

Vídeo 360º e o design de interatividade para conteúdos imersivos *360º Video and Interactivity Design for immersive contents*

Inês Maria S. Maciel., Kátia A. Maciel., R. Ranzenberger & Alberto A. Moura

cinema imersivo, design de interatividade, realidade virtual, Vídeo 360º, VR interativo

O presente artigo busca dar uma contribuição ao debate sobre cinema imersivo interativo, enfocando as possibilidades colaborativas da abordagem metodológica fuzzy front end na criação de interfaces para conteúdos em vídeo 360º realizados no âmbito da Escola de Comunicação da UFRJ. O conteúdo imersivo proposto oferece ao usuário uma experiência audiovisual que explora a linguagem hipermidiática. Instaura-se assim uma confluência entre design de interatividade e cinematic VR no desenvolvimento de obras técnico-artísticas que promovem o engajamento do interator na experiência imersiva e na construção de caminhos narrativos.

immersive cinema, interactive design, virtual reality, 360º video, interactive VR

This article aims at contributing to the debate on interactive immersive cinema, focusing on the collaborative possibilities of the fuzzy front-end methodological approach for the creation of interfaces for 360º video contents within the scope of the School of Communication at UFRJ. The proposed immersive content offers the user an audiovisual experience that explores the hypermedia language. A confluence between interactivity design and cinematic VR is thus established in the development of a technical-artistic oeuvre that promotes the interactor's engagement in the immersive experience and in the construction of narrative paths.

1 Introdução

O vídeo 360º insere-se em um complexo universo virtual pautado por processos de convergência, transmídia e diferentes níveis de interatividade, no qual a construção da narrativa se dá por apropriações de diversas tecnologias e a transversalidade de linguagens. Nesse campo circula uma extensa gama de produções, indo desde conteúdos educativos, filmes e documentários 360º, a instalações de arte mídia e experiências imersivas voltadas para diversos fins como entretenimento e simulações.

Lev Manovich (2002) denomina esses conteúdos de *new media objects*, considerando que o termo consegue pontuar tanto os princípios gerais das novas mídias. Para além desses aspectos fundadores, Forest (apud Plaza, 2003) considera que esses novos formatos estão cada vez mais mergulhados em quatro palavras: “imersão”, “presença”, “simulação e “interatividade”.

Dessa forma, o Vídeo 360º insere-se no contexto criativo das chamadas Realidades Estendidas (*Extended Realities* - XR), que também inclui a Realidade Aumentada¹, a Realidade Virtual, e a Virtualidade Aumentada². Interessa ao escopo desse artigo debater o conceito de Realidade Virtual.

¹ Realidade Aumentada – Consiste na combinação de elementos virtuais criados em três dimensões com o ambiente real (Milgram & Kishino (1994).

² Virtualidade Aumentada – pode ser definida como a sobreposição de objetos ou ambientes virtuais, gerados por computador, com um ambiente real, por meio de trackeamento por sensores. Mas no caso da Virtualidade Aumentada o usuário fica totalmente imerso no ambiente virtual, mas interagindo com objetos reais do ambiente (Milgram & Kishino (1994).

2 Fundamentação Teórica

Jerald (2016) considera que o termo “Realidade Virtual” tem sido utilizado para descrever mundos imaginários que existem apenas em computadores e em nossas mentes. Para o autor, o conceito pode ser definido como ambientes digitais gerados por computador que podem ser experimentados como se o ambiente fosse real.

Para Milgram e Kishino (1994) o conceito de Realidade Virtual é definido pela relação entre o ambiente e o observador/participante. Para os autores, a criação desse ambiente virtual pode mimetizar algumas propriedades do mundo real, ao mesmo tempo que inclui aspectos ficcionais. Em alguns casos, pode até exceder os limites da realidade física, criando um mundo onde as leis da Física podem ser subvertidas em função da narrativa.

Percebe-se, portanto, que a criação dessas obras obrigatoriamente oferece três elementos únicos à narrativa: Imersão, Presença e *Embodiment*. São esses atributos que motivam a escolha dessa linguagem para se contar uma história, segundo Tricard (2018). A imersão permite que o espectador se veja cercado por um ambiente virtual, com imagens e sons que criam uma experiência única. O conceito de presença, por outro lado, é mais intenso, pois remete à sensação de estar de fato naquele ambiente virtual, reagindo à estímulos da mesma forma que no mundo real.

Já *embodiment* está relacionado à percepção de interagir fisicamente com o ambiente virtual, nessa etapa a sensação de “pertencimento” é amplificada com uso de avatares. O espectador vê seu corpo na cena, ou percebe que está participando da narrativa de alguma forma. O *embodiment*, segundo Tricard (2018), pode ser separado em três subcomponentes: o senso de localização do próprio corpo; o senso de estar em ação; e o senso de controle do próprio corpo. Por isso, *embodiment* é a forma mais profunda de mergulho na Realidade Virtual.

Para além desses atributos definidores, Tricard (2018) aponta que as narrativas imersivas em Realidade Virtual dividem-se em duas categorias: *Cinematic VR* e *Interactive VR*. Embora similares em termos de captação de imagens, essas categorias diferem em estrutura de roteiro, design de interatividade e pós-produção. Tricard destaca que a Realidade Virtual cinematográfica (*Cinematic VR*) possui maior similaridade com a narrativa dos filmes do que com a narrativa dos games, já a Realidade Virtual Interativa (*Interactive VR*) incorpora aspectos do Game Design. Essas categorias não são excludentes, ou seja, é possível criar uma obra que tenha um pouco de cada, mas é preciso diferenciá-las para uma melhor compreensão dos processos criativos aqui debatidos.

Em uma experiência em *Cinematic VR*, os participantes estão imersos em uma esfera 360º e espera-se que “olhem em volta”. Nas experiências em *Interactive VR*, os participantes podem eventualmente interagir com objetos e personagens, escolhendo vários pontos de vista, ou até mesmo experimentando sensações como cheiro e calor. Dessa forma, no *Cinematic VR* a audiência é convidada a sentar e relaxar, sendo “testemunha” da narrativa que está sendo contada. Por outro lado, no *Interactive VR* a audiência é convidada a ter um papel mais ativo, como num game.

No entanto, ambos são formatos inovadores, cujas linguagens ainda estão sendo exploradas artística e comercialmente, o que faz com que, para muitos, ainda possuam definições nebulosas. De acordo com Tricard (2018), há um debate em curso sobre a diferença entre os termos “Realidade Virtual” e “Vídeo 360º”. Alguns dizem que Realidade Virtual somente se aplica a experiências baseadas em *game engine*, já que as mesmas permitem liberdade de movimentos. A opinião mais comum, e adotada nesse texto, é que utiliza-se o termo “VR” quando o conteúdo é visualizado em um *headset*, e Vídeo 360º quando visto em uma tela

plana³, utilizando um VR *player*⁴. Isso significa que o mesmo conteúdo pode ser visto tanto em VR quanto em 360° dependendo de que plataforma é utilizada para a visualização.

Contudo, como visto nos estudos de Tricard, quando considera-se o aspecto interatividade, a caracterização de conteúdos em VR fica mais clara, pois o papel mais ativo do espectador passa a ser um atributo definidor. Assim, podemos reconhecer que a Realidade Virtual é uma forma de artemídia, ou seja, criação artística com grande mediação tecnológica (Machado, 2007), na qual os limites tradicionais entre jogar e filmar se perdem. Para Tricard (2018), o sujeito que experimenta também não é nem jogador nem espectador, tal como tradicionalmente compreendemos esses papéis. Por essa razão, alguns autores propõem o termo “interator” para descrever esse visualizador/usuário/experimentador (Paz & Gaudenzi, 2019).

Figura 1: Categorização desenvolvida pelos autores a partir do trabalho *Interactive Multimodal Learning Environments*, de Moreno e Mayers (2007).

Tipo de Interatividade	Descrição	Exemplo
INTERAÇÃO POR CÓDIGO VERBAL	Código usado para representar informação por palavras	Exemplo: por palavras impressas ou faladas na descrição das opções em Menus.
INTERAÇÃO POR CÓDIGO NÃO VERBAL	Código usado para representar informação por imagens	Exemplo: Ilustração e ícones
INTERAÇÃO SENSORIAL PELA AUDIÇÃO	Informação recebida pela audição	Exemplo: Narrador indica a ação a ser feita
INTERAÇÃO SENSORIAL PELA VISÃO	Interface acionada por animação	Exemplo: Estímulo visual que indica a ação por animação ou sinais
INTERAÇÃO SENSORIAL POR MOVIMENTO	Interface acionada por movimento	Exemplo: Trackeamento do movimento por sensores
INTERAÇÃO POR MOVIMENTO	Ação onde a audiência escolhe o ponto de vista por manipulação (por cursor ou pelo próprio movimento do dispositivo)	Exemplo: Magic Window - janela flat que possibilita a visualização de parte do conteúdo 360o, permitindo que se navegue lateralmente por touchscreen para visualizar o restante da imagem.
INTERAÇÃO GAMIFICADA	A estória interativa permite a tomada de decisão por caminhos narrativos diferenciados, que podem ou não criar diferentes cenários para a estória.	Exemplo: o filme “A GRUTA” de Filipe Contijo, possui uma narrativa denominada Filme-Jogo, que explora essa interação gamificada.

³ MAGIC WINDOW é uma forma de visualizar o conteúdo imersivo em uma tela plana, onde é possível explorar o ambiente pela interação por movimento. Portanto, na visualização em Magic Window obrigatoriamente há a necessidade de escolha do ponto de vista por manipulação ou interação por movimento (Jerald, 2016)

⁴ Diferente dos players de vídeo normais, Virtual Reality Player deve conter os efeitos dos conteúdos de Realidade Virtual como rotação FOV, interatividade, entre outros (Zhang et. al, 2017).

Anais do 9º Congresso Internacional de Design da Informação | CIDI 2019

Proceedings of the 9th Information Design International Conference

Anais do 9º Congresso Nacional de Iniciação Científica em Design da Informação | CONGIC 2019

Proceedings of the 9th Information Design Student Conference

No campo do *Interactive VR*, a narrativa explora os conceitos de presença e *embodyment*. No primeiro caso, fazendo com que a audiência reaja à estímulos virtuais e, no segundo caso, quando o interator percebe que participa da narrativa pelo senso de estar em ação ou pela sensação de controle do próprio corpo no ambiente virtual. Daí a importância de se pensar o design de interatividade, particularmente, em obras de Realidade Virtual interativa, uma vez que as interfaces e seus atributos de interatividade serão em grande medida definidores do tipo de engajamento do *interator*, como mostra a Tabela 1.

Nos últimos anos, a Realidade Virtual tem tido espaço privilegiado em vários festivais internacionais como *Cannes XR Marche fu Film*, *Tribeca Film Festival*, *Vancouver VR Film Festival*, *Le Biennale di Venezia*, *World VR Forum*, *VR Days*, *South by Southwest Festival (SXSW)*, *SIGGRAPH*, *Sundance Film Festival*, *Raindance Film Festival*, *VR Award for Social Impact* e *Hyper VR Festival*. O tema também tem ganhado expressão nas pesquisas acadêmicas em centros de referência internacional, como o *Future Reality Lab* (NYU), *OCAD University* e *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*.

No âmbito nacional podemos citar o Hyper Festival, Festival de Cinema de Brasília e o Rio Creative Conference (Rio2C). Entre as obras nacionais mais conhecidas temos: o seriado de Rodrigo Cerqueira, “Seven Miracles”, ganhador do prêmio do Júri de Melhor Narrativa Imersiva no *Raindance Film Festival*, sendo apresentado também no *American Pavillion* do Festival de *Cannes 2019*; o Filme de Filipe Gontijo, “Quando Nasce uma heroína”, (Conselho Federal de Enfermagem-COFEN) e considerada a melhor obra em *Cinematic VR* no Rio2C 2019; a obra de Priscila Guedes, “Fighting Favela Prejudice in Rio with Street Poetry”; o filme de Carlos Waldney e Danilo Moura, “Retratos da Fé”; a obra de Ricardo Laganaro: “Step to the Line”, selecionada para o *Tribeca Film Festival 2017*, primeiro filme de um brasileiro escolhido pela seletiva da *OCULUS VR for God*. Merecem destaque ainda o documentário de Tadeu Jungle, “Rio de Lama”, e mais recentemente, a obra de Fabiano Mixo, “*Children Do Not Play War*”, selecionado para o *TRIBECA Film Festival*, o *SIGGRAPH VR Theatre* e finalista do *VR Award for Social Impact 2019*.

Considerando que a produção dessas obras ainda está dando os primeiros passos, o objetivo desse trabalho é dar uma contribuição ao debate sobre a produção de obras imersivas, enfocando a adoção da metodologia *fuzzy front end* na construção de narrativas interativas em vídeo 360º, no âmbito da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Linguagens da Comunicação - PPGTLCOM.

3 Metodologia

Dada a complexidade de fatores que envolvem a produção de obras interativas em vídeo 360º, assunto que será debatido mais adiante, adotou-se abordagem do *Design Thinking* por ser voltada à inovação e por proporcionar um processo metodológico capaz de unir arte e tecnologia na criação de narrativas imersivas, com ênfase na busca por soluções colaborativas entre equipes multidisciplinares, com olhares diversificados às obras.

A abordagem *Design Thinking* caracteriza-se por desafiar padrões consolidados de pensamento e comportamento, possibilitando a geração de novos significados capazes de estimular os diversos aspectos (cognitivo, emocional e sensorial) envolvidos na experiência humana (Viana, et. Al. 2012). As etapas do *Design Thinking*, apesar de serem apresentadas de forma linear, exploram a visão *fuzzy front end*, na qual as fases do processo criativo podem ser moldadas e configuradas de modo que se adequem à natureza de cada projeto, permitindo interações e aprendizados constantes entre membros da equipe ao longo de todo o processo de desenvolvimento. Por exemplo, especialistas em Realidade Virtual não faziam parte da equipe inicial do projeto “O que a baía tem” (2018), mas a ideia de trabalhar com essa linguagem surgiu e foi incorporada ao desenvolvimento da ideia original, levando a criação de dois segmentos em VR que integram a obra interativa em questão.

O termo *fuzzy front end* foi popularizado por Smith & Reinertsen (1998), e é considerado o estágio inicial de Desenvolvimento de Novos Produtos (NPD). Segundo essa metodologia, várias ideias foram testadas ao longo do desenvolvimento das obras “A Judia” (2019) e “O que a baía tem” (2018). O processo criativo dessas obras será analisado a seguir.

4 Discussão

As duas obras exploram as categorias descritas por Tricard (2018): o *Cinematic VR*, na obra “A Judia” e o *Interactive VR*, na obra “O que a baía tem”. As etapas do processo criativo das duas obras serão descritas aqui, apontando-se os elementos de design de interatividade desenvolvidos especificamente para as respectivas propostas narrativas.

A Judia

O pré-espetáculo imersivo *A Judia* apresenta a gravação em *Cinematic VR* dos bastidores e de flashes da peça *A Judia – Terror e Miséria no Terceiro Reich*, de Bertolt Brecht, estabelecendo uma estrutura narrativa na qual a audiência é convidada tornar-se “testemunha” dos preparativos para uma apresentação teatral.

A montagem, com direção de Ana Carolina Magiori, foi exibida em 2018 na Mostra MAIS do curso de Direção Teatral da Escola de Comunicação da UFRJ. A ideia norteadora da produção basicamente explora a experiência imersiva do espectador no processo de preparação do elenco para a peça. A imersão no universo da peça teatral é acompanhada da música “You don’t own me”, de Lesley Gore. O projeto buscou oferecer a sensação de estar virtualmente presente observando os preparativos e o ensaio do espetáculo teatral. Cabe salientar que a narrativa foi construída preferencialmente em 3ª pessoa, mas em alguns momentos o interator toma a perspectiva de 1ª pessoa no papel da diretora da peça.

A interface desenvolvida permite a navegação no conteúdo audiovisual, através de player de vídeo 360° de um dispositivo de visualização Stand alone (HDM⁵) ou por meio de Magic Window, como no You Tube 360°.

Aspectos Técnicos

Na execução do projeto foram feitas tomadas em câmera Samsung Gear 360° (modelo 2016) ao longo de todo o processo de preparativo dos atores e início da peça teatral. Ao todo foram gerados aproximadamente 35 minutos de material bruto em formato mp4. Ressaltamos que esse experimento foi realizado com um modelo de câmera nível *consumer*, cujo baixo custo proporciona a experimentação da tecnologia com pouca verba de produção.

As capturas em Samsung Gear 2016 oferecem um arquivo de gravação em vídeo formato mp4 (h.265- High Efficiency Video Coding - HEIC⁶), com um bit rate relativamente baixo, girando em torno de 30bits/s e uma resolução de captura em 3840px x 1920px (4K - Low VR monoscópico⁷) representada pela relação 2:1⁸. A imagem capturada é apresentada em 2 círculos de imagens e uma área preta sem informações. Com isso a área útil de imagem capturada possui uma perda aproximada de 20% da região sem informação visual.

Considerando que cada lente captura com 190° de abertura, essa captura torna possível uma perda de imagem por volta de 5% e um overlap de aproximadamente 5%, permitindo dar

⁵ HMD –Head Mounted Display (Jerald, 2016)

⁶ H265 - Padrão de compressão de vídeo com um potencial de compressão de vídeos que ultrapassa consideravelmente o H.264, utilizando menos banda e ainda assim mantendo uma entrega de qualidade. Por essa razão, consegue transmitir conteúdos com até 8K com a mesma quantidade de largura de banda (GROIS, 2013).

⁷ A resolução de captura monoscópica 4K Low restringe-se a 3840px por 1920px, enquanto a resolução 4K Full VR restringe-se a 4.096px por 2.048px (Mono e Estéreo).

⁸ 2:1 é a relação da proporção do aspecto da imagem (image rate) para filmes 360° VR, enquanto a HDTV - Widescreen possui a proporção 16:9. Fato que gera muitos erros na adaptação dos conteúdos de TV ou filmes para a relação 2:1. Vídeos 360° podem ser da ordem de 2:1 monoscópico ou estereoscópico, com possibilidade de ter a proporção de 1:1 em imagens estereoscópicas (TOP-BOTTON) (Wann et. al.1995).

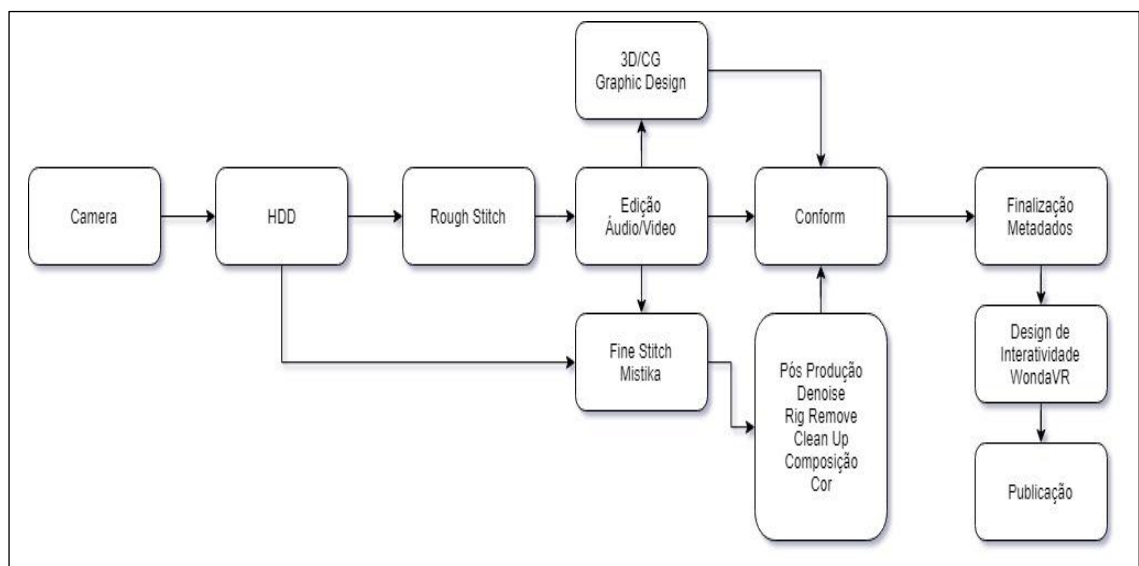
uma saída de material de pós-produção costurado (*stitching*) com resolução monoscópica de 4K low (3840 px x1920 px) a 30 quadros por segundo. Por este aspecto, podemos considerar que a área da imagem gerada em h.265 é por volta de 3K, com uma perda de aproximadamente 25%, fato este que irá influenciar na pós-produção em termos de qualidade da imagem interferindo na nitidez. Essa questão ressalta aspectos limitadores da câmera, que não permite seu uso em situações críticas de luz, quando são geradas imagens de baixa qualidade em situações de baixa (imagem granulada) ou alta luminosidade (imagem estourada).

Essas questões técnicas e limitações da captura foram gerenciadas no processo de forma a se obter uma boa qualidade de imagem, através de detalhado trabalho de edição das imagens, fato que ampliou consideravelmente o tempo de finalização na pós-produção. Esses aspectos serão detalhados a seguir.

ETAPA _ IDEIAÇÃO

Essa fase se inicia com o gerenciamento do material capturado, extraindo o conteúdo do cartão de memória para um HD externo, criando assim um backup do material bruto. Como a câmera gera um arquivo de saída em mp4, essa compactação permite que o tempo de trabalho seja relativamente menor, se comparado ao conteúdo capturado a partir de câmeras 360º profissionais. Vale lembrar que, mesmo se tratando de um conteúdo em qualidade menor, ainda se caracteriza como um material em 4K VR, fato que gera um arquivo muito mais pesado do que câmeras convencionais.

Figura 2: Pipeline de produção do vídeo 360º “A JUDIA”.



Nessa *pipeline* de produção, a próxima etapa foi composta pela “costura das imagens”, geradas pelas lentes em uma representação equiretangular, lembrando que apesar da SAMSUNG GEAR possuir 2 lentes para captura, cada tomada é gravada em um único arquivo, que necessita ser tratado para gerar o arquivo planificado, a partir da imagem em representação esférica (lentes da câmera). Esse trabalho de costura foi realizado a partir de um “*Rough Stitch*”, no software disponibilizado pelo próprio fabricante. E revisado em um processo denominado “*Fine Stitch*”, na ferramenta Mistika VR - que permite ajustes mais precisos - para conseguir uma melhor qualidade das imagens, realizando: proteção de regiões da cena, *color matching* entre as lentes, alinhamentos de verticalidade, horizontalidade da cena, definição de norte da cena e refinamento do *overlap* entre as lentes. A saída do processo de “*Fine Stitch*” deve ser gerada a partir de um formato sem compressão como o MOV ProRes 4:2:2 (8bits).

Na sequência da fase de “*Rough Stitch*” há a etapa de edição do material de áudio e vídeo, e o Graphic Design. Cabe salientar que, as imagens de vídeo brutas reprocessadas no “*Fine Stitch*” baseiam-se nas informações de *Time Code* geradas na fase de edição.

O trabalho de edição e pós-produção foi realizado na versão educacional do Autodesk Flame, já que essa categoria de licença não exige custo de aquisição. Embora seja uma ferramenta de operação complexa, o software foi escolhido por permitir a centralização de várias etapas como: edição, pós-produção, tratamento de cor, edição e pós-produção de áudio; conform e finalização de arquivos robustos em 4K, 8K de vídeo. Dessa forma, a etapa de pós-produção foi a mais árdua e demorada, pois demandava a execução de tarefas de alto processamento como: *Denoise*, *Rig Remove*, *Clean Up*, Máscaras/Composição e Tratamento de Cor/Efeitos Visuais.

ETAPA _ PROTOTIPAÇÃO

Na sequência foi dada a saída da renderização do material, mantido o formato MOV ProRes 4:2:2, com profundidade de cor de 8 bits (sem compressão). Quando somente ao final, realiza-se o *Encode* para publicação em MP4 H264, com metadado de 360º. Esse processo também permite a escolha do formato MP4 H265(HEVC), contudo para permitir uma maior compatibilidade com os diversos players do mercado o filme em questão foi distribuído e publicado em MP4 H264.

Por se tratar de um conteúdo em Cinematic VR, onde a audiência assiste ao conteúdo de forma passiva, o design de interação dessa obra se limita à **Interação por Movimento**, permitindo apenas que a audiência decida o ponto de vista que deseja assistir.

“O QUE A BAÍA TEM”

O filme “O QUE A BAÍA TEM” faz parte de um projeto maior que reúne um webdoc⁹ e uma experiência imersiva em 360º, com diversas opções imagéticas, textuais e sonoras sobre a Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro. O filme foi criado para integrar o acervo do Museu da Geodiversidade - IGEO / UFRJ. Esse conteúdo paradidático, em grande parte mas não somente voltado para crianças e jovens, tem a proposta de revelar aspectos que tornam a Baía de Guanabara um importante ícone histórico, ambiental, cultural, paisagístico e turístico do país. No webdoc, é possível, por exemplo, percorrer os 2 mil hectares de manguezais preservados da Baía de Guanabara, conhecer as lendas de Paquetá, ouvir o que pescadores e pesquisadores têm a dizer sobre a poluição, ou entender como funcionam as ecobarreiras (obstáculos flutuantes que retêm detritos na superfície das águas fluviais).

Já segmento 360º do filme “O QUE A BAÍA TEM” tem a proposta de explorar um recorte do tema a partir de um passeio virtual em um manguezal. A obra foi desenvolvida como *Interactive VR* de forma a oferecer algumas informações sobre o ecossistema do manguezal, a partir de um design de interatividade que busca capturar na audiência a sensação de presença naquele ambiente explorando sons e imagens. A ideia é disponibilizar a obra tanto na internet, quanto

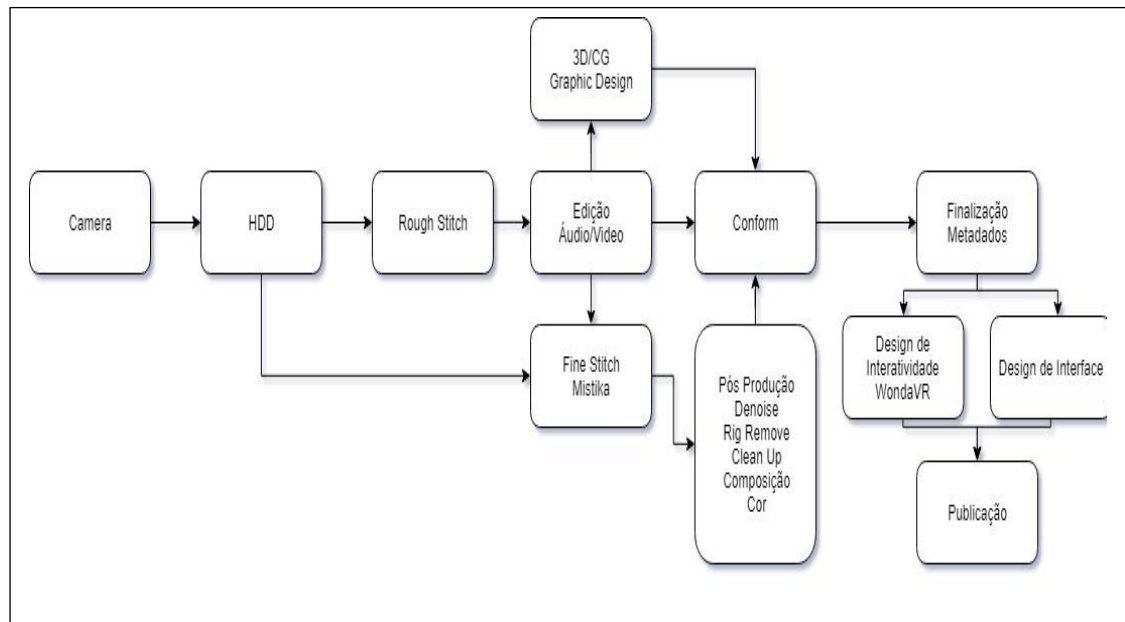
⁹ O termo webdoc ou webdocumentário designa uma narrativa interativa não ficcional que tem um website como suporte (Paz & Maciel, 2019)

no acervo do Museu da Geodiversidade, permitindo que a obra interativa em HTML, possa ser explorada em navegadores como Firefox ou Google Chrome.

ETAPA 1 _ IMERSÃO

Na execução do projeto foram feitas tomadas no manguezal da Praia da Piedade - no município de Magé, com câmera Samsung Gear 360° (modelo 2016). Ao todo foram gerados aproximadamente 40 minutos de material bruto, em formato mp4. Da mesma forma que o filme anterior, ressaltamos que esse experimento foi realizado com um modelo de câmera nível *consumer*, de baixo custo.

Figura 3: Pipeline de produção do vídeo 360° interativo “O que é que a Baía tem”.



Dado o tipo de câmera escolhida, a captura das imagens ressalta os aspectos limitadores do equipamento, já que a filmagem na praia explorou situações críticas de luz, onde o reflexo da areia e das nuvens impunha uma alta luminosidade (imagem estourada). Mas, todas essas questões, foram equacionadas na etapa de pós-produção. Esses aspectos serão detalhados na etapa a seguir. Salientando que, a captura foi realizada no formato mp4, com compressão em H265 (HEVC), com profundidade de cor de 8 bits.

ETAPA _ IDEIAÇÃO

Essa é a etapa onde começa o gerenciamento do material capturado, extraindo o conteúdo do cartão de memória para um HD externo. A *pipeline* de produção seguiu moldes semelhantes do filme A JUDIA, diferenciando-se na etapa de edição (onde foram tratados cada take individualmente), na inclusão da etapa de Design de Interface e Design de Interatividade; e na publicação do conteúdo, já que a ferramenta de interatividade WONDA gera um arquivo HTML. A escolha da ferramenta se deve ao fato de ser um software simples e intuitivo, que possui versão educacional de baixo custo, adequando-se perfeitamente à produção de conteúdos didático-educacionais.

A próxima etapa foi constituída pela “costura das imagens”, geradas pelas lentes em uma representação equiretangular. Seguindo a mesma *pipeline*, a costura de cada take teve início a partir de um “*Rough Stitch*”, no software da SAMSUNG. E refeito na ferramenta Mistika VR, no processo de “*Fine Stich*”, realizando: proteção de regiões da cena, *color matching* entre as lentes, alinhamentos de verticalidade, horizontalidade da cena e refinamento do *overlap* entre as lentes, gerando um arquivo sem compressão MOV ProRes 4:2:2 (8bits).

A etapa de edição do material foi feita para cada cena individualmente, apenas eliminando o início e o final de cada take, onde a equipe de produção aparece na cena. Todo o trabalho de edição e pós-produção foi realizado na versão educacional do Autodesk Flame, seguindo as etapas: edição, definição do norte da cena, Azimuth e POI; pós-produção, tratamento de cor; edição e pós-produção de áudio; conform e finalização de arquivos robustos em 4K, 8K de vídeo.

ETAPA _ PROTOTIPAÇÃO

A saída da renderização do material foi realizada também em MOV ProRes 4:2:2, com profundidade de cor de 8 bits (sem compressão), para executar o *Encode* para publicação em MP4 H264, com metadado de 360°.

Por se tratar de um conteúdo com características de *Interactive VR*, nessa etapa, foi desenvolvido o design de interface (ícones e artes de apoio no Adobe Photoshop) e aplicado o Design de Interatividade e Interface na ferramenta Wonda. Nesse processo, explorou-se um input de dados capaz de permitir a escolha de caminhos a seguir; o acesso ao menu de interação e/ou informações sobre o manguezal e seu ecossistema. Dessa forma, o "interator" utiliza o movimento da cabeça (ou controle manual dependendo da plataforma de visualização) para escolher seus pontos de interesse no ambiente 360°, associado a diversos tipos de interação para facilitar a navegação por todo o conteúdo. Por conseguinte, explorou-se a **Interação por Código Verbal**, nos textos e menus; a **Interação por Código não Verbal**, nos ícones, a **Interação Sensorial pela Visão** a partir de um formato de mira de campo visual, denominado "gaze"; a **Interação por Movimento**, na escolha do ponto de interesse desejados; e a **Interação Gamificada**, na escolha dos caminhos no tour virtual.

5 Conclusão

Ao explorar aspectos da produção de Vídeo 360° em duas obras com características similares de captura e produção, mas com Design de Interação diferenciados, verificamos que esse tipo de obra exige um alto custo computacional além de um conhecimento transdisciplinar profundo e especializado de todas as etapas de trabalho.

Salientamos que, mesmo utilizando um equipamento de captura de vídeo 360°, nível Low Profile, o trabalho alcançou um alto nível de qualidade, por causa do extenso trabalho de Stitch, Composer, Pós-Produção: com *denoising* (redução de ruído), remoção de tripé, limpeza das cenas, definição do norte da cena e *azimuth* de POI e ajustes finos como correção da cor e ajustes de tons. Além da remoção de "transeuntes" e "objetos" por máscaras e redesenho do ambiente em vídeo 360°.

O uso da Realidade Virtual possibilitou a exploração da experiência aural, motora e visual em níveis de imersão, presença e *embodiment* capazes de engajar o interator em uma experiência única a partir de uma narrativa criada pelas escolhas de cada um, ampliando as possibilidades de engajamento com um mesmo conteúdo.

Mas essa experiência estética nova não é adequada a qualquer narrativa, devendo haver uma avaliação criteriosa sobre qual produto se adequa melhor a essa linguagem. Esse desafio demanda pesquisa e um processo de aprendizado constante no desenvolvimento de narrativas imersivas, que possam explorar os novos limites e dinâmicas do design e da arte cinematográfica na Realidade Virtual.

6 Referências Bibliográficas

Bowman, D. A. & McMahan, R. P. (2007) Virtual reality: how much immersion is enough? *Computer*, v. 40, n. 7.

Butnariu, S., Georgescu, A., & Gîrbacia, F. (2016) Using a natural user interface to enhance the ability to interact with reconstructed virtual heritage environments. *Informatica*, v. 40, n. 3.

- Castells, M. (2006) *A Sociedade em Rede: A era da informação; economia, sociedade e cultura*. v.1, São Paulo: Paz e Terra.
- Dylla, K. et al. (2008). Rome reborn 2.0: A case study of virtual city reconstruction using procedural modeling techniques. *Computer Graphics World*, v. 16, n. 6, p. 62-66.
- GROIS, Dan et al. (2013) Performance comparison of h. 265/mpeg-hevc, vp9, and h. 264/mpeg-avc encoders. In: *2013 Picture Coding Symposium (PCS)*. IEEE, p. 394-397.
- Levy, R. M. (2012). The Virtual Reality Revolution: The Vision and the Reality. In: *Virtual Reality-Human Computer Interaction*. InTech.
- Loureiro, A., Santos, A., & Bettencourt, T. (2012). Virtual Words as an Extended Classroom. *Applications of Virtual Reality*. Rijeka: InTech, 2012.
- Jepson, W., Friedman, S. (1998). A real-time visualization system for large scale urban environments. White Paper.
- Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Illinois: ACM Books.
- Machado, A. (2007) Arte e Mídia: aproximações e distinções. Galáxia. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica*. ISSN 1982-2553, [S.l.], n. 4, fev. ISSN 1982-2553. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/galaxia/article/view/1289>>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- Manovich, L. (2001) *The language of new media*. MIT press.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994) A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, v. 77, n. 12, p. 1321-1329.
- Moreno, R. & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, n.19, p. 309-326.
- Parés, N; Parés, R. (2001). Interaction-Driven Virtual Reality Application Design (A Particular Case: El Ball del Fanalet or Lightpools). *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, v. 10, n. 2, p. 236-245.
- Paz, A. & Maciel, K. A. (2019). In PAZ e GAUDENZI (orgs) *Bug: Narrativas Interativas e Imersivas*. Rio de Janeiro: Automática.
- Plaza, J. (2003). Arte e interatividade: autor-obra-recepção. *ARS (São Paulo)*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 09-29, Dec. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-53202003000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-53202003000200002>.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2005) *Design de interação*. São Paulo : Bookman.
- Ryan, M.L. (2001). *Narrative as Virtual Reality*. Baltimore : The John Hopkins University Press.
- Roussou, M., Oliver, M., & Slater, M. (2006). The virtual playground: an educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning. *Virtual reality*, v. 10, n. 3-4, p. 227-240.
- Silva, E. L. & Menezes, E. M. (2000). Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação, Florianópolis : Laboratório de Ensino à Distância da UFSC. Disponível em: http://www.convibra.org/upload/paper/adm/adm_3439.pdf Acesso em: Out/2018.
- Shiode, N. (2000) 3D urban models: Recent developments in the digital modelling of urban environments in three-dimensions. *GeoJournal*, v. 52, n. 3, p. 263-269.
- Smith, P. G. & Reinersten, D. G. (1998) *Developing products in half the time: new rules, new tools*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Stumpf, J. et al. (2003). Digital Reunification of the Parthenon and its Sculptures. In: *VAST*. p. 41-50.

- Tang, X.X. (2012) *Virtual Reality – Human Computer Interaction*. Rijeka.
- Tricard, C. (2018). *Virtual Reality Filmmaking: techniques & best practices for VR Filmmakers*. New York: Routledge.
- Tworek, J. K. et al. (2013). The LINDSAY Virtual Human Project: An immersive approach to anatomy and physiology. *Anatomical sciences education*, v. 6, n. 1, p. 19-28.
- Vianna, M., Vianna, Y., Adler, I.K., Lucena, B., & Russo, B. (2012). *Design Thinking: inovação em negócios*. Rio de Janeiro : MJV Press.
- Wann, J. P.; Rushton, S., & Mon-williams, M. (1995). Natural problems for stereoscopic depth perception in virtual environments. *Vision research*, v. 35, n. 19, p. 2731-2736.
- Warszawy, A. P. (2011). Manipulator for Rehabilitation with Virtual Reality. *Mechanics and Mechanical Engineering*, v. 15, n. 4, p. 155-163, 2011.
- Wells, S. et al. (2009). Rome Reborn in Google Earth. In: *Proceedings of the 37th CAA Conference* (Williamsburg, USA, March 22-26). 2009. p. 373-379.
- Wohl, M. (2017). *The 360º Video Handbook: a step-by-step guide to creating video for virtual reality* (VR). Los Angeles : Vrrynice.
- Zhang, L. & Amin, S. O.; Westphal, C. Vr video conferencing over named data networks. In: *Proceedings of the Workshop on Virtual Reality and Augmented Reality Network*. ACM, 2017. p. 7-12.
- Zoellner, M. et al. (2009). An augmented reality presentation system for remote cultural heritage sites. In: *Proceedings of the 10th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST*. p. 112-116.

Sobre o(a/s) autor(a/es)

Inês Maria Silva Maciel, PhD, UFRJ, Brasil <ines.maciel@eco.ufrj.br>

Kátia Augusta Maciel, PhD, UFRJ, Brasil <katia.augusta@eco.ufrj.br>

R. Ranzenberger, Mestrando, UFRJ, Brasil <ranz@azmt.com.br>

Alberto A. Moura, Mestrando, UFRJ, Brasil <albertomoura3D@gmail.com>