

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

GIOVANNA FLORENCIO ANTONIO

REALIDADES, da realidade tangível à realidade ontológica – *Tecnologias emergentes  
para produção de imagens sequenciais.*

SÃO PAULO

2025

GIOVANNA FLORENCIO ANTONIO

REALIDADES, da realidade tangível à realidade ontológica – *Tecnologias emergentes para produção de imagens sequenciais.*

Pesquisa de iniciação científica, Universidade de São Paulo

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Silvia Regina Ferreira de Laurentiz

SÃO PAULO

2025

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
2. O que é a captura de movimento?.....	6
2.1. Definição.....	6
2.2. Contexto histórico.....	7
2.3. Tecnologias emergentes.....	20
3. Como funciona a captura de movimento.....	22
3.1. Classificação.....	22
3.2. Sistemas ópticos.....	23
3.3. Sistemas mecânicos.....	26
3.4. Sistemas eletromagnéticos.....	28
4. Acessibilidade de recursos.....	28
5. Estudo de caso: Code Miko.....	37
6. Projeto experimental.....	39
6.1. Design do modelo.....	39
6.2. Preparação da arte e Rigging.....	42
6.3. Testes de Animação.....	44
7. Considerações finais.....	47
8. Referências.....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Attitudes of Animals in Motion, 1879.....	7
Figura 2: Zoopraxiscópio.....	8
Figura 3: Chronophotographic gun, 1882.....	9
Figura 4: Cronofotografia de movimentos no salto com vara (ca.1890).....	10
Figura 5: Fotograma de Reunion, Out of the inkwell (1922).....	11
Figura 6: Fotograma de as Viagens de Gulliver (1939).....	12
Figura 7: Fotograma de Undone (2019).....	13
Figura 8: Brilliance (1985).....	15
Figura 9: Andy Serkis, ator por trás da performance de Gollum.....	17
Fonte: Observatório do Cinema (2021).....	17
Figura 10: Atriz Zoe Saldaña, interpretando a personagem Neytiri.....	18
Fonte: Wētā FX [s.d].....	18
Figura 11: Fotograma de A Casa Monstro (2006).....	19
Figura 12: Fotograma de Os Fantasmas de Scrooge (2009).....	19
Figura 13: Atores com trajes de captura durante as gravações e fotograma do resultado final da animação em Planeta dos Macacos: A Guerra.....	23
Figura 14: Atores utilizando trajes de captura embaixo d’agua durante as gravações de Avatar: O caminho da Água.....	24
Figura 15: Demonstração da CyberGlove II.....	26
Figura 16: Sensor sem fio e receptor do sistema Awinda.....	28
Figura 17: Traje de captura do Xsens Link.....	29
Figura 18: Conjunto de sensores do Mocopi.....	30
Figura 19: SlimeVR Tracker.....	31
Figura 20: Demonstração de captura com o Vtube Studio.....	32
Figura 21: Demonstração de captura corpo inteiro com o Character Animator.....	33
Figura 22: Captura de tela da interface de edição da versão gratuita do Character Animator.	33
Figura 22: Demonstração de captura com Animaze by facerig.....	35
Figura 23: Youna Kang e CodeMiko.....	36
Figuras 24 e 25 : Ilustrações da autora utilizadas como base para o design do primeiro modelo.....	39
Figuras 26 e 27: Esboços (a esquerda) e design final do modelo criado em 2024 (a direita)..	39
Figuras 28: Design utilizado por BigNoseBug em suas transmissões.....	40
Figuras 29: Designs criados por Raespark.....	40
Figura 30: Esboços do design da versão atual do modelo.....	41
Figura 31: Design final do modelo.....	41
Figura 32: Camadas que compõem o modelo.....	42
Figura33: Demonstração do funcionamento dos parâmetros no software Live2D.....	43
Figura 34: Captura de tela do software VTube Studio com o modelo respondendo a	

inclinação da cabeça e direção dos olhos detectados pela webcam.....	45
Figura 35: Captura de tela do software VTube Studio com o modelo respondendo a expressão facial detectada pela webcam.....	45

## **Resumo**

PROJETO VINCULADO AO GRUPO DE PESQUISA REALIDADES - da realidade tangível à realidade ontológica (<http://www2.eca.usp.br/realidades/>), licenciado pelo CNPq, liderado pela Profa. Dra. Silvia Laurentiz, credenciado e sediado na Escola de Comunicações e Artes e no Departamento de Artes Visuais, ECA/USP. Este vínculo propicia ao estudante de graduação uma interação com a pós-graduação e a participação em grupo de pesquisa. O Projeto Geral do Grupo de Pesquisa Realidades objetiva produzir base de reflexão crítica e experimentos práticos sobre diferentes formatos de representação imagética. Essa pesquisa tem seu enfoque em novas tecnologias de animação com captura de movimento e busca identificar e estudar novos recursos para a produção de animação por captura de movimento e suas aplicações em trabalhos de arte e outras produções relacionadas. Visa também produzir experimentações técnicas e poéticas a partir dos *softwares* e ferramentas estudados.

**Palavras-chave:** Animação, captura de movimento, novas tecnologias.

## **Abstract**

PROJECT LINKED TO THE RESEARCH GROUP REALIDADES – from Tangible Reality to Ontological Reality (<http://www2.eca.usp.br/realidades/>), accredited by CNPq, led by Prof. Dr. Silvia Laurentiz, and officially recognized and based at the School of Communications and Arts and the Department of Visual Arts, ECA/USP. This affiliation enables undergraduate students to interact with graduate programs and to participate in a research group. The general project of the *Realidades* Research Group aims to develop a foundation for critical reflection and practical experimentation on different formats of image representation. The research focuses on new animation technologies using motion capture and seeks to identify and study new resources for the production of motion capture animation and its applications in artistic works and other related productions. It also aims to produce technical and poetic experiments based on the software and tools studied.

**Keywords:** Animation, Motion Capture, new technologies.

## **1. Introdução**

A captura de movimento apresenta atualmente uma grande presença nas indústrias dos jogos eletrônicos e do cinema, tendo se estabelecido como um recurso confiável de animação. Ao longo de sua história, a tecnologia de captura de movimento esteve restrita a um público muito pequeno com recursos financeiros e de infraestrutura para utilizá-la. Porém ao longo das últimas décadas esse cenário tem mudado gradualmente com o surgimento de novas tecnologias mais acessíveis. Essa pesquisa busca compreender esse processo e identificar esses novos recursos.

Com esse objetivo esse texto foi estruturado ao longo de sete capítulos, tendo início com o segundo capítulo que visa estabelecer a definição de captura de movimento que será utilizada ao longo da pesquisa e realizar uma contextualização histórica com base principalmente nos escritos do Prof.Dr. João Victor Boechat Gomide e na obra “*Mocap for Artists*” de Midori Kitagawa e Brian Windsor, que também foram relevantes para o desenvolvimento do terceiro capítulo, no qual busca-se compreender o funcionamento dessa tecnologia.

O quarto capítulo aborda alternativas de sistemas de captura disponíveis atualmente, levando em consideração sua acessibilidade e suas aplicações para diferentes públicos. Em seguida é realizado um estudo de caso sobre a criadora de conteúdo virtual CodeMiko que utiliza esses recursos para transformar suas transmissões ao vivo em um ambiente de interação em tempo real com a sua audiência.

O sexto capítulo relata a experiência de criação de um modelo para ser utilizado em um software de captura movimento gratuito como projeto experimental, analisando os resultados e as diferentes etapas do processo, tendo em mente a acessibilidade e potencial desses recursos para expandir essa tecnologia para um público mais amplo. Por fim, no último capítulo, são apresentadas as considerações finais do processo de pesquisa.

## **2. O que é a captura de movimento?**

### **2.1. Definição**

Segundo Menache (2000 *apud* GOMIDE, 2006, p.17):

“captura de movimento é o processo de gravar um evento de movimento ao vivo, e traduzi-lo em termos matemáticos utilizáveis ao rastrear

um número de pontos-chave no espaço através do tempo, e combiná-los para obter uma representação tridimensional única da performance”.

Atualmente, o termo captura de movimento é utilizado de modo geral para se referir a um conjunto de técnicas desenvolvidas nos anos 70 para usos médicos e militares, que, a partir dos anos 80 foram adotadas também pelo campo da computação gráfica (KITAGAWA, WINDSOR, 2008). Essas técnicas encontram na produção de animações um ambiente propício para a sua popularização, tendo início com experimentações que demandaram grandes quantidades de tempo e uma infraestrutura complexa até a consolidação de sua presença na indústria dos jogos eletrônicos, responsável pela sobrevivência de empresas que trabalharam com a captura de movimento em seus anos iniciais (GOMIDE, 2006), assim como na indústria do cinema, onde desempenharam um papel essencial em produções de grande sucesso, como o filme recordista de bilheteria *Avatar* (2009) de James Cameron. Nos últimos anos, com o desenvolvimento de recursos mais acessíveis e a popularização de tecnologias como a realidade virtual, essas técnicas têm expandido ainda mais suas possibilidades.

## 2.2. Contexto histórico

Se for adotada uma definição mais ampla como a que Gomide (2006, p.16) apresenta em sua tese: “A captura de movimento [...] é um conjunto de artifícios usados para mapear e reproduzir deslocamentos em objetos ou seres vivos.” as origens da Captura de movimento podem ser traçadas até o XIX, quando o desenvolvimento da fotografia, o potencial da imagem em movimento e a necessidade da economia industrial de mecanizar a execução de tarefas, em busca de eficiência, criaram um cenário propício para estudos e experimentações que se tornaram precursores do cinema e da animação.

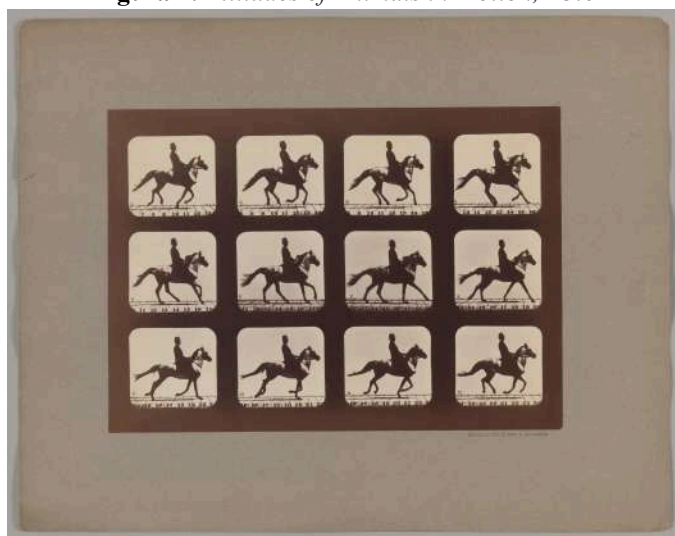
### **Eadweard Muybridge**

Eadweard Muybridge, fotógrafo inglês radicado nos Estados Unidos, foi um dos indivíduos responsáveis por esses estudos. Conhecido inicialmente por seu trabalho com a fotografia de paisagens, ele dedicou grande parte de sua produção ao estudo do movimento de animais e seres humanos. Em 1872, Muybridge “inventa e patenteia um sistema de

câmeras com disparadores elétricos ou mecânicos de alta velocidade, que o permitia fazer uma rápida sucessão de exposições múltiplas que duravam frações de segundos cada.” (BUCCINI, 2017, p.64) O que permitiu o início de suas experimentações com sequências de imagens.

Contratado por Leland Stanford, ex-governador da Califórnia e fundador da Universidade de Stanford, Muybridge produziu uma sequência de fotografias individuais, em 1878, com o objetivo de comprovar a teoria de que por um instante durante seu movimento o cavalo retira as quatro patas do chão simultaneamente (figura 1). Muybridge conseguiu chegar a esse resultado utilizando um sistema que consistia em uma dúzia de câmeras acionadas sucessivamente pelo movimento do animal.

**Figura 1:** *Attitudes of Animals in Motion*, 1879



Fonte: The Met. <sup>1</sup> (2015)

Como Buccini (2017) afirma, essas fotografias eram dispostas em conjunto em livros e exposições, de modo que a leitura da sequência de imagens criava uma narrativa linear. Em 1879, Muybridge desenvolveu o zoopraxiscópio (figura 2), um dispositivo de projeção que utilizava discos de vidro com imagens pintadas ou impressas fotograficamente sobre sua superfície. Com esse dispositivo, Muybridge foi capaz de enfatizar ainda mais essa linearidade ao criar, através da projeção, a ilusão de movimento e sendo o primeiro a exibir fotografias dessa maneira.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/700109>>

**Figura 2:** Zoopraxiscópio



Fonte: Google Arts & Culture <sup>2</sup> [s.d]

## **Etienne-Jules Marey**

Etienne-Jules Marey foi um fisiólogo francês que, assim como Muybridge, dedicou grande parte de seu trabalho ao estudo do movimento de pessoas e animais. É importante destacar que, apesar de ambos contribuírem para a pesquisa em áreas em comum, os trabalhos de Marey e Muybridge possuem perspectivas e finalidades diferentes. Como cientista, as fotografias de Marey se aproximam mais de uma representação gráfica do movimento, enfatizando a forma e o deslocamento de um corpo dentro do espaço. O que diferencia sua produção fotográfica da de Muybridge é a necessidade de visualizar o movimento de forma analítica que se sobressai a possibilidade de construir uma narrativa através da sequência de imagens. Isso não significa que o trabalho de Marey não possua um caráter narrativo ou que o trabalho de Muybridge não tenha aspectos analíticos, porém o contexto no qual eles estão inseridos e a forma como cada um escolhe apresentar sua pesquisa evidenciam propósitos diferentes.

“Os estudos de Marey serviram à racionalidade instrumental do desenvolvimento industrial, uma época em que a mecanização e a divisão de trabalho nas linhas de produção exigiam eficiência e economia de tempo. Por isso, o estudo da representação gráfica dos movimentos do corpo humano foi tão valorizado, a fim de diminuir a fadiga e ajudar na execução de tarefas.

---

<sup>2</sup> Disponível em :  
<<https://artsandculture.google.com/asset/the-zoopraxiscope-0001/YwG7CMOIXy3pBQ?hl=pt>>

Permitindo que cada ação fosse desmembrada nas suas menores partes constituintes, podendo, assim, serem repetidas, da mesma forma, por qualquer trabalhador. ” (BUKATMAN, 2006 apud BUCCINI, 2017, p.62)

Para produzir suas fotografias, Marey utilizou um instrumento similar a uma espingarda conhecido como *chronophotographic gun* (figura 3). Esse dispositivo, desenvolvido em 1882, era capaz capturar 12 imagens por segundo, gravando-as em uma mesma superfície, o que permitiu a Marey ser a primeira pessoa a gravar uma sequência de imagens com uma única câmera (BUCCINI, 2017).

**Figura 3:** Chronophotographic gun, 1882



Fonte: Google Arts & Culture<sup>3</sup>

A cronofotografia (figura 4), termo do qual deriva o nome do instrumento, é um tipo de fotografia que busca registrar de forma gráfica os deslocamentos e a passagem do tempo, através de intervalos uniformes. Ela revela posições intermediárias do movimento e detalhes até então imperceptíveis para a visão humana.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://artsandculture.google.com/asset/chronophotographic-gun-0002/KAFgqcXSaDadqw?hl=pt>

**Figura 4:** Cronofotografia de movimentos no salto com vara (ca.1890)



Fonte: Google Arts & Culture<sup>4</sup> [s.d]

## **Rotoscopia**

Mais de três décadas depois dos estudos de Marey e Muybridge o cinema de animação começava a dar seus primeiros passos. Em 1915, surgia uma técnica considerada predecessora da captura de movimento digital: a roscopia. Desenvolvida pelo austriaco Max Fleischer e seu irmão David, a técnica consiste em traçar manualmente os frames de uma filmagem real com o intuito de produzir uma animação de forma eficiente. Fleischer e seu irmão utilizaram essa técnica para animar a série *Out of the Inkwell* (figura 5), onde filmagens e roscopia são mescladas para criar a ilusão da interação entre atores e personagens fictícios. É importante observar o interesse que esse e outros trabalhos desse período como *The Enchanted Drawing* (1900) de James Stuart Blackton, demonstram pela mistura entre a performance real e a animação, uma vez que esse tipo de interação viria a ser muito explorada pela captura de movimento digital e se mantém presente em produções atuais.

---

<sup>4</sup>

Disponível em:  
<<https://artsandculture.google.com/asset/movements-in-pole-vaulting-0000/FwGLjOWI86KxIA?hl=pt>>

**Figura 5:** Fotograma de *Reunion, Out of the inkwell* (1922)



Fonte: Fleischer Cartoons!<sup>5</sup> (2024)

Segundo Gomide (2013, p.18) “A intenção de Fleischer era fornecer um método de mecanização da animação, que reduziria custos e tempo de produção”, o que posteriormente não se mostrou possível. Porém, a rotoscopia não deixou de ser utilizada e ganhou destaque sendo explorada como um recurso em filmes como *Branca de Neve e os Sete Anões* de 1937, dos estúdios Disney, onde o objetivo não era a redução de custos ou tempo mas atribuir um caráter realista ao movimento, nesse caso a rotoscopia foi utilizada apenas em poses-chave de modo que o movimento fluido da animação quadro a quadro pudesse ser preservado. Pressionados pelo sucesso de *Branca de Neve*, os estúdios Fleischer produziram *As Viagens de Gulliver* (1939) (figura 6), o primeiro longa-metragem a ser completamente animado com a rotoscopia. No filme as técnicas de animação empregadas têm um papel fundamental ao enfatizar o contraste entre os personagens da trama.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=w4vcN\\_ICPI0](https://www.youtube.com/watch?v=w4vcN_ICPI0)>

**Figura 6:** Fotograma de as Viagens de Gulliver (1939)



Fonte: Cult Cinema Classics<sup>6</sup> (2020)

A rotoescopia, apesar de não atingir as expectativas iniciais dos irmãos Fleischer em relação a sua eficiência, mantém seu lugar na indústria da animação até os dias atuais como um recurso técnico e poético. Entre alguns exemplos de obras que exploram a rotoescopia é possível citar a série de TV de 2019, *Undone* (figura 7), onde a técnica ganha destaque ao potencializar os aspectos surreais da narrativa que explora o conceito de viagem no tempo.

**Figura 7:** Fotograma de Undone (2019)



Fonte: IMDb<sup>7</sup> (2022)

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=rehNT9wljUg>>

<sup>7</sup> Disponível em: <[https://www.imdb.com/pt/title/tt8101850/?ref\\_=ttmi\\_ov\\_i](https://www.imdb.com/pt/title/tt8101850/?ref_=ttmi_ov_i)>

Outros títulos como *Aku no Hana* (2013) e *Com Amor, Van Gogh* (2017) são exemplos recentes que demonstram a versatilidade e o potencial da rotopia, não somente como técnica mas também como um recurso para transmitir diferentes aspectos subjetivos de uma narrativa.

## **Captura de Movimento Digital**

Atualmente, o termo captura de movimento, ou sua forma abreviada, *mocap*, é comumente utilizado para se referir às diferentes técnicas que compõem a captura de movimento digital. A pesquisa e o desenvolvimento dessa tecnologia são relativamente recentes, tendo seu início nos anos 70, quando começou a ser explorada para propósitos médicos e militares. A captura de movimento só viria a ser utilizada para fins de entretenimento a partir dos anos 80, quando ela começa a ganhar espaço na indústria da computação gráfica.

Porém, é importante lembrar que o desenvolvimento da captura de movimento digital não ocorre de forma isolada e está profundamente ligado às constantes transformações e inovações na indústria da computação. Por esse motivo, um dos maiores desafios que ela enfrenta em seus primeiros anos está relacionado à velocidade e a capacidade de processamento dos computadores que existiam. Até então, renderizar uma animação exigia uma infraestrutura e um poder computacional muito grandes, que computadores de uso pessoal não possuíam. Além disso, componentes e aplicativos usados no processo eram muito mais caros do que são atualmente. Essas questões, assim como problemas técnicos associados ao processo de captura dificultaram sua popularização.

Entretanto, esses obstáculos não impediram que a pesquisa sobre a captura de movimento continuasse. Entre 1982 e 1983, foi desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) o projeto *Marionete Gráfica*. O projeto, que funcionava a partir dos mesmos princípios que os sistemas ópticos utilizados atualmente, contava com um traje, que possuía diodos emissores de luz (LEDs) posicionados nas juntas e pontos estratégicos do corpo e duas câmeras equipadas com fotodetectores especiais. O resultado gerado a partir do monitoramento dos pontos iluminados do traje era a movimentação em tempo real de um modelo simplificado de um personagem feito para a verificação dos dados que seriam armazenados e processados posteriormente (GOMIDE, 2013).

A animação com captura de movimento só viria a ter contato com uma grande audiência dois anos depois, nos Estados Unidos, em janeiro de 1985 durante os intervalos comerciais do campeonato de futebol americano *SuperBowl* com a primeira animação por captura de movimento produzida com fins publicitários. A pedido do *National Canned Food Information Council* a empresa de animação *Robert Abel and Associates* produziu *Brilliance* (figura 8) utilizando um método próprio para capturar os movimentos de uma modelo.

**Figura 8:** *Brilliance* (1985)



Fonte:Galería 3D<sup>8</sup> (2009)

A equipe de Robert Abel teve como participantes Bill Kovacs e Roy Hall, futuros co-fundadores da *Wavefront Technologies*, empresa que no mesmo ano desenvolveu o primeiro *software* comercial de animação 3D. Além disso, Abel também contou com nomes como Con Pedersen, co-fundador do *Metrolight Studios*, e Charlie Gibson, que dez anos depois ganharia um Oscar como supervisor de efeitos especiais em *Babe* (1995) (GOMIDE, 2013).

Durante a produção de *Brilliance* foram utilizadas três câmeras para triangular as posições dos 18 pontos pintados sobre o corpo da modelo. O computador utilizado no projeto foi o primeiro computador da *Silicon Graphics*, o SGI Iris 1000. Porém, eles não tinham poder computacional suficiente para renderizar animação de 30 segundos nas duas

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=sCXYxNt02RI>>

semanas restantes para a entrega do projeto. Por esse motivo, Abel e sua equipe tiveram que utilizar 60 computadores VAX 11/750 em diferentes partes dos Estados Unidos para finalizar o processo de renderização. O projeto foi finalizado dois dias antes do prazo final.

No início da década de 90 a captura de movimento começa a ser vista como um recurso mais confiável para a produção de projetos de computação gráfica. Em 1995 *FX Fighter* foi o primeiro jogo a incorporar a animação com captura de movimento além de ser um pioneiro nos jogos de luta com personagens e cenários 3D. As ações executadas pelos personagens na tela faziam parte de um repertório de animações pré determinadas de movimentos como andar ou correr, respondendo aos comandos do jogador, essas animações eram reproduzidas de modo que a transição entre uma ação e outra fosse pouco perceptível dando a impressão de que o jogador tem pleno controle do movimento do personagem. O sucesso de *FX Fighter* incentivou outras empresas a utilizarem a captura de movimento em seus projetos, o que, nas décadas seguintes, viria a se tornar uma prática muito comum na indústria de jogos eletrônicos.

Ainda nos anos 90 a animação com captura de movimento também buscava seu espaço na televisão e no cinema. O primeiro filme a utilizar essa tecnologia foi *Exterminador do Futuro 2* (1991), ganhando no ano seguinte o Oscar de melhores efeitos especiais. Outras produções como *A múmia* (1999) e *Star Wars: Episódio I - A ameaça fantasma* (1999) são exemplos de como a captura de movimento rapidamente começava a se mostrar como uma alternativa na produção de efeitos visuais.

Nesse mesmo período, começaram a surgir, também, questionamentos sobre a validade da captura de movimento enquanto técnica de animação. Um dos primeiros episódios a evidenciar esse conflito foi a rejeição da série animada *Donkey Kong Country* para a premiação de séries de televisão Emmy em 1999, sob o argumento de que a técnica não é uma forma de animação (GOMIDE,2013).

Nos anos seguintes, o debate persiste e o reconhecimento da captura de movimento como técnica de animação continua incerto. Um exemplo dessa situação são as diretrizes adotadas pela Academia de Artes e Ciências Cinematográficas para a premiação de filmes animados. Em 2007, a animação produzida com captura de movimento, *Happy Feet* (2006), recebeu o Oscar de melhor filme de animação, entretanto, em 2010, uma alteração nas regras tornou filmes produzidos com mocap inelegíveis para a categoria (GREIN, 2025). Até a edição número 97 da premiação, em 2025, a definição de filme animado, incluída nas diretrizes para submissão produções, afirmava que “captura de movimento e o

teatro de fantoches em tempo real não são, por si só, técnicas de animação”<sup>9</sup> (OSCARS, 2024). Porém, as diretrizes emitidas para a edição de 2026, não fazem menção direta à captura de movimento, caracterizando a animação como “a arte da criação e manipulação humana de imagens para produzir uma performance a partir de objetos inanimados”<sup>10</sup> (OSCARS, 2025). A nova definição, que não é explicitamente excludente, traz uma perspectiva mais ampla porém ambígua, o que, por sua vez, ainda poderia ser utilizado como justificativa para desclassificar animações produzidas com captura de movimento.

Apesar da situação incerta em que filmes e série de animação produzidos com mocap se encontram até os dias atuais, os anos 2000 foram um momento muito importante para o reconhecimento da técnica como um recurso valioso para produções audiovisuais. Em 2003, o filme *O Senhor dos Anéis: Duas Torres* (2002) recebeu o Oscar de melhores efeitos visuais, utilizando recursos digitais para construir cenários, cenas de batalhas e até mesmo o personagem Gollum (figura 9), que foi completamente animado com captura de movimento.

**Figura 9:** Andy Serkis, ator por trás da performance de Gollum



Fonte: Observatório do Cinema<sup>11</sup> (2021)

<sup>9</sup> “*Motion capture and real-time puppetry are not by themselves animation techniques*” (OSCARS,2024), tradução livre do inglês

<sup>10</sup> “*performance from inanimate objects*”(OSCARS,2025), tradução livre do inglês

<sup>11</sup> Disponível em: <<https://observatoriodocinema.com.br/filmes/ator-de-o-senhor-dos-aneis-passou-vergonha-em-publico-para-ser-gollum/>>

*Avatar*, filme de 2009, dirigido por James Cameron, também é uma produção que demonstra o papel fundamental que a captura de movimento desempenha durante esse período. O filme, recordista de bilheteria, além de ser reconhecido pela qualidade de seus efeitos visuais, conta com o uso inovador da tecnologia captura de movimento, que foi utilizada para transformar os atores em *Na'Vi* (figura 10), seres extraterrestres com a pele azulada, feições felinas e três metros de altura que habitam a lua Pandora, onde se passa a narrativa. O uso de *mocap* se destaca principalmente pela aparência realista dos personagens e sua expressividade, criando cenas onde cenários construídos digitalmente, personagens animados e personagens humanos conseguem interagir de forma coesa, criando uma experiência imersiva para o espectador.

**Figura 10:** Atriz Zoe Saldña, interpretando a personagem Neytiri



Fonte: Wētā FX<sup>12</sup> [s.d]

Um dos principais aspectos pelos quais *Avatar* é descrito como inovador em seu uso da tecnologia de mocap, foi o uso de uma câmera virtual, através da qual foi possível criar uma visualização de baixa resolução em tempo real da performance (NG, 2012). Desse modo, mesmo com as cenas sendo construídas digitalmente, elas poderiam ser dirigidas como em um filme em *live action*, permitindo uma movimentação através do espaço similar a uma câmera tradicional.

Outros filmes, ao longo dos anos 2000 também buscaram explorar a captura de movimento, alguns produzindo animações inteiramente criadas a partir da técnica como *O Expresso Polar* (2004), *A Casa Monstro* (2006) (figura 11), *A Lenda de Beowulf* (2007) e

---

<sup>12</sup>Disponível em: <<https://www.wetafx.co.nz/films/case-studies/neytiri>>

*Os fantasmas de Scrooge* (2009) (figura 12), que no mesmo ano, utilizou tecnologias de captura facial similares às empregadas em *Avatar* (NG, 2012).

**Figura 11:** Fotograma de A Casa Monstro (2006)



Fonte: IMDb<sup>13</sup> [s.d]

**Figura 12:** Fotograma de Os Fantasmas de Scrooge (2009)



Fonte: IMDb<sup>14</sup> [s.d]

### 2.3. Tecnologias emergentes

A partir de 2010 a captura de movimento já se encontrava firmemente estabelecida como uma tecnologia comum para a produção de filmes e jogos. Porém, por volta de 2015, é possível observar que fenômenos, como a popularização de dispositivos de realidade

<sup>13</sup> Disponível em: <[https://www.imdb.com/pt/title/tt0385880/mediaindex/?ref\\_=mv\\_closei](https://www.imdb.com/pt/title/tt0385880/mediaindex/?ref_=mv_closei)>

<sup>14</sup> Disponível em: <[https://www.imdb.com/pt/title/tt1067106/mediaindex/?ref\\_=mv\\_close](https://www.imdb.com/pt/title/tt1067106/mediaindex/?ref_=mv_close)>

virtual e a criação de conteúdo com personagens virtuais, contribuíram para a ampliação dos usos da captura de movimento e o desenvolvimento de sistemas mais acessíveis para um público, atendendo a uma demanda por produtos que pudessem ser utilizados por consumidores individuais.

Assim como a captura de movimento, a realidade virtual surge em meados do século XX com fins militares, porém ao longo das décadas seguintes se expande para os campos da medicina, do esporte, da educação e dos jogos. Na década de 2010 começaram a se popularizar dispositivos de realidade virtual para uso pessoal. A partir de 2017 o mercado de realidade virtual demonstrou um crescimento acentuado, atingindo em 2022 um valor de 209 milhões de dólares (CORREIA, 2019). Com o rápido crescimento comercial dessa tecnologia, foi desenvolvida uma ampla variedade de dispositivos com diferentes níveis de imersão.

A partir da busca por experiências imersivas com a realidade virtual, surge a necessidade de dispositivos periféricos capazes de capturar movimentos de corpo inteiro. As tecnologias utilizadas na produção de filmes e jogos, apesar de muito precisas, possuem custos muito elevados e demandam uma infraestrutura que não está ao alcance da grande maioria dos consumidores individuais, criando um cenário muito favorável para que empresas focadas em realidade virtual, assim como outras empresas especializadas na produção e desenvolvimento de sensores para captura de movimento, pudessem se voltar ao desenvolvimento de sistemas e acessórios mais baratos e portáteis.

Ao mesmo tempo um fenômeno que daria origem a uma indústria de entretenimento extremamente lucrativa, começava a se desenvolver no Japão. “O termo ‘*YouTuber Virtual (VTuber)*’ se refere a uma ‘pessoa’ que utiliza um avatar 2D ou 3D controlado por movimento para criar conteúdo em plataformas de distribuição de vídeo através de gravações ou transmissões ao vivo”<sup>15</sup> (JIANG, 2023, p.168). Kizuna Ai, a primeira *youtuber* virtual e responsável pela criação do termo *VTuber*, teve sua estreia em 2016, no Japão como um projeto da *startup* de mídia Active8. Apesar de seu rápido crescimento, esse fenômeno só adquiriu dimensões internacionais significativas a partir de 2020 quando começaram a surgir alguns dos primeiros projetos voltados ao público falante de língua inglesa.

---

<sup>15</sup> “The term “Virtual YouTuber (VTuber)” refers to a “person” who uses a motion-controlled 2D or 3D avatar to create content on a video distribution platform through recording or live streaming” (JIANG, 2023, p.168) tradução livre do inglês

Outro fator que contribuiu para o crescimento do consumo desse tipo de conteúdo foi a pandemia de COVID-19. Durante esse período, devido às medidas de distanciamento social, plataformas de transmissão ao vivo como a norte-americana *Twitch* viram um aumento significativo em relação ao número de usuários e quantidade de horas assistidas (REGIS, 2021), portanto é possível que esse grande fluxo de espectadores nas plataformas também tenha beneficiado esses criadores. Outro fator muito importante para o sucesso de *Youtubers Virtuais* é a interseção desse conteúdo com tópicos de grande popularidade online, principalmente entre o público mais jovem, como jogos e animes.

A produção de conteúdo com *VTubers*, se mostra uma indústria altamente lucrativa e que tem atraído grandes audiências. Em 2020, entre os 300 canais que mais arrecadaram doações em transmissões ao vivo no *Youtube*, 114 eram *Vtubers*, os quais somam quase metade do valor total arrecadado (REGIS,2021). Em 2024, no *Youtube*, em uma amostra de 300 criadores virtuais, foram somadas cerca de 15 bilhões de visualizações entre vídeos, transmissões ao vivo e vídeos de formato curto (YOUTUBE, 2025). No mesmo ano, a criadora de conteúdo porto-riquenha, Ironmouse, durante uma série de transmissões beneficentes, se tornou a criadora com o maior número de inscrições na plataforma *Twitch*, atingindo mais de 320.000 inscrições pagas em setembro (CRUZ, 2024).

Nesse mercado emergente de entretenimento, diversos criadores contam com o apoio de agências, sendo algumas das mais populares *Hololive*, *Nijisanji* e *VShoujo*. Porém há também uma grande parcela de criadores independentes, isso se dá porque, além de ser um formato que permite privacidade e a auto expressão dos criadores a partir do uso de personas, os recursos necessários para se tornar um VTuber são, relativamente, de fácil acesso.

*Vtubers* são um excelente exemplo de como tecnologias de captura de movimento acessíveis, porém, até então, menos conhecidas, começaram a conquistar seu espaço. Muitos *softwares* utilizados nesse processo, são recursos gratuitos cuja captura funciona a partir de *webcams* e câmeras de celular. Até mesmo os avatares utilizados podem ser feitos pelo próprio criador de conteúdo, uma vez que há uma grande oferta de tutoriais gratuitos disponíveis online, assim como *softwares* de captura que oferecem a possibilidade de customização dentro do próprio programa.

### **3. Como funciona a captura de movimento**

### **3.1. Classificação**

Os sistemas de captura de movimento são classificados a partir dos princípios físicos nos quais são baseados, sendo eles ópticos, magnéticos ou mecânicos, o último o qual inclui sistemas inerciais, acústicos e protéticos. Além disso, os sistemas de captura de movimento também são categorizados como ativos ou passivos, sincronos e assíncronos e com marcadores ou sem marcadores.

Sistemas são classificados como ativos quando há a presença de um dispositivo acoplado ao ator, animal ou objeto que gera um sinal que é medido por outro dispositivo no ambiente ou recebe um sinal emitido por outro dispositivo. No sistema passivo não há a geração nem a recepção de um sinal, portanto ele não afeta o ambiente, “Eles simplesmente observam o que já está no universo, como por exemplo as ondas eletromagnéticas, e não geram novos sinais” (GOMIDE, 2013, p.71).

Um exemplo que permite visualizar a diferença entre esses dois tipos de sistemas são os sistemas ópticos, que serão abordados com mais detalhes posteriormente. Os sistemas ópticos ativos se baseiam na emissão de luz, portanto geram um sinal novo no ambiente, enquanto os sistemas passivos tem como base a reflexão da luz, sem criar novos sinais, apenas utilizando a informação que já existe ao seu redor.

Sistemas por interação síncrona, são utilizados com o objetivo de produzir resultados imediatos, desse modo gerando uma interação em tempo real tanto em ambientes virtuais quanto no mundo real (GOMIDE, 2013). Sistemas assíncronos são utilizados para registrar uma performance que será elaborada em um momento posterior à sua gravação.

Por fim, um sistema também pode ser classificado a partir da presença ou da ausência de marcadores. Marcadores são os pontos a serem monitorados no indivíduo ou objeto da captura. Eles também podem ser chamados de sensores em alguns casos e possuem características próprias para cada tipo de sistema.

### **3.2. Sistemas ópticos**

Os sistemas ópticos utilizam a luz para monitorar diferentes pontos no espaço, portanto os dispositivos responsáveis por captar a informação neste caso são as câmeras. Eles podem ser classificados como ativos ou passivos e podem ou não utilizar marcadores.

Os sistemas que utilizam marcadores ativos funcionam a partir da emissão de luz, comumente utilizando LEDs como marcadores. Sistemas passivos tem como base a reflexão da luz, por esse motivo os marcadores utilizados neste caso são feitos de materiais reflexivos, geralmente tendo formato esférico, semi-esférico ou circular, variando também em tamanho dependendo da necessidade do projeto (KITAGAWA, WINDSOR, 2008) . Em ambos os casos, os marcadores são posicionados nas articulações e em outros pontos estratégicos do corpo do ator, eles podem ser colocados sobre a pele ou acoplados a um traje de captura.

As câmeras utilizadas em sistemas passivos são retro iluminadas por LEDs. O número de câmeras utilizadas costuma variar de 4 a 32, sendo o mínimo necessário 2 câmeras. A iluminação é um aspecto crucial dos sistemas ópticos. Apesar de ser um dos sistemas mais flexíveis e com a maior possibilidade de mobilidade para o ator, a captura óptica exige muitas vezes um ambiente controlado para evitar interferências. Porém, sistemas ativos mais modernos se mostram mais eficientes para o trabalho em ambientes externos em condições de luz natural (KITAGAWA, WINDSOR, 2008), como é o caso do sistema utilizado no filme *Planeta dos Macacos: A Guerra* (2017) (figura 13) que conta com o uso intenso da captura de movimento e diversas cenas externas;.

**Figura 13:** Atores com trajes de captura durante as gravações e fotograma do resultado final da animação em *Planeta dos Macacos: A Guerra*



Fonte: Cartoon Brew<sup>16</sup> (2017)

Outro aspecto que exige atenção ao se trabalhar com sistemas ópticos é o risco de oclusão. A oclusão é o fenômeno que ocorre quando um marcador está em uma posição que não é visível para nenhuma câmera, o que pode resultar na perda de informação da captura. Em certos casos, há ferramentas que tornam possível compensar a ausência desses

---

<sup>16</sup>Disponível em:

<<https://www.cartoonbrew.com/vfx/performance-capture-creature-apes-created-war-planet-apes-152357.html>>

dados, porém quando muitos marcadores sofrem oclusão ao mesmo tempo isso se torna inviável.

Para fins comerciais, principalmente na indústria do entretenimento, a captura óptica com marcadores se demonstrou como um dos métodos mais vantajosos. Quando comparada a outros métodos ela possui uma maior precisão em relação aos dados de captura. Além disso, é possível utilizar centenas de marcadores, cuja configuração pode ser alterada com facilidade, e há uma maior liberdade de movimento para os atores, uma vez que não há cabos e a área de captura é maior do que em outros sistemas, podendo até mesmo, nas condições adequadas, ser utilizado embaixo d'água, como foi o caso de *Avatar: O Caminho da Água* (2022) (figura 14).

Entretanto, uma das maiores desvantagens desse sistema é a quantidade de investimento necessário, sendo um dos sistemas mais caros, o que limita o acesso a essa tecnologia. Em 2006, o valor de um sistema de captura óptica variava entre US\$80.000 e US\$250.000 (GOMIDE, 2013), o que atualmente, considerando a inflação, corresponde, aproximadamente, a um valor entre US\$130.000 e US\$400.000.

**Figura 14:** Atores utilizando trajés de captura embaixo d'água durante as gravações de *Avatar: O caminho da Água*



Comparada a captura óptica com marcadores a captura sem marcadores recebeu menos destaque ao longo dos anos, sendo poucas vezes mencionado em artigos, pesquisas e teses. Ela possui algumas das mesmas desvantagens da captura com marcadores, estando sujeita a oclusão e sendo altamente dependente do uso de iluminação adequada, geralmente sendo utilizada apenas para captura facial. Porém, uma de suas maiores vantagens é que existem alternativas extremamente acessíveis para captura sem marcadores, tornando ela um meio viável para que indivíduos que nunca tiveram contato com essa tecnologia possam explorar a captura de movimento. Grande parte desses recursos são *softwares* e aplicativos que dependem apenas do uso de uma webcam ou câmera de celular.

### 3.3. Sistemas mecânicos

Os chamados sistemas mecânicos se referem a uma série de dispositivos que podem ser acoplados ao corpo de um ator e podem funcionar a partir de diferentes propriedades físicas. Esse grupo inclui os sistemas acústicos, inerciais e protéticos.

Os sistemas acústicos funcionam com uso de transmissores posicionados no corpo, eles atuam em conjunto com receptores no ambiente. Esses receptores medem o tempo que o som leva para percorrer o espaço entre os transmissores e eles, desse modo a posição dos transmissores é calculada por trilateração (GOMIDE et al, 2009). Os sistemas acústicos foram explorados até o início dos anos 90, porém quando colocados em comparação com sistemas ópticos ou magnéticos se mostraram menos precisos e menos práticos em relação ao seu tamanho.

Sistemas protéticos, funcionam a partir do uso de estruturas externas que são colocadas em uma parte do corpo do ator, esses sistemas não são indicados para a captura de corpo inteiro devido às conexões necessárias para realizar a medição das diferentes variáveis mecânicas. Porém eles se mostram muito favoráveis para a captura de movimentos de partes específicas do corpo como as mãos, um exemplo são os produtos da empresa *CyberGlove System* que possui luvas projetadas para captura de movimentos das

---

<sup>17</sup> Disponível em:  
<<https://www.polygon.com/23542793/avatar-way-of-water-actors-underwater-motion-capture-making-of>>

mão, que utilizam cinemática inversa para determinar os movimentos a partir da inclinação dos dedos. “O sistema é do tipo protético, e medem-se os ângulos através de uma liga metálica que transmite uma tensão à medida que é dobrada.” (GOMIDE, 2013, p.73). No campo acadêmico, sistemas semelhantes têm sido estudados para o desenvolvimento de alternativas mais acessíveis<sup>18</sup>, utilizando recursos como Arduino e o *software* processing em conjunto com sensores similares aos utilizados em dispositivos como a *Cyberglove* (figura 15).

**Figura 15:** Demonstração da CyberGlove II



Fonte: CyberGlove Systems<sup>19</sup> [s.d]

Sistemas inerciais funcionam a partir do uso de sensores compostos por acelerômetros e giroscópios que são posicionados nas articulações com o objetivo de mensurar o movimento. Como Gomide aponta, em sua tese de mestrado, em 2013, os sistemas inerciais já ganhavam relevância devido à miniaturização de seus componentes. Ao longo dos últimos dezenove anos, a popularização e o surgimento de dispositivos menores, mais sofisticados e que permitem uma mobilidade maior tem reforçado essa afirmação. Atualmente, sistemas inerciais são usados em diversas áreas, podendo ser

---

<sup>18</sup> COELHO, Renato Ramos et al. Desenvolvimento de um sistema de captura de movimento de baixo custo. In: **Symposium of Virtual and Augmented Reality**. 2011.

<sup>19</sup> Disponível em: <<https://www.cyberglovesystems.com/cyberglove-ii/>>

encontrados como acessórios para equipamentos de realidade virtual, sendo utilizados por Youtubers virtuais e também na produção de filmes e jogos.

Entre as suas maiores vantagens, estão o fato de que eles não sofrem oclusão e são mais portáteis que outros sistemas, apesar de poderem restringir os movimentos do usuário em alguns casos. Quando comparados com sistemas ópticos com marcadores, esses sistemas são muito mais baratos e exigem menos infraestrutura, porém os custos ainda são elevados de modo geral, o que tem levado ao desenvolvimento de alternativas mais acessíveis como o projeto de código aberto *SlimeVR*, que busca criar sensores sem fio de baixo custo.

### **3.4. Sistemas eletromagnéticos**

Sistemas eletromagnéticos se baseiam no uso de campos magnéticos gerados por dispositivos acoplados ao corpo do ator, através dos quais é possível determinar seus deslocamentos e rotações. Por não possuir a necessidade de pós-processamento para determinar esses aspectos, os sistemas eletromagnéticos são considerados apropriados para aplicações em tempo real. Além disso, alguns de seus principais diferenciais são o fato de que seus sensores não estão sujeitos a oclusão, permitem a captura de múltiplas performances simultâneas e possuem um custo muito menor do que os sistemas ópticos. Porém esses sistemas podem sofrer com interferências no campo magnético causados por objetos metálicos ou eletrônicos no ambiente e uma de suas maiores desvantagens é a presença de cabos e baterias que podem limitar o movimento dos atores.

## **4. Acessibilidade de recursos**

Após caracterizar sistemas e recursos como acessíveis nos capítulos anteriores, ou seja, afirmar eles que possuem fácil acesso ou obtenção é necessário explicitar que essa caracterização é feita a partir da comparação entre os recursos anteriores, cujo acesso era extremamente restrito por diversos fatores, e recursos atuais, que exigem um investimento muito menor e são pensados para serem consumidos por um público muito mais amplo.

Por esse motivo seria desonesto afirmar que, atualmente, o acesso a essas tecnologias é amplamente democrático, isto é, não reconhecer que elas ainda estão restritas

a uma pequena parcela da população que possui os recursos materiais e financeiros necessários para usufruir delas. Entretanto é necessário reconhecer também o impacto causado pela diminuição, mesmo que pequena, das barreiras de acesso à captura de movimento digital. Como foi constatado no capítulo inicial desta pesquisa, durante a maior parte de sua história, a tecnologia de *mocap* não esteve ao alcance de indivíduos independentes, exigindo um grande poder computacional, infraestrutura complexa e um investimento financeiro muito alto. Porém ao longo das últimas décadas tem sido observado um processo gradual de ampliação ao acesso através do desenvolvimento de alternativas mais baratas e versáteis para a captura de movimento, aumentando ainda mais seu potencial como um recurso tecnológico e poético. Um impacto que não pode ser ignorado.

A seguir, são apontados alguns exemplos de recursos disponíveis atualmente que podem ser considerados alternativas acessíveis para diferentes tipos de consumidores.

### **Xsens**

Xsens é uma empresa de tecnologia dos Países Baixos fundada em 2000 e adquirida, em 2017, pela Movella, anteriormente conhecida como mCube, uma companhia norte-americana especializada na produção de sensores miniaturizados com baixo consumo de energia (MOVELLA, 2017). Xsens tem como foco o desenvolvimento de tecnologias para a conversão de medições provenientes sensores de movimento em dados de aplicação, oferecendo uma série de sistemas de captura que buscam proporcionar uma experiência de alta qualidade com maior liberdade de movimento.

**Figura 16:** Sensor sem fio e receptor do sistema Awinda



Fonte: Movella<sup>20</sup> [s.d]

---

<sup>20</sup> Disponível em: <<https://www.movella.com/products/motion-capture/xsens-mvn-awinda>>

Entre os principais produtos da empresa estão os sistemas de captura *Awinda*, composto por 17 sensores sem fio (figura 16) e um sensor adicional para objetos, que conta com faixas para acoplá-los ao corpo e um receptor que é conectado a um computador, possuindo alcance de captura até 60m com uma taxa de atualização de até 60Hz, e *Link*, que utiliza um traje (figura17) com 17 sensores conectados internamente por cabos e um sensor adicional para acessórios. Apesar de depender de cabos internos, Link possui um alcance de captura de 150 metros e uma taxa de atualização quatro vezes maior do que Awinda.

**Figura 17:** Traje de captura do Xsens Link



Fonte: Movella<sup>21</sup> [s.d]

Os sistemas oferecidos prometem uma captura de alta qualidade e já foram utilizados em uma série de produções. Apesar de possuírem um custo de infraestrutura muito menor comparado a sistemas ópticos, adquirir e utilizar seus produtos ainda exige um grande investimento, principalmente para produções brasileiras, uma vez que a Xsens não possui revendedores autorizados para a maioria de seus produtos em território nacional. A empresa não divulga os valores de seus sistemas na loja oficial, porém, segundo Movella (2025), os valores começam em US\$4.590 para hardware e US\$3.790 para *software*, sem considerar possíveis taxas adicionais.

---

<sup>21</sup> Disponível em: <<https://www.movella.com/products/motion-capture/xsens-mvn-link>>

## Mocopi

Mocopi é um conjunto de sensores de captura de movimento (figura 18), lançado em 2022 pela empresa japonesa Sony, vendido com a proposta de ser uma alternativa mais fácil para o trabalho com a captura de movimento de corpo inteiro. O conjunto conta com seis marcadores sem fio de 3,2 cm, que são posicionados na cabeça, no quadril, nos pulsos e nos tornozelos por faixas elásticas. A ausência de cabos e o tamanho reduzido buscam permitir que o sistema seja utilizado em qualquer espaço e sem limitar os movimentos do usuário.

O conjunto de sensores pode ser utilizado por meio de um aplicativo próprio, gratuito, para celular, que também possui uma versão paga para computador, ou em conjunto a outros *softwares* de captura e edição de movimento, além de poder ser integrado a dispositivos de realidade virtual. O sistema ainda não foi lançado no Brasil, e não possui um distribuidor oficial no país, sendo possível adquiri-lo apenas por meio de importação ou revendedores independentes. Atualmente, o Mocopi está disponível por US\$449,99, estando sujeito também a impostos e taxas de importação.

**Figura 18:** Conjunto de sensores do Mocopi



Fonte: Sony<sup>22</sup> [s.d]

## SlimeVR

---

<sup>22</sup> Disponível em: <<https://electronics.sony.com/more/mocopi/all-mocopi/p/qmss1-uscx>>

SlimeVR é uma empresa de pequeno porte localizada em Roterdã, nos Países Baixos, que tem como objetivo levar a realidade virtual de modo acessível para o público, por meio do desenvolvimento de hardware e *software* de código aberto. Apesar de ter mocap como foco principal, esse sistema também pode ser utilizado como um recurso de captura de movimento, uma vez que não são exigidos dispositivos de realidade virtual para utilizá-lo. De modo similar a outros sistemas inerciais, os sensores (figura 19) são posicionados em pontos estratégicos do corpo por meio de faixas elásticas e funcionam sem a necessidade cabos, exigindo apenas uma conexão de wifi para conectá-los a um computador.

A empresa busca oferecer uma alternativa de baixo custo capaz de atender às diversas necessidades de seus usuários e para isso disponibiliza diferentes conjuntos de sensores. O menor conjunto disponível atualmente possui cinco sensores e é vendido por US\$219,00 como um complemento para usuários que já possuem dispositivos de realidade virtual. Já a alternativa mais completa, oferecida por US\$635,00, conta com doze sensores e quatro extensões, sensores auxiliares conectados aos sensores principais que funcionam como marcadores adicionais, e tem como público alvo usuários que buscam uma maior precisão e a possibilidade de experimentar com captura de movimento.

**Figura 19:** SlimeVR Tracker



Fonte: Crowd Supply<sup>23</sup> [s.d]

## Vtube Studio

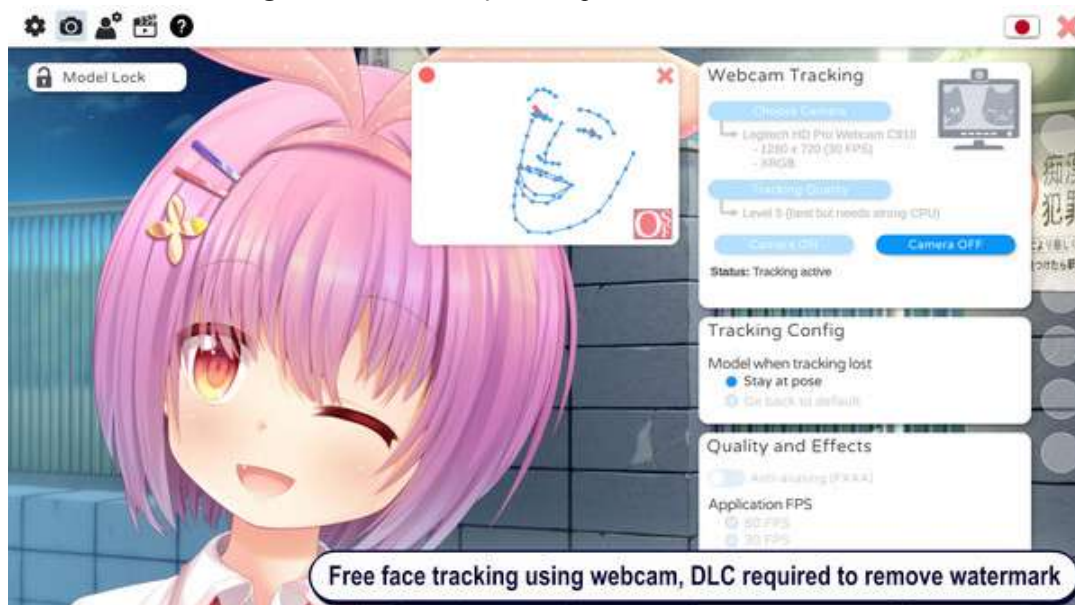
---

<sup>23</sup> Disponível em: <<https://www.crowdsupply.com/slimevr/slimevr-full-body-tracker>>

VTube Studio (figura 20) é um *software* que utiliza captura óptica de movimento, por meio de uma webcam ou câmera de smartphone, para controlar avatares bidimensionais. Criado pelo artista e desenvolvedor independente Vincent Diener, em 2021 (DENCHISOFT,[s.d]), o aplicativo permite que seus usuários configurem e controlem avatares criados no *software* de animação Live2D Cubism e tem se tornado uma das alternativas mais populares para a criação de conteúdo com vtubers, possuindo recursos de integração a plataformas de transmissão ao vivo e parcerias com empresas de tecnologia e desenvolvedoras de jogos como square enix, sony e nvidia.

VTube Studio permite a captura óptica em tempo real de expressões faciais e movimentos de cabeça e mãos, além de possuir suporte para captura de corpo inteiro através do uso sensores inerciais como o Mocopi, oferecendo esses recursos de forma gratuita e cobrando apenas por recursos opcionais ou em casos de uso comercial.

**Figura 20:** Demonstração de captura com o Vtube Studio



Fonte: Steam<sup>24</sup> (2021)

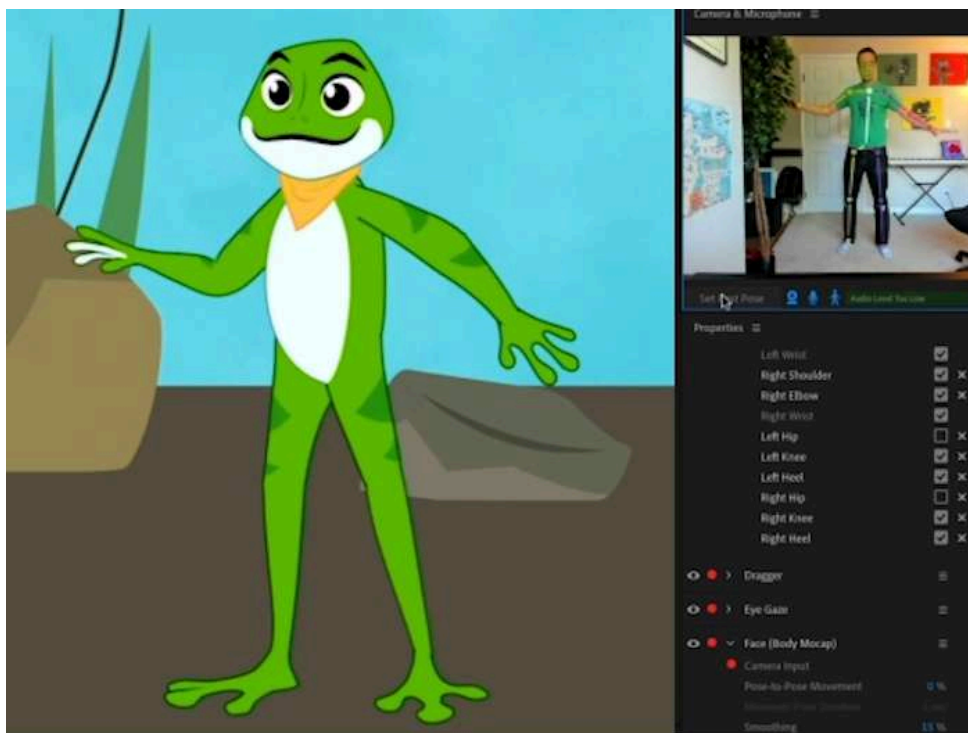
## Adobe Character Animator

Character Animator, é um *software* produzido pela empresa Adobe, que permite a captura de movimentos por meio de uma *webcam* (figura 21) e se propõe a reunir todas as etapas do processo de criação em uma única plataforma, possuindo ferramentas para

<sup>24</sup> Disponível em: <[https://store.steampowered.com/app/1325860/VTube\\_Studio/](https://store.steampowered.com/app/1325860/VTube_Studio/)>

criação e customização de avatares, articulação de modelos para animação e captura de movimentos corporais e expressões faciais em tempo real.

**Figura 21:** Demonstração de captura corpo inteiro com o Character Animator



Fonte: Adobe<sup>25</sup> (2021)

Character animator é um *software* pago, mas possui uma versão gratuita, na qual o usuário pode utilizar avatares prontos para criar vídeos simples com captura de expressões faciais e áudio em tempo real ou apenas sincronizar os movimentos da marionete com um arquivo de áudio já existente. Além disso a versão gratuita também apresenta um recurso simples de edição, que permite a inserção de acionadores, animações prontas que podem ser executadas junto a captura facial, como gestos, expressões faciais mais complexas e efeitos. Apesar de possuir recursos limitados, essa versão do *software* oferece uma interface minimalista e amigável (figura 21), que torna o processo criativo compreensível mesmo para usuários que não possuem conhecimento prévio em animação.

**Figura 22:** Captura de tela da interface de edição da versão gratuita do Character Animator

<sup>25</sup> Disponível em: <<https://www.crowdsupply.com/slimevr/slimevr-full-body-tracker>>



Enquanto isso, a versão completa do *software* oferece uma experiência muito mais complexa, na qual o usuário possui controle sobre todos os aspectos do processo, ao poder criar, customizar, configurar e gravar múltiplos personagens. Outro diferencial dessa versão é a possibilidade de capturar movimentos do corpo inteiro com o uso da webcam, um recurso que não é comum em programas similares.

Porém, para ter acesso aos recursos completos, é necessário adquirir o *software* por meio de uma assinatura da Creative Cloud Pro, que inclui um conjunto de vinte e cinco programas da Adobe, por um valor de R\$330,00 mensais. A aquisição do *software* se dá somente por meio da assinatura completa, o que pode ser um aspecto negativo para usuários que não possuem condições financeiras para investir em uma assinatura a longo prazo e, principalmente, aqueles que necessitam apenas de alguns recursos específicos do processo que são oferecidos por outros *softwares* de forma gratuita. Tornando-o uma alternativa mais adequada para usuários que já possuem, ou estão dispostos a investir em uma assinatura e que buscam centralizar o processo de modelagem e animação em um único programa.

### **Animaze by Facerig**

Animaze by facerig é um *software* que utiliza captura óptica de expressões faciais, por meio de uma webcam ou câmera de celular, para controlar personagens virtuais em transmissões ao vivo, chamadas de vídeo e gravações. O *software* oferece uma variedade de personagens prontos que podem ser customizados, assim como modelos pagos que

podem ser adquiridos por meio de uma moeda própria do aplicativo, e também permite que usuários utilizem seus próprios avatares, possuindo suporte para diferentes formatos de arquivo de modelos 2D e 3D. Lançado em 2021, o *software* é o sucessor do Face Rig, aplicativo desenvolvido, em 2013, pela empresa Holotech Studios Inc., trazendo uma maior qualidade de captura com melhorias gráficas e integração a recursos externos de mocap, como o Mocopi.

O *software* está disponível de forma gratuita, porém com algumas limitações, como a presença de uma marca d'água, acesso limitado aos avatares e opções de customização e restrições na taxa de quadros por segundo em transmissão ao vivo e exportação de arquivos. Apesar dessas condições, o *software* pode ser utilizado normalmente em sua versão gratuita. Porém um aspecto que pode ser considerado inconveniente para alguns usuários é a limitação de tempo por sessão do aplicativo, que interrompe a captura a cada 45 minutos, exigindo que ele seja aberto novamente para continuar.

Para evitar interrupções e ter acesso aos recursos completos, os usuários podem escolher entre dois planos de assinatura: Plus, o qual oferece acesso a todo o conteúdo original no aplicativo, condições melhores para transmissões e vídeos sem marca d'água, e Pro que oferece os mesmos benefícios juntamente a uma licença para uso profissional e recursos adicionais. Atualmente, na loja online Steam, onde o Animaze by Facerig é distribuído, estão disponíveis apenas licenças vitalícias para os planos que custam R\$101,99, para o Plus, e R\$409,99, para o Pro. É possível assinar um plano de forma mensal ou anual, porém apenas pelo site do aplicativo, que apresenta valores somente em dólar estadunidense.

**Figura 22:** Demonstração de captura com Animaze by facerig



Fonte: Steam<sup>26</sup> (2021)

## 5. Estudo de caso: Code Miko

Conhecida por sua audiência como “a técnica” Youna Kang é a criadora por trás da personagem virtual CodeMiko (figura, um projeto desenvolvido de forma independente em 2020, que utiliza a tecnologia de captura de movimento em conjunto com animações pré-gravadas com o objetivo de criar uma experiência interativa com seu público na plataforma de transmissões ao vivo *Twitch*).

Em vídeos recentes, Kang tem utilizado um sistema de captura óptica com marcadores e uma série de câmeras em seu espaço de gravação. Porém, Youna também utiliza, frequentemente, uma combinação do sistema inercial Awinda, com as luvas Manus, também desenvolvidas pela Xsens, e recursos de captura facial do aplicativo Live Link Face para Iphone (KANG,2021).

---

<sup>26</sup> Disponível em: <[https://store.steampowered.com/app/1364390/Animaze\\_by\\_FaceRig/](https://store.steampowered.com/app/1364390/Animaze_by_FaceRig/)>

**Figura 23:** Youna Kang e CodeMiko



Fonte: Throne<sup>27</sup> (2025)

Um dos aspectos pelos quais CodeMiko se destaca é seu design que, em contraste com a maioria dos criadores que utilizam esse formato, busca um visual menos estilizado e mais realista, comumente sendo inserida em cenários tridimensionais detalhados, com simulação de luzes e câmeras virtuais. Suas transmissões têm como foco principal a interação com o público que, por meio da integração da plataforma de transmissão ao vivo com o *software* utilizado por Youna para animar seu avatar, pode criar intervenções no cenário e até mesmo alterar ou controlar CodeMiko.

Seu conteúdo aborda temas diversos como entrevistas, vídeos de reações e jogos, porém muitos de seus vídeos recentes tem como assunto principal a interação com modelos de linguagem de inteligência artificial, exploração de ambientes virtuais e simulações em motores de jogos como a Unreal Engine 5, assim como tecnologias de captura de movimento e realidade virtual.

Atualmente, Youna também trabalha com uma equipe de desenvolvedores para criar o *software* Mikoverse, uma plataforma onde usuários poderão interagir através de avatares e criar ambientes e experiências de realidade virtual, de modo similar ao conteúdo que Code Miko apresenta em suas transmissões (KANG,2021). O *software* ainda não tem previsão de lançamento, porém sua proposta evidência um aspecto muito visível de

---

<sup>27</sup>Disponível

em: <https://blog.throne.com/how-vtuber-codemiko-uses-throne-to-elevate-her-streaming-career-and-enhance-her-virtual-world/>

CodeMiko enquanto projeto técnico e poético. Em seus vídeos e transmissões, Youna convida o público para entrar em um mundo virtual desenvolvido por ela. O processo de mostrar e colocar o equipamento de captura provocam a sensação de que Youna e sua audiência são transportadas para esse espaço virtual.

O trabalho de Youna é uma combinação de dois aspectos pelos quais a captura de movimento se destaca entre outras técnicas de animação: a imersão e a interação. Ao utilizar a captura de corpo inteiro com um alto nível de precisão, oferecido por um sistema inercial, CodeMiko reflete o modo como a tecnologia de mocap é utilizada principalmente na indústria dos jogos e do cinema. Nessas produções a escolha pela técnica se dá pela sua capacidade de transmitir uma performance com grande fidelidade, buscando a imersão do espectador em uma construção de mundo pela semelhança com a realidade. Ao mesmo tempo Youna utiliza esses recursos para interagir com o público, um aspecto explorado amplamente por criadores de conteúdo com avatares virtuais. Nesse caso, a captura facial se destaca como um veículo para transmitir emoções humanas através de personagens virtuais. Construindo uma relação profunda com o público, baseada na participação da audiência e nas respostas e reações do apresentador.

## **6. Projeto experimental**

Como parte dessa pesquisa, foi desenvolvido um projeto prático com o objetivo de experimentar tecnologias discutidas ao longo do texto, levando em consideração a acessibilidade dos recursos envolvidos no processo criativo. Esse capítulo relata as etapas do processo de criação de um modelo 2D e os resultados obtidos ao utilizá-lo em dois *softwares* gratuitos que utilizam a captura óptica de movimentos faciais. Por esse motivo os relatos a seguir possuem um caráter mais subjetivo, porém ainda buscando manter o rigor acadêmico na análise dos resultados obtidos e na contextualização do trabalho dentro do campo de estudo.

A ideia inicial para o projeto surgiu a partir de um trabalho desenvolvido durante a graduação, para a disciplina Narrativas e Visualidades II, cujo objetivo era elaborar e animar um modelo bidimensional com o *software* Live2D, para ser utilizado no software de captura VTube Studio. Desse modo, o projeto atual busca ampliar essa proposta, partindo do conhecimento acumulado ao longo do processo de pesquisa, dando destaque, principalmente, às possibilidades que podem ser exploradas por meio de recursos

acessíveis para um público geral sem a necessidade de investir recursos financeiros no processo.

Para realização dos testes com o modelo foram utilizados os *softwares* gratuitos VTube Studio e Animaze by Facerig, dadas as similaridades entre eles e a possibilidade de utilização de um mesmo arquivo para ambos. Por serem recursos pensados para a utilização de avatares em vídeos e transmissões ao vivo, o processo de design foi fortemente inspirado pelo design de *VTubers*.

### 6.1. Design do modelo

Tendo como base a experiência anterior com a criação de um modelo, foi decidido que o design do projeto atual reimaginaria alguns de seus aspectos visuais, com o intuito de apresentar um resultado que transmitisse de forma mais original características visuais e temáticas de ilustrações da autora (figuras 24 e 25), utilizado como referência para a criação do primeiro modelo (figuras 26 e 27 ), buscando preservar elementos temáticos como a figura do lobo e a paleta de cores azul, rosa, roxa e amarela.

**Figuras 24 e 25** : Ilustrações da autora utilizadas como base para o design do primeiro modelo



**Figuras 26 e 27:** Esboços (a esquerda) e design final do modelo criado em 2024 (a direita)



O modelo de 2024 tem proporções similares ao estilo utilizado em animações japonesas, conhecidas como anime, como a presença de características faciais simplificadas combinadas com olhos grandes e detalhados. A escolha por esse estilo se deu, inicialmente, porque ele é utilizado com frequência no design de modelos de *VTuber* resultando em uma grande quantidade de tutoriais online que utilizam modelos similares.

Porém, para o novo modelo, foi decidido que a aparência se aproximaria mais do estilo pessoal do trabalho da autora, tendo como referência também *VTubers* como Bignosebug (figura 28) e Raespark (figura 29), cujos designs possuem um grande contraste com os modelos comumente utilizados nesse tipo de conteúdo, trabalhando com traços mais cartunescos e cores sólidas com sombreamento simples.

**Figuras 28:** Design utilizado por BigNoseBug em suas transmissões



Fonte: BigNoseBug<sup>28</sup> [s.d]

<sup>28</sup>Disponível em: <<https://www.bignosebug.com/#artref>>

**Figuras 29:** Designs criados por Raespark



Fonte: Raespark<sup>29</sup> [s.d]

A partir dessas referências o novo modelo (figura 30 e 31) buscou trazer uma paleta de cores mais suave com linhas bem definidas e um sombreamento simples. Além de preservar elementos centrais como a silhueta marcada pelas formas arredondadas das roupas largas em contraste com as orelhas pontudas no capuz/touca. A maior parte dos detalhes se concentra na metade superior do design que será a parte controlada pela captura de expressões faciais.

**Figura 30:** Esboços do design da versão atual do modelo



<sup>29</sup>Disponível em: <<https://www.raespark.games/portfolio>>

**Figura 31:** Design final do modelo



## **6.2. Preparação da arte e *Rigging***

Com o design final do modelo definido, a etapa seguinte foi a separação das partes para o *rigging*, processo da animação através do qual diferentes partes de um modelo são dispostas em uma hierarquia, criando uma estrutura a partir da qual o modelo será posicionado movimentado.

A separação das partes ocorre de modo similar à construção de uma boneca de papel. Em um *software* de ilustração, as diferentes partes da imagem devem ser transformadas em camadas individuais (figura 32), considerando como elas serão movimentadas e sobrepostas e deformadas. Por exemplo, a camiseta, o casaco e a sombra do casaco do personagem poderiam ser feitos em uma única camada, porém, nesse caso eles foram separados pudessem se movimentar separadamente criando uma ilusão de profundidade e dando mais detalhe a animação, por esse motivo, foi necessário desenhar partes da camiseta que seriam sobrepostas e reveladas durante o movimento.

**Figura 32:** Camadas que compõem o modelo



Para a etapa de rigging, o *software* Live2D foi utilizado. Nesse caso foi utilizada a versão completa do software, que pode ser acessada por um período de teste de 42 dias, porém também há uma versão gratuita que permite a realização do mesmo processo com algumas limitações. Durante o rigging, as camadas individuais que foram preparadas são posicionadas dentro de uma hierarquia, onde elementos são designados como “pais e filhos”, o que significa que quando uma camada pai é alterada, todos os elementos que precisam ser alterados junto a ela tem que ser designados como seus filhos.

O outro aspecto central do processo é uso de parâmetros, através deles as diferentes posições das partes do modelo são associadas a valores numéricos, interpolando o movimento entre as posições definidas, chamadas de *keyforms*. De modo breve, é possível exemplificar esse processo com o movimento dos olhos, na imagem abaixo (figura 33). Os parâmetros “*EyeL Open*” e “*Eye R Open*” correspondem ao movimento de abertura dos olhos esquerdo e direito. Quando os olhos estão abertos o valor desses parâmetros é 1.0 e, quando estão fechados, se torna 0.0, para isso as partes que compõem os olhos foram movimentadas e deformadas nessa posição. Os valores entre 0 e 1 serão interpolados pelo programa, atribuindo uma posição intermediária entre as *keyforms* para cada um deles, criando a sensação de movimento quando os parâmetros são alterados.

**Figura33:** Demonstração do funcionamento dos parâmetros no software Live2D



A partir desse processo, cada parte do modelo foi inserida na hierarquia e posicionada de acordo com os diferentes movimentos que seriam executados, incluindo a rotação e a inclinação da cabeça, o abrir dos olhos, a movimentação da boca, dentes, sobrancelhas, cabelos e todos os outros elementos móveis que compõem o avatar.

### 6.3. Testes de Animação

Com o processo de rigging pronto, o modelo pode ser testado nos *softwares* escolhidos. Os testes realizados consistem na observação da responsividade e qualidade de captura dos modelos para reproduzir expressões faciais, considerando também possíveis dificuldades durante o processo de configuração em cada *software* e os conhecimentos exigidos para utilizá-los.

Um vídeo de demonstração dos resultados pode ser acessado em: [https://youtu.be/mdS4UrDw6sM?si=6igpWLY04v\\_xMoA2](https://youtu.be/mdS4UrDw6sM?si=6igpWLY04v_xMoA2).

### Vtube Studio

Ao abrir o programa, o usuário é recebido com uma interface simples com opções para selecionar um modelo, alterar a imagem de fundo e adicionar elementos à cena. Para adicionar um modelo customizado ao programa, basta colocar os arquivos necessários em uma pasta, uma vez que eles estão no local certo, o modelo pode ser selecionado no menu.

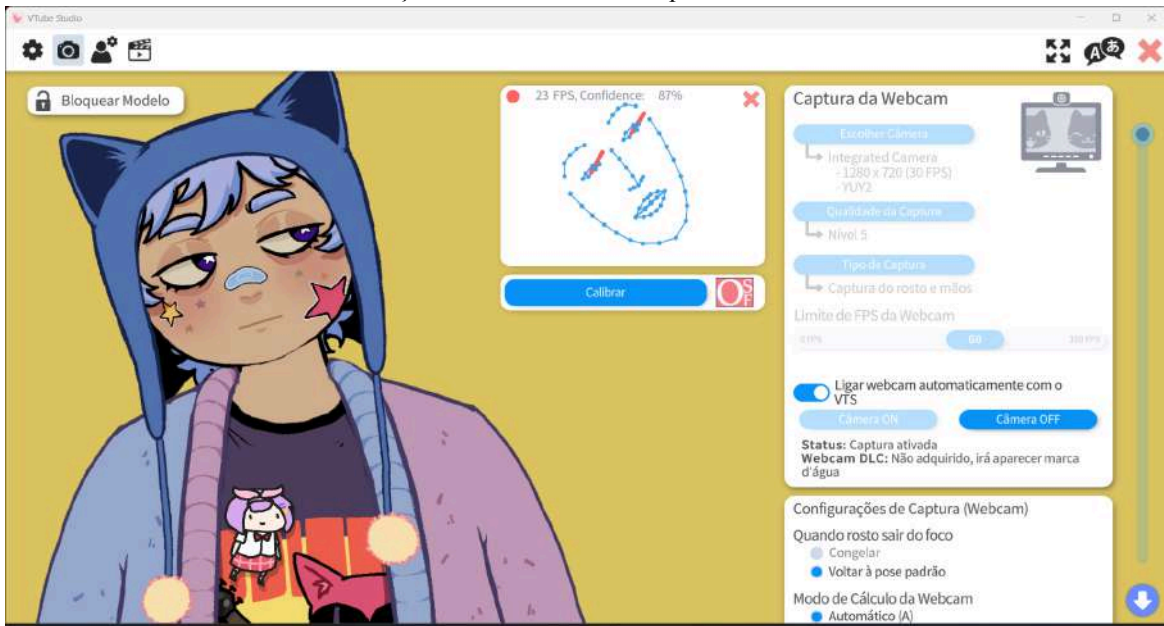
Após selecionar um modelo pela primeira vez, o programa oferece a opção de configurá-lo de forma automática, que é conveniente, porém, possui algumas falhas.

Ao ligar a câmera do notebook foi possível observar que nem todas as animações do modelo respondiam de forma precisa, algumas exigiam movimentos muito grandes para serem vistas e outras pareciam não corresponder aos parâmetros corretos, evidenciando a necessidade de ajustar as configurações manualmente. Esse processo levou alguns minutos, porém foi suficiente para resolver a maioria das questões. A interface das configurações também é simples porém completa, permitindo que todos os parâmetros sejam ajustados. Entretanto, configurar um modelo no VTube studio, pode ser um pouco desafiador para pessoas que nunca tiveram contato com o *software*, principalmente se elas não tiverem conhecimento sobre como o modelo é estruturado e como são produzidas as animações, uma vez que os ajustes precisam ser feitos levando em consideração os valores de cada parâmetro.

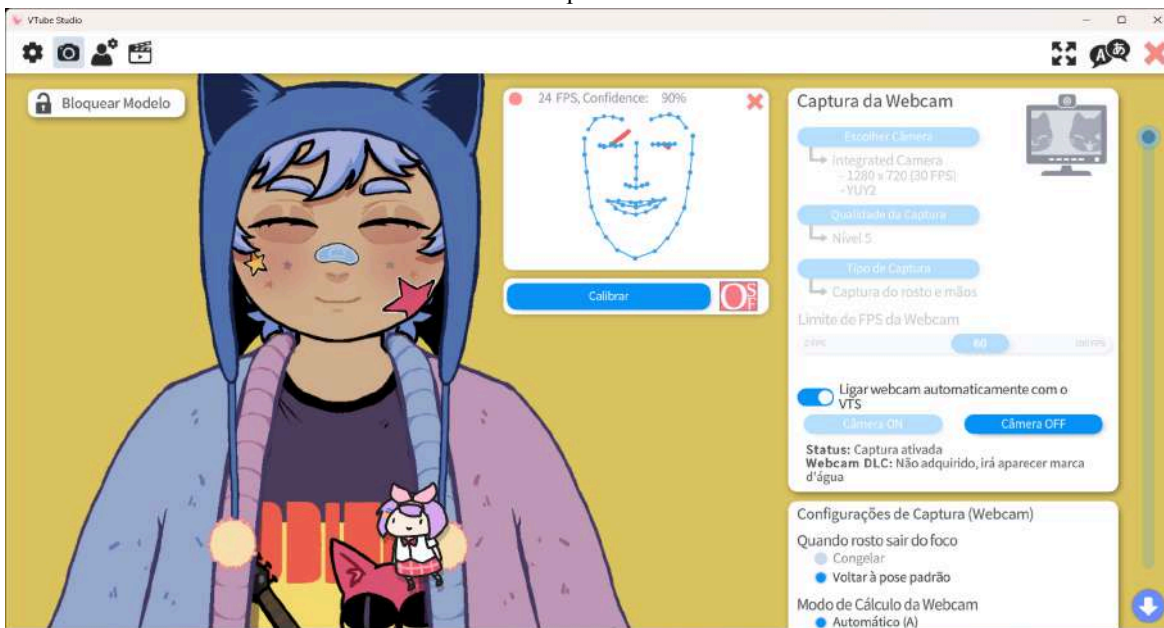
De modo geral, o *software* oferece uma boa qualidade de captura em tempo real. Durante os testes (figuras 34 e 35) o modelo reproduziu as expressões faciais sem atrasos ou distorções, algumas expressões mais complexas não foram possíveis, porém isso se dá por limitações do programa e sim por elas não terem sido preparadas no processo de rigging.

Apesar de exigir um breve conhecimento prévio e alguns minutos para configurar corretamente um modelo, é possível afirmar que o VTube Studio executa bem as funções que oferece de forma completamente gratuita. Em momento algum o usuário tem a sensação de que está perdendo algo por estar utilizando um *software* gratuito, fazendo com que o uso de complementos pagos seja visto como uma escolha que depende das necessidades e interesses do usuário, ao invés de um requisito para acessar esses recursos de forma apropriada.

**Figura 34:** Captura de tela do software VTube Studio com o modelo respondendo a inclinação da cabeça e direção dos olhos detectados pela webcam.



**Figura 35:** Captura de tela do software VTube Studio com o modelo respondendo a expressão facial detectada pela webcam.



### Animaze by Facerig

A interface do programa tem uma estrutura similar ao VTube Studio, oferecendo opções para selecionar personagens e customizar o cenário, além de outras configurações de câmera, áudio e integrado a *softwares* e dispositivos de captura externos. O processo de importação do modelo é simples e a configuração é automática.

Nesse caso, o programa não consulta o usuário antes de configurar o modelo, porém não foram necessárias configurações adicionais e o avatar respondeu exatamente como esperado assim. A qualidade de captura é notável, durante todo o processo as animações pareceram fluídas e não precisaram de ajustes, apresentando uma grande responsividade às expressões detectadas.

Entretanto, a presença constante de um timer na tela, serve como um lembrete para o usuário de que seu acesso a esse programa é limitado, o que não o impede de ser utilizado mas obriga escolher entre ser interrompido a cada 45 minutos ou pagar por uma assinatura.

Apesar disso, o Animaze ainda se mostra como uma alternativa interessante tanto para usuários que buscam um primeiro contato com essa tecnologia, devido a facilidade de configuração do modelo quanto para aqueles que querem explorar a captura óptica com uma boa qualidade.

## **7. Considerações finais**

Desenvolver essa pesquisa foi com certeza uma experiência muito enriquecedora. Permitindo um maior aprofundamento em discussões iniciadas durante as aulas da graduação, mas que ainda ocupam muito pouco espaço nos círculos acadêmicos, sobre um conjunto de técnicas de animação que, atualmente, possui uma presença extremamente grande na indústria de entretenimento.

A partir do levantamento bibliográfico realizado para a elaboração do texto foi possível obter uma compreensão melhor sobre o processo de criação com essas técnicas e como o cenário vivenciado por elas atualmente foi construído. Em relação a acessibilidade de recursos, ainda há fatores a serem considerados e a necessidade de uma investigação mais profunda, porém foi possível observar a diversidade de ferramentas atualmente disponíveis.

A elaboração do projeto experimental foi o resultado desse processo, utilizando o conhecimento acumulado sobre esses recursos e a experiência adquirida a partir de experiências anteriores. Apesar de ser a continuação de uma ideia iniciada anteriormente, um dos aspectos mais desafiadores desse processo foi o design, onde buscou-se criar uma coerência visual com o design anterior ao mesmo tempo que ele era reimaginado em um estilo completamente diferente. Enquanto isso, o processo rigging e a utilização dos

*softwares* de animação foram mais fáceis do que o esperado, o que provavelmente se dá pela familiaridade adquirida com o processo em experiências anteriores.

Em suma, é possível afirmar que o projeto, apesar dos desafios encontrados ao longo do caminho, cumpriu seus objetivos teóricos e práticos. Demonstrando que é possível explorar a captura de movimento sem grandes recursos financeiros ou infraestrutura e que mesmo um breve contato com essa tecnologia em suas formas mais simples tem o potencial de dar origem a um interesse muito mais profundo.

## 8. Referências

BUCCINI, Marcos. O instante e o movimento: a influência da fotografia de Muybridge e Marey. *Cartema*, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 60–73, 2018. DOI: 10.52583/cartema.v6i6.234555. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/CARTEMA/article/view/234555>. Acesso em: 8 dez. 2024.

CORREIA, Fábio Manuel Baio **Avatares para interação de elevada fidelidade em ambientes virtuais imersivos**. Vila Real, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10348/9599>> Acesso em: 22 jul. 2025

GOMIDE, João Victor Boechat. Captura digital de movimento no cinema de animação. 2013. Dissertação (Mestrado em Artes) - Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/JSSS-94EPAW> Acesso em: 21 jul. 2025

CRUZ, Christopher. **Ironmouse Talks Breaking Kai Cenat’s All-Time Twitch Subscriber Record**. Disponível em: <https://www.rollingstone.com/culture/rs-gaming/ironmouse-twitch-vtuber-most-subscribe-d-of-all-time-1235129114/>>. Acesso em: 22 jul. 2025

DENCHISOFT. VTube Studio - Official Website. Disponível em: <https://denchisoft.com/>>. Acesso em: 10, jan. 2026

GREIN, Paul. **All the Oscar Winners for Best Animated Feature**. Disponível em: <https://www.billboard.com/lists/oscar-winners-best-animated-feature-complete-list/2017-coco/>>. Acesso em: 21 jul. 2025

JIANG, H. *et al.* Better Technology, but Less Realism: The Perplexing Development and Application of VTuber Technology. In: *International Conference on Culture-Oriented Science and Technology (CoST)*, 2023, Xi’an, China, Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10336510>.> Acesso em: 22 jul. 2025

KANG, Youna. **CodeMiko: an interactive VTuber experience**. In: **SIGGRAPH Asia 2021 Real-Time Live! (SA ’21)**. New York: Association for Computing Machinery, 2021. Artigo 1. DOI: 10.1145/3478511.3491309. Acesso em: 07 jan.2026

KANG, Youna. Revealing How CodeMiko Is Made. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=e818LgnJ9rI&t=342s>>. Acesso em: 07 jan.2026

KITAGAWA, M.; WINDSOR, B. *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Oxford: Focal Press, 2008.

**Motion capture animation software | Adobe Character Animator**. Disponível em: <https://www.adobe.com/products/character-animator.html>>. Acesso em: 23 jul. 2025

NG, Jenna. Seeing Movement: On Motion Capture Animation and James Cameron's Avatar. **Animation**, v. 7, n. 3, p. 273–286, nov. 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/263564150\\_Seeing\\_Movement\\_On\\_Motion\\_Capture\\_Animation\\_and\\_James\\_Cameron's\\_Avatar](https://www.researchgate.net/publication/263564150_Seeing_Movement_On_Motion_Capture_Animation_and_James_Cameron's_Avatar)> Acesso em: 21 jul. 2025

**OSCARS. Rules & Eligibility.** Disponível em: <<https://www.oscars.org/oscars/rules-eligibility>>. Acesso em: 21 jul. 2025

**SlimeVR Full-Body Tracker.** Disponível em: <<https://www.crowdsupply.com/slimevr/slimevr-full-body-tracker>>.

**The Lord of the Rings: The Two Towers.** Disponível em: <<https://www.wetafx.co.nz/films/filmography/the-lord-of-the-rings-the-two-towers>>. Acesso em: 21 jul. 2025

**VTube Studio.** Disponível em: <<https://denchisoft.com/>>. Acesso em: 23 jul. 2025

**XSENS. mCube acquires Xsens in drive to lead rapidly growing market for motion-sensing systems and applications.** Disponível em: <<https://www.xsens.com/resources/press-releases/mcube-acquires-xsens>>. Acesso em: 7 jan. 2026.

**XSENS. Xsens Motion Capture Pricing?** Disponível em: <<https://www.xsens.com/resources/xsens-motion-capture-pricing>>. Acesso em: 7 jan. 2026.

**YOUTUBE. Culture & trends report: Virtual Creators.** [s.l.:s.n], 2025. 14 p. Disponível em: <<https://www.youtube.com/trends/report/tr25-virtual-creators/>>. Acesso em: 22 jul. 2025.