumentada a distância entre os passos e também a flexão da perna. Também foi aumentado o balanço da bacia, subindo mais a bacia nos momentos de pico. Estas últimas edições também facilitou para que o pé passasse, visto que, com relação ao ator, o pé é maior proporcionalmente.

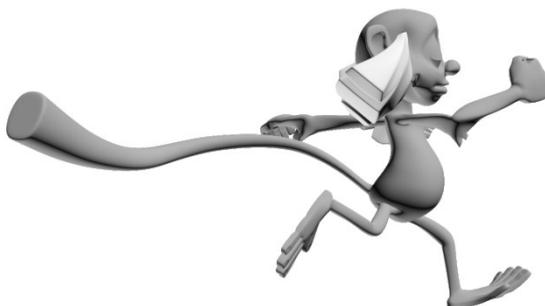
Além disso, os braços estavam robóticos, não estavam fluidos. O braço foi editado, deixando-o mais animado e dinâmico. Também foi adicionado elementos na animação que pronunciasse mais as características do Gui: Movimento mais fluido, saltitante e alegre. Foi animado o tufo de pelos do Gui e o rabo, que não são capturados. Na animação destes *follow throughs* tiveram dificuldades, porém o resultado foi bastante satisfatório. Também teve alguns problemas, no caso, teve um momento em que o movimento não estava fluido, mas foi resolvido sem maiores problemas.

Figura 22: Pose de contato da corrida capturada



Fonte: Autora

Figura 23: Pose de contato da corrida refinada



Fonte: Autora

No processo de refinamento foi criado uma camada para ajustes gerais e, posteriormente, para cada membro. O refinamento seguiu uma direção de: Edição das partes do corpo, da bacia, centro de equilíbrio, até os extremos do corpo; e edição dos keyframes, no caso das poses

chaves da caminhada, até os inbetweens. O primeiro frame, quando feito o keyframe, sempre era copiado para o último frame, mantendo, assim, o fluxo do movimento e o ciclo.

7.1.2. Ciclo de caminhada do Juan

Foi considerado o refinamento mais complicado. Realizou bastante análise e observação no movimento do personagem para conseguir refinar o ciclo de caminhada do Juan. A dificuldade apareceu, principalmente, pelo fato de ter uma proporção bastante caricata.

A principal dificuldade estava no quadril, onde estava difícil de acertar o movimento com relação à troca de peso e a proporção do personagem, preocupando-se também com as suas características psicológicas. Além disso, devido a dificuldade, logo passava para o ajuste do próximo membro, que porém precisou ser reajustado após voltar a mexer no quadril novamente. Ou seja, pelo fato de a bacia ter influência no movimento dos outros membros, se tornou necessário o retrabalho no ombro após o retrabalho no quadril.

Ao perceber esses retrabalhos, foi realizado o refinamento do quadril até estar definitivo. Assim, poderia ajustar o ombro sem precisar trabalhar nele novamente. Também teve mais trabalho em acertar o gestual e de deixar a animação fluída. E foi adicionado um balance no pé, parecido com uma bola quicando. Isso foi possível pois, como o personagem é caricato, permitia adicionar estes detalhes *cartoons*, deixando o personagem mais característico.

7.2. "Caverna de Cristal"

Ao começar a refinar a primeira cena, dúvidas surgiram: 'mantêm a atuação do ator?', 'como refinar?'. Ademais, a cena continha 418 frames, cerca de 17 segundos, e 4 personagens, o que prejudicou o processo por facilitar a perda do foco, mesmo já seguindo o processo previamente, no caso, de criar uma camada para ajuste geral e segue, com outras camadas, ajustes das partes do corpo, seguindo da bacia até os extremos. Para resolver isso, foi separado em partes e refinando um

personagem de cada vez.

Mesmo com isso feito, ainda se perdia na cena. Criavam-se várias camadas de ajustes tentando corrigir o mesmo movimento de um mesmo membro. Pode-se dizer que pelo fato de já ter um movimento pronto dificultava saber em quê mexer, principalmente por rever a cena repetidamente, o que pode deixar o processo cansativo. Ainda assim, o refinamento feito ainda não deixava a autora satisfeita.

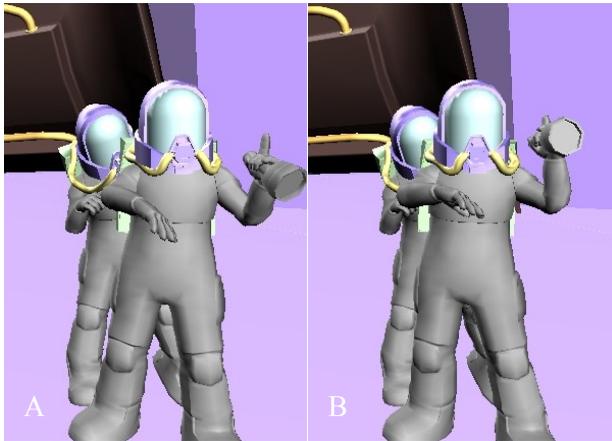
Visto este problema e o problema de incompreensão da história, foi criando um processo para refinar baseado nas experiências anteriores e nos conhecimentos de animação.

Durante os refinamentos também foi observado muita frequência de caminhada e corrida, então seria benéfico criar um ciclo de caminhada e um ciclo de corrida para os personagens, com exceção do mecânico, que não tem caminhada, e do piloto, que não tem corrida.

7.2.1. Processo de refinamento para cenas

Como na animação, primeiramente é elaborado os *keyframes*. Para isso é adicionado uma camada de ajuste, e nele é criado os *keyframes* e é editado a pose, nos *keyframes*, para que: fique mais claro o que o personagem está fazendo; Ajustar os membros passando o outro; e equilíbrio do personagem. Após isso é adicionado os *extremes* na mesma camada - duplicava a camada do *keyframe* caso aconteça algum erro posteriormente-, e nessas as poses são editadas para que fiquem mais claras. Durante a etapa de *keyframe* e *extremes* é observado todo o movimento para localizar os ruídos. Os ruídos encontrados são editados na camada base, onde fica a captura bruta.

Figura 24: Pose da Comandante antes (A) e depois (B) do refinamento



Fonte: Autora

Assim que os *extremes* eram feitos, às vezes se tornava necessário editar o *timing*, por motivos como as divergências de proporção e para melhorar alguma expressão. A edição do *timing* é feita através do *story*. O movimento resultante é fundido ao movimento no *story*, onde é cortada as partes e estendidas ou comprimidas. Assim que o *timing* do movimento é considerado adequado, é aplicado de volta na camada base, onde começa a realizar ajuste nos detalhes.

Figura 25: Ajuste do *Timing* no *Story*



Fonte: Autora

Da mesma forma que foi feita no projeto Tribo da Ilha, a edição começa na origem, base, do movimento. No caso, a primeira camada de ajuste é feita para modificar o movimento do quadril e das pernas. Nesse momento é feito a edição do peso, aumentando a rotação lateral do quadril na caminhada, por exemplo. Também é quando edita os pés para manter o contato.

A edição segue para o tórax, em outra camada de ajuste criada. As vezes é editado junto da bacia, pois, para manter o equilíbrio, o ombro rotaciona para direção oposta da bacia. Do tórax vai para os braços e/ou para a cabeça, e depois para os dedos. Para cada membro é criado uma camada de ajuste. A imagem abaixo exemplifica as camadas adicionadas para a realização do refinamento.

Figura 26: Camadas de Ajuste



Fonte: Autora

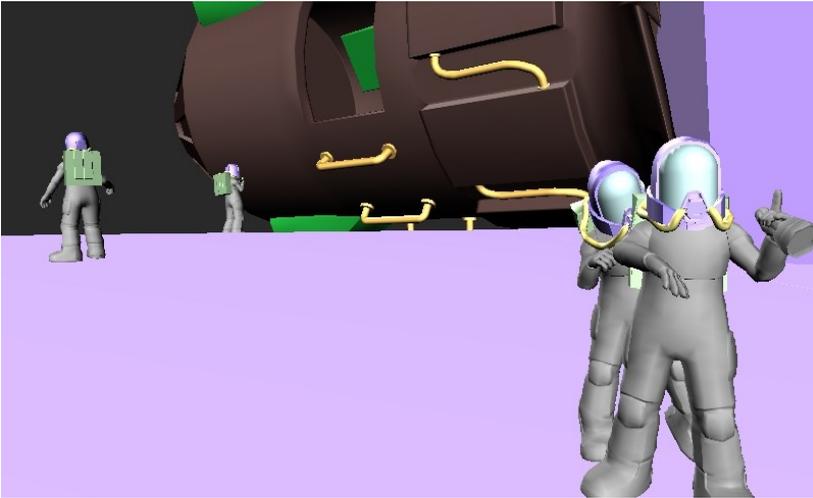
Este processo começou a ser usado durante o meio do refinamento da primeira cena, e auxiliou bastante no refinamento das cenas seguintes.

7.2.2. Sequência 01

7.2.2.1. Cena 02

Esta cena tinha a presença dos quatro personagens. Para auxiliar o processo foi separado o refinamento por personagem, além de também separado por frames.

Figura 27: Sequência 01 Cena02 antes do refinamento.



Fonte: Autora

7.2.2.1.1. Comandante

A Comandante olha para o visor, e percebe algum sinal vindo dele. Olha na direção que o painel sinaliza. Chama a atenção de todos, e aponta para a direção do sinal. Desliga o visor e segue em direção do sinal.

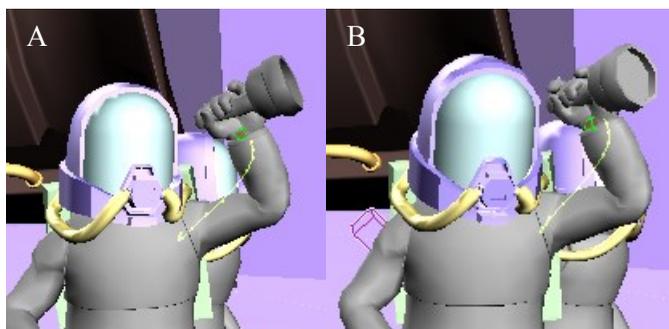
Neste caso aconteceu de ter muitas camadas para corrigir um mesmo movimento do braço, que é no momento em que ele vê o painel. Foi quando notou que, mesmo tentando ajustar o movimento para que fique mais claro, não se sabia ao certo que movimento ele poderia fazer para auxiliar na clareza.

Para isso, a autora buscou por referências. No caso, realizou a ação: A Comandante fica surpresa com alguma coisa que viu no visor. E o erro foi percebido: Enquanto que, na cena, o braço descia junto da cabeça e do tronco, na atuação o braço sobe em direção a cabeça, que mexia na direção contrária. Essa ultima ação faz com que, pela surpresa, a personagem se aproxima do visor para confirmar o que estava vendo. Para conseguir o fazer precisou afastar mais o braço da cabeça, pois

antes estava já próximo, dificultando a visualização da aproximação do braço.

Também foi visto o movimento do braço segurando a lanterna. Para deixar o movimento mais expressivo, deixou o movimento mais arqueado. Isso foi feito através da edição dos dados no gráfico e com o auxílio da ferramenta de curva de movimento, que possibilita visualizar o percurso de algum *pivot do bone* no espaço, como mostra a imagem seguinte.

Figura 28: Arco antes (A) e depois (B) do refinamento



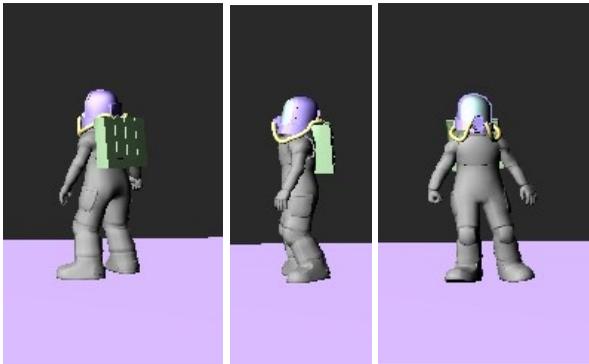
Fonte: Autora

7.2.2.1.2. Cientista

A cientista olhava ao redor encantada com o lugar, até ser chamada atenção pela Comandante, que, apontando para uma direção, designava o caminho a ser seguido. Logo, ela gira e anda em direção ao caminho designado.

O *timing* precisou ser alterado. Ela, além de virar rápido, ficava parada por pouco tempo para observar. Está parecendo estar perdida. Também acontece uma inconstância na aceleração e desaceleração, no momento em que ela deveria parar para observar. Além disso ela dá um giro completo no momento em que a Comandante chama a atenção. O movimento estava estranho, pois aparentava girar sem motivo.

Figura 29: Sequência de giro na captura de movimento

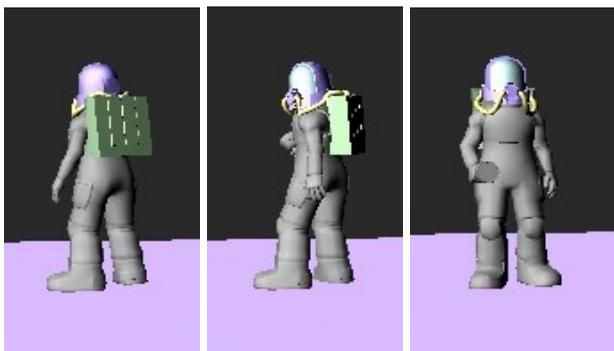


Fonte: Autora

Para, então, melhorar a expressão foi necessário mexer no timing: A virada foi desacelerada e aumentou o timing no final para aparentar mais observação do cenário. Também atrasou o giro completo, assim poderia aproveitar o movimento da bacia e das pernas.

O ajuste do giro foi feito através dos extremos, rotacionando um membro de cada vez. Por exemplo, primeiro gira a cabeça e o tronco, e depois a bacia. Foi chamada a atenção dela, então primeiro vê do que se trata e depois dá o giro completo. Ademais, os membros não se mexem todos de uma vez, mas sim um de cada vez.

Figura 30: Sequência de giro após refinamento



Fonte: Autora

Foi necessário buscar referências para o movimento da lanterna. E notou-se que primeiro direciona o olhar e depois direciona a lanterna. Também precisou modificar o movimento da mão com a lanterna na parte do ciclo de caminhada, para direcionar a lanterna em apenas uma direção.

7.2.2.1.3. Piloto

O piloto, com medo, fica grudado na Comandante. Ele se afasta quando a Comandante chama a atenção de todos. Depois, segue o caminho que ela designou.

Foi adicionado um pouco de interação entre o Piloto e a Comandante. Visto que, pelas costas da comandante, observou adiante e depois se distanciou, adicionou um movimento em que acompanha o movimento da Comandante. No caso, olha para a tela, para frente, e depois para a Comandante, como se ela olhasse para ele. Além disso, quando o piloto deu um paço para trás os braços relaxaram. Como em toda a animação o piloto está com medo realizou um ajuste para que, ao invés de relaxar, continuasse amedrontado.

Figura 31: Interação entre o Piloto e a Comandante antes



Fonte: Autora

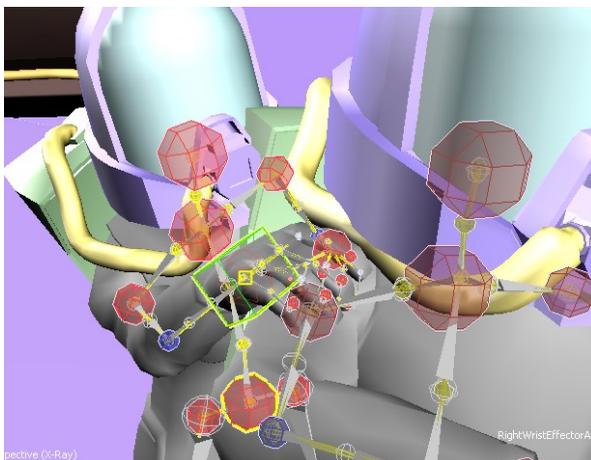
Figura 32: Interação entre o Piloto e a Comandante depois



Fonte: Autora

No começo, quando o piloto observa a tela por cima dos ombros da Comandante, teve o desafio de manter o personagem nas pontas do pé, assim como manter o contato das pontas do pé no chão. E para auxiliar o refinamento, visto a presença do contato das mãos do piloto no ombro da comandante, foi adicionado um *auxiliar effect*, que é um cubo com efeito de IK a mais, na mão do Piloto e foi ligado ao braço do Comandante pelo *parenting*, possibilitando o movimento da mão junto do braço e, assim, não perder o contato. Na imagem seguinte, mostra a ferramenta do *auxiliar effect* sendo utilizado.

Figura 33: Cubo: Auxiliar Effect



Fonte: Autora

7.2.2.1.4. Mecânico

Visto que o mecânico estava ao fundo da cena, sem problemas bruscos, e que passou bastante tempo refinando a cena, o mecânico não foi refinado.

7.2.2.2. Cena 03

O Mecânico ainda está com raiva pela nave destruída. Expressa a sua raiva, até perceber que estava sendo deixado para trás, pois não percebeu a luz mais cedo. Então se vira e corre.

Essa cena foi quase 100% reanimada, pois não compreendia o que ele estava fazendo e como ele estava se sentindo. Ademais teve dificuldade de expressar a raiva, principalmente pelo fato de, por ter capacete, precisar expressar esse sentimento através do corpo. Para isso foi pesquisado essa expressão, em específico com a animação de Divertida Mente com o personagem Raiva.

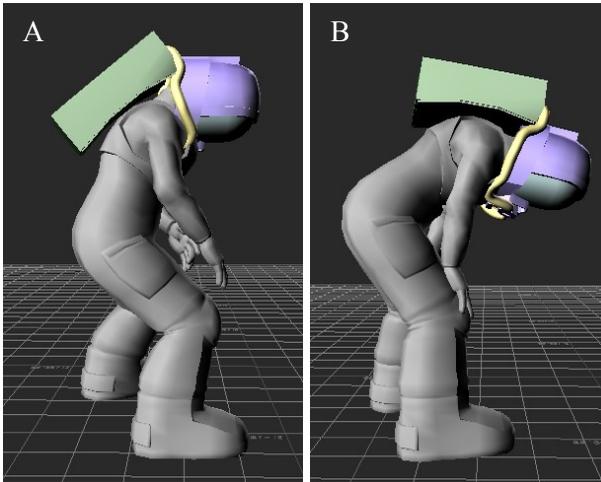
7.2.2.3. Cena 05

O Mecânico corre cansado e para pelo cansaço. Está angustiado e, por costume, pega um cigarro para fumar. Mas por estar de capacete o cigarro cai e ele desce para buscar.

Para essa cena teve ajuste no *timing*. Ele precisa de mais tempo para desacelerar e parar, devido ao cansaço. Também precisa melhorar a ação de frear, o que foi feito pelos *keyframes*. A ação de frear foi considerado difícil, mas o resultado foi satisfatório.

No originar aparentava não se apoiar no joelho, mas optou-se por apoiar para melhor expressividade. Para apoiar o joelho foi criado um *auxiliar effector* em cada mão e adicionado uma hierarquia para que siga o movimento das pernas. Era ativado no momento do contato e desativado no momento em que solta.

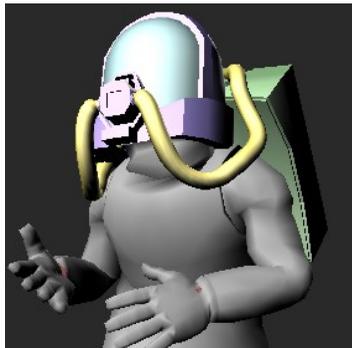
Figura 34: Cansaço antes (A) e depois (B) do refinamento



Fonte: Autora

Também teve dificuldade no ajuste do pescoço. Pelos eixos não estarem alinhados, o pescoço torcia. Por exemplo, o rosto está na mesma direção do tronco, mas os eixos do pescoço não estão. E ao ajustar os eixos, alinhando-os, perdia o movimento da cabeça. Para conseguir ajustar o pescoço sem perder o movimento precisa ativar o IK da cabeça e rotacionar os *bones* do pescoço até ficar o mais alinhado possível.

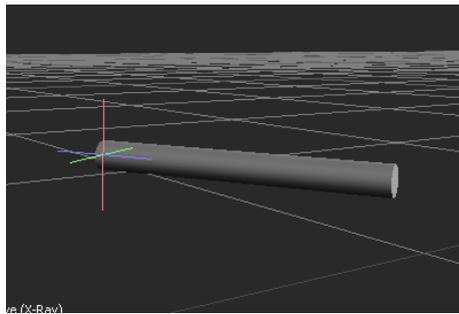
Figura 35: Pescoço torcido



Fonte: Autora

Para o cigarro foi criado um pivô, colocou uma hierarquia para o cigarro seguir um *pivot*, que foi criado, e o *pivot* seguir os dedos, este ultimo pela ferramenta do *parenting*, pois possibilita ativar e desativar sua hierarquia. Com isso o cigarro possuia dois *pivots*: Um no meio do cigarro - do próprio objeto - possibilitando rotacionar entre os dedos e para a queda e um ao final do cigarro - o *pivot* -, possibilitando trabalhar com o contato do cigarro no capacete.

Figura 36: Pivot cigarro



Fonte: Autora

7.2.2.4. Cena 06

Cena detalhe, mostra as mãos do Mecânico se apoiando no chão e pegando o cigarro que caiu.

Para essa cena foi feita a animação das mãos. As poses já estavam feitas, mas estavam interpoladas apenas. Foi feito a antecipação, trabalhou na aceleração e desaceleração. Também foi utilizado o *auxiliar effector* para as mãos. A principal razão de utilizá-lo é, além do controle, há a possibilidade de mesclar a animação gerada para a camada base, então isso possibilita mexer na performance, já com o movimento do contato, sem nenhum efeito.

7.2.2.5. Cena 07

O Mecânico percebe algo se aproximando. Olha para cima. Amedrontado, solta o cigarro, se levanta e dá alguns passos para trás.

Por fim, coloca os braços para frente do seu rosto.

Esta cena apresentou bastante ruído. Os pés deslizavam, e isso foi ajustado pelo *auxiliar effector*, pois, pelo fato de estar nas pontas do pé, facilita manter a mesma posição e rotação. Também acrescentou o *auxiliar pivot*, que um ponto para rotacionar e translacionar o objeto relacionado a ele, no caso, aos pés, e foi colocado na base do peito do pé para poder mexer os pés quando ficam na ponta do pé.

Foi necessário realizar ajustes relacionados ao equilíbrio do personagem. Ajustou a bacia e os pés, principalmente, quando ele estava abaixado.

7.2.2.6. Cena 08

Os três astronautas estavam caminhando. Então a comandante percebeu que o mecânico ficou para trás. Ela se vira, e procura por ele. Não o encontra e volta a caminhar.

Teve ajustes, nesta cena, principalmente nos *keyframes*. Na captura a comandante aparentava estar avoada, ou seja, olhava sem foco, e a lanterna também não seguia a direção da cabeça. Além disso precisou ajustar o *timing*, visto que estava variando a velocidade de giro dela.

Teve dificuldade no momento em que a comandante gira para voltar a caminhar. Pois precisava combinar a troca de peso dos pés. O peso estava, no momento, no pé direito, então precisava deslocar o pé esquerdo. Porém desloca o outro pé direito. Para manter o movimento do pé, então, trabalhou na rotação e direcionamento da bacia para mostrar a troca de peso. Foi visto a possibilidade através de referência própria, trocando o peso sem levantar o pé.

7.2.3. Sequência 02, Cena 02

O piloto caminhava com medo, olhando para os lados. Até que ele escorrega.

Nesta cena foi trabalhado principalmente nos *keyframes*. Exagerou no movimento do escorregar para deixar a cena mais clara.

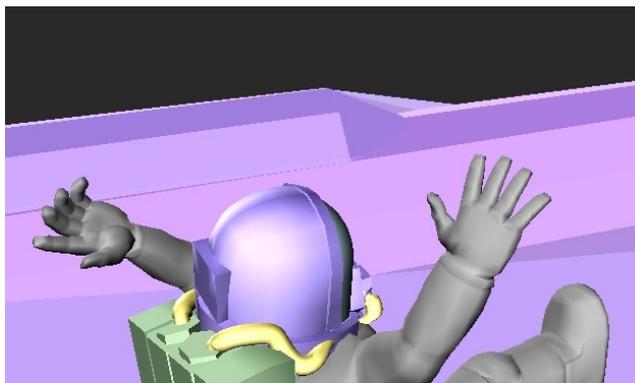
Não teve dificuldades ou desafios nessa cena.

Figura 37 Piloto escorrega, frame 114 capturado



Fonte: Autora

Figura 38: Piloto escorrega, frame 114 refinado



Fonte: Autora

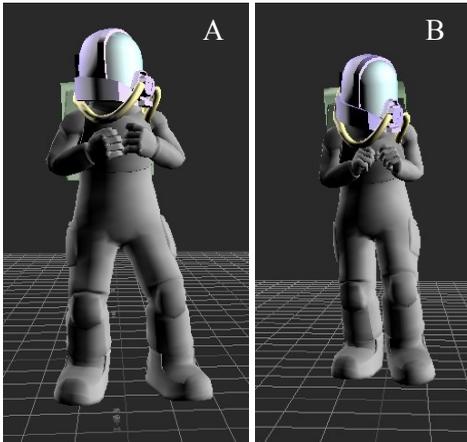
7.2.4. Ciclos de caminhada

Foi realizada o ciclo de caminhada da comandante, do piloto e da cientista.

O refinamento do ciclo de caminhada da comandante não teve problemáticas. Precisou de ajustes de ruídos, pés deslizando e ajuste do movimento da lanterna, que não seguia a direção da cabeça, de onde está olhando.

O ciclo de caminhada do piloto precisou de mais alguns ajustes. Tentou utilizar uma ferramenta do *motion builder* que consegue separar as capturas de alguma parte do corpo. Como ele olha para ambos lados, ficar girando a cabeça por passo ficaria rápido e estranho, então aproveitaria o movimento dos passos duplicando o movimento das pernas, fazendo com que ele olhe para um lado, observe, e depois olhe para o outro lado. Também foi pesquisado referências para deixar a caminhada dele mais amedrontada. No caso, pesquisou movimentos do filme *Divertida Mente* do personagem medo.

Figura 39 Caminhada do Piloto antes (A) e depois (B) do refinamento.



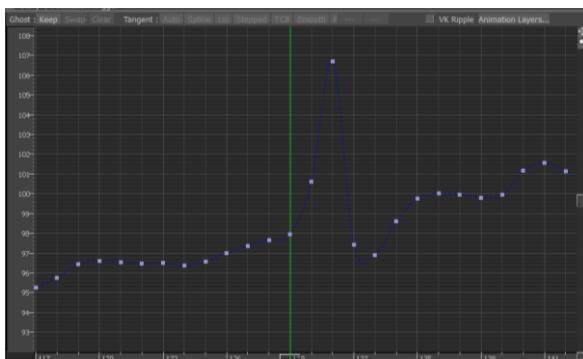
Fonte: Autora

Para o ciclo de caminhada da cientista, da mesma forma que o anterior, foi aproveitado os passos para duplicar e refinar só a parte superior. Neste caso a personagem olha ao redor com a lanterna, e foi refinado para que não fique rápido ou estranho. Precisou, além disso, ajuste de timing, para que o giro fosse mais lento, e para ajustar a velocidade, que estava inconsistente nos momentos do giro.

7.3. Ruídos

Os ruídos são frequentes na captura de movimento, tanto que é difícil de encontrar uma captura que não precise limpar ruídos. A limpeza é feita através dos gráficos de movimento: encontrasse um pico, e ajusta-o ou excluindo ele ou alinhando-o ao gráfico. Quando acontece esse ruído em mais de um frame seguido esses frames são excluídos e ajustado no gráfico através da interpolação. Esta interpolação pode ser feita por uma reta ou por uma curva *bézier*, sendo a curva mais recomendada por trazer resultados mais satisfatórios.

Figura 40: Presença de um Ruído no gráfico de movimento

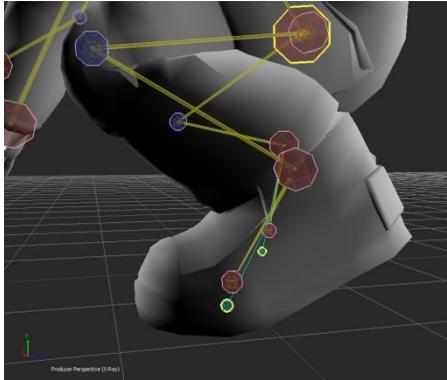


Fonte: Autora

7.4. Pés deslizando e contato.

Os ajustes dos pés são bastante comuns. Para o contato é utilizado uma ferramenta disponível no *motion builder*, que automaticamente localiza a superfície de contato e não permite que o pé atravesse-o. Já para o pé deslizando é utilizado ou o *auxiliar effects* ou o IK do pé. Ambos podem ser ativados e desativados gradativamente, permitindo maior controle e passagem gradual entre um e outro.

Figura 41: O IK do pé – representado pela bola vermelha

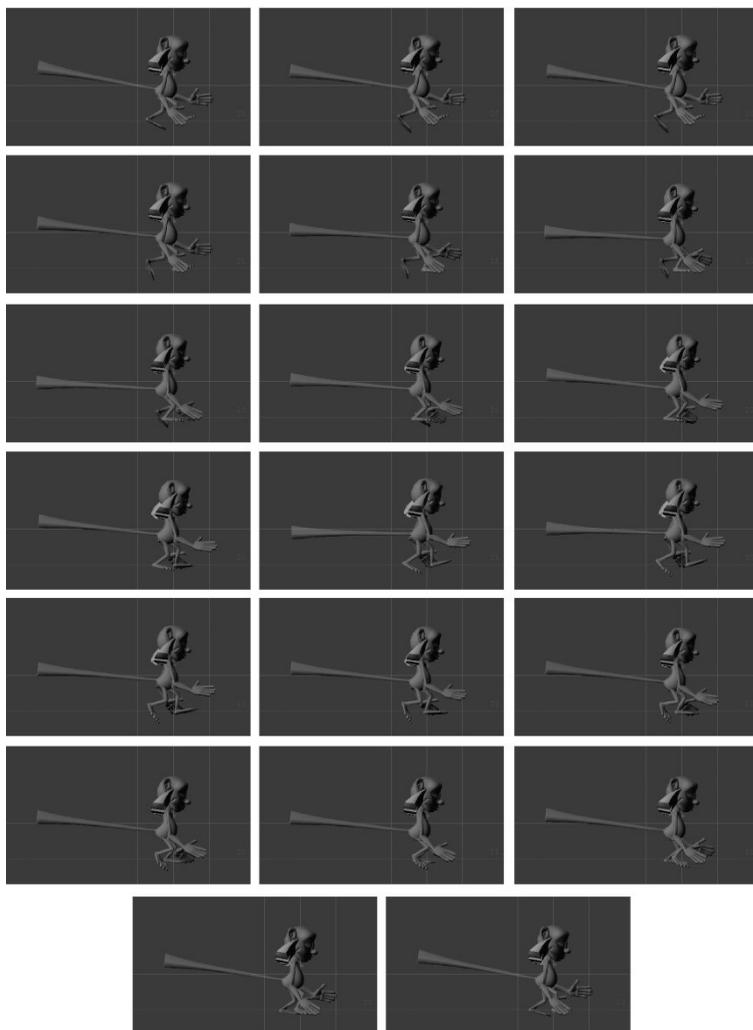


Fonte: Autora

7.5. Exemplo de refinamento

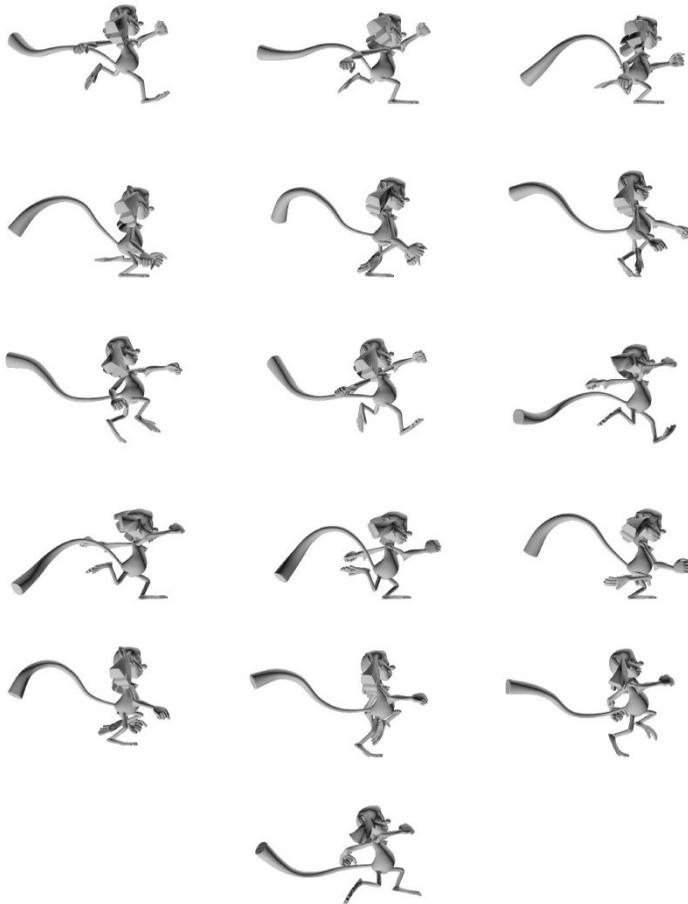
As duas imagens seguintes ilustram os frames de antes e depois do refinamento do ciclo de corrida do personagem Gui.

Figura 42: Ciclo de corrida do Gui antes do refinamento



Fonte: Autora

Figura 43: Ciclo de corrida do Gui após o refinamento



Fonte: Autora

8. Conclusão

No projeto Tribo da Ilha foi fundamental o conhecimento para conseguir transformar o movimento capturado, que tem características mais realista, para o personagem caricato. Embora não houve estudo aprofundado sobre a captura de movimento para personagens caricatos, obtiveram-se conhecimentos interessantes e curiosidades sobre isso, o que pode abrir novas pesquisas. E, diferente do projeto da “Caverna de Cristal”, pelos personagens serem caricatos possibilita maior liberdade do animador no momento de refinar, embora isso adentra em outro tópico, no caso, em saber quando a captura de movimento, e logo o refinamento, é a melhor escolha e quando a animação por *keyframe* é a melhor opção, visto as vantagens e desvantagens de ambos processos.

Ainda levando em consideração tais limitações, foi importante e interessante de se observar o quê a captura de movimento consegue registrar e assim estabelecer em quê o refinador está encarregado, o que foi feito através da análise dos 12 princípios de animação, princípios que buscam a credibilidade e expressão do movimento.

Já o projeto “Caverna de Cristal” possibilitou aprendizado em *acting* e nele foi fundamental realizar pesquisas e buscar referências para descobrir como expressar algo de tal forma que o espectador consiga compreender, ainda mais que essa foi a principal problemática desta animação. Foi um desafio, visto que, como os personagens utilizam capacete, a expressão corporal se tornou a forma de contar como eles estão sentindo, o que estão fazendo e pensando.

Assim, conclui-se que a etapa de refinamento foi fundamental para que os personagens conseguissem se expressar de forma clara através dos movimentos e, desta maneira, contar uma história em ambos os projetos. Ademais, visto que a área de entretenimento está utilizando cada vez mais a tecnologia da captura de movimento, o refinamento se torna uma etapa importante, uma vez que é através dessa etapa que transforma os dados capturados em um movimento crível.

Os objetivos foram alcançados, obtendo-se, através deste trabalho, não apenas experiências, aprendizados e os próprios refinamentos, mas também de conseguir registrar o conhecimento

adquirido e o processo de refinamento para quem ter interesse de explorar essa área.

9. Bibliografia

BLAIR, Preston. Cartoon Animation. [s.i.]: Walter Foster Publishing, 1996.

BOX OFFICE MOJO. Inside out. Disponível em:

<<https://www.boxofficemojo.com/movies/?page=main&id=pixar2014.htm>> acesso em: 12 junho 2019 às 9:01

BREGLER, Chris. Motion Capture Technology for Entertainment [In the Spotlight]. Ieee Signal Processing Magazine, [s.l.], v. 24, n. 6, p.160-158, nov. 2007. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/msp.2007.906023>.

COHEN, Sandy. Pixar's 'Inside Out' takes animation into new emotional territory. Disponível em:

<<https://www.dailynews.com/2015/04/06/pixars-inside-out-takes-animation-into-new-emotional-territory/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

CROSS, Nigel (Ed.). Developments in Design Methodology. [s.i.]: John Wiley & Sons Ltd., 1984.

FERRAZ, Ana. Animação ainda esbarra no orçamento. Carta Capital, São Paulo: Editora Confiança, Ano XX, n. 824, 9 nov. 2014 <<https://www.cartacapital.com.br/revista/824/animacao-ainda-esbarra-no-orcamento-5460.html>> Acesso em: 12 nov. 2018.

FREEDMAN, Yacov. Is It Real . . . or Is It Motion Capture?: The Battle to Redefine Animation in the Age of Digital Performance. The Velvet Light Trap, Austin, v. 69, n. 1, p.38-49, 2012. Johns Hopkins University Press. <http://dx.doi.org/10.1353/vlt.2012.0001>.

HELERBROCK, Rafael. "Movimento uniforme"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/movimento-uniforme.htm>. Acesso em 07 de julho de 2019.

KITAGAWA, Midori; WINDSOR, Brian. MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture. Eua: Focal Press, 2008.

LAYBOURNE, Kit. The animation book: a complete guide to animated filmmaking-from flip-books to sound cartoons to 3-D animation. New digital edition. New York: Three Rivers, c1998. xix, 426 p. ISBN 0517886022

LUCENA JÚNIOR, Alberto. Arte da animação: técnica e estética através da história. 2. ed. São Paulo: SENAC, 2005. 456p ISBN 8573592192.

MENACHE, Alberto. Understanding Motion Capture for Computer Animation. [s.i.]: Morgan Kaufmann, 2010. 276 p.

SITO, Tom. Moving Innovation: A History of Computer Animation. Cambridge, Inglaterra: The Mit Press, 2013.

THOMAS, Frank; JOHNSTON, Ollie. The illusion of life: Disney animation. New York: Disney Editions, 1995. 575 p. ISBN 9780786860708

VASCONCELOS, Luis Arthur Leite. Uma investigação em Metodologias de Design. Recife: 2009. 94 p. Disponível em: <http://www.academia.edu/210533/Uma_Investigacao_em_Metodologias_de_Design>. Acesso em: 10 nov. 2018.

WHITAKER, Harold; HALAS, John; SITO, Tom. Timing for Animation. 2. ed. [s.i.]: Focal Press, 2009

WILLIAMS, Richard. The animator's survival kit/ Richard Williams. London: Faber and Faber, 2001. 342 p. ISBN 139780571202287.