

LUIS FELIPE VERÁSTEGUI RÍOS

**PRODUÇÃO DE CURTA-METRAGEM DE ANIMAÇÃO 3D EM UM CONTEXTO DE
CURTO-PRAZO UTILIZANDO O APLICATIVO DE REALIDADE VIRTUAL “QUILL”**

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

Orientador: Prof. Flávio Andaló, Dr.

Florianópolis

2021

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

Ríos, Luis Felipe Verástegui

Produção de curta-metragem de animação 3D em um contexto de curto-prazo utilizando o aplicativo de realidade virtual "Quill" / Luis Felipe Verástegui Ríos ; orientador, Flávio Andaló, 2021.

91 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Graduação em Animação, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Animação. 2. Realidade virtual. 3. Animação 3D. 4. Curta-metragem. 5. Quill. I. Andaló, Flávio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Animação. III. Título.

Luis Felipe Verástegui Ríos

**Produção de curta-metragem de animação 3D em um contexto de curto-prazo
utilizando o aplicativo de realidade virtual “Quill”**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Animação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Animação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de setembro de 2021.

Prof. Flávio Andaló, Dr. Coordenador do Curso de Animação UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Flávio Andaló, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof^a. Mônica Stein, Dr^a. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Clovis Geyer, Ms. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Flávio Andaló, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

A realidade virtual é um poderoso meio capaz de fornecer ao participante a experiência fisicamente imersiva de interagir, mediante o uso intuitivo do seu corpo, com um ambiente virtual que simula o espaço tridimensional. Assim, as suas características únicas a tornam em um meio adequado para a produção artística de conteúdo digital em 3D, posto que elimina as barreiras técnicas da interação entre o artista e a obra, típica das abordagens convencionais que implementam interfaces 2D, e possibilita a criação, manipulação e animação de objetos 3D de maneira direta e prática. Nesse contexto, o aplicativo imersivo *Quill* surge como um meio de produção peculiar de pintura e animação 3D que aproveita eficientemente as vantagens da realidade virtual para proporcionar diversas abordagens exclusivas de criação. No presente trabalho, implementou-se este aplicativo como instrumento principal para a produção de um curta-metragem de animação durante o evento Anima Jam, em um período de 9 dias e com uma narrativa inspirada no conceito de “tempo cronológico”. A sua realização foi dividida em três etapas principais: pré-produção, produção e pós-produção, e foi concluída de forma satisfatória, apesar das restrições que envolveu um contexto de curto-prazo.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Animação 3D. Quill. Curta-metragem. Anima Jam.

ABSTRACT

Virtual reality is a powerful medium capable of providing the participant with the physically immersive experience of interacting, through the intuitive use of its body, with a virtual environment that simulates three-dimensional space. Thus, its unique characteristics make it a suitable medium for the artistic production of digital 3D content, since it removes the technical barriers of the interaction between the artist and its work, typically found in conventional approaches that implement 2D interfaces, and enables a direct and practical way of creating, manipulating and animating 3D objects. In this context, the immersive application *Quill* arises as a peculiar mean of production for 3D painting and animation, that efficiently leverages the advantages of virtual reality to provide several unique creative approaches. In the present work, this application was implemented as the main instrument for the production of an animated short film during the Anima Jam event, over a period of 9 days and with a narrative inspired by the concept of “chronological time”. Its making was divided in three major stages: pre-production, production and post-production, and was successfully finished, despite the restrictions involved within a short-term deadline.

Keywords: Virtual Reality. 3D Animation. Quill. Short-film. Anima Jam.

1 INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento na década de 1960 (SHERMAN; CRAIG, 2019), a realidade virtual propôs estabelecer um novo paradigma das interfaces entre o humano e o computador, devido a que possibilitou interações mais intuitivas e naturais com os ambientes virtuais (MAZURYK; GERVAUTZ, 1999). Porém, durante muito tempo as limitações técnicas impediram o desenvolvimento de dispositivos acessíveis que permitissem a distribuição desta tecnologia no mercado de consumo popular (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016). No entanto, foi a partir da década de 2010 que o vertiginoso avanço tecnológico em *hardware* de computação (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017) e telas de alta densidade (SEARS, 2020) criaram as condições ótimas para possibilitar a renascença da RV¹ em uma nova geração de dispositivos mais acessíveis e menos intrusivos (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017). Este ressurgimento foi liderado pela empresa *Oculus* que, em 2016, lançou a primeira versão de consumidor do seu dispositivo HMD²: o *Oculus Rift CV1*, a partir desse ano, a disponibilidade de dispositivos de RV de nova geração aumentou consideravelmente (SEARS, 2020).

Estes dispositivos permitem que as pessoas consigam experienciar uma realidade alternativa por meio da geração de estímulos sintéticos que respondem de acordo aos movimentos do participante (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, a RV torna-se em um meio capaz de representar de forma fiel o espaço 3D desde uma perspectiva em primeira pessoa e, portanto, habilita interações intuitivas e naturais com um ambiente digital (FRÖHLICH, 2020). Além disso, a capacidade de interagir de forma intuitiva com o meio virtual possibilitam uma série de ilusões na percepção do participante que contribuem a desenvolver um estado de profundo engajamento e credibilidade dentro da RV (SHERMAN; CRAIG, 2019). Sendo assim, a utilização da RV permite estender a gama da experiência humana fora dos limites do que é possível no mundo físico (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016). Dadas estas características, considera-se que a RV serve como o meio adequado para abordar tarefas que envolvam uma percepção espacial precisa e a manipulação intuitiva de objetos 3D (SHERMAN; CRAIG, 2019; DEERING, 1995).

¹ Realidade virtual.

² *Head-Mounted Display*.

Portanto, embora a RV seja comumente implementada para o desenvolvimento de aplicações práticas ou como meio de entretenimento (KIM, 2016), considera-se que está também carrega um grande potencial para transformar os métodos convencionais de produção de arte digital em 3D, especialmente os da animação 3D (THALMANN, 1993), posto que a RV proporciona uma compatibilidade dimensional entre a execução da tarefa e o objeto produzido (YE *et al.*, 2006 *apud* ZHAI; MILGRAM, 1998). Assim, isto implica uma vantagem sem precedentes em comparação com as ferramentas convencionais de produção criativa baseadas em uma interface 2D com uma interação através do uso de *mouse* e teclado (MEALY, 2018), que resultam inerentemente limitadas em relação à criação e manipulação de objetos 3D (DEERING, 1995). Em contraposição, a RV permite aos artistas interagir de forma intuitiva e natural com as suas obras 3D, envolvendo a gestualização dos seus corpos no processo de criação (FRÖHLICH, 2020). Desse modo, considera-se que uma produção de animação 3D pode beneficiar-se significativamente destas vantagens a fim de facilitar e tornar mais eficientes os diversos processos criativos que a compõem, já que o processo de animação 3D convencional é referenciado como uma tarefa complexa e demorada, inclusive para animadores profissionais (CANNAVO *et al.*, 2019).

Dessa forma, após a aquisição do dispositivo *Oculus Rift CV1*, considerou-se conveniente implementar este meio para o desenvolvimento de um projeto individual de curta-metragem de animação 3D. Por este motivo, decidiu-se participar em um evento de maratona de produção de animações em um período de 9 dias, organizada pelo projeto “Anima Jam”³. Para tal fim, optou-se por utilizar como ferramenta essencial de produção ao aplicativo de criação em realidade virtual *Quill*. Assim, este aplicativo conta com uma interface simples e efetiva que possibilita a rápida construção de objetos 3D e, por sua vez, permite animá-los de forma intuitiva utilizando diversas abordagens. Além de ser um aplicativo de pintura e animação 3D, *Quill* é uma ferramenta narrativa autossuficiente que possibilita o desenvolvimento integral de um projeto de animação dentro de uma única plataforma.

³ O Anima Jam é um projeto voluntário e independente que surgiu em 2018 no curso de Animação da UFSC e organiza anualmente maratonas de animação e ilustração. Disponível em: <https://animajam.com.br/>

Assim, ao início da referida maratona de produção, no dia 26 de março de 2021, a equipe organizadora do Anima Jam forneceu o tema que foi utilizado como tema central na construção do curta-metragem, sendo este o conceito de “tempo”, no sentido cronológico da palavra. A partir de então, a produção e entrega do curta-metragem deveriam ser realizados até o prazo final do evento, no dia 4 de abril de 2021. Dado isto, considerou-se fundamental priorizar a finalização e entrega do curta-metragem dentro do tempo estipulado. Assim, elaborou-se um plano de produção dividido nas etapas de pré-produção, produção e pós-produção que pudesse se adequar apropriadamente ao contexto de curto-prazo do evento e aos métodos de produção em realidade virtual com o aplicativo imersivo *Quill*.

A etapa de pré-produção foi desenvolvida durante 3 dias e envolveu a conceitualização e preparação dos recursos essenciais das cenas. Assim, decidiu-se elaborar uma narrativa simples, sem diálogo e com caráter contemplativo. Dessa forma, desenvolveu-se a história de uma pequena jornada realizada por uma entidade interdimensional que viaja até um deserto com a finalidade de encontrar uma flor de cacto perdida no tempo. A princípio, alguns processos iniciais de conceitualização foram abordados fora da RV, embora posteriormente acabaram sendo traduzidos para o ambiente virtual com as ferramentas de criação de *Quill*. Dessa forma, foi definida a aparência estética do curta-metragem em relação aos elementos narrativos essenciais, tais como os cenários, o personagem, e o cacto. Finalmente, esta etapa terminou com o processo de *rigging* do personagem, que possibilitou a animação do corpo do personagem.

A etapa de produção durou aproximadamente 5 dias e foi realizada de forma integral dentro do ambiente imersivo do aplicativo *Quill*. Esta etapa envolveu a produção de diversas animações por meio de diferentes abordagens disponibilizadas em *Quill*, tanto para animação do personagem quanto para a produção de efeitos visuais aplicados a todos os elementos narrativos. Esta coleção de efeitos visuais foi realizada com o objetivo de proporcionar uma aparência dinâmica às cenas. Depois de arranjar adequadamente os elementos de cada cena, realizou-se o processo de blocagem e animação das câmeras virtuais. Em seguida, procedeu-se com a renderização das câmeras utilizadas para cada cena, resultando na exportação em formato de vídeo das cenas construídas em *Quill*.

A etapa de pós-produção foi realizada fora da realidade virtual e durante o último dia da maratona. Nesta etapa, foi elaborada a montagem narrativa das cenas e a edição sonora, a fim de construir a versão definitiva da obra. Por último, procedeu-se a executar a renderização final do curta-metragem em formato de vídeo, obtendo assim a obra finalizada.

A modo de conclusão, considera-se que a RV e, em específico, o ambiente virtual do aplicativo *Quill*, propõem uma inédita abordagem de produção de animação 3D que permite ao artista atingir um estado de criatividade potencializado, dado que o deixa imerso dentro do mesmo espaço com a sua obra e dá-lhe controle para definir o conteúdo do seu entorno. Porém, apesar proporcionar um meio acessível de expressão criativa em 3D, esta abordagem ainda apresenta algumas limitações que podem impedir a sua adoção generalizada.

1.1 OBJETIVO GERAL

Produzir um curta-metragem de animação de forma individual em um prazo de 9 dias, com uma narrativa inspirada no conceito de “tempo cronológico” e utilizando como meio de produção essencial as ferramentas de pintura e animação 3D em realidade virtual do aplicativo imersivo *Quill*.

1.1.1 Objetivos específicos

- Abordar uma exploração conceitual e técnica introdutória relacionada à realidade virtual, a tecnologia implementada atualmente e as suas propriedades estéticas.
- Argumentar a respeito das qualidades e potencial da realidade virtual como meio de produção criativa em 3D e das vantagens que proporciona em comparação com as interfaces tradicionais em 2D.
- Exibir as qualidades e especificidades do aplicativo de criação em realidade virtual *Quill*, da sua linguagem estética, das suas ferramentas e funcionalidades, e da sua abordagem de produção.

- Explorar e desenvolver uma linha de produção de cenas e efeitos de animação utilizando exclusivamente as ferramentas fornecidas no aplicativo de realidade virtual *Quill*.
- Demonstrar a competência das ferramentas de animação em realidade virtual, particularmente do aplicativo *Quill*, como alternativa viável para a produção de animações independentes em um contexto de curto-prazo.

1.2 JUSTIFICATIVA

A realidade virtual é uma tecnologia emergente que ainda precisa ser explorada em maior profundidade pelo mundo acadêmico, tanto na teorização da sua linguagem quanto nas potenciais aplicações práticas que carrega para transformar diversas indústrias e áreas do conhecimento, especialmente na área de animação.

Na atualidade, a produção de animação 3D envolve um trabalho complexo e demorado que requer de um conhecimento técnico especializado e de uma percepção espacial capacitada. Isto se deve a que sua abordagem convencional apresenta a utilização de interfaces 2D que impossibilitam uma adequada representação e interação com o espaço 3D. Portanto, a tarefa de animação 3D convencional impõe barreiras técnicas que representam um impedimento para quem pretende expressar-se criativamente em um ambiente virtual 3D sem possuir um conhecimento técnico avançado.

Com a RV é possibilitado um novo paradigma de interação com ambientes virtuais através da representação simulada do espaço 3D. Em vista disso, esta condição implica uma vantagem considerável em comparação com os métodos convencionais de criação de conteúdo 3D, posto que permite processos criativos mais intuitivos e em melhor sintonia com as habilidades de navegação e percepção espacial do participante.

Neste contexto, o aplicativo *Quill* surge com a proposta de levar a produção de animação 3D para o ambiente virtual interativo da RV, a fim de desenvolver uma abordagem de produção mais eficiente e intuitiva que envolva a gesticulação corporal do artista no processo de criação. Assim, este aplicativo possibilita a criação de objetos 3D de forma rápida e semelhante ao desenho 2D, aproveitando as

capacidades únicas dos ambientes de RV. Da mesma forma, permite animar os objetos criados de forma intuitiva através de múltiplas técnicas disponibilizadas. Dado isto, o aplicativo proporciona as condições ideais para que o artista desenvolva um estado de criatividade potencializado e, portanto, aumente a sua eficiência e produtividade. Além disto, permite abarcar todas as etapas de produção de uma animação 3D, tornando-a em uma ferramenta conveniente para a realização de projetos independentes.

Nesse sentido, o presente projeto pretende evidenciar a competência do aplicativo *Quill* para desenvolver um curta-metragem de animação 3D em um contexto de curto-prazo, já que não se encontraram indícios na academia ao respeito. Da mesma forma, notou-se a ausência de informações detalhadas, bem documentadas e reunidas ao respeito da linha de produção de animações em RV com o aplicativo *Quill*, pelo que se considerou importante contribuir com uma descrição dos processos abordados ao longo da produção do curta-metragem, a fim de proporcionar uma referência concreta de produção.

Por último, a adoção da tecnologia de RV em diferentes indústrias apresenta um crescimento promissor. Uma eventual adoção generalizada na indústria de animação tem o potencial de transformar radicalmente a forma em que se produz a animação 3D. Nesse sentido, este panorama representa um chamado aos artistas a se prepararem para o futuro da indústria, pelo que resulta conveniente adotar uma constante atitude de aprendizagem em relação às ferramentas e tecnologias que proporcionam métodos mais eficientes de produção.

1.3 METODOLOGIA

A realização deste trabalho consistiu na produção de um curta-metragem de animação em um período de 9 dias utilizando o aplicativo de realidade virtual *Quill* e as suas ferramentas criativas de pintura e animação 3D. Da mesma forma, pretende-se proporcionar um fundamento teórico baseado na revisão da literatura acadêmica e conteúdo midiático (entrevistas, palestras, artigos de jornais e revistas digitais) relacionada à realidade virtual, a sua implementação como meio de produção artística em 3D e, especificamente, sobre a utilização do aplicativo de criação *Quill* para produção de animação em 3D.

A fundamentação teórica divide-se em dois marcos conceituais, o primeiro explora a conceitualização da realidade virtual de forma geral, oferece uma sucinta explicação técnica da tecnologia implementada na nova geração de dispositivos de RV, e descreve as propriedades estéticas exclusivas do meio em relação à autopercepção do participante quando utiliza a RV. Dentre os principais referenciais teóricos desta parte destacam Sherman e Craig (2019), Kim (2016), Slater e Sanches-Vives (2016) e Coburn, Freeman e Salmon (2017).

O segundo marco teórico principal explora a realidade virtual como meio de produção artística em 3D, portanto, descreve às suas principais distinções com as abordagens convencionais das interfaces 2D e argumenta-se sobre as vantagens que proporciona para a criação intuitiva de conteúdo 3D. Posteriormente, apresenta o caso específico do aplicativo *Quill* junto às características da sua interface e a linguagem estética das suas produções de pintura 3D e animação 3D, as quais possibilitaram a realização do projeto de curta-metragem. Dentre as principais referências teóricas tomadas para a sustentação deste capítulo encontra-se a Fröhlich (2020), Mendes (2018), Mealy (2018), Deering (1995) e às diversas entrevistas concedidas ao artista Goro Fujita, pioneiro em produção de animações em *Quill*.

Para realizar o desenvolvimento prático, ou seja, a produção de curta-metragem, foi utilizado o dispositivo de realidade virtual *Oculus Rift CV1* junto aos controladores *Oculus Touch*, a fim de poder interagir com o ambiente virtual do aplicativo *Quill*, e, também, um computador compatível com estes dispositivos. Assim, resolveu-se dividir a produção em três etapas principais: a pré-produção, produção e pós-produção. A etapa de pré-produção envolveu os processos de conceitualização, definição estética da obra e a criação e preparação dos elementos narrativos para a fase de produção.

A etapa de produção envolveu a realização de diversas animações e composições de cenários para produzir as cenas na ordem sucessiva dos eventos narrativos. Nesta etapa foram exploradas diversas abordagens de animação de personagem e de criação de efeitos visuais. A fim de traduzir as cenas criadas para formato de vídeo, realizou-se a blocagem e animação das câmeras virtuais dentro de *Quill* e exportou-se cada cena em um arquivo separado.

Na etapa de pós-produção, realizou-se a montagem narrativa das cenas criadas e elaborou-se a edição de som. Uma vez obtido um resultado satisfatório,

procedeu-se a renderizar a versão definitiva do curta-metragem. Assim, durante o desenvolvimento pratico resolveu-se adicionar um referenciamento teórico quando se julgou conveniente.

1.4 DELIMITAÇÃO

O presente trabalho pretende explorar a implementação da realidade virtual como meio de produção artística de conteúdo digital em 3D, tanto para a criação de objetos quanto para a animação destes, devido a que representa uma nova abordagem no desenvolvimento de processos que são indispensáveis em qualquer linha de produção de animação 3D. Nesse sentido, busca-se abordar este assunto especificamente através da implementação do aplicativo imersivo *Quill* e as suas ferramentas criativas em uma produção individual de um curta-metragem de animação 3D em formato de vídeo em um contexto de curto-prazo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REALIDADE VIRTUAL

2.1.1 Definição

O termo “realidade virtual” pode ser definido, em essência, como:

“[...] um meio composto por simulações de computador interativas que detectam a posição e as ações do participante e substituem ou aumentam um ou mais estímulos sensoriais, outorgando a sensação de estar mentalmente imerso ou presente na simulação” (SHERMAN; CRAIG, 2019, p. 16, tradução nossa).

Sherman e Craig (2019) apontam que esta definição foi adotada com a finalidade de que fossem evitados tecnicismos e se pudesse abarcar as diversas abordagens tecnológicas que foram apresentadas ao longo da evolução da RV. Por causa disso, Kim (2016) considera que esta definição coloca maior ênfase na dimensão experiencial da realidade virtual do que na dimensão tecnológica desta. Portanto, acredita-se que uma visão da realidade virtual baseada na tecnologia traz dificuldades na compreensão do potencial e capacidades completas do meio (KIM, 2016 *apud* STEUER, 1992).

Nesse sentido, Sherman e Craig (2019), a fim de fornecer uma noção mais aprofundada da realidade virtual, indicam o sentido que a palavra “meio” deve tomar neste contexto. Os autores explicam que, no seu sentido mais amplo, a palavra “meio” refere-se a algo que está entre dois ou mais coisas, que as interconecta; em síntese, um intermediário. Porém, propõem que a interpretação específica que deveria ser adotada quando for referida em relação à RV é a de “meio de comunicação humana”, ou seja, uma forma de expressão na qual os pensamentos são convertidos em uma forma que pode atravessar o mundo físico e ser novamente reconvertido, por meio de um ou mais sentidos, em pensamentos (SHERMAN; CRAIG, 2019 *apud* MCCLOUD, 1993).

Por ser um meio de comunicação, a RV tem propriedades semelhantes com outras mídias mais tradicionais, especialmente com aquelas das quais herda a sua linguagem, tais como a computação gráfica, *videogames*, ficção interativa, animação,

entre outras (SHERMAN; CRAIG, 2019). Portanto, a RV incorpora em si mesma muitas destas propriedades e as combina junto com as suas qualidades específicas para criar um meio verdadeiramente único, possibilitando, dessa forma, uma nova relação dinâmica entre o receptor e o meio (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Sendo assim, para um meio conseguir transmitir ideias de uma pessoa a outra precisa de um conteúdo, e ao mesmo tempo, que o meio em questão tenha a capacidade de conservar tal conteúdo até ser entregue pro receptor (SHERMAN; CRAIG, 2019). No caso da realidade virtual, Sherman e Craig (2019, p. 21) indicam que o conteúdo transmitido por este meio se manifesta na forma de um “ambiente virtual”, que é definido como “uma instância de um mundo virtual apresentado em um meio interativo”. Dessa forma, os autores argumentam que quando alguém interage com um ambiente virtual através de um sistema que apresenta os objetos de uma forma fisicamente imersiva, pode-se afirmar que a pessoa está experienciando tal conteúdo por meio da RV. Do mesmo modo, afirma-se que o ambiente é virtual porque o espaço e os objetos apresentados pretendem representar em certo grau, por meio de uma simulação digital, as propriedades reais de tais objetos (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Portanto, a realidade virtual é o meio no qual os sentidos podem ser utilizados para experienciar e interagir de forma física com uma realidade alternativa, ou seja, uma representação de um espaço que bem pode existir em outro lugar ou tempo ou ser um ambiente puramente imaginário (SHERMAN; CRAIG, 2019). Nesse sentido, a realidade virtual é por natureza, um meio 3D, considerando que ela busca simular a realidade física (SHERMAN; CRAIG, 2019). Desse modo, a RV possibilita a representação do espaço 3D (ERRA; MALANDRINO; PEPE, 2018) e a construção de experiências simuladas que se assemelham àquelas da realidade física, e que não seria possível obtê-las nas mesmas condições sem a influência externa de um dispositivo imersivo (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Sherman e Craig (2019) mencionam que estas experiências se tornam viáveis graças à faculdade dos sistemas de RV de substituir os estímulos sensoriais por outros sintéticos e, em simultâneo, reagir de forma imediata de acordo às ações do participante, permitindo que este acabe inserido corporalmente dentro do meio. Os autores chamam este processo de “imersão física” e o consideram uma propriedade

fundamental da RV. Cabe mencionar que os sentidos que são tipicamente sintetizados pelos sistemas de RV são o visual, auditivo e tátil (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Portanto, uma diferença fundamental que a realidade virtual tem com outras mídias é que estas apenas podem outorgar uma imersão a nível mental ou psicológico, no sentido de deixar o receptor em um estado de profundo engajamento com o conteúdo exposto, enquanto a RV apoia-se no uso da tecnologia para iniciar o processo de imersão de forma física, permitindo que o engajamento físico do corpo no mundo virtual conduza à imersão mental, ou seja, a desenvolver um senso de presença dentro da simulação (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, uma das características especiais da RV é que ela requer do envolvimento do corpo do participante, pelo que entram em jogo os seus sentidos externos e internos assim como a suas habilidades psicomotoras na construção da experiência no mundo virtual (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Nesse sentido, Fröhlich (2020) afirma que nenhum outro sistema fornece uma experiência em primeira pessoa tão convincente e realista. Assim, quando o participante desenvolve um senso de presença dentro da realidade virtual, este acaba comportando-se de maneira análoga à como faria em circunstâncias reais (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016). Sendo assim, Sherman e Craig (2019) apontam que, a partir da imersão física e mental que o participante experiencia dentro do ambiente virtual, este pode manifestar reações fisiológicas dos seus sistemas autônomos do corpo, resultando em mudanças em sua frequência cardíaca, respiratória e na resposta galvânica da pele.

Dado que a RV evoca respostas realistas nas pessoas, ela pode ser utilizada como um simulador da realidade, embora não seja *per se* exatamente tão real quanto a realidade física (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016). Porém, Slater e Sanches-Vives (2016) indicam que ela também é um simulador de irrealidades, e consideram que é nessa capacidade que reside o verdadeiro potencial do meio, pois possibilita operar fora dos limites da realidade e, portanto, criar uma infinidade de eventos que seriam impossíveis de reproduzir na realidade física. Neste sentido, a RV estende a gama da experiência humana de formas inimagináveis e as leva muito mais além do que é possível no mundo real (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016). Portanto, considera-se que a RV é uma poderosa ferramenta para a aquisição de experiências autênticas que causam no participante uma resposta comportamental realista, mesmo que,

paradoxalmente, os ambientes representados forem totalmente imaginários ou fantásticos (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016).

Por outro lado, Mazuryk e Gervautz (1999) consideram que a RV propõe um novo paradigma das interfaces entre o humano e o computador (HCI), posto que permite ao participant interagir e manipular objetos virtuais de forma natural e intuitiva. Em vista disso, Slater e Sanches-Vives (2016) argumentam que o termo “usuário” deveria ser evitado e substituído pelo termo “participante”, dado que a RV difere de outros tipos de interfaces humano-computador no sentido em que o participante experiencia o mundo virtual em vez de simplesmente usá-lo. Neste sentido, segundo Sherman e Craig (2019) a RV torna-se um meio ótimo para abordar tarefas que envolvam a interação com objetos em um espaço 3D.

Em resumo, Sherman e Craig (2019) consideram que toda experiência de realidade virtual, para ser apropriadamente chamada como tal, deve contar inerentemente com 5 elementos fundamentais: os participantes, os criadores, o mundo virtual, imersão e interatividade.

2.1.2 A tecnologia dos dispositivos atuais de RV

A fim de possibilitar a experiência da RV, require-se de uma plataforma tecnológica que a suporte (SHERMAN; CRAIG, 2019). Ao longo da evolução da RV tem surgido diversas abordagens com o intuito de implementar um sistema capaz de oferecer experiências de RV de forma efetiva e sem restrições. Na última década, tem surgido uma nova geração de *hardware* mais acessível e menos intrusivo, que tem facilitado consideravelmente a percepção do ambiente virtual e uma interação mais direta e natural com o meio, dentre estes dispositivos encontra-se o *Oculus Rift*, *HTC Vive*, *Samsung Gear VR*, entre outros (MENDES *et al.*, 2018).

Com a intenção de fornecer uma melhor compreensão sobre a tecnologia por trás da realização do meio, decidiu-se explorar de forma sucinta alguns conceitos e processos técnicos que são fundamentais para entender o funcionamento dos dispositivos de RV, especialmente da nova geração. Porém, em alguns casos optou-se por dar uma ênfase particular à descrição técnica do equipamento do *Oculus Rift CV1*, com o objetivo de apresentar um exemplo específico, posto que a tecnologia implementada pode variar entre os dispositivos ofertados da nova geração. Porém, a

motivação principal desta decisão foi porque o projeto prático exposto no presente trabalho foi realizado utilizando este dispositivo.

2.1.2.1 Head-Mounted Display (HMD)

Os dispositivos HMD constituem um dos paradigmas da realidade virtual junto aos dispositivos estacionários e os baseados na mão (SHERMAN; CRAIG, 2019). Por sua vez, também é o tipo mais comumente associado ao meio e aquele que tem maior disponibilidade no mercado de consumo. Assim, como o seu nome em inglês sugere, que traduzido ao português seria algo como “monitor montado na cabeça”, é um dispositivo de RV que é colocado e segurado na cabeça do participante e, portanto, permite que se desloque no espaço em concordância com os movimentos de cabeça deste (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Outra das suas características essenciais é que procuram isolar ao participante de estímulos externos, em favor de substituí-los por estímulos sintéticos (SHERMAN; CRAIG, 2019). Os HMD são relativamente leves e pequenos, dado que precisam ser segurados pela cabeça, também são facilmente portáteis e requerem de pouco espaço para serem operados (SHERMAN; CRAIG, 2019). Outra vantagem dos HMDs de nova geração é que podem ser utilizadas com um computador padrão e são compatíveis com muitas ferramentas de *software* disponíveis (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017).

Segundo Coburn, Freeman e Salmon (2017) este equipamento está tipicamente conformado por duas telas, ou uma tela dividida em duas, que são posicionados de tal modo que, quando for utilizado pelo participante, fiquem a poucos centímetros dos olhos do participante. Dessa forma, permite-se que cada tela seja projetada ao olho correspondente, possibilitando assim uma visão estereoscópica. Assim, a visão estereoscópica imita a forma em que as pessoas enxergam o mundo de forma natural, isto é, em 3D (YE *et al.*, 2006) e está baseada na disparidade retinal (MAZURYK; GERVAUTZ, 1999 *apud* BROOKS, 1995), ou seja, na pequena distância entre um olho e outro que permitem que cada um deles perceba um ponto de vista levemente diferente. Portanto, a visão estereoscópica melhora consideravelmente na percepção da profundidade (THALMANN, 1993).

Porém, o olho humano ainda apresenta dificuldades em focar-se em objetos tão próximos, por isso, é aplicada uma distorção ótica nas lentes do HMD que permite ao olho do participante focar melhor (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017). Da mesma forma, estes procedimentos óticos também causam que a tela projetada fique aparentemente mais ampla, fazendo que os *pixels* sejam percebidos com uma dimensão maior (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017).

Por outro lado, os dispositivos HMD geralmente incorporam um sistema de entrada e reprodução de áudio, isto é, um microfone e fones de ouvido, a fim de integrar em um único equipamento o gerenciamento dos estímulos visuais e auditivos (SHERMAN; CRAIG, 2019). Sherman e Craig (2019) consideram que o som contribui de forma significativa à experiência em RV, posto que intensifica a habilidade do participante de atingir a imersão mental dentro do ambiente virtual. Assim, o som pode ser utilizado na RV para incrementar a plausibilidade da experiência.

Da mesma forma que o seu complemento visual, os fones ficam fixos em relação à cabeça do participante quando este utiliza o HMD e são posicionados de tal forma que cada um situe-se próximo a cada ouvido (SHERMAN; CRAIG, 2019). Portanto, dado que apresenta dois canais de reprodução, Sherman e Craig (2019) indicam que se torna possível a emissão de áudio estereofônico e áudio espacial. Assim, a espacialização sonora fornece dicas perceptuais ao participante em relação a distância e direção da origem dos sons (SHERMAN; CRAIG, 2019). Para obter tal efeito, Sherman e Craig (2019) apontam que é importante realizar o rastreamento posicional da cabeça do participante, com a finalidade de poder transmitir o som em relação à localização espacial de cada ouvido.

Sendo assim, Sherman e Craig (2019) indicam que, em um dispositivo HMD, os fones de ouvido podem ser incorporados de duas formas. Quando busca-se cancelar os estímulos do mundo real, os fones são colocados por cima dos ouvidos. Em contraposição, quando busca-se permitir que os sons circundantes do mundo real sejam percebidos em conjunto com os sintéticos, são implementados um tipo de fone aberto (*hearthrough*).

O dispositivo HMD *Oculus Rift CV1* (Figura 1) conta com todas estas características expostas. Especificamente, conta com uma única tela OLED de 2160x1200 pixels com um campo de visão (FOV) de 110° e uma taxa de atualização de 90hz (ORLAND, 2016). Aliás, conta com fone de ouvido integrado do tipo *over-ear*

(ORLAND, 2016), ou seja, os fones colocam-se por cima dos ouvidos a fim de isolar os estímulos sintéticos.

Figura 1 – Dispositivo HMD *Oculus Rift CV1*, lançado em 2016



Fonte: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Oculus-Rift-CV1-Headset-Front.jpg>

2.1.2.2 Controladores de mão físicos

De acordo com Sherman e Craig (2019), o controlador físico é um tipo de dispositivo de entrada que permite controlar o mundo virtual por meio de um objeto tangível, em outras palavras, são os botões, interruptores, controladores deslizantes, *joystick* e outros *valuators* que permitem ao usuário interagir de maneira ativa com o sistema de RV. Nesse sentido, os autores indicam que múltiplos destes dispositivos de entrada podem ser integrados em um só controlador. Desse modo, este tipo de controlador com entradas múltiplas costuma ser utilizado para rastrear a posição da mão do participante, posto que, ao ser segurado por este, o controle acompanha os movimentos da mão realizados no espaço (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Por causa disso, os sistemas de RV modernos tem adotado a implementação de dois controles, um para cada mão, com o intuito de possibilitar interações mais naturais dentro do ambiente virtual (SHERMAN; CRAIG, 2019). Por exemplo, os controladores do *Oculus Rift* e do *HTC Vive* cumprem com estas características, e de certa forma, borram as linhas distintivas entre dispositivos de captura de movimento e controladores (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017).

Em vista disso, Sherman e Craig (2019) descrevem que estes controladores físicos também podem ganhar uma representação virtual na RV, seja na forma de uma mão virtual ou qualquer outra ferramenta, permitindo que o participante experiencie uma ilusão de corporalidade dentro do ambiente imersivo. Sendo assim, estes autores consideram que os controladores de mão podem ser mais convenientes e efetivos na realização de comandos do que um sistema de rastreamento completo das articulações da mão em formato de luva, dado que a luva é geralmente intrusiva e, fora disso, também é possível realizar um rastreamento da posição dos dedos com o controlador, embora limitado, por meio de inferências básicas em relação aos botões e *valuators* do controlador. Desse modo, os controladores especiais como o *Oculus Touch* (Figura 2) permitem que o sistema de RV deduza a pose da mão baseado na interação tátil dos dedos da mão com os botões do controlador (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, considerando que este controlador tem um formato ergonômico e precisa ser segurado de um modo específico, o sistema determina a posição provável dos dedos em concordância com os botões que foram, ou não, ativados. Sendo assim, a utilização de dois controladores, um em cada mão, permite que o participante consiga, em certo grau, transmitir ao mundo virtual as habilidades manuais adquiridas pela interação com o mundo real (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Figura 2 – *Oculus Touch*, controladores desenvolvidos para interagir na RV com o HMD *Oculus Rift*



Fonte:

<https://www.vrheads.com/sites/vrheads.com/files/styles/xlarge/public/field/image/2016/12/oculus-touch-new-feature.jpg>

Além disso, dado que o controlador é um objeto físico com existência no mundo real, também pode ser usado pelo sistema de RV como um dispositivo de saída háptico para emitir sinais táteis e propioceptivas pro participante. Desse modo, permite transmitir ao participante algumas propriedades físicas tais como forma, peso, textura de superfície, temperatura, entre outros, que podem ser aproveitados para interagir com o ambiente virtual (SHERMAN; CRAIG, 2019).

2.1.2.3 Rastreamento posicional

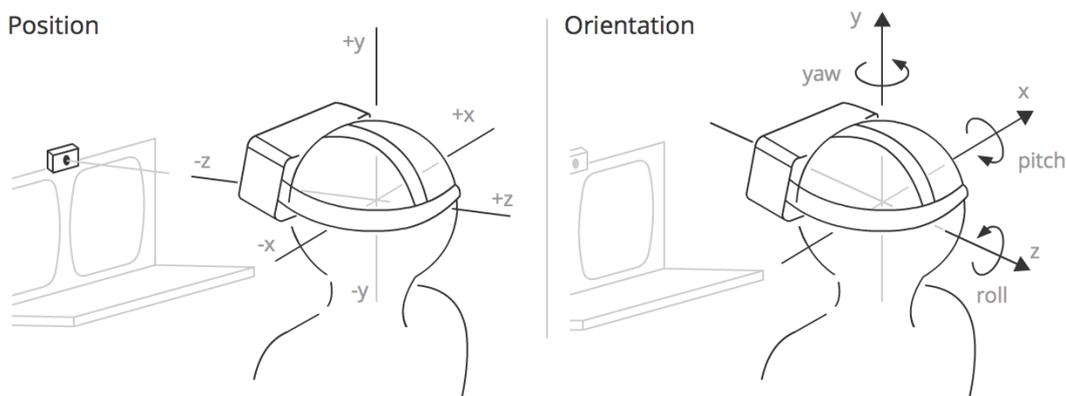
Sherman e Craig (2019, p. 12, tradução nossa) definem o rastreamento posicional como “a detecção computadorizada da posição (localização e/ou orientação) de um objeto no mundo físico, geralmente incluindo uma ou mais parte do corpo do participante”. Sendo assim, a convenção estabelecida em um sistema típico de RV consiste no rastreamento da cabeça e uma ou ambas mãos do participante. Dessa forma, o rastreamento posicional comunica ao sistema de RV a posição espacial do participante dentro do ambiente virtual, assim como as poses realizadas por este. Por este motivo, Sherman e Craig (2019) consideram que o rastreamento posicional é o tipo de rastreamento mais importante de qualquer sistema de RV.

Este procedimento é realizado por meio do emprego de sensores de posição, os quais são os dispositivos de entrada que reportam a informação de localização e/ou orientação ao computador (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, Sherman e Craig (2019) indicam que estes dispositivos geram informação posicional por meio da representação de pontos e/ou direções no espaço. Nesse sentido, pode ser que a informação capturada por um sensor apenas represente uma porção de quão livre o objeto se movimenta no espaço, podendo registrar unicamente informação relacionada à translação ou rotação de determinados eixos (SHERMAN; CRAIG, 2019). Em termos técnicos, esta capacidade de um objeto se movimentar ao longo ou em volta de um eixo espacial é expressada em graus de liberdade, que abreviado em siglas costuma ser referido como DOF (*degree of freedom*) (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Por conseguinte, Sherman e Craig (2019) explicam que quando um corpo pode mover-se de forma completamente livre e irrestrita pelo espaço, todos os seus movimentos podem ser descritos em termos de 6 DOF, dado que estes gestos podem

expressar valores em relação aos 3 graus de movimento de translação e, de igual maneira, aos 3 graus de movimento rotacional, ou seja, por volta e ao longo dos 3 eixos ortogonais. Portanto, enquanto mais DOFs forem registrados por um sensor de posição, maior é a capacidade deste de transmitir informação posicional ao sistema, podendo capturar uma maior amplitude de movimento com um dispositivo único (SHERMAN; CRAIG, 2019). Sendo assim, Sherman e Craig (2019) indicam que um sistema de rastreamento posicional com suporte de 6 DOF é capaz de registrar todos os tipos de movimento possível no espaço 3D (Figura 3).

Figura 3 – Representação gráfica de um sistema de rastreamento posicional



Fonte: <https://sudonull.com/post/22446-Overview-of-position-tracking-techniques-and-technologies-for-virtual-reality>

Dessa forma, quando é aplicado à cabeça e mãos do participante, o rastreamento posicional torna-se em um instrumento chave para renderizar os estímulos sensoriais sintéticos, posto que estes são apresentados pelo sistema de RV segundo a posição espacial do participante (SHERMAN; CRAIG, 2019). Desse modo, estas condições permitem que o participante consiga experienciar o ambiente virtual de maneira semelhante à como faria no mundo físico (SHERMAN; CRAIG, 2019). Por sua vez, de acordo com Sherman e Craig (2019) isto também facilita o engajamento dos sentidos internos de propriocepção e cinestesia do participante e, portanto, a desenvolver um senso de relação espacial com os objetos virtuais.

No decorrer da evolução da RV, diversas tecnologias de rastreamento posicional têm sido desenvolvidas e melhoradas com o tempo (SHERMAN; CRAIG, 2019). Com a última geração de dispositivos de RV, tem surgido novas propostas cada

vez mais acessíveis e menos intrusivas que possibilitam uma interação mais direta e natural (MENDES *et al.*, 2018). Porém, segundo Sherman e Craig (2019), nenhuma tecnologia disponível é totalmente eficaz em lidar com fatores como precisão ou interferência, embora isto pode ser compensado com redundância e fusão de dados, ou seja, utilizando múltiplos dispositivos de rastreamento para definir o estado final do objeto.

No caso do *Oculus Rift CV1*, este procedimento de fusão de dados foi aplicado para desenvolver um sistema de rastreamento posicional com suporte de 6 DOF. Assim, este dispositivo de RV possui um sensor de medição inercial (IMU) incorporado no HMD com suporte de 3 DOF para registrar os movimentos rotacionais e, em conjunto, são fornecidas duas câmeras infravermelhas externas para capturar a posição e movimentos de translação (3 DOF) do participante por meio do rastreamento ótico dos objetos (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017).

Figura 4 – Sistema completo do *Oculus Rift CV1*, incluindo dois controles *Oculus Touch* e duas câmeras infravermelhas



Fonte: <https://www.wcu.edu/hunter-library/services/ScholarStudio/VirtualReality/OculusRiftCheckout.aspx>

2.1.3 Estéticas da autopercepção na Realidade Virtual

2.1.3.1 Presença

Presença é um estado psicológico de "estar ali", mediado por um ambiente que envolve nossos sentidos, captura nossa atenção e promove nossa participação ativa (SHERMAN; CRAIG, 2019 *apud* WITMER *et al.*, 2005). Nesse sentido, Sherman e Craig (2019) consideram a imersão mental e a presença como termos equivalentes: um estado de profundo engajamento em que o participante suspende a descrença naquilo que está experienciando. No contexto da RV, Slater e Sanches-Vives (2016) explica que a presença é uma ilusão subjetiva que surge quando um participante experiencia o ambiente virtual utilizando o seu corpo de uma maneira natural e o seu sistema perceptual do cérebro infere que o ambiente virtual percebido é de fato o entorno circundante, mesmo apesar do participante reconhecer ativamente que não está ali.

Posto isto, Sherman e Craig (2019) consideram que existem 3 tipos de fatores que contribuem a desenvolver o senso de presença no participante em uma experiência de RV: fatores técnicos, fatores contextuais e fatores psicológicos. Os fatores técnicos referem-se àqueles que fornecem o aspecto tecnológico da imersão física. Os fatores contextuais são aqueles relacionados aos elementos do ambiente virtual e como o participante interage com eles. Por último, os fatores psicológicos são aqueles que o participante em si leva para experiência, que lhe são únicos a este (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, o senso de presença pode ser atingido por meio da influência conjunta destes elementos.

Slater e Sanches-Vives (2016) propõem uma distinção terminológica na abordagem do senso de presença entre a "ilusão de lugar" e "ilusão de plausibilidade". A ilusão do lugar é o equivalente de "estar ali" e pode acontecer em um ambiente estático onde nenhum evento acontece. Por outro lado, para causar a ilusão de plausibilidade require-se o ambiente virtual apresente suficiente credibilidade para que o participante acredite que os eventos exibidos estão acontecendo de verdade, ou seja, que as expectativas do participante em relação ao comportamento do mundo e os objetos sejam satisfeitas. Portanto, a ilusão de plausibilidade é mais difícil de

atingir, e costuma requerer uma relação subjetiva com o ambiente apresentado para possibilitar o engajamento (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016).

Dada a condição subjetiva desta ilusão, Cardia (2020) indica que a sensação de presença pode ocorrer de maneira intermitente e a qualquer momento da experiência e o seu grau de engajamento depende da quantidade de instantes de ilusão que ocorrem ao longo da experiência. Segundo Sherman e Craig (2019), um dos fatores mais relevantes no surgimento da ilusão é que ambiente exposto precisa ser pessoalmente significativo pro participante, posto que se este não considerar o conteúdo mostrado como atraente, existe pouca esperança de engajamento. Aliás, Sherman e Craig (2019) apontam também que a representação realista dos ambientes não é necessária para criar a sensação de presença no participante e, inclusive, mencionam que a representação mais abstrata ou fantástica de eventos pode induzir ao participante a um estado mental de fantasia que lhe leva a acreditar em acontecimentos impossíveis. Nesse sentido, a RV pode criar novas expectativas que parecem completamente naturais apesar de que são totalmente inviáveis de realizar no mundo real (SLATER; SANCHES-VIVES, 2016).

Sherman e Craig (2019) consideram que a intensidade da imersão do participante na experiência de RV pode ser categorizada em 4 níveis. No primeiro nível, o participante não possui nenhum tipo de engajamento, apenas percebe que está conectado a um computador. No segundo nível, o participante tem uma aceitação leve do entorno, ou seja, acreditam em certos aspectos da experiência, embora não sentem que fazem parte do mundo virtual. No terceiro nível, o participante se sente engajado, encontra-se principalmente focado nas interações com o ambiente virtual e não pensa sobre os acontecimentos do mundo real. No quarto e último nível, o participante atinge uma imersão mental total, ou seja, este se sente completamente parte do ambiente apresentado pelo sistema de RV, até o ponto de esquecer que está conectado um computador.

Para finalizar, cabe destacar que estes dois últimos níveis de imersão expostos por Sherman e Craig (2019) junto ao conceito de plausibilidade proposto por Slater e Sanches-Vives (2016) são compatíveis com o conceito de “ilusão de não mediação” abordado por Cardia (2020). Esta ilusão é descrita como uma alteração na percepção ou no reconhecimento da tecnologia mediadora que gera os estímulos

sintéticos em que o participante passa a comportar-se como se não existisse tal meio (CARDIA, 2020).

2.1.3.2 Corporalidade

A corporalidade é o senso do próprio corpo, a sensação de que algo é parte do próprio corpo (SHERMAN; CRAIG, 2019 *apud* LONGO *et al.*, 2008). Este senso surge pela autopercepção do próprio corpo no mundo real, com a ajuda dos nossos sentidos externos e internos que recebem estímulos da nossa própria tangibilidade. Porém, o senso de corporalidade também pode ser atingida de forma ilusória (SHERMAN; CRAIG, 2019). Nesse sentido, Sherman e Craig (2019) consideram que possivelmente é o conceito de maior importância nas experiências de RV. Assim, um ambiente virtual que é percebido pelo participante de forma imersiva através dos seus sentidos, combinado com a vontade de interatividade, requerem que o participante ganhe uma representação de si mesmo no mundo virtual (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Como resultado da sua pesquisa, Sherman e Craig (2019) descobriram 3 principais dimensões da corporalidade: propriedade, agência e localização. Sendo assim, é possível desenvolver percepções ilusórias em relação a cada uma destas. Isto pode ser realizado por meio do desenvolvimento de um “avatar”. Assim, o avatar é definido por Sherman e Craig (2019, p. 15) como “um objeto virtual usado para representar um participante ou objeto em um mundo virtual”. Os autores ainda mencionam que estas representações costumam ser tipicamente visuais e podem adotar qualquer forma.

No caso da RV, particularmente nos sistemas HMD baseados na cabeça, onde a visão do corpo do participante é ocluída pelo dispositivo, a presença de um avatar que o represente no mundo virtual contribui a desenvolver a noção de que o participante se encontra presente no mundo virtual e possui a capacidade de influenciar e afetar o entorno (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, Sherman e Craig (2019) indicam que, tipicamente em experiências individuais, o avatar pode adotar a simples representação das mãos do participante ou dos controles que segura, sendo que também pode ser representada como uma ferramenta. Desse modo, a representação de um avatar ajuda ao participante a perceber o seu corpo no espaço virtual e pode lhe auxiliar na execução de tarefas, possibilitando ilusões de

propriedade, agência e localização na percepção do participante (SHERMAN; CRAIG, 2019).

A “ilusão de propriedade corporal”, de acordo com Sherman e Craig (2019), surge quando um objeto representado no mundo virtual imita os movimentos que o participante realiza no mundo físico. Isto leva ao participante a aceitá-lo como próprio, ou seja, o incorpora. Esta ilusão revela que o cérebro humano calcula dinamicamente quais são as partes do próprio corpo com base nas informações multissensoriais e sensório-motoras disponíveis (SHERMAN; CRAIG, 2019 *apud* KILTENI *et al.*, 2015). Assim, concluem que produção da ilusão depende da congruência espaço-temporal entre os estímulos visuais e corporais, seja pelo sentido do tato e/ou da cinestesia, e ambos combinados com o sentido de propriocepção (SHERMAN; CRAIG, 2019 *apud* KILTENI *et al.*, 2015).

O senso de agência, uma categoria da corporalidade, refere-se a quanto uma pessoa percebe que faz parte de um ambiente e, por sua vez, a quanto que esta sente que pode exercer a sua vontade sobre seu entorno (SHERMAN; CRAIG, 2019). Segundo Kim (2016, *apud* JEANNEROD, 2003), o senso de agência é a habilidade de se reconhecer a si mesmo como o agente de um comportamento. Sendo assim, este senso também pode ser atingido de forma ilusória. No contexto da RV, Sherman e Craig (2019) indicam que esta ilusão surge quando o participante percebe o seu corpo virtual movimentar-se conforme aos seus próprios movimentos físicos e infere, por tanto, que possui um poder de influência sobre o mundo virtual que lhe rodeia. Portanto, enquanto maior controle a experiência de RV fornecer pro participante, maior o senso de agência que o participante desenvolve (SHERMAN; CRAIG, 2019).

Kim (2016, *apud* RYAN, 2005) propõe 4 níveis de agência nas experiências de RV. No primeiro nível, “agência periférica”, o ambiente virtual possui uma interface interativa, mas o participante não tem capacidade de influenciar os eventos apresentados. No segundo nível, a agência afeta o discurso e apresentação do evento por meio da seleção de elementos interconectados digitalmente, ou seja, o hipertexto. No terceiro nível, a agência possibilita variações em um sistema pré-programado, ou seja, o participante possui liberdade de ação até certo ponto, embora o propósito geral atender à estrutura do sistema. Por último, no quarto nível, “geração em tempo real”, o conteúdo da experiência é produzido de forma espontânea por meio da interação do participante com o sistema de RV. Segundo Kim (2016 *apud*

MANOVICH, 2001) o nível de maior agência é compatível com o conceito de *Open Interactivity*, onde os elementos e estruturas do mundo virtual é modificado em tempo real de acordo com as ações do participante.

Por outro lado, a “ilusão de localização corporal”, chamada também de “experiência fora do corpo”, pode ser atingido quando é apresentado ao participante um ponto de vista em terceira pessoa do seu próprio corpo (SHERMAN; CRAIG, 2019). Assim, quando os seus sentidos táteis e proprioceptivos são estimulados e o participante percebe visualmente a causa de tais estímulos, o participante pode desenvolver um senso de propriedade sobre o corpo que vê externamente (SHERMAN; CRAIG, 2019).

2.2 A REALIDADE VIRTUAL COMO MEIO DE PRODUÇÃO ARTÍSTICA EM 3D

De vez em quando, o avanço de um meio ocorre quando duas forças se aproximam desde pontos de vista diferentes: o artístico e o tecnológico (SHERMAN; CRAIG, 2019). Sherman e Craig (2019) comentam que geralmente a tecnologia proporciona as bases do meio e os artistas dispõem-se a abordá-lo com a intenção de expressar as suas ideias. Dessa forma, os artistas impulsionam o meio ao criar conteúdo engajante para o público. No caso da realidade virtual, ela tem inspirado inúmeros artistas para representar as suas ideias em um ambiente virtual, apesar de ser comumente considerado como um meio para aplicações práticas e de entretenimento ao invés de um meio para a expressão artística, (KIM, 2016 *apud* BATES, 1992).

Cannavò *et al.* (2019) indica que a ideia de utilizar a RV como meio artístico não é nova, embora as limitações tecnológicas existentes no passado resultaram em um impedimento para possibilitar experiências apropriadamente interativas e imersivas. Nesse sentido, também argumenta que o advento dos dispositivos HMD de nova geração resolveram estes problemas e abriu novas possibilidades de criação. Portanto, Kim (2016) considera que é responsabilidade dos artistas explorar o potencial estético do meio.

A RV costuma ser promovida como a interface de próxima geração entre o humano e o computador (DEERING, 1995), dado que possibilita a representação do espaço 3D (ERRA; MALANDRINO; PEPE, 2018) e permite que o participante, por

meio da visão estereoscópica e o rastreamento posicional deste, consiga manipular objetos 3D de forma natural em um ambiente imersivo, estendendo as interações convencionais em 2D (MENDES *et al.*, 2018). Portanto, Deering (1995) considera que a RV é uma candidata ideal para qualquer aplicação que requeira uma compreensão humana rápida e precisa da forma, orientação e distância de um objeto 3D.

Antes do surgimento da RV, os artistas digitais, a fim de criar e manipular objetos 3D, precisavam interagir com um ambiente virtual através da tela de um computador, ou seja, uma interface 2D (MEALY, 2018). Para servir a esse propósito, diversas técnicas de interação têm sido exploradas, recorrendo ao uso do *mouse* e teclado (MENDES *et al.*, 2018). Mendes *et al.* (2018) considera que o desenvolvimento destas interações não foi uma tarefa trivial, posto que pretenderam definir o paradigma de manipulação de objetos 3D por meio de dispositivos de entrada com capacidades de rastreamento em 2D, ou seja, com um suporte de 2 DOF. Por sua vez, Mendes *et al.* (2018) aponta que, na atualidade, tem se atingido um consenso geral em relação aos métodos de interação de objetos 3D baseados no *mouse* e teclado e as suas aplicações estão bem instauradas. Sendo assim, foram desenvolvidas duas abordagens: a utilização de *widjets* virtuais, que permitem aplicar manipulações restritas a um eixo espacial, e, a manipulação por meio da apresentação de múltiplas vistas ortogonais, na qual as interações ficam restritas ao plano correspondente (MENDES *et al.*, 2018).

Porém, Deering (1995) considera que continuam existindo grandes limitações nestas abordagens, dado que não é possível atingir uma real interação direta com um *mouse* e uma projeção monoscópica de um objeto 3D. Da mesma forma, indica que a manipulação de objetos 3D com o uso de um *mouse* é bastante problemática, dado que este dispositivo apenas pode afetar 2 eixos espaciais por vez (2 DOF), sendo que no mundo real podem ser aplicadas manipulações nos 6 eixos em simultâneo (6DOF). Nesse sentido, Coburn, Freeman e Salmon (2017 *apud* HSI; LIN; BELL, 1997) afirmam que a compreensão de objetos 3D representados em uma interface 2D requerem de um raciocínio espacial aprimorado. Portanto, a realização destas manipulações necessita ser operada por um especialista com uma percepção espacial capacitada para tais atividades (MENDES *et al.*, 2018).

Da mesma forma, Thalmann (1993) considera que estes métodos de manipulação podem ser admissíveis para tarefas de precisão nas quais são

requeridas a criação de formas regulares e a obtenção de informações quantitativas em relação aos objetos. Porém, se for aplicado ao trabalho artístico, onde as criações adotam formas irregulares e são alteradas com um propósito puramente visual e estético, os métodos convencionais de manipulação dificultam ao artista a compreensão da sua própria obra (THALMANN, 1993). Nesse sentido, existe evidência de que um trabalho é realizado de melhor forma quando há uma compatibilidade dimensional entre a tarefa requerida e o dispositivo de entrada aplicado, ou seja, interfaces 2D necessitam dispositivos de entrada com capacidades 2D e as interfaces 3D, dispositivos de entrada 3D (YE *et al.*, 2006 *apud* ZHAI; MILGRAM, 1998). Por essa razão, infere-se que a RV é o meio adequado para representar, criar e manipular objetos 3D.

Sendo assim, visualizar estes objetos na realidade virtual é consideravelmente mais fácil de entender e requer de menos esforço cognitivo em relação ao raciocínio espacial (COBURN; FREEMAN; SALMON, 2017 *apud* BRYSON, 1993). Além disso, o uso da RV pode melhorar a percepção espacial dos participantes (HO; SUN; TSAI, 2019 *apud* MOLINA-CARMONA *et al.*, 2018). De igual forma, o senso de presença e corporalidade permeiam a experiência de interação com os objetos virtuais, e possibilitam que o participante realize as manipulações de forma mais autêntica e natural. Sendo assim, o participante pode simular padrões de interação que carrega de forma internalizada dentro de si, dado que a RV está baseada na forma em que os humanos interagem com os objetos no mundo real (FRÖHLICH, 2020).

Estes padrões de interação são possibilitados pela aplicação do paradigma da mão virtual, que permite a representação espacial das mãos do participante no ambiente virtual por meio do rastreamento posicional de 6 DOF (MENDES *et al.*, 2018). Em paralelo, a apresentação de um sistema de interface 3D amplifica as possibilidades de interação (MAZURYK; GERVAUTZ, 1999) e permite que o participante se relacione de forma eficaz com o ambiente virtual segundo as necessidades de cada tarefa (LAVIOLA JR., 2017). Dessa forma, as interações na RV envolvem metáforas que simulam a forma em que os humanos interagem naturalmente com o mundo e também outras técnicas possibilitadas pelas características inerentes do meio.

Sendo assim, as principais interações possibilitadas na RV são a seleção e manipulação de objetos 3D, navegação espacial (MAZURYK; GERVAUTZ, 1999), operações com duas mãos e interação háptica e sonora (YE *et al.*, 2006). Segundo Kim (2016 *apud* MINE, 1995) existem 3 métodos em que as interações podem ser implementadas em uma experiência de RV. A primeira é por meio da manipulação direta, que possibilita uma interação semelhante ao do mundo real. O segundo método é por meio do emprego de controladores físicos, que permite ao participante interagir com o mundo virtual utilizando objetos tangíveis, tais como botões, *joystick*, controles deslizantes, entre outros; e, portanto, fornece uma relação háptica com o participante. O terceiro método consiste na utilização de controladores virtuais, que podem carecer de suporte háptico (KIM, 2016 *apud* MINE, 1995). Sendo assim, Mendes *et al.* (2018) argumenta que a manipulação direta em pleno ar apresenta limitações apesar das suas possibilidades promissórias, posto que as interações espaciais humanas evidenciam precisão insuficiente para realizar tarefas que exigem exatidão. Portanto, o participante pode acudir aos outros métodos com a finalidade de realizar operações mais precisas ou convenientes.

Em vista desse contexto, Fröhlich (2020) propõe o desenvolvimento de interações naturais e lúdicas para a criação de conteúdo digital em 3D, já que interações deste tipo podem resultar em uma experiência positiva pro participante assim permite uma aprendizagem mais rápida. Aliás, Fröhlich (2020) comenta que uma abordagem lúdica pode potencializar a criatividade dos participantes, dado que quando não estão preocupados em descobrir como funciona um sistema, estes ficam intuitivamente imersos na tarefa realizada, conduzindo a um estado de *flow* criativo que possibilita comportamentos únicos na tarefa criativa e na solução de problemas. Em vista disso, Mealy (2018) considera que trabalhar na criação de conteúdo 3D em um ambiente propriamente 3D é revolucionário. Por último, Fröhlich (2020) conclui que existe uma grande necessidade por ferramentas criativas que implementem interações naturais.

2.2.1 Quill

Quill é uma ferramenta de pintura e animação em realidade virtual desenvolvida para empoderar artistas e criadores, seja para criar uma arte final ou

como uma ferramenta de produção para auxiliar na conceitualização dum projeto (OCULUS, 2021). Assim, *Quill* permite aos artistas pintar e animar com ferramentas intuitivas utilizando seus próprios movimentos corporais dentro de um ambiente virtual infinitamente escalável, assim como navegar sem esforços pelo espaço (OCULUS BLOG, 2019). *Quill* é um aplicativo gratuito exclusivo da plataforma de *Oculus Rift* (OCULUS, 2021), foi criado por Inigo Quilez (FUJITA, 2017) em 2015 e foi originalmente desenvolvido para satisfazer as necessidades criativas do projeto de curta-metragem em RV *Dear Angelica*, produzido pela equipe criativa de *Oculus Story Studio* (OCULUS BLOG, 2019).

Desde o seu lançamento público em 2016 como um aplicativo de pintura 3D (SEARS, 2020), *Quill* tem evoluído em uma ferramenta madura que aproveita as vantagens únicas outorgadas pelo meio da RV para a criação de pinturas e animações em 3D (OCULUS BLOG, 2019). Em 2018, foram disponibilizadas funcionalidades básicas de animação (AMIDI, 2018), que possibilitou a criação de breves animações em *loop*, ou seja, em um ciclo de reprodução repetitiva. Em 2019 foi lançada a versão 2.0 do aplicativo, sendo essa uma atualização revolucionária que converteu o aplicativo em uma poderosa ferramenta narrativa autossuficiente, dado que forneceu uma plataforma que deu possibilidade aos artistas de desenvolverem obras de animação de princípio ao fim em um único aplicativo (OCULUS BLOG, 2019).

2.2.1.1 Interface, métodos de interação e ferramentas

Allen e Tucker (2018) consideram que o valor central de *Quill* é a acessibilidade, devido a que foi desenvolvido com o objetivo de fornecer ao participante uma experiência de uso simples. Em relação a isto, Lang (2016) elogia a interface do *Quill* devido a que facilita a compreensão de estruturas, ícones e interações que estão presentes em muitas ferramentas artísticas padrão da indústria, adaptando eficientemente à RV alguns paradigmas encontrados nas interfaces 2D convencionais. Dado isto, Schaefer (2018) considera a *Quill* um caso de sucesso em usabilidade e velocidade, e aponta que adicionar complexidade à interface poderia desacelerar o fluxo de trabalho.

A interface de *Quill*, quando é ativada, surge como um *tablet* acoplado à mão não-dominante do participante, enquanto a mão dominante adota a forma de um

cursor 3D (LANG, 2016). Por sua vez, a interface está composta por múltiplos botões ligeiramente em relevo que podem ser apertados facilmente com o cursor (LANG, 2016). Em complemento, é fornecido ao participante um estímulo háptico e sonoro quando um botão é apertado, a fim de outorgar um maior grau de tangibilidade aos botões. Cabe destacar também que as abas contidas na *tablet* virtual podem ser deslocadas da mão do participante e fixadas no espaço a conveniência, possibilitando a customização da interface segundo a tarefa requerida. Assim, Lang (2016) argumenta que a interface de *Quill* permite ao participante manter a destreza da mão dado que esta é apresentada em uma escala apropriada em relação à dimensão dum corpo humano.

Figura 5 – Mostra da interface de *Quill*



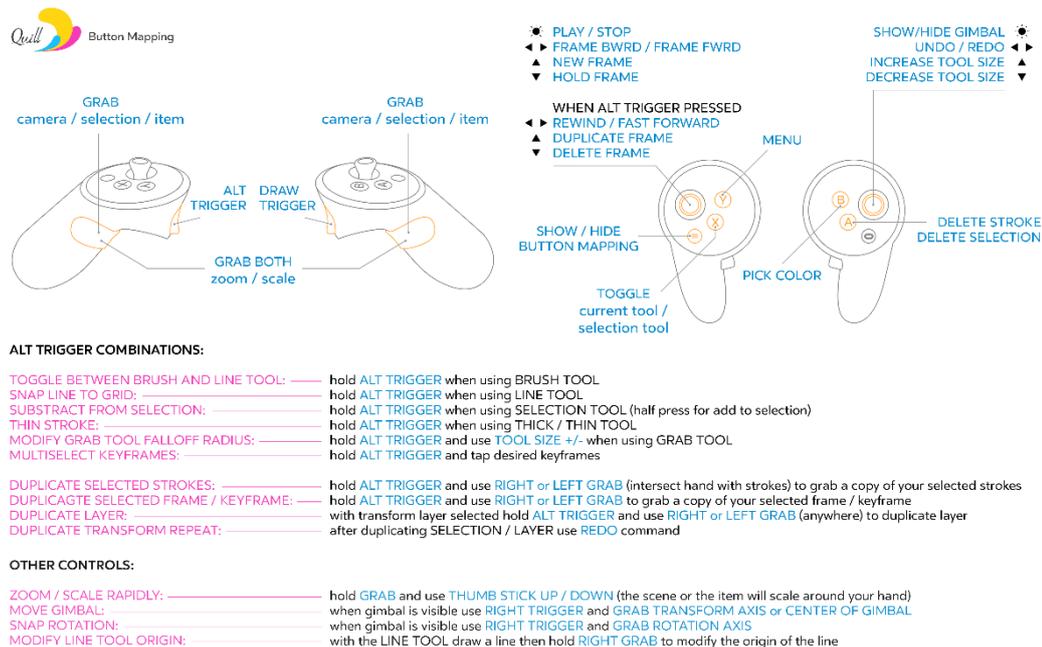
Fonte: autor

A respeito da interação com o ambiente virtual, *Quill* é incrivelmente intuitivo (FUJITA, 2017). O aplicativo incorpora um conjunto de métodos de interação que permitem relacionar-se de forma intuitiva e natural com o ambiente e os objetos, embora também requer de uma curva de aprendizado para dominar apropriadamente as ferramentas e funcionalidades. Por um lado, *Quill* está principalmente baseado em uma interação direta com a interface e os objetos, ou seja, explora a forma em que os humanos interagem com objetos no mundo real através da visão estereoscópica, da emissão de estímulos hápticos e auditivos, e do rastreamento posicional da cabeça e dos controladores segurados nas mãos do participante. Isto possibilita uma

navegação natural pelo espaço com um senso apropriado de profundidade, a manipulação direta do ambiente e objetos, a aplicação intuitiva das ferramentas, operações com duas mãos como a de escalar o ambiente, e a já mencionada interação direta com a interface.

Por outro lado, o aplicativo também explora as vantagens que proporciona a utilização de controladores físico com múltiplos dispositivos de entrada a fim de estender as possibilidades das interações e comandos. Para tal, *Quill* desenvolveu um complexo e sofisticado sistema de comandos (Figura 6) que podem ser acionados através da ativação individual ou combinada dos botões, *joysticks* e *sliders* integrados nos controladores. Dado que a maioria destas operações não pretendem simular algum padrão de interação internalizado no participante, o seu domínio requer de um processo de aprendizagem mais demorado do que uma interação direta.

Figura 6 – Mapeamento dos comandos no aplicativo *Quill*



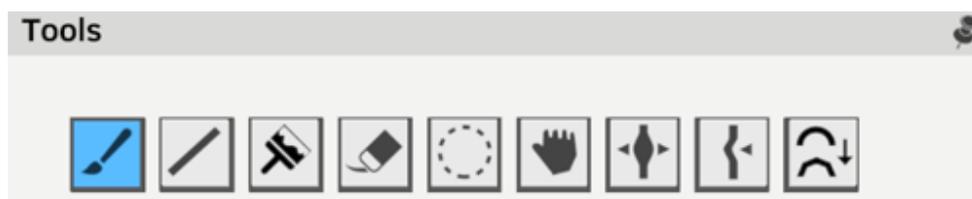
Fonte: <https://quill.fb.com/tutorials/button-mapping>

Adicionalmente, *Quill* também incorpora a utilização de controladores virtuais chamados de *gimbals* que permitem uma manipulação mais precisa de objetos, camadas e grupos por meio da separação dos DOFs, ou seja, através da manipulação

independente de cada eixo espacial. Isto representa uma grande vantagem, posto que as manipulações diretas apresentam limitações de precisão (MENDES *et al.*, 2018).

Em *Quill* são fornecidas 9 ferramentas para criar, alterar e/ou animar os objetos criados: *Paint*, *Line*, *Colorize*, *Eraser*, *Selection*, *Grab*, *Thicken & Thin*, *Nudge* e *Optimize* (Figura 7). Em resumo, a ferramenta *Paint* permite criar traços livremente pelo espaço, *Line* permite criar traços em linha reta, *Colorize* possibilita a pintura dos traços, *Eraser* apaga parcialmente um traço ou elimina-o totalmente, *Selection* permite selecionar de forma intuitiva objetos da cena, *Grab* permite deformar os traços de forma elástica, *Thicken & Thin* permite aumentar ou diminuir a grossura do traço, *Nudge* permite deformar o traço segundo a velocidade da mão quando for aplicada e *Optimize* permite simplificar a estrutura poligonal do traço (FACEBOOK, 2021).

Figura 7 – Ferramentas disponibilizadas em *Quill*



Fonte: <https://quill.fb.com/tutorials/tools>

2.2.1.2 Linguagem estética

Dadas as propriedades criativas do *Quill*, considera-se que o aplicativo fornece as condições para que o participante desenvolva um alto nível de imersão mental ou presença durante o processo de criação (ALLEN; TUCKER, 2018), no sentido em que um fator fundamental para atingir este estado é que o ambiente imersivo possua um valor pessoalmente significativo pro participante. Considerando que se trata de um processo de expressão artística, é provável que o participante desenvolva algo relevante para si. Da mesma forma, Allen e Tucker (2018) mencionam que o aplicativo facilita o envolvimento do corpo de forma intuitiva e natural e, portanto, isto contribui consideravelmente a atingir um profundo estado de presença.

Do mesmo modo, percebe-se que o aplicativo fornece ao participante um senso de agência máximo, dado que permite definir a experiência de forma

espontânea através da interação com a interface do ambiente virtual. Em outras palavras, a possibilidade de criar o conteúdo do ambiente virtual por meio da própria interação com o sistema RV outorga um senso de agência do tipo “geração em tempo real”. Cabe destacar que este senso de agência é potencializado ao adicionar o processo de animação, posto que isto também possibilita definir as dinâmicas narrativas do conteúdo criado no ambiente virtual.

Além disto, julga-se que a ilusão de propriedade corporal pode ser atingida em contextos alheios à percepção do avatar representado pelo cursor e a interface acoplada à mão. Considerando que é possível manipular e animar um objeto por meio de uma interação direta, tal objeto acaba sendo incorporado durante a manipulação como a representação da mão do participante. A exploração desta ilusão pode resultar particularmente vantajosa no processo de animação.

Sendo assim, considera-se que *Quill* proporciona um ambiente propício para que os artistas atinjam um estado potencializado de *flow* criativo, posto que a imersão física os deixa isolados da realidade exterior e a produção artística promove um alto nível de presença. Fujita ([2017]) ilustra esta situação emocionante: “*Quill* permite nos adentrar na nossa mente. Nos permite estar fisicamente dentro da nossa imaginação”.

2.2.1.2.1 Pintura 3D

As criações em *Quill* possuem uma linguagem estética peculiar que as distingue de outras ferramentas de criação 3D. *Quill* possibilita que os movimentos de mão se tornem em traços de cor em 3D (QUILEZ, 2016), permitindo a rápida construção de modelos 3D no espaço enquanto se replica experiência imediata do desenho 2D (OTI; CRILLY, 2021). Este tipo de abordagem criativa é uma forma única de representação visual que facilita a criação rápida e flexível de modelos 3D (OTI; CRILLY, 2021). Assim, é um método de criação associada ao desenho 2D, modelagem 3D, modelagem física e gesticulação corporal; todas elas incorporadas em certo grau em um único meio (OTI; CRILLY, 2021). Da mesma forma, esta abordagem explora as capacidades únicas dos ambientes virtuais imersivos, dado que estes não apresentam as mesmas restrições físicas impostas pela gravidade e permite que os traços fiquem suspensos no espaço (KIM, 2017).

Assim, quando um traço é produzido em *Quill*, basicamente realiza-se uma extrusão no espaço de uma forma geométrica *low-poly* determinada pelo tipo de pincel, os quais podem ser planos ou volumétricos (NEBELONG, 2019). Em simultâneo, uma cor é aplicada aos vértices da malha do traço 3D (NEBELONG, 2019), esta técnica é comumente chamada de *vertex-painting*. Sendo assim, todo objeto 3D criado dentro de *Quill* possui uma topologia triangular de baixa densidade na qual é aplicada uma cor a cada vértice da malha. Portanto, considera-se que os traços feitos com os pinceis poligonais são a matéria prima do trabalho em *Quill*.

Por sua vez, os traços 3D podem ser alterados e animados aplicando na malha geométrica as diversas ferramentas fornecidas pelo aplicativo. Segundo Nebelong (2019) esta abordagem de criação pode resultar imprecisa para muitos, mas aponta que é possível construir de forma precisa com a aplicação da ferramenta linha em combinação com um sistema engenhoso de manipulação com os *gimbals*, que providencia a função de rotação em ângulos igualmente proporcionais. Em vista disto, estas características tornam ao aplicativo *Quill* em uma ferramenta poderosa e divertida que permite pintar, manipular e esculpir traços em todos os eixos espaciais ao mesmo tempo (FUJITA, 2019).

Além disto, *Quill* não possui um sistema integrado de iluminação (FUJITA, 2017), pelo que a aparência visual dos objetos é definida pelas cores aplicadas aos vértices da geometria de cada traço. Na produção convencional de gráficos 3D, uma cena é construída por meio da modelagem, atribuição de texturas e materiais, colocação de luzes e a eventual renderização e *compositing*; na pintura 3D, o artista precisa pintar manualmente a cena toda, tendo um controle direto e intuitivo da colorização (KIM, 2017).

Segundo Fujita (2017) isto possibilita que a obra em sua totalidade seja o resultado da mão do artista, sem processos técnicos intermediários, tais como uma iluminação ou simulação calculada de forma computadorizada. Por um lado, isto dificulta a obtenção de uma iluminação e percepção de textura realista, por outro lado, outorga ao artista a capacidade e o controle para que a obra se mantenha integralmente como resultado das suas decisões manuais. Nesse sentido, Fujita (2017) indica que trabalhar em *Quill* assemelha-se ao fluxo de trabalho da pintura em 2D, embora seja realizado no espaço 3D.

Adicionalmente, o espaço virtual do aplicativo *Quill* pode ser escalado infinitamente (OCULUS, 2021), o que possibilita um nível considerável de detalhamento assim como uma produção com diversas camadas dimensionais. Da mesma forma, esta propriedade facilita a navegação espacial e a disposição de objetos no espaço. Aliás, Fujita (2017) considera valiosa a capacidade de manipular os objetos com um senso de escala apropriado, seja para manipular o personagem, a cena, entre outros. Em conclusão, Peixe (2018) argumenta que trabalhar em *Quill* envolve um fluxo de trabalho único que permite desenhar e construir objetos de forma rápida e eficiente.

2.2.1.2.2 Animação 3D

A utilização da RV para a produção de animação 3D pode trazer diversos benefícios, dadas as propriedades únicas do meio que possibilitam a imersão do animador dentro da cena onde a história se desenvolve e, em consequência, isto facilita o aumento da sua criatividade e produtividade (LAMBERTI; CANNAVO; MONTUSCHI, 2019 *apud* HENRIKSON *et al.*, 2016). Lamberti, Cannavo e Montuschi (2019) comprovaram, em termos objetivos e subjetivos, a eficiência da implementação da RV na produção de tarefas de animação em comparação a uma interface nativa em 2D com mouse e teclado, resultando em uma redução do tempo na duração das tarefas. Nesse sentido, Pan e Mitchell (2020) indicam que a RV tem o potencial de mudar o processo tradicional de animação 3D.

Em relação a *Quill*, o aplicativo possibilita diversas técnicas de animação com características semelhantes a múltiplas abordagens de animação, tais como: 2d tradicional (LANG, 2018), 3D tradicional (LANG, 2018), *stop-motion* (DUDOK DE WIT, 2020), de marionete e por meio da captura de movimento (THOMPSON; TOWNLEY, 2019). Além disto, conta com técnicas de criação específicas como a função *AnimBrush*. Cabe mencionar que as diversas abordagens de produção podem ser combinadas e integradas segundo os requerimentos da cena, de tal modo que o artista julgar mais eficiente.

Sendo assim, considera-se que compartilha semelhanças com a animação 2D tradicional dado que é possível desenhar no espaço 3D e animar quadro-a-quadro. Enquanto à animação 3D tradicional, a relação torna-se mais evidente já que

essencialmente *Quill* é um aplicativo de animação 3D, embora a sua abordagem não seja convencional como acontece no caso da construção de objetos e animação quadro-a-quadro. Contudo, *Quill* também incorpora um sistema de animação por interpolação de quadros-chave, que se assemelha mais com o método de produção convencional.

A respeito das semelhanças com a animação *stop-motion*, Dudok de Wit (2020) refere-se à possibilidade de animar quadro-a-quadro por meio da duplicação do quadro anterior e aplicação de manipulações e deformações a fim de definir um novo quadro, e assim de forma sucessiva. Porém, dado que *Quill* é um ambiente digital e não apresenta as mesmas propriedades materiais e físicas do mundo real, é possível adotar esta abordagem e ainda assim editar facilmente os quadros criados.

Por outro lado, considera-se que *Quill* apresenta técnicas semelhantes à animação de marionete devido a que é possível capturar em tempo real a manipulação ou deformação aplicada a um personagem desde a perspectiva em terceira pessoa do participante. Em outras palavras, torna-se possível a transferência da informação gestual do participante a um personagem virtual (FRÖHLICH, 2020). Da mesma forma, a captura de movimento pode ser aplicada a qualquer objeto da cena, seja para manipular ou alterar um objeto com as ferramentas.

Adicionalmente, a função *AnimBrush* permite animar em tempo real um traço que segue a trajetória dos movimentos da mão do participante. Segundo Schaefer (2018) este tipo de animações em tempo real permite ao participante adotar uma atitude de *performance* em relação à sua gestualização corporal a fim de representar apropriadamente os movimentos do objeto que se pretende animar. Aliás, nos casos em que o objeto fica acoplado à mão do participante se produz uma ilusão de propriedade corporal em que o participante desenvolve a sensação de que o objeto se torna em uma extensão do seu corpo. Portanto, está ilusão pode potencializar ainda mais a mencionada atitude de *performance*. Fujita (2019) ilustra perfeitamente este estado quando menciona que ele mesmo se torna em água quando está realizando a animação de uma cachoeira em *Quill*. No desenvolvimento prático do presente projeto algumas técnicas de animação são abordadas de forma empírica com maior detalhe.

Além disto, a partir da chegada da versão 2.0, foram acrescentadas diversas funcionalidades que permitiram ir além da pintura 3D e a produção de animações simples. Foi introduzida uma linha de tempo que viabilizou a montagem de sequências

narrativas, a sincronização de animações e sons, a produção de animação por meio da interpolação de quadros-chave de transformação e opacidade, um sistema de grupos de camadas hierárquico, um tipo de camada especialmente criada para produzir loops e muitas outras funcionalidades que possibilitaram a uma linha de produção completa de animações narrativas mais longas e complexas (OCULUS BLOG, 2019).

Em vista disso, Fujita ([2017]) considera que esta capacidade de abarcar toda uma linha de produção dentro de *Quill* é uma vantagem especial, posto que em linhas de produção 3D convencionais os criadores precisam trocar constantemente de ferramentas especializadas ao longo da produção a fim de realizar apropriadamente diversos processos. Além disto, *Quill* contribui na democratização da produção criativa em 3D ao providenciar ferramentas poderosas a criadores que não necessariamente possuam um conhecimento técnico especializado (ALLEN; TUCKER, 2018). Com *Quill 2.0*, é possível economizar tempo e recursos evitando a constante transferência de arquivos e a necessidade de aprender novo *software* (OCULUS BLOG, 2019). Sendo assim, Fujita (2017) argumenta que produção em *Quill* atravessa diversas barreiras técnicas que podem ser encontradas nas abordagens tradicionais, dado que permite ao artista pintar e animar diretamente no espaço da RV sem nenhuma etapa técnica intermediária.

Nesse sentido, Ladd (2020) indica que esta nova proposta de produção propicia a supressão de múltiplos processos, departamentos e especialistas convencionais, e ao mesmo tempo, possibilita a junção de outras etapas que são consideradas tradicionalmente como processos separados. Dado isto, Tal (2020) comenta que isto pode ser muito libertador para um artista, posto que *Quill* permite atravessar pela linha de produção 3D convencional e fornece uma plataforma que leva ao artista a criar sem ter que preocupar-se nas tecnicidades de processos como *rigging*, *skinning* e texturização. Dessa forma, o aplicativo *Quill* permite que os artistas consigam produzir obras de animação 3D de forma intuitiva sem necessariamente possuir um conhecimento especializado de produção 3D convencional, apenas require-se uma ideia e saber utilizar as ferramentas (PEIXE; LADD, 2019). Assim, *Quill* abre novas vias de criação para a animação independente (PEIXE; LADD, 2019).

3 DESENVOLVIMENTO PRÁTICO

Dado o contexto do evento de maratona de produção em que o presente projeto foi realizado, e as respectivas limitações no tempo que implica uma produção individual de curto-prazo, percebeu-se que o projeto devia ter como prioridade a otimização dos tempos de produção. Além disso, juntamente com a abordagem não-tradicional à animação 3D que tanto a produção em realidade virtual em si quanto a linguagem particular de criação do aplicativo *Quill* fornecem, tornou-se mais do que evidente de que seria inviável adotar uma linha de produção de animação 3D convencional.

Aliás, considerando a falta de pesquisa e de consensos atingidos tanto pela academia quanto pela indústria de animação em definir uma linha de produção de animações utilizando ferramentas criativas em realidade virtual, presumivelmente devido à relativa novidade da tecnologia e ao limitado acolhimento que ela ainda tem na indústria e no público geral (SEARS, 2020), não se contou até o momento de iniciar a produção da animação com uma guia de referência sobre como organizar e planejar um projeto desta natureza. Além disso, essa seria a primeira realização de curta-metragem utilizando ferramentas em realidade virtual do autor, pelo que não se possuía uma experiência prévia sob a qual basear a produção do presente projeto.

Em vista desta situação, apresentou-se a necessidade de adotar, embora vagamente e deixando espaço para a improvisação e reajustes, uma estratégia de produção adequada às particularidades do pretendido projeto e que permitisse assegurar a finalização da obra no tempo estipulado. Assim, foi determinado estruturar a produção do projeto adotando a divisão deste nos estágios de: pré-produção, produção e pós-produção, considerando que é uma abordagem aplicável a todo projeto de animação (BANCROFT, 2014). Contudo, optou-se também por omitir algumas etapas convencionalmente atribuídas tanto à produção de animação no geral quanto à linha de produção específica de animações 3D, com o intuito de acelerar a produção e torná-la mais eficiente durante os 9 dias da maratona, desde que continuasse garantindo a integridade e o direcionamento artístico do projeto.

Em parte, estas omissões surgiram porque, como mencionado anteriormente, o aplicativo *Quill* apresenta uma linguagem de criação que difere radicalmente das interfaces convencionais de criação 3D, pelo que alguns processos considerados

indispensáveis à produção de animação 3D não resultam necessários numa produção em *Quill* (LADD, 2020), como o *skinning*, a texturização, a iluminação da cena, configuração do *rendering*, entre outros. Sendo assim, a possibilidade de conseguir ‘omitir’ essas etapas, ou no caso, de produzir seu equivalente no *Quill* de forma intuitiva e simples, sem requerer um aprofundado conhecimento técnico, implica uma grande vantagem num contexto de produção de curto-prazo.

Por outro lado, também se optou por omitir a etapa de escrita de roteiro, que embora geralmente é considerada fundamental na realização audiovisual, considerou-se que a tarefa de escrita podia ser limitada apenas à elaboração de um *storyline*. Portanto, decidiu-se que o projeto fosse iniciado a partir do *storyboard*. Esta decisão foi inspirada em grande parte pela abordagem de produção que o renomado animador e diretor Hayao Miyazaki adota na elaboração dos seus filmes (ESTÚDIO..., 2013).

Sendo assim, optou-se por planejar, em termos gerais, a duração que devia tomar cada etapa de produção, de tal modo que todas as tarefas requeridas pudessem ser realizadas no tempo previsto. E dessa forma, pudesse se contar com um modelo de referência ao qual acudir durante a produção e, assim, poder estabelecer metas em relação a cada dia de produção. Dado isto, embora foi reconhecido que surgiriam reajustes e interseções das tarefas ao longo da produção, foi determinado que esta fosse seguir, a grosso modo, a seguinte estrutura: nos 3 primeiros dias seriam dedicados à etapa de pré-produção, os seguintes 5 dias envolveriam a etapa de produção e, finalmente, o último dia seria exclusivamente dedicado à etapa de pós-produção e a terminar o projeto de forma adequada.

O desenvolvimento do projeto começou imediatamente após a revelação do tema, que foi realizada na abertura do evento em que foi desenvolvido. Assim, o tema revelado foi “tempo”, que devia ser interpretado no sentido de tempo cronológico, evitando outras acepções. Portanto, este tema devia ser utilizado como conceito central para a elaboração do curta-metragem. A partir dali, contou-se com 9 dias para conseguir finalizar e entregar uma obra de animação em formato de vídeo.

3.1 PRÉ-PRODUÇÃO (INGRESSANDO NA REALIDADE VIRTUAL)

Segundo Paul Wells (2006), a etapa de pré-produção é a preparação dos recursos essenciais e materiais para realizar e completar um projeto. Aliás, Tom Bancroft (2014) considera que esta etapa é a mais importante no processo de produção, pois nesta fase o conceito torna-se história e, a história, filme. Nesse sentido, afirma também que todos os elementos da pré-produção são cruciais para o sucesso do projeto. Portanto, na realização desta etapa foi priorizado tomar cuidadosamente cada uma das decisões, com o objetivo de desenvolver uma história esteticamente cativante.

3.1.1 *Brainstorming*, conceito e *storyline*

O primeiro passo foi definir a direção na qual iria se manifestar audiovisualmente o conceito de “tempo”. Para tal fim, decidiu-se implementar a técnica de *brainstorming* para sugerir de forma casual várias ideias ou conceitos que fossem relevantes com o tema proposto. Depois de diversas iterações, nas quais foram sendo descartadas as ideias com menor apelo e, da mesma forma, aquelas que tinham pouca viabilidade de serem desenvolvidas no prazo estipulado, chegou-se finalmente no conceito que iria dar início ao desenvolvimento do projeto: “um mestre sábio interdimensional com o poder de controlar o tempo”.

Após definir as características do personagem que surgiu a partir deste processo, precisou-se determinar o contexto narrativo em que seria desenvolvido. Então, novamente aplicou-se a técnica de *brainstorming*, mas dessa vez direcionada ao novo personagem. A partir disto, surgiram diversas propostas, umas mais viáveis do que outras. Assim, com finalidade de garantir a viabilidade do projeto, foi determinado que a quantidade de cenários e personagem deviam ser relativamente limitados para conseguir finalizar a obra no prazo estabelecido.

Paralelamente, se definiram os valores e conceitos que iriam orbitar ao redor do tema central. Nessa direção, tomou-se a decisão de desenvolver uma história sem diálogo, com finalidade de garantir uma acessibilidade da obra sem barreiras linguísticas, além de reduzir a quantidade de tarefas a serem desenvolvidas e, por conseguinte, o tempo de produção. Do mesmo modo, foram estabelecidos os conceitos que fossem ser explorados e transmitidos na obra por meio da ambientação e o desenvolvimento dos acontecimentos narrativos. Assim, decidiu-se que a

atmosfera geral da obra fosse inspirada em conceitos como: contemplação, misticismo e serenidade.

Finalmente, conseguiu-se conceber uma narrativa que conciliasse todas as demandas requeridas e, portanto, que permitisse proceder-se com o desenvolvimento de uma produção viável e uma proposta narrativa autêntica. Nesse sentido, continuou-se a elaborar o *storyline*, que ficou da seguinte forma: “Eku, o Mestre do Tempo, decide viajar através de um portal interdimensional para chegar a um deserto localizado na Terra, onde iniciará uma jornada para encontrar uma flor de cacto de São Pedro, que está escondida no tempo”.

Em resumo, o personagem ganhou o nome de “Eku”, quem acabou sendo o protagonista e o único personagem da narrativa; também foram definidos os cenários: um ponto de partida desde onde Eku inicia sua viagem e o deserto; e por último, o objeto que motiva ao protagonista a iniciar sua jornada: a flor de cacto de São Pedro.

3.1.2 Storyboard

Tendo como base o *storyline*, prosseguiu-se com a elaboração do *storyboard*. A realização deste consistiu na elaboração de uma série de esboços simples que foram separados em enquadramentos ao longo da extensão de uma folha. Dado que o projeto estava sendo desenvolvido de forma individual, optou-se por fazer os desenhos com um traço solto, apenas com o fim de sugerir a posição espacial dos objetos no enquadramento. Também, os movimentos dos objetos e das câmeras foram indicados com traços de cor vermelha, de tal modo que pudessem ser distinguidos facilmente. Além disso, foram feitas várias anotações à mão na parte inferior de cada enquadramento, com a intenção de descrever as cenas ou indicar textualmente algum ponto relevante que precisasse ser considerado na etapa de produção da cena correspondente.

Assim, a proposta de *storyboard* para o curta-metragem, que foi titulado de forma provisória nesta etapa como “As pequenas aventuras de Eku, o Mestre do Tempo”, conseguiu contar de forma visual a sequência dos eventos narrativos. Em primeiro lugar, foi apresentado o personagem protagonista, depois, o foi mostrado ativando um portal com o uso dos seus poderes. Em seguida, o protagonista decide adentrar-se no portal e acaba transportado a um cenário desértico. Depois, exhibe-se

Ekü andando pela vasta extensão do deserto, até avistar um pequeno broto de cacto na superfície do deserto. Finalmente, o protagonista, por meio do seu poder de controlar o tempo, faz o cacto crescer até o seu florescimento.

Esta abordagem substituiu a elaboração do roteiro escrito, em prol de reduzir os tempos de produção e com o intuito de passar a desenvolver diretamente um roteiro visual. Portanto, considerando que tratava-se de um projeto individual, evidenciou-se que foi uma estratégia válida para uma produção de projetos independente e de curto-prazo.

Figura 8 – Storyboard do presente projeto de animação



Fonte: autor

3.1.3 Concept art e modelagem

O processo de *concept art* foi iniciado com a pesquisa e coleta de imagens com o fim de utilizá-las como referência no momento de criação. Logo, utilizando essas imagens como inspiração, procedeu-se a desenvolver diversas propostas de *design* por meio de desenhos, no caso do personagem “Ekü” e o cacto. Em relação aos cenários, o *concept art* foi diretamente elaborado no espaço 3D dentro do aplicativo *Quill*.

Nesse sentido, o aplicativo *Quill* permite produzir objetos 3D, por meio do desenho espacial em um ambiente imersivo, com a mesma facilidade na que criam-

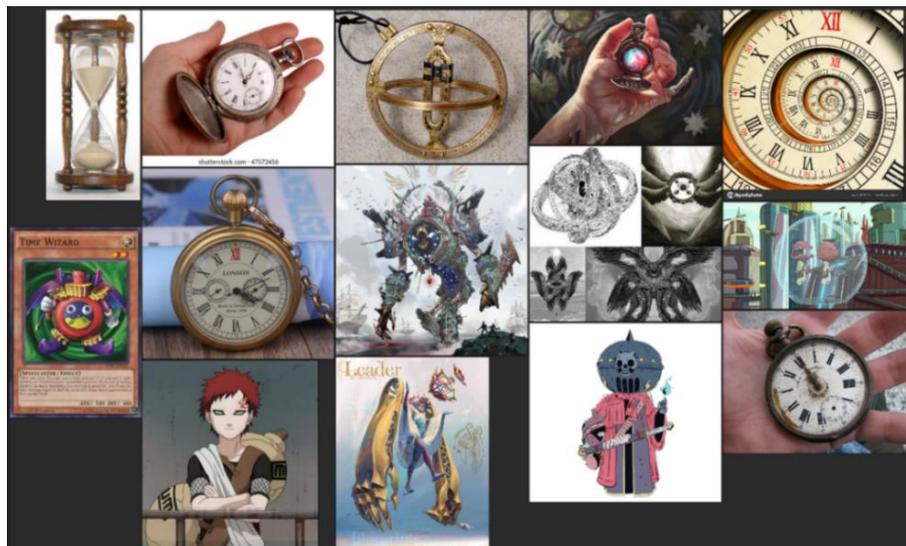
se traços no desenho 2D, com a diferença que estes objetos podem ser empregados imediatamente em uma produção 3D. Portanto, é possível considerar que em uma produção que utiliza o *Quill*, a linha convencionalmente marcada entre os processos de *concept art* e modelagem torna-se tênue, pois quando se trabalha diretamente no espaço 3D para desenvolver as diversas propostas e testes característicos desta etapa, de certa forma também acaba-se modelando em 3D, embora não seja por meio dos processos tradicionais. Assim, no final da etapa do *concept art*, na qual é obtido um design satisfatório, acaba-se obtendo também com uma versão 3D do design, possibilitando finalizar simultaneamente com a etapa de modelagem.

3.1.3.1 *Design do personagem*

Como foi previamente mencionado, a ideia do projeto nasceu a partir da concepção abstrata do personagem e suas qualidades. Desse modo, acabou surgindo a ideia de um personagem não-humano: uma entidade sábia e interdimensional que possui a capacidade de controlar o tempo à vontade e de transportar-se livremente pelo espaço-tempo. Com estas características pretendeu-se representar, por meio do personagem e a modo de metáfora, o labor do artista de animação e a sua capacidade de manipular o espaço e o tempo sem restrições, assim como a sua capacidade de poder levar à sua audiência a experienciar os lugares e situações que a sua imaginação permita-lhe explorar.

Levando em consideração as características expostas, procedeu-se a iniciar com a parte de desenvolvimento visual. Para isto, foi preciso fazer uma pesquisa visual que consistiu em reunir um conjunto de imagens que inspirem ou representem em alguma medida o direcionamento artístico que fosse ser tomado na hora de construir o design do personagem. Nesse sentido, buscou-se por imagens de referência de diversos personagens que apresentem características visuais que fossem relevantes com o conceito do personagem e que pudessem ser adotadas posteriormente na sua construção. Da mesma forma, também coletou-se uma série de imagens relacionadas ao conceito de tempo que pudessem inspirar a elaboração dos acessórios e as vestimentas do protagonista.

Figura 9 – Imagens de referência para a criação do personagem



Fonte: compilação do autor

Uma vez definidas quais imagens seriam utilizadas para inspirar a construção do personagem, passou-se a elaborar vários esboços em 2D para definir de forma simples a aparência geral do protagonista. Em linhas gerais, pretendeu-se conciliar no design a forma de uma entidade alienígena que personificasse o conceito de tempo. Para isto, utilizou-se como principal inspiração a representação gráfica de anjos descritos no antigo testamento da Bíblia e o design de silhueta de uma das referências. Aliás, com a finalidade de evidenciar visualmente a sua sabedoria ancestral, foi decidido incorporar alguns elementos que remetessem a uma espécie de longo monge bibliotecário. Para tal efeito, foi determinado que o design do personagem incorporasse uma túnica, um pergaminho gigante enrolado nas costas e um grande bastão. Por último, e com o fim de fornecer uma ênfase conceitual em relação ao tempo, decidiu-se que o personagem iria carregar consigo vários acessórios que fizessem referência ao tema principal da narrativa, tais como: um relógio de areia nas costas e uma corrente com um relógio solar pendurado do pescoço.

Figura 10 – Propostas de design de personagem junto resultado final



Fonte: autor

Assim que se chegou a um design considerado satisfatório, procedeu-se a continuar o processo dentro do aplicativo *Quill*, onde foram tomadas o restante de escolhas em relação ao design até desenvolver a versão final do modelo do personagem. Portanto, o trabalho feito no *Quill* em relação ao design do protagonista envolveu diversas tarefas. Assim, procedeu-se a traduzir pro formato 3D o design proposto em desenho, resultando no modelo 3D do personagem junto aos seus acessórios. Em seguida, foi requerido definir a paleta de cores e gradientes de cada objeto. Para tal, foi realizado um processo de tentativa e erro até obter o resultado desejado. Dessa forma, acabou desenvolvendo-se um modelo 3D do personagem que estivesse pronto para ser utilizado na produção.

Figura 11 – Resultado final das etapas de concept art e modelagem do personagem



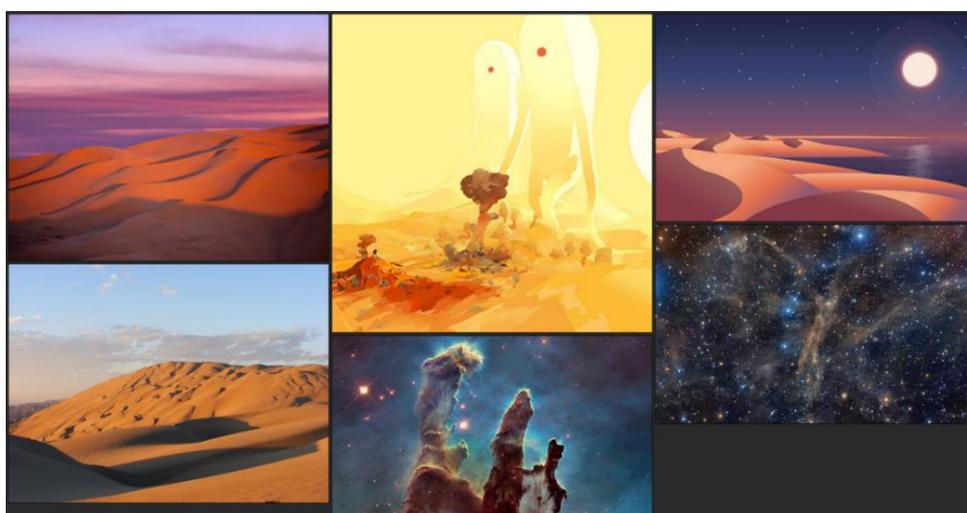
Fonte: autor

3.1.3.2 Cenários

Os acontecimentos da história desenvolvem-se em dois cenários: um ponto de partida do personagem e o deserto. No caso deste primeiro, decidiu-se que este fosse um lugar que indicasse e complementasse, em certo grau, a natureza do protagonista. Portanto, levando em conta que o personagem é um ser interdimensional que viaja pelo espaço-tempo, considerou-se apropriado representar este ponto de partida como um lugar no espaço sideral, um vazio cósmico.

No caso do deserto, pretendeu-se mostrá-lo como um lugar imponente e sereno ao mesmo tempo, que transmitisse certo ar de misticismo. Para tal efeito, considerou-se apropriado simular uma paleta de cores que referenciasse à chamada 'hora mágica', ou seja, a hora do crepúsculo, na qual o céu toma uma cor gradiente. Assim, procedeu-se a fazer a coleção de referências para ambos cenários.

Figura 12 – Imagens de referência para a criação dos cenários

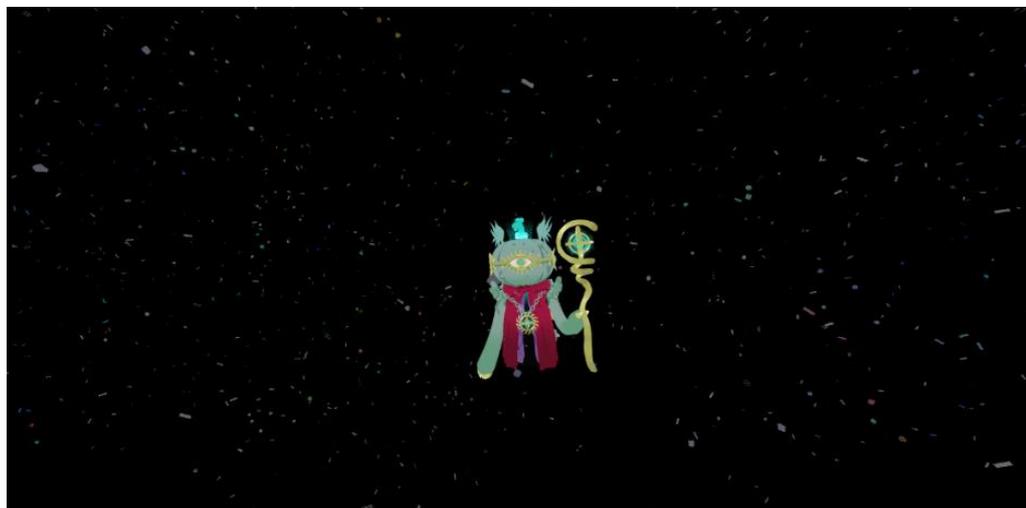


Fonte: autor

O processo de design e criação dos cenários foi realizado diretamente no aplicativo *Quill*, desse modo, procedeu-se a criar em primeiro lugar o cenário cósmico. Para tal, resolveu-se definir a cor do fundo de preto sólido. Depois, foram criados pequenos pontos de geometria no espaço utilizando um pincel esférico, e em seguida foram duplicados até gerar uma nuvem de volume. Logo, estes pontos foram pintados passando o pincel de colorização de forma aleatória pela extensão da nuvem.

Finalmente foi diminuída a opacidade para dar às partículas um efeito de transparência.

Figura 13 – Concept art do cenário cósmico



Fonte: autor

No caso do cenário desértico, optou-se por elaborar em primeiro lugar uma pequena cena de teste que contasse com os elementos que fossem ser incorporados de forma mais detalhada na versão final do cenário. Isto foi realizado com o objetivo de poder fazer reajustes na cena de forma simples e poder definir a estética da cena de forma eficiente. Nesta etapa, procurou-se definir a aparência geral do cenário: o gradiente do céu; o formato, as cores e gradientes das dunas e o solo, também a variação cromática que fossem apresentar em relação à distância da câmera, a fim de simular uma perspectiva atmosférica. Assim, após de realizar várias iterações, conseguiu-se chegar num resultado satisfatório.

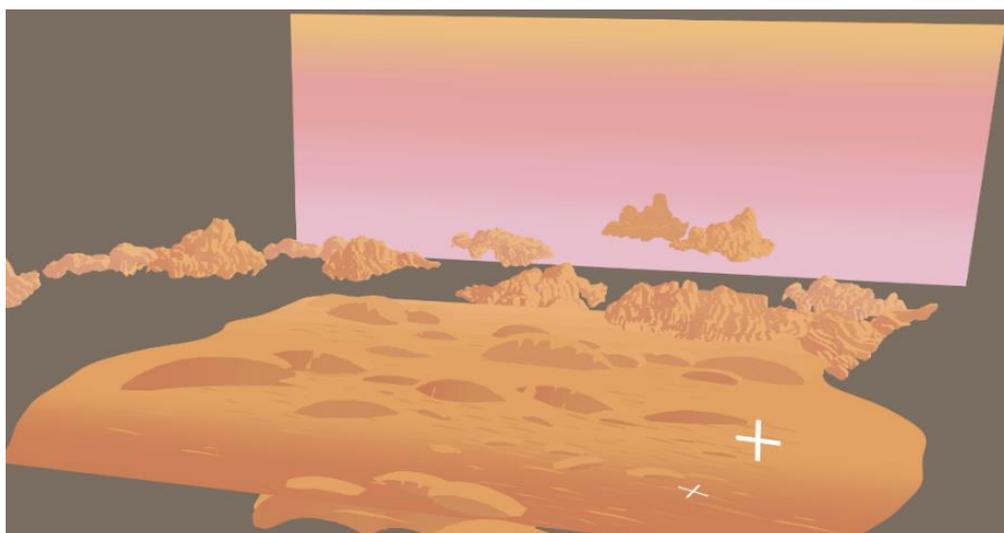
Figura 14 – Concept art e paleta de cores do cenário desértico



Fonte: autor

Logo, procedeu-se a construir a versão definitiva do cenário desértico, que apresentasse as mesmas características estéticas definidas no cenário de teste, porém, que possuísse maior complexidade na variedade e quantidade dos elementos. Aliás, nesta versão foram adicionadas montanhas no fundo com a intenção de sugerir maior profundidade à cena.

Figura 15 – Modelagem final do cenário do deserto



Fonte: autor

3.1.3.3 Cacto de São Pedro

A fim de criar um modelo estilizado de um cacto, e ainda com a pretensão de animá-lo posteriormente, foi requerido entender a estrutura da planta e, especialmente, da sua flor. Nesse sentido, considerou-se necessário realizar uma pesquisa breve para ganhar uma melhor noção das partes que a compõem. Sendo assim, foi elaborada um guia básico com anotações relevantes para a construção do cacto, feitas a partir do estudo de vídeos e imagens de referências de cactos reais. Aliás, aproveitou-se também para definir a estética e a paleta de cores do modelo do cacto.

Figura 16 – Imagens de referência para a criação do cacto



Fonte: compilação do autor

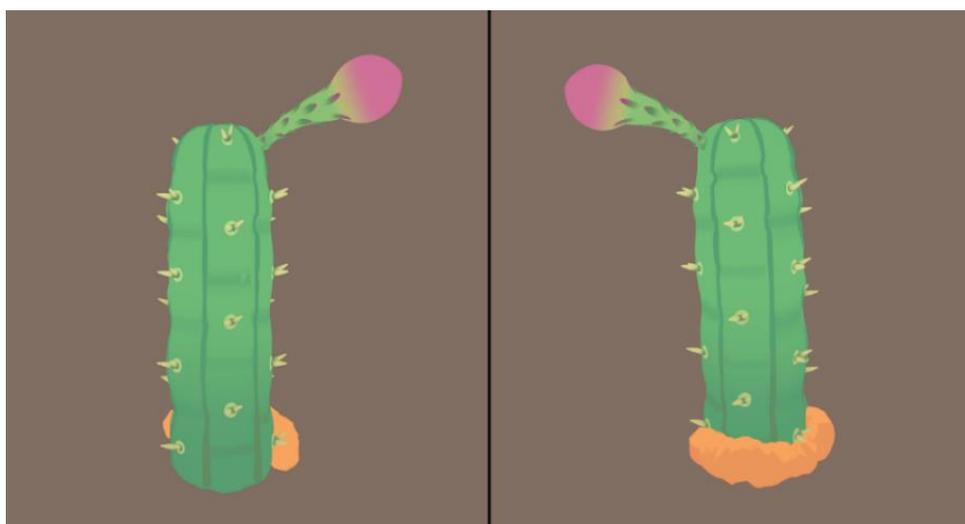
Figura 17 – Guia de cor e estrutura para a produção do cacto



Fonte: autor

Posto isto, se partiu a construir o modelo 3D do cacto utilizando as ferramentas do aplicativo *Quill*. A imagem da guia foi importada dentro do espaço imersivo, o que serviu para construir o modelo por cima da imagem. A flor foi modelada inicialmente com as pétalas fechadas, sendo que o florescimento foi posteriormente animado na etapa de produção.

Figura 18 – Modelo final do cacto e a flor



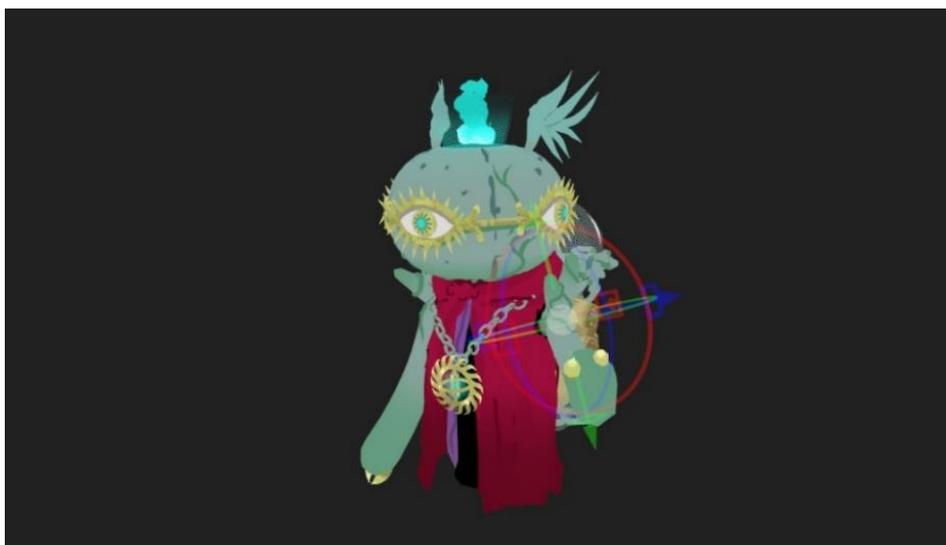
Fonte: autor

3.1.4 Rigging do personagem

Após ter completado a modelagem do personagem, passou-se a realizar o *rigging*, com o fim de poder animá-lo na etapa de produção. Nesse sentido, o *Quill* permite aplicar um sistema de *rigging* fazendo uso da ordem de hierarquia dos grupos e definindo a posição do ponto de ancoragem para cada um dos grupos. Assim, estabelece uma relação de dependência entre um grupo principal e o secundário, que está aninhado dentro do principal; por sua vez, isto pode ser feito em múltiplas camadas de grupos para gerar hierarquias mais complexas (OCULUS BLOG, 2019). Dessa forma, as manipulações aplicadas aos objetos dentro de um grupo principal acabaram afetando indiretamente aos objetos que compõem o grupo secundário, podendo assim desenvolver um sistema de articulações eficiente. Aliás, e para atingir maior eficácia, é possível restringir a mobilidade posicional dos objetos na hora de manipulá-los, podendo permitir apenas os movimentos rotacionais. Dessa maneira, os objetos ficam restritos apenas ao ponto de ancoragem, que no caso é a articulação.

Considerando o exposto, aplicou-se este sistema para fazer o *rigging* do personagem Eku, colocando articulações na parte da cabeça, pescoço, ombro, braços e dedos, permitindo uma mobilidade eficiente para criar diversas poses durante a animação.

Figura 19 – Ponto de ancoragem de grupo funcionando como articulação



Fonte: autor

3.2 PRODUÇÃO (IMERSÃO NA REALIDADE VIRTUAL)

Uma vez completada a fase de modelagem dos cenários, do personagem e do cacto e, no caso do personagem, do *rigging*; contou-se então com os elementos essenciais para dar início ao processo de animação e filmagem das cenas. Assim, considerou-se apropriado organizar a produção de acordo à ordem sucessiva dos eventos narrativos. Então, a produção foi dividida conforme aos acontecimentos nos dois cenários principais: o espaço cósmico e o deserto. Logo, determinou-se que a produção iria iniciar com as cenas do espaço. Uma vez finalizada tais etapas, foram produzidas as cenas do deserto.

A seguir, evidencia-se um exemplo prático de como é produzir animações utilizando as ferramentas proporcionadas no aplicativo *Quill*. Nessa linha, foi considerado oportuno elaborar uma descrição dos procedimentos realizados, a fim de providenciar um melhor entendimento sobre como foi abordada a produção de cada animação e assim, entender por trás as diversas técnicas empregadas ao longo dos

5 dias de produção. E, dessa forma, dar conhecimento de como chegou-se no resultado final.

Figura 20 – Exemplo do fluxo de trabalho na produção de animações em *Quill*



Fonte: autor

Aliás, cabe mencionar que, devido às previstas limitações que uma produção competitiva de curto prazo implica, tiveram que ser realizados alguns reajustes, a fim de conseguir finalizar a obra dentro do prazo estipulado. Inicialmente, tinha-se pretendido que a animação do cacto começasse a partir deste sendo um pequeno broto, e que crescesse gradualmente até tomar forma madura e finalmente, florescer. Contudo, pelos motivos expostos, só foi possível realizar uma versão já iniciando com o cacto maduro. Da mesma forma, não foi possível dar um polimento completo à produção das últimas cenas, deixando-as com uma animação relativamente simples e sem a adição de alguns efeitos visuais. Mesmo assim, considera-se que foi possível manter a integridade narrativa da obra.

3.2.1 Animação do personagem “Eku”

Para animar o personagem foram aplicadas diversas técnicas, posto que, além das ações corporais realizadas pelo próprio personagem, foi definido que o personagem iria carregar consigo múltiplas animações reproduzidas em repetição. Isto foi decidido com a intenção de providenciar ao personagem uma estética

visualmente cativamente e, ao mesmo tempo, para evitar que este parecesse completamente imóvel quando estivesse em um estado de repouso. Este tipo de animação é comumente chamado de animações em *loop*. Da mesma forma, decidiu-se que iriam ser aplicados outros efeitos por cima de estas outras animações.

Portanto, em relação à produção de animação do personagem, pode se distinguir três processos principais: a animação das ações do personagem; a elaboração das animações em *loop*, que complementou a primeira e está constantemente presente no decorrer da obra; e, por último, os efeitos visuais do personagem, que foram aplicados uma vez finalizados os dois processos prévios.

Assim, dado que as animações em *loop* fossem ser apresentadas desde o primeiro momento, optou-se por produzi-las em primeiro lugar. Em seguida, seria iniciada a animação corporal. Finalmente, procederia-se a aplicar o efeito segundo corresponda.

3.2.1.1 Animações em loop

No aplicativo *Quill* conta-se com um tipo de camada chamada de ‘*Sequence Layer*’ que permite ser configurada na linha de tempo para reproduzir infinitamente as animações que estejam contidas dentro de essa camada. Assim, decidiu-se aproveitar essas funcionalidades para adicionar pequenas animações que enriqueceriam visualmente ao personagem.

No total, foram desenvolvidas 9 animações em loop que foram incorporados ao corpo do personagem ou aos seus acessórios: na cabeça: a chama de fogo azul, as pequenas assas e o piscar de olhos; no bastão: o giroscópio e o espiral; na corrente: os espinhos do relógio solar e a gema cintilante; o efeito do vento na túnica do personagem; e o efeito de levitação do personagem. Destes, só o efeito do vento entrou em ação quando o cenário foi mudado para o deserto, o resto esteve presente em toda a animação.

3.2.1.1.1 Chama de fogo azul

Foi realizada utilizando a ferramenta *AnimBrush* no *Quill*, que permite animar o traço realizado em tempo real enquanto é reproduzido um clipe com vários quadros

(FACEBOOK, 2021). O comprimento e duração do traço dependem da configuração do intervalo de tempo que seja estabelecida para a captura do traço e da velocidade com a que este seja realizado. Desse modo, foi utilizada para simular o comportamento do fogo. Uma vez atingido um resultado satisfatório, prosseguiu-se a selecionar o conjunto de traços criados em todos os quadros do *loop* fazendo uso da função de *Select in all frames*, que permite considerar na seleção todos os objetos da camada selecionada e não apenas do quadro em que a linha do tempo está posicionada. Então, uma vez selecionada todas as malhas criadas para compor a chama, utilizou-se a ferramenta de colorização no modo de mesclagem em *dodge* para pintar a base desta e produzir um efeito de incandescência.

3.2.1.1.2 Pequenas asas

A animação das asas foi realizada por meio da duplicação do quadro contendo a asa direita em um intervalo de 1 segundo, quer dizer, duplicando a malha na linha do tempo até preencher um intervalo de 24 quadros. Depois, utilizou-se a ferramenta *Grab* para deformar a malha de forma orgânica em tempo real enquanto o clipe estava sendo reproduzido em *loop*. Conseguindo assim aplicar uma deformação diferente em cada quadro que passa e, conseqüentemente, resultando em uma animação quadro a quadro da asa batendo. Por último, duplicou-se a camada que continha a animação recém feita, foi espelhada no eixo da coordenada Z, e posicionou-se a nova camada no lado esquerdo da cabeça, deixando o personagem com uma asa de cada lado e, portanto, simétrico.

3.2.1.1.3 Piscar de olhos

Para produzir esta animação, primeiro foi preciso criar uma malha que serviu como as pálpebras do olho, depois esta foi inserida no grupo que continha os cílios já feitos. Em seguida, definiu-se o ponto de ancoragem do grupo no centro do olho para que os objetos do grupo possam rotacionar em volta deste. Logo, aplicou-se uma animação utilizando os quadros-chave de transformação, que neste caso, descreveu-se um movimento de rotação até a metade do olho para simular o movimento da pálpebra. Depois, com a função de inverter os quadros-chave, foi possível gerar a

animação inversa, completando a movimentação do piscar. Finalmente, duplicou-se a o grupo animado e foi espelhado com o fim de criar a parte inferior da pálpebra, completando dessa forma esta animação.

3.2.1.1.4 Giroscópio

A animação do giroscópio foi conseguida utilizando o método de animação por interpolação entre quadros-chave. Assim, se selecionaram as malhas de cada um dos anéis do giroscópio e foram animados em um intervalo de 1 segundo fazendo uma rotação de 360°, cada um sobre um eixo diferente. Em seguida, os grupos que continham cada anel foram aninhados um dentro de outro de forma que o grupo do anel externo fosse o grupo de maior hierarquia, e o interno, o de menor. Dada essa relação de dependência, a rotação de um grupo com hierarquia iria afetar também o grupo subordinado. Dessa forma, foi imitada a movimentação de um giroscópio real.

3.2.1.1.5 Espiral

A espiral foi produzida utilizando a função de “transformar de novo”. Assim, quando é realizado qualquer tipo de transformação a um objeto, este pode ser repetido indefinidamente. Para efetivar essa operação, é só deslizar o *joystick* do controle direito para o lado direito. Assim, para obter uma espiral, se duplicou um traço e ao mesmo tempo foi aplicado uma transformação de rotação e redução da escala. Dessa forma, com cada repetição da transformação, foi perpetuado o deslocamento original, mas cada deslocamento acaba partindo do ponto de referência da transformação prévia, criando assim um espiral.

Por último, dado que com cada transformação a escala diminuía, foi preciso regularizar a grossura dos traços utilizando a ferramenta *Thick & Thin*. Logo, posicionou-se a espiral dentro do giroscópio e foi aplicada uma animação de rotação completa em um intervalo de 4 segundos, utilizando a interpolação de quadros-chave.

3.2.1.1.6 Espinhos do relógio solar

Esta animação foi gerada simplesmente aplicando uma rotação de 360° ao conjunto de espinhos, por um intervalo de 4 segundos e fazendo uso da interpolação entre quadros-chaves. Aplicou-se em seguida um *bake* à camada para transformá-la em uma animação quadro-a-quadro, com o intuito de poder aplicar cor a cada quadro de forma independente ao invés de só a um objeto que rotaciona. Para tal fim, foi selecionado a totalidade das malhas de todos os quadros da animação, utilizando mais uma vez a função *Select in all frames*. Assim, com o uso da ferramenta de colorização em modo de mesclagem “multiplicar”, aplicou-se um sombreamento a todas as malhas na parte de embaixo do círculo de espinhos, conseguindo que o sombreamento do círculo se mantivesse constante enquanto este rotaciona.

3.2.1.1.7 Efeito de luz cintilante

Para criar este efeito, criou-se uma linha com o pincel esférico. Depois, utilizando a ferramenta borracha apagou-se grande parte do objeto, deixando apenas uma das pontas. Em seguida, editou-se uma animação com os quadros-chaves de opacidade, e foi-lhe aplicada uma interpolação linear. Assim, conseguiu-se o efeito desejado. Por último, duplicou-se o objeto e um deles foi colocado na gema da corrente e o outro no centro da espiral.

3.2.1.1.8 Efeito do vento na roupa

Este efeito foi produzido utilizando a ferramenta *Nudge*, que permite deslocar a geometria dos objetos com base na velocidade do movimento da mão que aplica a ferramenta (FACEBOOK, 2021). Para conseguir realizar este efeito, duplicou-se sucessivamente o quadro que contém as túnicas do personagem até o clipe chegar aos 24 quadros. Depois, e da mesma forma que foi realizada a animação das asas, procedeu-se a deformar a malha dos objetos em tempo real, enquanto o clipe manteve-se reproduzindo em repetição.

3.2.1.1.9 Efeito de levitação do personagem

Para realizar tal efeito, apenas foi preciso realizar uma animação simples de subida e descida no grupo que contenha todos os elementos do personagem. Depois, determinou-se que a interpolação destes quadros-chave seria de *ease in & ease out*. Finalmente, o grupo foi transformando em um *Sequence Layer*, o que permitiu que este possa ser repetido em *loop*.

Figura 21 – Sequência de imagens mostrando algumas das animações em loop do personagem



Fonte: autor

3.2.1.2 Animação corporal do personagem

Esta etapa envolve a animação realizada tanto pela manipulação das articulações definidas no processo de *rigging* quanto pelas manipulações e deformações feitas quadro-a-quadro no corpo do personagem com o fim deste expressar as ações requeridas para cada cena. Por sua vez, a animação por meio da manipulação das articulações pode ser abordada de duas formas: através da técnica pose a pose, ou seja, definindo as poses-chave na linha de tempo e aplicando entre elas uma interpolação, a fim de gerar a transição entre uma pose e outra; e, também, por meio da manipulação em tempo real destas articulações, quer dizer, um tipo de captura de movimento em que os objetos são controlados ao vivo com os gestos realizados com um dispositivo de entrada (LAMBERTI; CANNAVO; MONTUSCHI,

2020), que neste caso, foi feito com os controladores *Oculus Touch*, que, por sua vez, rastreiam os movimentos da mão que segura o controlador. Dessa forma, e restringindo juntamente as manipulações apenas ao movimento rotacional, torna-se possível animar um personagem de forma equivalente a uma marionete (SCHAEFER, 2018).

Portanto, ao longo da produção foram consideradas a aplicação das três técnicas expostas para criar a animação do personagem, conforme aos requerimentos e ao contexto de cada cena. Aliás, cabe ressaltar que cada uma destas técnicas possuem as suas vantagens e desvantagens.

3.2.1.2.1 Animação por manipulação e deformação quadro-a-quadro

Esta técnica de animação consiste basicamente em duplicar um objeto na linha de tempo, ou seja, criar um novo quadro independente com as mesmas características do original, e aplicando a esta manipulações (translação, rotação, escala) e/ou deformações na geometria da malha, a fim de expressar uma mudança nas propriedades do objeto no decorrer do tempo. Da mesma forma, este procedimento pode aplicar-se novamente a partir do quadro prévio para ir desenvolvendo a animação. Também, pode-se definir poses-chave na linha de tempo e prosseguir a preencher os quadros intermediários utilizando este procedimento.

Uma das vantagens desta abordagem é que permite desenvolver uma animação mais orgânica, posto que os objetos animados não estão restritos a um esqueleto. Também, a interface do *Quill* permite ativar um sistema de *onion skinning* mais eficiente quando esta técnica é utilizada, posto que permite observar a posição espacial dos quadros prévios e posteriores, coisa que não é possível quando se anima com camadas de grupos. Dessa forma, os objetos dos quadros prévios adotam um tinte vermelho, e os posteriores, um azul.

Em contraposição, esta técnica pode ser mais trabalhosa considerando que é um processo manual. Nesse sentido, a animação resultante pode ser menos fluida dado que no caso da interpolação haverá uma deslocação matematicamente gerada do objeto a cada quadro, enquanto a animação quadro-a-quadro costuma ser mais orgânica e dificilmente anima-se cada quadro.

Figura 22 – Aplicação da técnica de animação por manipulação e deformação quadro-a-quadro



Fonte: autor

Esta técnica foi empregada no personagem apenas uma vez: em uma das cenas finais, com a finalidade de animar o movimento do braço dele ao momento de elevar o bastão, antes de utilizar os seus poderes. Neste caso, foi utilizada a ferramenta *grab* para realizar as deformações da malha a cada quadro.

3.2.1.2.2 Animação pose a pose por interpolação de quadros-chave

Este tipo de animação é realizado através da manipulação das articulações com o intuito de armar uma pose do personagem. A pose, por sua vez, é registrada por meio da utilização dos quadros-chave de transformação. Sendo assim, podem ser definidas várias poses ao longo da linha de tempo e também pode-se determinar o tipo de interpolação que terá entre cada pose.

Uma das vantagens deste método é que, uma vez realizado o processo de *rigging*, torna-se muito fácil construir a pose desejada. Ademais, dado que a interpolação entre as poses é gerada de forma automática, requer menos trabalho do que uma animação feita quadro-a-quadro. Aliás, esta abordagem permite que a animação possa ser editada de forma mais simples, posto que os quadros-chave podem ser facilmente deslocados e rearranjados na linha de tempo. Da mesma forma,

com as poses, dado que quando elas serem modificadas, a interpolação vai gerar a transição automaticamente.

Contudo, percebeu-se que a interface do *Quill* apresenta várias limitações que impedem explorar o potencial completo desta técnica: os tipos de interpolações são limitados, o sistema de *onion skinning* para animações feitas em camada de grupos é insuficiente, pois só mostra um cubo que mostra o volume dos objetos; o tamanho reduzido da interface da linha de tempo dificulta a manipulação de *rigs* complexos.

Em relação ao presente projeto, esta técnica foi empregada algumas vezes: quando o personagem eleva o braço junto com o bastão pela primeira vez e para animar o movimento circular do braço do personagem enquanto ele ativa o portal.

Figura 23 – Aplicação da técnica de animação por interpolação pose a pose



Fonte: autor

3.2.1.2.3 Animação por manipulação em tempo real

Como abordado anteriormente, este método de animação transfere em tempo real os movimentos realizados com o controle ao objeto virtual (LAMBERTI; CANNAVO; MONTUSCHI, 2020). No *Quill*, isto é possibilitado ativando o botão *record* na parte de controles de reprodução. Este botão permite registrar na linha de tempo, por meio da criação de quadros-chave, qualquer modificação feita a um grupo ou objeto. Assim, quando deixa-se reproduzindo um clipe e procede-se simultaneamente a manipular um objeto ou grupo com o botão *record* ativado, as manipulações

realizadas com o controle no objeto ficarão sendo registradas quadro-a-quadro, capturando o gesto realizado e passando-o ao objeto selecionado.

Este método implica grandes vantagens, pois permite desenvolver animações complexas apenas fazendo uso dos próprios gestos corporais do animador, tornando o trabalho de este em uma espécie de *performance* (SCHAEFER, 2018). Aliás, esta abordagem de animação de captura de movimento supera as limitações intrínsecas das interfaces 2D (PAN; MITCHELL, 2020), pois usar controladores rastreados na mão com 6 graus de liberdade implica uma grande vantagem sobre sistemas tradicionais, já que o ambiente imersivo oferece um controle simultâneo e natural do espaço 3D (GALVANE *et al.*, 2019). Além disso, as animações podem ser facilmente editadas na linha do tempo do *Quill* pois estão baseados em quadros-chave.

Por outro lado, este procedimento também apresenta limitações. Por exemplo, a fisiologia do corpo do animador limita a possibilidade de movimentos (PAN; MITCHELL, 2020). Também pode resultar complicado produzir animações que requeiram movimentos finos ou seguir uma trajetória, pois a mão capturada dificilmente vai ficar estável por completo, pior ainda quando esta começa a navegar pelo espaço. Aliás, para chegar no resultado desejado, costuma-se ter previamente muitas provas de ensaio e erro.

Esta técnica de animação foi a mais utilizada durante a produção da animação do presente personagem. Foi utilizada para animar a sua cabeça, bem como as translações realizadas por ele no deserto, também para animá-lo ingressando e saindo do portal, embora esta animação foi utilizada como base para desenvolver posteriormente um efeito sobre esta.

Figura 24 – Aplicação da técnica de animação por manipulação em tempo real



Fonte: autor

3.2.1.3 Efeitos visuais aplicados ao personagem

Após ter finalizado as animações de todas as cenas do personagem, e considerando que, no percurso da produção destas, foram aplicados diversos métodos, considerou-se necessário uniformizar o conteúdo das camadas de animação do personagem, pois havia sido planejado aplicar um tratamento posterior a estas animações.

Para tal tarefa, foi necessário aplicar um *bake* em todos os grupos de camadas que continham a animação do personagem, a fim de transformá-los em uma única camada de animação quadro-a-quadro. Assim, por meio deste procedimento, todas as animações realizadas por meio de interpolação entre quadros-chave ou aquelas feitas utilizando grupos foram sintetizadas em apenas uma camada quadro-a-quadro. Portanto, resultando em uma camada que contém todas as informações das animações e que cada um de seus quadros constituintes possuem uma malha independente. Dessa forma, foi facilitada a aplicação de um tratamento posterior à animação como um todo. No caso do presente projeto, este procedimento foi realizado com o intuito de desenvolver dois efeitos visuais aplicados ao personagem.

3.2.1.3.1 Efeito de sucção no teletransporte

A fim de poder elaborar este efeito de sucção, primeiro foi realizada uma animação com o personagem ingressando ao portal, a qual foi feita utilizando o método de animação por manipulação em tempo real. Uma vez feito isso, procedeu-se a aplicar o *bake* da forma mencionada previamente. Assim, foi obtida uma camada quadro-a-quadro da animação, sendo que cada quadro contém sua própria malha 3D. Nesse sentido, torna-se possível manipular cada quadro de forma independente, fazendo uso das ferramentas propiciadas na interface do aplicativo *Quill*. Por sua vez, também é possibilitada a opção de selecionar múltiplos quadros de forma simultânea, podendo realizar-lhes modificações de forma conjunta.

No contexto do projeto, adotou-se esta abordagem para produzir o efeito de sucção tanto no ingresso quanto na saída do personagem do portal. Contudo, a produção de cada cena foi elaborada de forma separada. Então, para atingir tal efeito, foram selecionados todos os quadros que abarcavam a ação de ingresso ou saída do portal do personagem, utilizando a função *select in all frames* já explicada anteriormente. Em seguida, procedeu-se a deformar de forma conjunta todos os quadros selecionados, utilizando a ferramenta *Grab*, que permite deformar as malhas dos objetos de forma elástica (FACEBOOK, 2021).

Da mesma forma, e acrescentando o uso do *joystick* do controlador direito, a ferramenta permite expandir e contrair a extensão das malhas. Sendo assim, optou-se por aplicar uma deformação progressiva ao longo da animação, esticando e contraindo as malhas cada vez mais conforme estiverem mais próximos ao portal. Cabe destacar de devam se manter intactos o primeiro quadro, no caso do ingresso do portal, e o último quadro, no caso da saída do portal, a fim de que se possa estabelecer uma transição fluida até o personagem adotar sua forma original. Sendo assim, e depois de algumas tentativas, foi alcançado um resultado satisfatório.

Figura 25 – Realização do efeito de sucção no ingresso e saída do portal



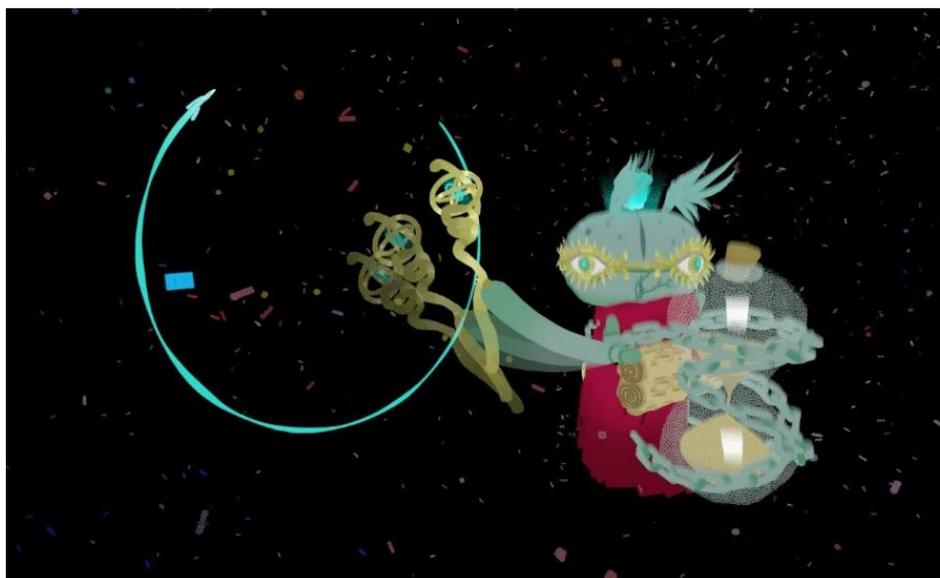
Fonte: autor

3.2.1.3.2 Efeito de rastro dos movimentos

Uma vez já realizadas todas as animações de personagem descritas previamente, tomou-se a decisão de aplicar um efeito de rastro à totalidade das animações, a fim de fornecer-lhes um tratamento final e dessa forma obter um resultado estético mais interessante e coerente com a proposta conceitual.

Assim, este efeito foi elaborado simplesmente duplicando duas vezes a camada resultante da aplicação do *bake*, obtendo assim três camadas idênticas que apresentavam a animação toda do personagem. Em seguida, estas duas camadas duplicadas foram deslocadas na linha de tempo a fim de arranjá-las com um intervalo de diferença de 3 quadros entre cada uma das camadas, obtendo dessa maneira que as animações reproduzam-se de forma dessincronizada. Por último, aplicou-se uma diminuição gradual de opacidade nas camadas duplicadas, deixando a animação menos deslocada da original com uma opacidade de 40% e a mais deslocada, com 20%, criando assim o efeito de rastro dos movimentos do personagem.

Figura 26 – Aparência do efeito de rastro dos movimentos do personagem



Fonte: autor

3.2.2 Efeitos visuais das cenas

Ao longo da produção foram desenvolvidos diversos efeitos visuais a fim de adicionar riqueza estética às cenas e representar de forma mais cativante os acontecimentos narrativos. Considera-se que o aplicativo imersivo *Quill* possui várias ferramentas e funcionalidades que permitem elaborar animações de efeitos de forma relativamente simples e intuitiva, portanto, decidiu-se aproveitar estas qualidades para elaborar efeitos que complementem à ambientação das cenas e acrescentem complexidade ao resultado final do projeto.

A produção dos efeitos realizados no presente projeto envolveu a aplicação de diversas técnicas e metodologias para chegar no resultado desejado. Implicou, da mesma forma, um processo de aprendizagem e improvisação que permitiu explorar a profundidade os recursos proporcionados pelas ferramentas do *Quill*.

3.2.2.1 Poeira cósmica

A respeito do primeiro cenário, considerou-se ideal que estas partículas cósmicas pudessem ser animadas flutuando pelo espaço seguindo uma trajetória até esvanecerem, a fim de criar um cenário mais dinâmico e visualmente estimulante.

Para realizar esta tarefa, foi necessário construir o cenário novamente desde o início, mas com a intenção de reproduzir fielmente as características do cenário original. Para tal, e da mesma forma feita no cenário original, partiu-se com a criação de uma partícula-base que posteriormente foi usada para compor o volume de partículas, mas, dessa vez, com a diferença de que esta partícula foi animada em primeiro lugar e posteriormente duplicada. Assim, procedeu-se a elaborar a trajetória da partícula através do método de animação por interpolação de quadros-chave e também por meio do agrupamento hierárquico de camadas de grupo, com a finalidade de aplicar múltiplas animações de forma aninhada à partícula-base. Dessa forma, várias animações de translação e rotação foram aplicadas à partícula uma em cima da outra, possibilitando a construção de uma trajetória aparentemente aleatória.

Uma vez obtida esta animação, foram aplicados dois quadros-chave de opacidade, com interpolação linear, no final da animação, com o objetivo de simular o efeito de esvanecimento da partícula. O primeiro quadro foi configurado em 100% de opacidade e o outro em 0%, de modo que a interpolação acabou gerando a transição até a partícula desaparecer por completo. Sendo assim, seguiu-se a aplicar um *bake* ao conjunto de grupos aninhados que animavam à partícula-base, obtendo como resultado uma animação quadro-a-quadro da partícula. Esta nova camada, por sua vez, foi duplicada repetidamente pelo espaço, adotando uma nova posição e rotação cada vez que uma duplicação era efetivada. Este procedimento foi feito até conseguir construir uma nuvem volumétrica de partículas. Logo, cada uma de estas animações foi deslocada na linha de tempo tentando seguir um padrão aleatório com o objetivo de que estas reproduzam-se de forma dessincronizada. Finalmente, agruparam-se as animações e realizou-se mais uma vez um *bake*, a modo de que todas estas animações sejam integradas em uma camada.

Logo, seguiu-se com a pintura das partículas de forma aleatória e de diversas cores saturadas enquanto a animação estava sendo reproduzida, criando assim um efeito de mudança cromática das partículas no decorrer do tempo. Da mesma forma, aplicou-se aleatoriamente a ferramenta *Optimize* ao conjunto de partículas para simplificar a geometria de alguma destas, com a finalidade de criar variedade nas texturas e, por conseguinte, maior complexidade estética. Por último, optou-se por diminuir levemente a opacidade da camada para dar transparência às partículas e uma melhor integração com o fundo.

Figura 27 – Aparência final do cenário cósmico



Fonte: autor

3.2.2.2 Portal interdimensional

A produção deste efeito foi realizada utilizando múltiplas técnicas. Em primeiro lugar foi necessário criar a animação do trajeto de um círculo. Para tal, foi utilizada a função do *spawn*, que é um objeto predefinido no espaço de toda cena no *Quill* que define a localização e proporção do espectador em relação a cena (FACEBOOK, 2021), com a finalidade de fornecer-lhe um ponto de referência específico para assistir a cena imersiva feita no *Quill* da forma que foi pretendida pelo criador. Assim, este objeto, como qualquer outro inserido na cena, pode ser manipulado e animado com quadros-chave no espaço. Aliás, o *Quill* conta com um botão na linha do tempo que permite ao usuário assumir a posição do *spawn* enquanto a cena está sendo reproduzida. Dessa forma, torna-se possível acompanhar em primeira pessoa a animação aplicada ao *spawn*.

Neste caso, o *spawn* foi animado seguindo uma trajetória circular deslocando seu ponto de ancoragem e rotacionando o objeto em volta deste. Em seguida, ativou-se o botão que permite visualizar a cena desde o ponto de vista do *spawn*. Dessa forma, possibilitou-se que o usuário conseguisse se locomover pelo espaço seguindo a trajetória da animação do *spawn* enquanto está sendo reproduzida. Considerando isto, optou-se por aplicar simultaneamente a ferramenta *AnimBrush*, que permite animar traços feitos no espaço em tempo real, de tal forma que conseguiu-se animar

um traço circular enquanto o usuário locomovia-se pelo espaço seguindo a trajetória aplicada ao *spawn*.

Da mesma forma, aplicou-se o mesmo procedimento para criar o efeito de faísca do portal. Assim, procedeu-se a utilizar a função do *spawn* e a ferramenta *animbrush* para animar vários traços sucessivamente por cima da animação do círculo feita previamente. Posto que ambas animações foram produzidas seguindo a mesma trajetória, conseguiu-se que estas pudessem estar completamente alinhadas e sincronizadas mesmo que estas estejam em constante movimento desde uma perspectiva estacionária.

Uma vez realizada esta tarefa, procedeu-se a aplicar alguns ajustes à animação do traço circular utilizando a ferramenta *Thick & Thin* junto com a função *Select in all frames*, de modo que as modificações realizadas se apliquem a todos os quadros da animação de forma conjunta. Assim, foram aplicadas várias operações de engrossamento e afinamento ao longo do traço circular, com a intenção de fornecer à forma maior variabilidade estética.

Logo, para animar o efeito de abertura e fechamento do portal, bem como os efeitos apresentados enquanto está aberto por completo, simplesmente foi requerido aplicar animações de escala e opacidade a um traço circular por meio da utilização de quadros-chave na linha de tempo. Uma vez obtida a animação desejada, procedeu-se a duplicá-la e deslocá-la na linha de tempo com o intuito de que apareçam de forma consecutiva. No caso do fechamento do portal, apenas foi realizada uma inversão da ordem dos quadros-chave a fim de obter o efeito oposto.

Depois, prosseguiu-se a elaborar as cenas avistadas dentro do portal. Para tal, foi composta uma pequena cena de 1 segundo para cada cenário e, com a utilização de uma câmera virtual dentro do *Quill*, procedeu-se a capturá-las e renderizá-las em uma sequência de imagens de dimensões quadradas e em formato “.png”, obtendo como resultado duas animações dos cenários de 24 quadros cada uma. Em seguida, o trabalho foi retomado utilizando o programa de edição de imagens *Photoshop*, onde as sequências obtidas foram importadas e recortadas em formato circular. Assim, continuou-se a exportar estas sequências em formato “.png”, com a finalidade de que estas mantenham suas propriedades de transparência.

Por último, voltou-se à interface do *Quill* e importaram-se as sequências obtidas após a edição no *Photoshop*. Logo, as imagens foram centralizadas,

sequenciadas e agrupadas apropriadamente, e, em seguida, foram colocadas no seu lugar adequado tanto na cena quanto na linha do tempo: dentro do portal quando estiver efetivamente aberto. Finalmente, foi aplicada uma simples transição de opacidade com quadros-chave para dar a ilusão de que esta emergiu; ou, no caso do fechamento, desapareceu; espontaneamente no espaço.

Figura 28 – Portal interdimensional com destino ao cenário do deserto



Fonte: autor

3.2.2.3 *Brisa do deserto*

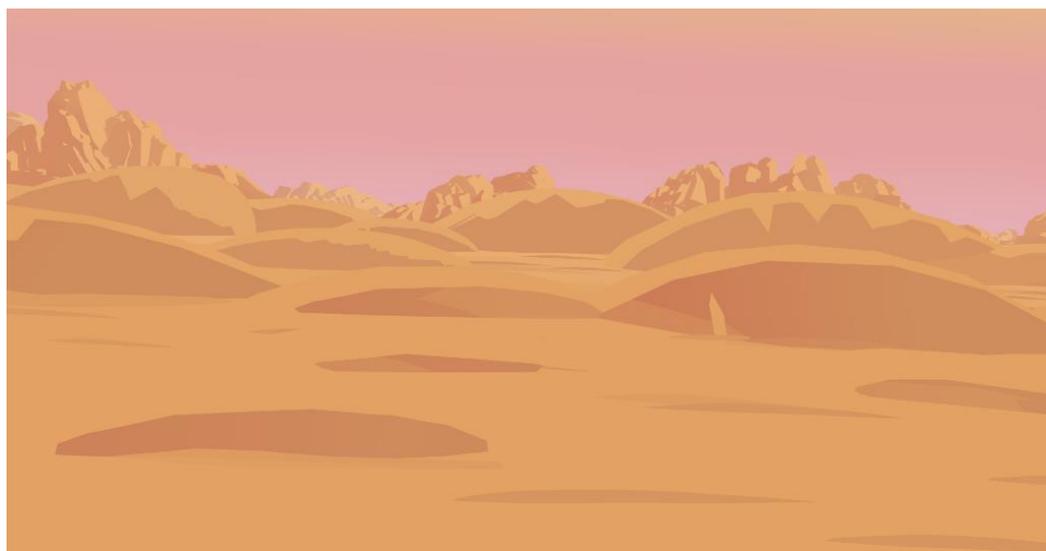
Os efeitos para simular a brisa do deserto foram desenvolvidos com o objetivo de complementar a atmosfera do cenário desértico e também para adicionar-lhe certo grau de realismo. Sendo assim, decidiu-se desenvolver dois tipos de efeitos para representar visualmente o movimento da areia sendo levada pelo vento.

Um deles foi produzido utilizando a ferramenta *AnimBrush*, que como já citado, permite animar em tempo real os traços feitos no espaço. Assim, a ferramenta foi configurada com um tempo de intervalo de 1 segundo, ou seja, de tal modo que os traços realizados fossem capturados por essa duração de tempo e, portanto, permitindo que os traços adotem maior comprimento. Sendo assim, continuou-se a criar uma camada com vários quadros vazios que serviram para serem preenchidos pelos traços realizados com a ferramenta *AnimBrush* enquanto a camada referida

estava sendo reproduzida. Estes traços foram realizados sobre a superfície do cenário e tentando simular visualmente a ação do vento na areia. Finalmente, aplicou-se uma diminuição da opacidade à camada para que animação consiga integrar-se melhor com o cenário.

Logo depois, prosseguiu-se a elaborar o segundo efeito em relação à brisa desértica, dessa vez com uma abordagem diferente. Para tal, foram criados vários traços horizontais sobre a extensão do cenário, de diversos tamanhos e abarcando distintas profundidades. Depois, a camada que continha estes traços foi animada com o uso de quadros-chave, de tal modo que o conjunto de traços acabe deslizando-se pela superfície do cenário.

Figura 29 – Efeitos de brisa do deserto aplicados ao cenário



Fonte: autor

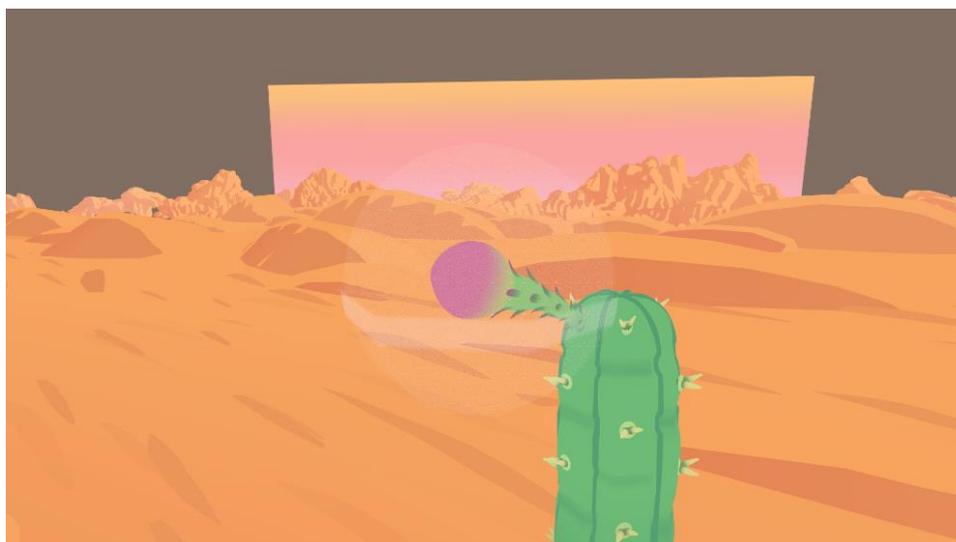
3.2.2.4 *Esfera cintilante*

O efeito para a esfera cintilante foi realizado para representar visualmente o poder do personagem de controlar o tempo. Para sua elaboração, iniciou-se criando a malha de uma esfera utilizando o pincel esférico e fazendo apenas um clique no espaço. Depois, a camada foi duplicada com o fim de animar cada camada de uma forma diferente. Uma das camadas serviu para desenvolver o brilho da aura envolvendo a esfera e a outra para produzir o efeito cintilante da esfera.

Assim, partiu-se a animar em primeiro lugar o efeito da aura. Iniciou-se duplicando os quadros até a camada atingir uma duração de 1 segundo. Logo, dado que cada quadro continha sua própria malha da esfera, prosseguiu-se a modificar cada quadro de forma independente. Assim, foi utilizada a ferramenta borracha para apagar certas partes da esfera em cada uma das malhas de cada quadro, até deixar apenas uma linha, a qual foi animada quadro-a-quadro de tal modo que sugerisse que estava subindo pela malha da esfera conforme fossem sucedendo-se os quadros.

Em seguida, continuou-se a elaborar o efeito cintilante da outra esfera. Para tal fim, optou-se por aplicar-lhe uma animação que fosse intercalando de forma constante entre dois valores definidos de opacidade, criando assim o efeito desejado.

Figura 30 – Efeito cintilante da esfera



Fonte: autor

3.2.3 Animação de florescimento do cacto

Como já foi referido, inicialmente tinha se pretendido realizar uma animação de metamorfose do cacto desde a etapa de broto até o florescimento, na etapa de maturidade. Contudo, devido ao tempo limitado de produção, não foi possível concretizar a ideia original. Não obstante, conseguiu-se elaborar uma alternativa viável que não prejudicasse a integridade narrativa do curta. Assim, optou-se por produzir apenas a animação de florescimento da flor do cacto, posto que o objetivo geral da cena em que desenvolvia-se este acontecimento era mostrar os poderes de

controle do tempo do personagem através da manipulação cronológica da vida do cacto. Então, visto que a premissa primordial da cena não foi comprometida, a história conseguiu manter-se intacta em sua essência.

Assim, considerando que já contava-se com um modelo da flor do cacto e a suas partes constituintes, foi decidido aproveitar estes recursos e utilizá-los na animação. Contudo, ainda era necessário produzir as pétalas internas e os estames localizados no centro da flor. Então, procedeu-se a elaborar as partes faltantes. Uma vez feitas, contavam-se com os elementos requeridos para começar a produzir a animação do florescimento. Contudo, a fim de realizar animação de forma fiel à realidade, foi necessário fazer antes um estudo de referência de vários vídeos documentários sobre o florescimento dos cactos, assim, estes foram analisados de maneira detalhada até chegar-se à uma compreensão suficiente dos movimentos mecânicos da flor no processo de florescimento. Finalmente, partiu-se à produção da animação em si.

3.2.3.1 Animação por deformação em tempo real

Esta abordagem de produção de animação consiste na duplicação quadro-a-quadro de um objeto, de tal modo que cada quadro contenha uma versão independente do mesmo objeto. Dessa forma, com a utilização das diversas ferramentas de deformação fornecidas no *Quill*, torna-se possível modificar os objetos em sequência enquanto a camada que contém a animação estiver sendo reproduzida.

No contexto do presente projeto, esta técnica foi adotada para elaborar a animação do florescimento. Assim, o processo iniciou-se escolhendo uma pétala de cada tipo, uma interna e outra externa, com o intuito de aplicar-lhes a animação e posteriormente, duplicá-las em volta do centro da flor; obtendo, dessa forma, a animação completa do florescimento. Sendo assim, cada uma destas pétalas-base foram duplicadas quadro-a-quadro na linha do tempo até as suas camadas atingirem uma duração de 8 segundos.

Logo, considerando que a posição inicial das pétalas descrevia a flor em estado fechado, procedeu-se a realizar a animação de abertura das pétalas. Para isso, utilizou-se a ferramenta *Grab*, que permite deformar os objetos de forma orgânica,

para ir deformando cada pétala-base em tempo real conforme o clipe fosse avançando de quadro em quadro, quer dizer, enquanto o clipe estiver sendo reproduzido.

Assim, desenvolveu-se um processo de tentativa e erro para realizar de forma efetiva a animação de abertura, dado que as deformações eram realizadas manualmente em tempo real e não sempre resultavam sendo precisas ou completamente satisfatórias. Então, a animação foi sendo realizada por partes até conseguir produzir a amplitude total do movimento requerido.

Para realizar a animação dos estames da flor abrindo-se levemente foi realizado o mesmo procedimento. Porém, neste caso foi utilizada a função “expandir” da ferramenta *Grab*, que é acionada em conjunto com o direcionamento do *joystick* no controle enquanto a ferramenta está sendo aplicada.

Por último, procedeu-se a posicionar as camadas de animação no seu respectivo lugar na flor, em seguida, as camadas das pétalas foram duplicadas e rotacionadas em volta do centro da flor com o objetivo de completar finalmente a estrutura desta e, ao mesmo tempo, definindo a animação de abertura de cada pétala. Dessa forma foi obtida em sua totalidade a animação de florescimento do cacto.

Figura 31 – Sequência de quadros tirados da animação do florescimento



Fonte: autor

3.2.4 Blocagem e animação de câmera

A fim de poder produzir o curta-metragem em formato de vídeo, ou seja, em um formato 2D, foi necessário o emprego de câmeras virtuais dentro do espaço imersivo do aplicativo *Quill*, de maneira que se tornasse possível traduzir as cenas elaboradas no espaço 3D em uma série de imagens planas. Nesse sentido, a interface do aplicativo *Quill* conta com diversas funcionalidades que permitiram projetar em um plano, de forma efetiva, as cenas construídas.

Na elaboração do presente projeto, foi decidido dispor de uma câmera independente para cada plano, utilizando como referência a separação de planos da montagem proposta no roteiro visual, ou seja, no *storyboard*. Nesse sentido, cada câmera podia ser manipulada livremente pelo espaço com a finalidade de testar diversos ângulos e, assim, definir a composição ideal para cada uma das cenas. Aliás, a interface do *Quill* permitiu aceder facilmente à visualização do enquadramento capturado pela câmera. Isto podia ser realizado tanto pelo avistamento do quadro localizado no reverso da câmera selecionada quanto pela utilização da aba '*Monitor*'.

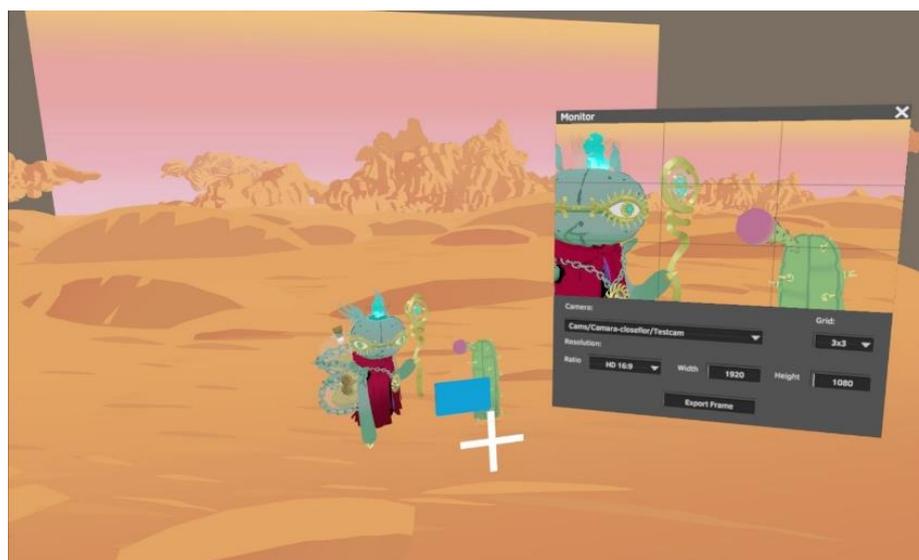
Tal aba, além de permitir visualizar o conteúdo da cena capturado pela câmera, conta com outras funcionalidades que facilitaram ainda mais o processo de blocagem. Por exemplo, tinha-se a opção de ativar vários tipos de grades por cima do enquadramento, o que ajudou a definir adequadamente a composição de cada cena. Além disso, conta com um botão que permitiu exportar em formato de imagem o quadro selecionado da cena, isto foi utilizado com o intuito de poder revisar as configurações da câmera numa tela do computador e, assim, obter uma visão prévia do resultado final que fosse coerente com o formato pretendido da obra, posto que podem existir diferenças perceptivas entre uma pré-visualização no espaço imersivo e outra realizada numa tela 2D (FUJITA, 2017).

Outra vantagem de utilizar a aba *Monitor* é que esta pode ser fixada no espaço em relação ao usuário, permitindo que a cena construída pudesse ser manipulada à vontade desde qualquer ângulo sem afetar a posição da aba. Esta função implicou uma grande vantagem, posto que facilitou que a cena pudesse ser arranjada em função do enquadramento de câmera definido. Assim, possibilitou que alguns elementos pudessem ser acrescentados, apagados, rearranjados, etc., enquanto

contava-se simultaneamente com uma visão prévia do enquadramento, e desse modo, foi possível desenvolver composições mais adequadas para cada plano.

A animação das câmeras foi realizada aplicando quadros-chave para definir o trajeto destas no espaço e, em seguida, determinando o tipo de interpolação entre tais quadros-chave. No caso das cenas no deserto, decidiu-se que a câmera estivesse vinculada com o fundo do cenário, posto que era necessário que toda a extensão do fundo fosse visível independentemente da posição da câmera. Para isto, requereu-se agrupar estes elementos e criar um *rig* simples que permitisse manipular ambos objetos ao mesmo tempo. Da mesma forma, a animação foi produzida aplicando quadros-chave ao grupo de tal modo que a animação afete tanto à câmera quanto ao fundo.

Figura 32 – Fluxo de trabalho na etapa de blocagem e animação de câmera



Fonte: autor

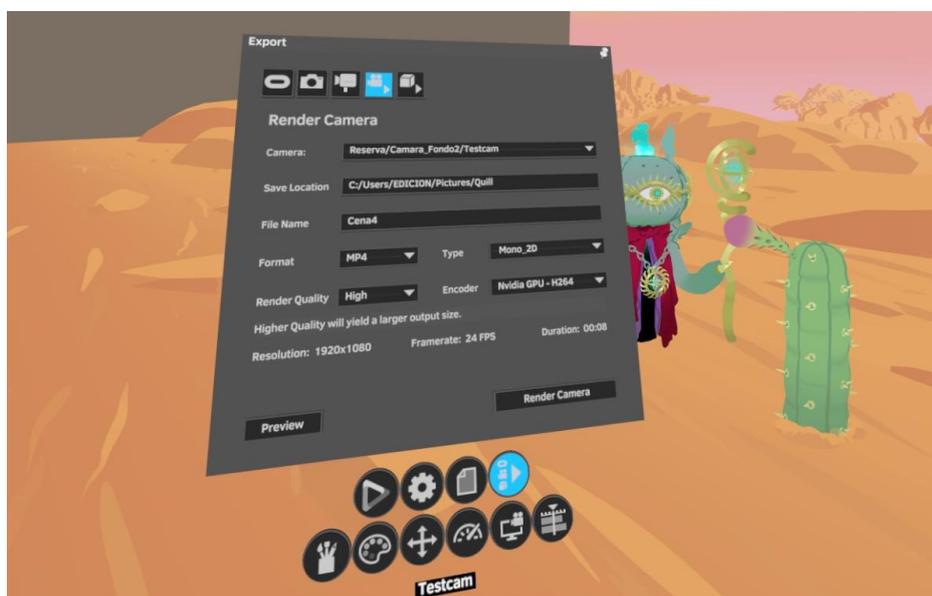
3.2.5 Renderização de câmera

Uma vez finalizada toda a produção das cenas dentro do aplicativo *Quill*, que envolveu todos os processos previamente mencionados, deu-se início ao processo de renderização das câmeras que, no caso aplicado ao *Quill* e ao presente projeto, consistiu na geração de um vídeo por cada um dos planos que compunham o curta-metragem, que posteriormente foi exportado ao disco rígido do PC utilizado, seguindo as configurações indicadas na seção *Render Camera*, localizado dentro da aba

Export. Sendo assim, obteram-se como resultado 10 vídeos, um de cada plano, em formato “.mp4” e com uma dimensão de 1920x1080 *pixels*, ou seja, em *full HD*. Dessa forma, concluiu-se a etapa de produção no aplicativo *Quill* e procedeu-se a retomar o processo de pós-produção fora da realidade virtual.

Cabe mencionar que o processo de renderização no *Quill* é relativamente rápido, posto que não conta com um sistema de iluminação e texturização tradicional (NEBELONG, 2019). Em vez disso, o resultado visual baseia-se na informação de cor aplicada aos vértices das malhas dos objetos. Portanto, dado que a aparência estética do resultado da renderização no *Quill* não é intermediada por um processo computacional do cálculo de iluminação ou simulações (FUJITA, [2017]), pode ser afirmado que o artista acaba possuindo um controle total e sem precedentes da produção, posto que o artista termina definindo de forma manual cada ponto de luz, sombra e cor (THOMPSON; TOWNLEY, 2019).

Figura 33 – Configuração de renderização definida pro projeto



Fonte: autor

3.3 PÓS-PRODUÇÃO (SAINDO DA REALIDADE VIRTUAL)

A etapa de pós-produção abarcou os processos realizados após a renderização de cada plano dentro do aplicativo *Quill*, até a renderização final do curta-metragem, passando pela etapa de montagem narrativa e edição de som. Todas

as tarefas realizadas nesta etapa foram feitas utilizando o programa de edição audiovisual *Premiere Pro*.

Aliás, acha-se pertinente destacar que o aplicativo *Quill* também conta com um sistema de edição de som. Porém, no contexto do projeto, decidiu-se que seria preferível realizar este trabalho fora da realidade virtual, devido a que tinha-se maior familiaridade com o processo de edição no *Premiere Pro* e, portanto, acreditou-se que resultaria mais prático, considerando o tempo limitado para acabar o curta-metragem.

3.3.1 Montagem narrativa

Esta tarefa foi realizada no programa de edição audiovisual *Premiere Pro* por meio da junção e ordenamento dos planos obtidos na renderização das câmeras no *Quill*, seguindo a sequência narrativa proposta no *storyboard*. Assim, iniciou-se por importar no programa os vídeos que continham cada plano da obra. Depois, foram posicionados na linha de tempo adotando a ordem já definida dos acontecimentos narrativos. Dessa forma, obteve-se a versão definitiva da narrativa visual.

Logo, foram adicionados o título e os créditos em formato de texto, a fim de proporcionar uma estrutura apropriada à obra. Foi neste momento que foi decidido o título definitivo da obra: “As triviais aventuras do Mestre do Tempo”.

Figura 34 – Quadro da animação com o título inserido na cena



Fonte: autor

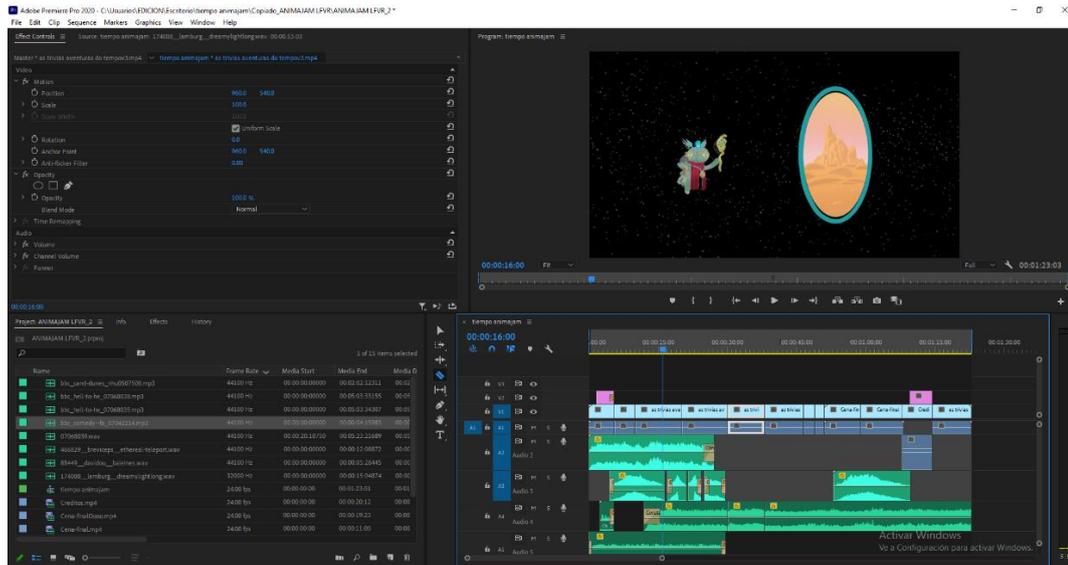
3.3.1.1 Edição de som

Depois de ter arranjado a parte visual do curta-metragem, iniciou-se a desenvolver a parte sonora. Esta tarefa implicou um processo mais complexo do que a sua contraparte visual, posto que precisava ser elaborado de forma integral nesta etapa. Para tal, foi determinado que fossem utilizados recursos externos de uso livre para produzir a sonorização. Assim, procedeu-se a realizar uma pesquisa em diversos catálogos abertos de efeitos sonoros, em busca de sons que fossem relevantes e coerentes em certo grau com a narrativa do curta-metragem, e, dessa forma, pudessem ser aplicados no processo de sonorização.

Uma vez reunidos vários efeitos sonoros e outros sons ambientes, prosseguiu-se a testá-los junto ao contexto da obra para analisar se alinhavam-se apropriadamente com o direcionamento artístico do projeto. Dessa forma, acabaram sendo escolhidos, por um processo de descarte, os sons que, a critério do autor, tivessem o maior potencial de representar os acontecimentos narrativos de forma sonora.

Após ter definido quais sons seriam utilizados, procedeu-se a separar os trechos específicos de cada arquivo de som e, em seguida, foram arranjados adequadamente na linha do tempo. Logo, partiu-se a aplicar-lhes alguns ajustes conforme fosse requerido, com o intuito de melhorar as transições na mixagem e, além disso, aproximá-los ainda mais da visão estética pretendida para a obra. Para fazer que as transições sonoras se desenvolvessem fluidamente, foram aplicados vários efeitos de *crossfade*. Da mesma forma, aplicaram-se efeitos para modular a frequência dos sons, a fim de poder integrá-los de forma ótima no contexto da obra.

Figura 35 – Captura de tela durante o processo de montagem e edição



Fonte: autor

3.3.2 Renderização final

Após ter obtido o resultado desejado no processo de montagem, procedeu-se a realizar a última tarefa da produção em si: a renderização final do curta-metragem. Para tal, foi utilizado a função de exportação de mídias no programa *Premiere Pro*. Contudo, antes de realizar este procedimento, foi necessário definir as devidas configurações para que o vídeo resultante cumprisse com todos os requerimentos solicitados pela organização do evento em que foi desenvolvido o presente projeto. Finalmente, o vídeo do curta-metragem foi renderizado e exportado em formato “.mp4” e em *full HD*, e com um tamanho de arquivo menor de 500 *megabytes*. Sendo assim, o curta-metragem ficou pronto para ser apreciado na sua forma definitiva.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho evidencia, a partir de inferências baseadas na revisão literária e a própria experiência de produção do autor, que tanto à RV em si quanto o ambiente virtual específico do aplicativo *Quill* proporcionam vantagens únicas que permitem ao artista criar, manipular, deformar e animar objetos 3D de forma intuitiva e prática, envolvendo a gesticulação do seu próprio corpo no processo de criação e interação com a obra. Por sua vez, o envolvimento do corpo de forma natural, em combinação com a imersão física proporcionada pelo sistema de RV e a resposta coerente do ambiente virtual de *Quill* em relação aos comandos emitidos pelo artista produzem uma série de ilusões perceptuais exclusivas do meio que permitem atingir um estado psicológico de criatividade potencializada. Posto que, além de ficar isolado de estímulos externos, o artista pode desenvolver a sensação de estar presente no mesmo espaço com a sua obra e a de possuir completo controle criativo sobre o seu entorno.

Nesse sentido, a RV e *Quill* propõem uma nova abordagem de produção de conteúdo e animação em 3D que está em melhor sintonia com as capacidades de destreza manuais e navegação espacial que os humanos possuem naturalmente. Portanto, representa uma forma de produção significativamente mais intuitiva e potencialmente mais eficiente em comparação com as abordagens convencionais que utilizam interfaces 2D. Adicionalmente, a sua acessibilidade permite que os artistas se expressem criativamente em um espaço 3D sem necessidade de possuir um conhecimento técnico especializado, como costuma ser requerido na produção convencional de recursos 3D. Portanto, esta abordagem torna-se em um poderoso instrumento de democratização na criação de objetos e animações 3D.

Por outro lado, nota-se que *Quill* ainda apresenta limitações consideráveis que podem impedir a sua adoção em certos contextos, devido à sua abordagem de criação pouco convencional e muitas vezes incompatível com os métodos padrão da indústria. Da mesma forma, dado que o aplicativo propõe uma abordagem completamente manual, a interface carece das diversas funcionalidades e processos automatizados que são disponibilizados na maioria de ferramentas criativas de produção 3D. Contudo, julga-se que a sua implementação pode ser adequada para o desenvolvimento de projetos independentes de animação, posto que proporciona uma

interface sumamente simples e intuitiva assim como uma plataforma capaz de abarcar a produção de uma obra de animação do princípio ao fim.

No caso concreto do desenvolvimento prático, considera-se que o objetivo de produzir um curta-metragem de animação em um prazo de 9 dias com as ferramentas criativas em RV do aplicativo *Quill* foi atingido de forma satisfatória, dado que conseguiu-se finalizar o projeto da forma pretendida e dentro do prazo estipulado. Nesse sentido, o ambiente virtual de *Quill* permitiu desenvolver uma linha de produção eficiente e otimamente integrada de cenas de animação que se adequou sem problemas às demandas do contexto de curto-prazo. Por sua vez, as cenas realizadas envolveram diversas abordagens de produção de animação, especialmente no desenvolvimento de vários efeitos visuais aplicados aos elementos narrativos. Portanto, em relação ao processo de produção específico do projeto, considera-se importante destacar a versatilidade de *Quill* apesar de sua interface simples e a sua capacidade de incorporar diversas abordagens de animação em uma cena sem prejudicar a integridade estética da obra.

Porém, embora a maioria das cenas foram elaboradas em conformidade com o *storyboard* definido na pré-produção, apresentaram-se ocasiões nos últimos dias de produção em que não foi possível representar de forma completamente fiel os eventos narrativos e o estilo estético pretendidos. Portanto, tiveram que se realizar pequenos ajustes a fim de garantir a finalização do projeto e, ao mesmo tempo, manter a integridade narrativa da obra. Porém, julga-se que este tipo de situações aconteceu devido um desacertado gerenciamento dos últimos dias de produção por parte do autor e não foi devido à uma falta de eficácia das ferramentas implementadas.

Além disso, considera-se relevante advertir sobre as possíveis consequências da implementação prolongada da RV em produções de curto-prazo na integridade física do artista. Depois de completar o projeto, o autor desenvolveu lesões por esforço repetitivo em ambas mãos e precisou de várias semanas até se recompor. Julga-se que foi devido a que a manipulação e animação de objetos 3D na RV explora de forma intensa a destreza de ambas mãos por meio do manejo dos controladores e seus diferentes botões. Portanto, sugere-se adotar a implementação destes dispositivos de forma moderada e tomando intervalos prudentes.

Em relação às expectativas futuras, considera-se que a RV é um meio relativamente novo e ainda se espera que implementação da RV se torne mais

habitual na prática de animação 3D na medida em que as ferramentas de animação em RV ganhem maturidade e incorporem mais funcionalidades que possibilitem uma produção em conformidade com os padrões da indústria. Da mesma forma, acredita-se que um fator promissório que tem o potencial de revolucionar a indústria é a telepresença, dado que possibilita um fluxo de trabalho coletivo e remoto, e, ao mesmo tempo, aproveita de todas as qualidades que oferece a RV.

Sendo assim, entende-se como possível continuação deste trabalho a produção de mais obras de animação com ferramentas em RV em contextos diferentes ao presente projeto, podendo ser explorando produções em equipe, integrando a RV em uma linha de produção convencional, produzindo animações para serem apreciadas na própria RV, entre outras abordagens. Finalmente, conclui-se o presente trabalho com a expectativa de que possa incentivar a pesquisa e implementação prática da RV e *Quill* na área de animação, e também que possa servir como guia prática para futuras produções em *Quill*.

REFERÊNCIAS

ALLEN, Catherine; TUCKER, Dan. **Immersive Content Formats for Future Audiences**. [S. L.]: Digital Catapult, 2018. Disponível em: https://www.immerseuk.org/wp-content/uploads/2018/07/Immersive_Content_Formats_for_Future_Audiences.pdf. Acesso em: 08 jul. 2021.

BANCROFT, Tony. **Directing for Animation**: everything you didn't learn in art school. Burlington: Focal Press, 2014.

CANNAVO, Alberto *et al.* Immersive Virtual Reality-Based Interfaces for Character Animation. **Ieee Access**, [S.L.], v. 7, p. 125463-125480, 04 set. 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/access.2019.2939427>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8824088>. Acesso em: 11 jul. 2021.

CARDIA, Rubens. **Arqueologia dos dispositivos imersivos**. 2020. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mídia e Tecnologia, Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192175>. Acesso em: 18 jul. 2021.

COBURN, Joshua Q.; FREEMAN, Ian; SALMON, John L.. A Review of the Capabilities of Current Low-Cost Virtual Reality Technology and Its Potential to Enhance the Design Process. **Journal Of Computing And Information Science In Engineering**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 1-15, 18 jul. 2017.

DEERING, Michael F.. HoloSketch: a virtual reality sketching/animation tool. **Acm Transactions On Computer-Human Interaction**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 220-238, set. 1995. Association for Computing Machinery (ACM).

DUDOK DE WIT, Alex. How To Make A Short Film Using Quill: An Animator's Guide To The VR Software. **Cartoon Brew**, 2020. Disponível em: <https://www.cartoonbrew.com/how-to/how-to-make-a-short-film-using-quill-an-animators-guide-to-the-vr-software-190901.html>. Acesso em: 08 jul. 2021.

ERRA, Ugo; MALANDRINO, Delfina; PEPE, Luca. Virtual Reality Interfaces for Interacting with Three-Dimensional Graphs. **International Journal Of Human-Computer Interaction**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 75-88, 30 jan. 2018.

ESTÚDIO Ghibli, Reino de Sonhos e Loucura. Direção de Mami Sunada. Roteiro: Mami Sunada. Tóquio: Bun-Buku; Dwango; Ennet, 2013. (118 min.), son., color.

FACEBOOK (Estados Unidos). **Quill**. Disponível em: <https://quill.fb.com/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

FRÖHLICH, Thomas. **Natural and Playful Interaction for 3D Digital Content Creation**. 2020. 104 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mathematics / Computer Science, Universität Bremen, Bremen, 2020. Disponível em: <https://media.suub.uni-bremen.de/handle/elib/4237>. Acesso em: 13 jul. 2021.

FUJITA, Goro. **Creating Masterful Visual Development in VR**. In: CTN Animation eXpo 2018, 10. Burbank: Creative Talent Network, 07 ago. 2019. 1 vídeo (45m33s). Disponível em: <https://youtu.be/vUth9yYcqXM>. Acesso em: 05 jul. 2021.

FUJITA, Goro. Inside the Breakthrough VR Tool that Blends Art and Life. Entrevista concedida a Victor Fuste. **Inverse**, 14 feb. 2017. Disponível em: <https://www.inverse.com/article/26902-oculus-quill-development-dear-angelica-virtual-reality>. Acesso em: 02 jul. 2021.

FUJITA, Goro. Interview with Goro Fujita. Entrevista concedida a IAMAG. **IAMAG**, [2017]. Disponível em: <https://www.iamag.co/interview-with-goro-fujita/>. Acesso em 01 jul. 2021.

GALVANE, Quentin; LIN, I-Sheng; ARGELAGUET, Fernando; LI, Tsai-Yen; CHRISTIE, Marc. VR as a Content Creation Tool for Movie Previsualisation. In: 2019 IEEE CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND 3D USER INTERFACES (VR), 25., 2019, Osaka. **2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)**. [S. L.]: IEEE, 2019. p. 303-311. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8798181>. Acesso em: 11 jul. 2021.

HO, Li-Hsing; SUN, Hung; TSAI, Tsun-Hung. Research on 3D Painting in Virtual Reality to Improve Students' Motivation of 3D Animation Learning. **Sustainability**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1-17, 16 mar. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/6/1605>. Acesso em: 04 jul. 2021.

KIM, Bokyung. **Virtual Reality as an Artistic Medium: a study on creative projects using contemporary head-mounted displays**. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de New Media Design And Production, Media, Aalto University, Helsinki, 2016. Disponível em: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/23569>. Acesso em: 19 jul. 2021.

KIM, Yeojin *et al.* CanvoX: high-resolution vr painting in large volumetric canvas. **Computer Research Repository (Corr)**, [S. L.], v. 25, n. 4, p. 1-22, abr. 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1704.02724>. Acesso em: 13 jul. 2021.

LADD, Nick. Spotlight: Nick Ladd on Handcrafting 3D Animation in VR. Entrevista concedida a Adiba Muzaffar. **Museum of Other Realities**, 3 nov. 2020. Disponível em: <https://www.museumor.com/blog/nick-ladd-on-handcrafting-3d-animation-in-vr>. Acesso em: 07 jul. 2021.

LAMBERTI, Fabrizio; CANNAVO, Alberto; MONTUSCHI, Paolo. Is Immersive Virtual Reality the Ultimate Interface for 3D Animators? **Computer**, [S.L.], v. 53, n. 4, p. 36-45, abr. 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/mc.2019.2908871>.

LANG, Ben. Oculus 'Quill' is Spectacular, But It's the Instantly Usable Interface That Surprised Us Most. **Road to VR**, 2016. Disponível em: <https://www.roadtovr.com/oculus-quill-is-spectacular-but-its-the-interface-that-surprised-us-the-most/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

LANG, Ben. Oculus Artist's 'Quill' Shorts Show the Incredible Potential of Illustrating & Animating in VR. **Road to VR**, 2018. Disponível em: <https://www.roadtovr.com/oculus-artists-quill-shorts-show-incredible-potential-illustrating-animating-vr/>. Acesso em: 28 jun. 2021.

LAVIOLA JR., Joseph *et al.* **3D User Interfaces: theory and practice**. 2. ed. Redwood City: Addison-Wesley Professional, 2017. 624 p.

MAZURYK, Tomasz; GERVAUTZ, Michael. Virtual Reality: history, applications, technology and future. **Institute Of Computer Graphics**: Vienna University of Technology, Vienna, p. 1-72, 30 dez. 1999. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/versions?doi=10.1.1.42.7849>. Acesso em: 20 jul. 2021.

MEALY, Paul. **Virtual & Augmented Reality For Dummies**. Nova Jersey: For Dummies, 2018.

MENDES, D. *et al.* A Survey on 3D Virtual Object Manipulation: from the desktop to immersive virtual environments. **Computer Graphics Forum**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 21-45, 14 abr. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cgf.13390>. Acesso em: 12 jul. 2021.

NEBELONG, Martin. Build a Fantasy City in Quill. **3D Artist**, [S. l.], n. 134, p. 65-70, set. 2019.

NEBELONG, Martin. Utilizing VR Technologies in 3D Scene Production. Entrevista concedida a Kirill Tokarev. **80 Level**, 3 maio 2019. Disponível em: <https://80.lv/articles/001agt-utilizing-vr-technologies-in-3d-scene-production/>. Acesso em: 06 jul. 2021.

OCULUS (Estados Unidos). **Quill no Oculus Rift**. 2021. Disponível em: <https://www.oculus.com/experiences/rift/1118609381580656/>. Acesso em: 01 jul. 2021.

OCULUS BLOG. Quill Launches VR Animation and Storytelling Tools. **Oculus Blog**, 2019. Disponível em: <https://www.oculus.com/blog/quill-launches-vr-animation-and-storytelling-tools/>. Acesso em: 07 jul. 2021.

ORLAND, Kyle. The Ars VR headset showdown - Oculus Rift vs. HTC Vive. **Ars Technica**, 2016. Disponível em: <https://arstechnica.com/gaming/2016/04/the-ars-vr-headset-showdown-oculus-rift-vs-htc-vive>. Acesso em: 28 jul. 2021.

OTI, Alfred; CRILLY, Nathan. Immersive 3D sketching tools: implications for visual thinking and communication. **Computers & Graphics**, [S.L.], v. 94, p. 111-123, fev. 2021.

PAN, Ye; MITCHELL, Kenny. Group-Based Expert Walkthroughs: how immersive technologies can facilitate the collaborative authoring of character animation. In: 2020 IEEE CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND 3D USER INTERFACES ABSTRACTS AND WORKSHOPS (VRW), 1., 2020, Atlanta. **2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)**. [S.L.]: IEEE, 2020. p. 188-195.

PEIXE, Daniel Martin. Paving The Way For Animators: A Conversation With Daniel M. Peixe. Entrevista concedida a Alec Inca. **Animation Nights**, 14 maio 2018. Disponível em: <https://www.animationnights.com/daniel-peixe/>. Acesso em: 06 jul. 2021.

PEIXE, Daniel Martin; LADD, Nick - Quill 2.0: Your One-Stop Shop VR Storytelling Animation Tool. Entrevista concedida a Navah Berg. **Medium**, 23 ago. 2019. Disponível em: <https://medium.com/@navahk/quill-2-0-your-one-stop-shop-vr-storytelling-animation-tool-2d2f4bbb5a77>. Acesso em 30 jun. 2021.

SCHAEFER, Matt. **VR as a Design Tool**. In: Interaction 18, 18. Lyon: Interaction Design Association, 13 fev. 2018. 1 vídeo (15 min). Disponível em: <https://vimeo.com/255580534>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SCHAEFER, Matt. VR as a Design Tool: A Conversation with Matt Schaefer. Entrevista concedida a Alec Inca. **Animation Nights**, 10 abr. 2018. Disponível em: <https://www.animationnights.com/vr-design-tool-matt-schaefer/>. Acesso em: 06 jul. 2021.

SEARS, Alexa. **Manipulation of Three-Dimensional Scenes And Animation Using Immersive Technology**. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computer Graphics Technology, Purdue University, West Lafayette, 2020. Disponível em: https://hammer.purdue.edu/articles/thesis/MANIPULATION_OF_THREE-DIMENSIONAL_SCENES_AND_ANIMATION_USING_IMMERSIVE_TECHNOLOGY/1221494. Acesso em: 12 maio 2021.

SHERMAN, William R.; CRAIG, Alan B.. **Understanding Virtual Reality**: interface, application, and design. 2. ed. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2019.

SLATER, Mel; SANCHEZ-VIVES, Maria V.. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. **Frontiers In Robotics And Ai**, [S.L.], v. 3, p. 1-47, 19 dez. 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2016.00074/full>. Acesso em: 15 jul. 2021.

TAL, Yonatan. How a Former Disney Animator Made a VR Movie for Oculus. Entrevista concedida a Charlie Fink. **Forbes**, 21 dic. 2020. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/charliefink/2020/12/21/how-a-former-disney-animator-made-a-vr-movie-for-oculus/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

THALMANN, Daniel. Using Virtual Reality Techniques in the Animation Process. In: EARNSHAW, R.A.; GIGANTE, M.A.; JONES, H. (ed.). **Virtual Reality Systems**. San Diego: Academic Press Limited, 1993. Cap. 11. p. 143-159. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780122277481500196>. Acesso em: 09 jul. 2021.

THOMPSON, Lilli; TOWNLEY, Kelly. Supercharging Your Creativity with VR. *In: Oculus Connect 6*, 6. San Jose: Oculus, 26 set. 2019. 1 vídeo (34 min). Disponível em: <https://youtu.be/roj8WEogXMM>. Acesso em 04 jul. 2021.

WELLS, Paul. **The Fundamentals of Animation**. Lausanne: Ava Publishing SA, 2006. 196 p.

YE, Jilin *et al.* An investigation into the implementation of virtual reality technologies in support of conceptual design. **Design Studies**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 77-97, jan. 2006.