

Boas práticas em Realidade Virtual Imersiva

Um estudo de caso da simulação com animais selvagens Epic Zoo

Fernanda da Silva Bailer Adriana Gomes Alves
Curso de Ciência da Computação
UNIVALI - Campus Itajaí
Itajaí, Brasil
e-mail: ferbailer@gmail.com; adriana.alves@univali.br

Abstract— The object of study in this article is an immersive virtual reality wild animal simulation using head-mounted devices. The objective is to present the main concepts of immersive virtual reality, as well as the good practices found for the development of the project. These practices aim to allow the user to feel immersed and not feel motion sickness (such as nausea) during the experiment. Good practices that were presented were field of vision, latency, movement, sound and interface.

Keywords- wild animals; virtual reality; immersion; good practices;

Resumo— O objeto de estudo deste artigo é uma simulação com animais selvagens em realidade virtual imersiva que utiliza *head-mounted devices*. O objetivo é apresentar os principais conceitos de realidade virtual imersiva utilizados, bem como as boas práticas encontradas para o desenvolvimento do projeto em questão. Estas práticas tem o objetivo de permitir que o usuário se sinta imerso e não sinta estranheza (como náuseas) durante a experiência. Apresentam-se boas práticas no âmbito de campo de visão, latência, movimentação, som e interface.

Palavras chave- animais selvagens; realidade virtual; imersão; boas práticas;

I. INTRODUÇÃO

Remontam de tempos antigos o interesse do ser humano em utilizar animais selvagens em seu entretenimento, como em circos ou zoológicos. Este tipo de lazer, entretanto, vem tomando outros rumos, haja vista a consciência acerca do sofrimento e privação de liberdade desses animais. Algumas iniciativas que visam o término do uso de animais selvagens como entretenimento já são realidade em diversos países. Por exemplo, no ano de 2013, o ministério do meio ambiente da Costa Rica tomou a decisão de fechar todos os zoológicos estatais do país. O governo pretende acabar com a ideia de animais enjaulados para divertimento humano. Contudo, ainda nada foi feito a respeito dos zoológicos particulares [1]. Em 2015, o parque SeaWorld dos Estados Unidos, decidiu que não fará mais shows com baleias, devido ao número de protestos que alegam maus tratos a estes animais. Os protestos iniciaram em 2013, depois da publicação do documentário Blackfish, que mostra abusos contra as baleias e questiona a segurança dos shows [2].

Apesar do cativeiro fazer mal a animais, os zoológicos ainda são fonte de entretenimento para pessoas ao redor do mundo. Hosey [3] observou que na América do Norte, o número de pessoas que normalmente vão ao zoológico é maior que o número de pessoas que vão a jogos de beisebol, basquete e futebol juntos. Em 2008, no Reino Unido e

Irlanda cerca de 23 milhões de pessoas visitaram zoológicos, o que representa uma em cada três pessoas da população destes países. Desta forma, observa-se que há uma tendência de entretenimento com animais selvagens terem um fim, ao mesmo tempo em que o público continua frequentando estes locais.

Voltando o olhar para outro nicho de mercado de entretenimento, encontra-se em destaque a área de jogos digitais. Novak [4] apontou que a receita deste setor ultrapassa 30 bilhões de dólares anuais em todo o mundo. Este valor é superior a receita do cinema e dos concertos musicais dos Estados Unidos. Já uma pesquisa feita em 2016 mostra que o mercado mundial de jogos digitais alcançou 91 bilhões de dólares no ano [5]. A tendência tem sido o crescimento da área.

Aliar o interesse das pessoas por animais selvagens ao entretenimento digital foi a razão da pesquisa ora apresentada, que resultou no desenvolvimento de uma simulação em Realidade Virtual. Esta área requer a utilização de técnicas recomendadas por pesquisadores de forma a permitir que o usuário continue imerso e que não sinta nenhum tipo de estranheza durante a simulação. Assim, tem-se por objetivo neste artigo discutir a aplicação de boas práticas em realidade virtual imersiva tendo por estudo de caso o Epic Zoo, um software para simulação com animais selvagens. Na seção II revisam-se os conceitos básicos de RV para esta pesquisa; na seção III apresentam-se trabalhos similares à simulação proposta; na seção IV apresenta-se a simulação Epic Zoo; na seção V as boas práticas em RV aplicadas à simulação; na seção VI os resultados das avaliações prévias da simulação e; por fim, a seção VII com as considerações finais.

II. REALIDADE VIRTUAL

Para Burdea e Coiffet [6], Realidade Virtual (RV) é uma interface usuário-computador de alta tecnologia que aplica simulação e interação em tempo real explorando todos os sentidos (visão, audição, tato, olfato e paladar). Para cumprir o objetivo, são integrados três I's: imersão (capacidade de acreditar que a simulação é real), interatividade (capacidade de alterar a simulação) e imaginação (capacidade de acreditar em elementos não existentes).

Já Gutiérrez, Vexo e Thalmann [7] apontaram que a primeira vez que se ouviu falar de RV dizia-se que a mesma seria capaz de criar representações virtuais que seriam indistinguíveis do mundo real. Como isto não se tornou realidade, depois, acreditava-se que RV faria apenas representações aceitáveis de elementos reais com o propósito de treinar e entreter usuários por meio de navegação (habilidade de se mover no ambiente) e a

interação (habilidade de alterar o ambiente), ambas em simulações 3D geradas computacionalmente.

Tori, Kirner e Siscoutto [8] definem RV como interfaces avançadas com o usuário que permitem movimento e interação em ambientes gerados em tempo real por um computador. A simulação pode ser enriquecida com o uso de diversos sentidos (visão, audição, etc.). São a junção de três elementos: imersão (habilidade de se sentir dentro do ambiente virtual), interação (habilidade de alterar o ambiente) e envolvimento (grau de motivação para o desenvolvimento de atividades no contexto da simulação, podendo ser passivo ou ativo).

Desta forma, conclui-se que RV trata-se de uma simulação computacional em tempo real que permite ao usuário interagir com o ambiente desenvolvido. Também se pode levar em conta o conceito de imersão, defendido por Tori, Kirner e Siscoutto [8] e Burdea e Coiffet [6], que é a sensação dada ao usuário de que ele pertence ao contexto apresentado.

Segundo Gutiérrez, Vexo e Thalmann [7] a classificação de realidade virtual fica a critério do contato (explorando os sentidos visão, audição e tato) que o equipamento permite que o usuário tenha com o mundo real. As categorias definidas são:

- Não-imersiva: não isolam o usuário do mundo real;
- Semi-imersiva: isolam parcialmente o usuário do mundo real;
- Imersiva: isolam o usuário completamente do mundo real.

Já McLellan [9], além de abordar as três categorias acima, complementa com outras quatro categorias para realidade virtual. São elas:

- Ambiente espelhado: usuário interage com o ambiente virtual em terceira pessoa, sendo que o input da interação é capturado por uma câmera;
- Waldo World: usuário equipado com sensores pelo corpo que capturam o movimento, desenvolvendo uma animação em tempo real no ambiente virtual;
- Simuladores: simuladores em primeira pessoa que tentam imitar a realidade, incluindo movimentos e inputs que simulam os mesmos da vida real, geralmente com o propósito de treinamento;
- Cyberspace: uma rede de computadores que permite que diversas pessoas se encontrem em um ambiente virtual ao mesmo tempo. Por exemplo sistemas que permitem que vários simuladores de tanque de guerra se conectem e batalhem virtualmente.

Tendo por objeto apresentar animais selvagens de forma mais realística possível, observou-se que todas as categorias de RV permitem algum grau de veracidade, no entanto, apenas algumas categorias proporcionam a sensação de imersão, como a realidade virtual imersiva e a realidade virtual semi-imersiva.

Imersão é a sensação de um indivíduo em se sentir parte do mundo virtual apresentado, ao invés do mundo físico. Isto também é chamado de tele-presença, ou seja, presença é a percepção natural de estar em um ambiente, e a tele-presença é a sensação de estar em um ambiente mediado por algum outro recurso, podendo ser uma representação do mundo real (como ver através de uma câmera digital) ou uma representação de mundo virtual (como uma simulação 3D gerada computacionalmente [13]).

Observa-se que “estar presente” é diferente de “estar envolvido”. Assim como na vida real, pode-se estar presente, mas não envolvido. Por exemplo, uma pessoa está no cinema, porém se o filme está desagradável, ela não está envolvida, assim, não reagindo aos estímulos do ambiente. A imersão é a combinação de “presença” e “envolvimento” [7]. Portanto, a imersão pode gerar reações emocionais (ansiedade, tristeza, felicidade, entre outras) no usuário assim que o seu cérebro interpreta as imagens, os sons e os demais feedbacks que a simulação proporciona. Dependendo da simulação, um sentido deve ser colocado em evidência para que haja imersão, por exemplo, em uma simulação de treinamento cirúrgico o feedback de tato é mais importante que o da visão. Já no caso de uma simulação de concerto musical, o sentido da audição deve ser o mais explorado [7].

Farnsworth [10] avaliou o poder da imersão da RV. O teste foi feito com diversas pessoas, inserindo os aparelhos Galvanic Skin Response (GSR) e o Electroencephalography (EEG). O aparelho de GSR mede a atividade elétrica que ocorre através da pele, se algo cria um sentimento intenso de felicidade, tristeza, estresse ou surpresa, ele afeta diretamente na atividade elétrica através da pele. Já o EEG também mede a atividade elétrica, contudo, aquela que acontece no cérebro. Todo tipo de atividade cerebral é medido por ele e, por meio de algoritmos, algumas conseguem ser transformadas em dados, demonstrando se aquela atividade corresponde a motivação, distração, engajamento ou revogação.

Depois de inserir os sensores nos participantes, Farnsworth mostrou a eles duas simulações de montanha-russa: uma de realidade virtual imersiva utilizando o capacete, e uma de realidade virtual não imersiva utilizando monitor de vídeo. Nos resultados do sensor GSR, a conclusão foi que utilizando RV Imersiva, a atividade de excitação fisiológica do usuário é quase três vezes maior do que com o outro método. Os resultados para o sensor de EEG foram muito semelhantes, chegando a quase três vezes maior o nível de envolvimento utilizando a RV Imersiva [10].

Nota-se que a tecnologia de RV Imersiva tem a possibilidade de proporcionar aos usuários emoções maiores do que meios não-imersivos. Isso demonstra que a mesma pode ser utilizada para que pessoas tenham experiências mais parecidas com as que teriam na vida real, em relação às outras tecnologias abordadas. Para utilizar realidade virtual imersiva, pode-se utilizar um *head mounted device* (HMD). Um HMD consiste em uma ou mais telas para mostrar imagens e vídeos na linha de visão do usuário, montadas em um capacete. O diferencial destes aparelhos é que a movimentação do corpo e da cabeça do usuário podem influenciar na imagem que está sendo transmitida. Desta forma, pode-se criar um ambiente virtual com 360 graus de visão para diversas aplicações, como procedimentos cirúrgicos, para procedimentos militares, entre outras [11].

Os HMDs são conectados a um computador que processa e gera em tempo real ambiente 3D que está sendo visualizado. Duas imagens 2D são apresentadas, via software, na tela que acompanha o capacete. Estas imagens possuem uma distorção que é corrigida com lentes que direcionam a luz emitida pela tela, e posicionam o resultado diretamente nos olhos do usuário, de modo a criar uma

imagem, desta vez em 3D (com noção de profundidade) [12].

III. TRABALHOS SIMILARES

Buscou-se identificar trabalhos de simulação que envolvessem animais selvagens, com o objetivo de compreender as diferentes soluções adotadas e identificar o diferencial que o Epic Zoo [27] poderia apresentar. Os critérios de seleção dos trabalhos foram: realidade virtual imersiva com o uso de HMD, existência de animais selvagens, existência de interação, assim como também qual a plataforma-alvo.

A. Dinos do Brasil

Dinos do Brasil tem como propósito aproximar pessoas da ciência, consistindo em um tour de 30 minutos da pré-história brasileira até a era dos dinossauros. Trata-se de uma simulação desenvolvida computacionalmente que não possui qualquer tipo de interação. Para assistir à simulação é necessário ir até ao Museu Catavento Cultural em São Paulo, onde são disponibilizados os equipamentos e software. O software foi desenvolvido pela empresa VR Monkey, uma *startup* focada em simulações com realidade virtual imersiva. A empresa foi criada em 2012 por ex-estudantes da Universidade de São Paulo (USP) [14].

B. Bear Island

Existem câmeras especializadas em gravar vídeos em 360° e neste caso não se trata de um ambiente 3D gerado computacionalmente em tempo real. Bear Island é um exemplo de vídeo gravado em 360° em algum ambiente na vida real. Esta simulação tem o objetivo de contar a história de um urso do mundo real que procura peixes para comer e encontra diversos desafios no caminho, como ursos maiores. A simulação foi desenvolvida pela BBC Earth Productions, é gratuita e está disponível na plataforma GearVR na loja da Oculus [15].

C. Cat flight

Cat Flight é um vídeo gravado em 360°, porém, nesta simulação foram feitas edições de vídeo para adicionar elementos que não fazem parte da realidade. O objetivo é contar a história de um lince fêmea que tenta encontrar alimento para ela e seu filhote no deserto da África. Cat Flight também foi desenvolvido pela BBC Earth Productions, é gratuito e está disponível na plataforma Samsung GearVR na loja da Oculus [15].

D. Ocean Rift

Ocean Rift tem o objetivo de permitir ao usuário conhecer os animais marinhos. Na simulação, o usuário é colocado de baixo da água e pode escolher qual animal deseja ver. Após selecionar um animal, ele irá aparecer nadando em volta do usuário. Não há nenhum tipo de interação com os animais nesta simulação. Os animais mostrados são golfinhos, tubarões, tartarugas, cobras aquáticas, arraias, baleias, peixes-boi, leões marinhos e até dinossauros aquáticos. Ocean Rift é uma simulação disponível para a plataforma Oculus Rift e Samsung GearVR e está disponível da loja da Oculus pelo valor de \$9,99 USD [15].

E. Projeto Tamar-ICMBio

O trabalho de conclusão de curso desenvolvido por Sborgs Neto [16], Otimização de ambientes 3D para

experiências realísticas teve como objetivo comparar a Unreal Engine e a Unity 5 em relação ao desenvolvimento de uma simulação para Oculus Rift. Os critérios definidos são em relação a qualidade gráfica e o desempenho de ambientes virtuais 3D.

O ambiente escolhido para o desenvolvimento do software foi uma réplica da base do Projeto Tamar-ICMBio na praia do Forte (Bahia) que é responsável pela conservação e manejo de tartarugas marinhas que estão ameaçadas de extinção, que por fim, foi uma adaptação de uma versão publicada anteriormente por Bisolo [17], que na ocasião não possuía suporte a RV imersiva. Durante a experiência, o usuário tem a possibilidade de se movimentar pelo ambiente virtual, consultar informações sobre as tartarugas marinhas e visualizá-las em suas piscinas [16].

F. Farlands

O jogo Farlands foi desenvolvido para Oculus Rift pela própria empresa Oculus. É um jogo de exploração, cujo objetivo é mapear novas espécies de peixes, alienígenas e plantas, assim como seus comportamentos. Durante o jogo, um tutor parecido com um robô explica ao jogador quais as funções, comportamentos e as características das novas espécies encontradas. Para ter acesso a todos os planetas disponíveis no jogo deve-se jogar e atingir objetivos, e desta forma, serão desbloqueados novos destinos. Farlands possui diversas interações: tirar fotos dos ambientes, caminhar por ele, alimentar os alienígenas, pescar e viajar entre os mundos para encontrar novas espécies de animais e plantas. O jogo possui alguns personagens como: alienígenas, peixes, tutor e uma espécie de chefe alienígena que analisa as descobertas feitas no último planeta visitado [18]. O jogo está disponível gratuitamente na loja da Oculus para computador.

G. Comparativo entre os trabalhos similares

Na tabela I, apresenta-se o comparativo entre os trabalhos similares analisados neste artigo. A sequência apresentada nas colunas são: Dinos do Brasil (A), Bear Island (B), Cat Flight (C), Ocean Rift (D), Projeto Tamar-ICMBio (E), Farlands (F) e o trabalho que se desenvolveu neste projeto, Epic Zoo (G).

TABELA I. COMPARATIVO ENTRE OS TRABALHOS SIMILARES

Características	Trabalhos analisados						
	A	B	C	D	E	F	G
Possui RV	X	X	X	X	X	X	X
Possui animais selvagens	X	X	X	X	X		X
Usuário se movimento no ambiente virtual	X				X	X	X
É possível interagir com o ambiente						X	X

A simulação Dinos do Brasil tem um objetivo semelhante ao Epic Zoo no que diz respeito ao conhecimento de animais selvagens, contudo ela só pode ser acessada no museu em São Paulo e não possui interações, tornando os usuários expectadores.

Bear Island e Cat Flight têm o envolvimento de filmagens 360°. Pelas imagens encontradas, a qualidade

gráfica destas simulações é inferior às demais. Além disso, o objetivo destas aplicações é contar uma história, diferindo do Epic Zoo.

A aplicação Ocean Rift possui um objetivo semelhante ao software em estudo, já que é permitir conhecer animais, no entanto, focando apenas em animais aquáticos. Ela não possui nenhuma interação e, além disso, não permite que o usuário se movimente pelo ambiente.

A simulação sobre o Projeto Tamar-ICMBio também possui como objetivo o conhecimento de animais, no caso tartarugas marinhas, e por mais que seja possível caminhar pelo ambiente as interações são limitadas a observá-las e obter informações em placas pré-dispostas pelo cenário.

Apesar de Farlands ser um jogo, e não uma simulação, com regras muito bem definidas e objetivos claros, ele possui interações que serviram de inspiração para este projeto, como permitir ao usuário tirar fotos, a movimentação por tele transporte e o uso de um tutor para fornecer informações ao usuário.

Nas simulações selecionadas observam-se algumas decisões que são abordadas de maneira diferente no Epic Zoo, como a filmagem 360° (necessita ter acesso ao elemento real para poder filmar e não permite interações) e não permitir que o usuário se movimente pelo cenário (impede o usuário de conhecer todo o ambiente), já outras decisões são utilizadas como a movimentação por meio de tele transporte, a captura de fotos, entre outras.

IV. EPIC ZOO

A identificação do desejo das pessoas em conhecer animais selvagens em contraposição a tendência em manter esses animais em cativeiro, inspirou a criação da simulação Epic Zoo [27]. A pesquisa por trabalhos similares verificou que são poucas as soluções que permitem uma imersão no habitat natural dos animais e proporcionem a sensação de realidade almejada. Dessa forma, o desenvolvimento do software utilizando Realidade Virtual imersiva foi a alternativa considerada apropriada.

O conceito geral do software de simulação é permitir que o usuário se sinta inserido em habitats naturais de animais selvagens com o auxílio da realidade virtual imersiva. Para isso, o usuário pode caminhar, tirar fotos e descobrir informações sobre animais selvagens e seus comportamentos. O usuário é acompanhado durante a simulação por um tutor virtual responsável por dar as informações necessárias à sua interação no ambiente. Tem por metáfora uma viagem que o usuário pode fazer, selecionando no painel principal, o local para onde deseja viajar: África, onde conhecerá o Elefante Africano ou Ásia, onde conhecerá o Tigre de Bengala.

O Epic Zoo permite ao jogador movimentar-se pelo ambiente virtual (desta forma o jogador pode visualizar o animal de vários ângulos), jogar em modo multiplayer (o jogador pode ir com outras pessoas na simulação, assim como em um zoológico), apresentar o comportamento dos animais forma similar a vida real (comer, caminhar, dormir). A figura 1 apresenta uma das cenas da simulação, na qual o Tigre de Bengala ataca um Cervo para se alimentar.

O software foi desenvolvido com o motor de jogos Unity e foi utilizado o HMD GearVR (Samsung e Oculus). Os modelos 3D utilizados na simulação, como animais e plantas, foram comprados na loja online Asset Store.



Figura 1. Tigre atacando cervo.

V. BOAS PRÁTICAS EM REALIDADE VIRTUAL

No desenvolvimento do Epic Zoo buscou-se avaliar e aplicar boas práticas de desenvolvimento em Realidade Virtual para se chegar ao resultado esperado. Caso os inputs de uma simulação em RV não correspondam da maneira esperada, pode causar estranheza ao usuário. A Oculus [15] aponta que 1 em 4.000 pessoas podem sentir tontura, náuseas, convulsões, espasmos musculares e até desmaiarem. Os estudos apontam que esses efeitos são temporários e não há nenhum estudo que informe quais as consequências a longo prazo [19]. Desta forma, algumas características devem ser levadas em consideração durante o desenvolvimento da simulação, que se destacam a seguir.

A. Field of view (FOV)

O Field of view (FOV) refere-se à quanto o olho humano consegue ver em seu campo de visão de uma única vez, sem virar a cabeça. Os olhos humanos conseguem enxergar cerca de 200° na horizontal e 135° na vertical. Para RV, existem dois tipos: o máximo de FOV suportado pelo hardware e o quanto foi determinado no software. O FOV deve ser o mais próximo possível da realidade humana, auxiliando na sensação de imersão [20]. No desenvolvimento da simulação, foi utilizado o máximo de FOV permitido pelo HMD utilizado (cerca de 100°), desta forma, se aproximando o máximo possível da realidade humana.

B. Frames per second

Deve-se levar em conta a latência, que é a diferença de tempo entre a ação do usuário e o reflexo desta ação no ambiente virtual. Estudos apontam que o ser humano tem capacidade de perceber uma latência maior que 50 milissegundos. Caso isso aconteça, ficará perceptível para o usuário que ele se encontra em um mundo virtual, prejudicando a simulação e a sensação de imersão. Por exemplo, caso o usuário gire a cabeça e a imagem demore a corresponder, isto causará estranheza, ou ainda, durante a interação, caso o usuário movimente suas mãos e o tempo de resposta do software for perceptível, a imersão será prejudicada [21].

Para evitar que esta estranheza seja causada no usuário (também pode ser conhecido como *motion sickness*), deve-se também tomar conhecimento do FPS (*frames per second* ou quadros por segundo). O FPS é o número de vezes que o software redesenha a imagem que o usuário está vendo durante um segundo. Um FPS baixo, causa ao usuário a estranheza [22, 23].

O FPS da aplicação deve ser igual ou superior ao *refresh rate*. O *refresh rate* é o número de vezes que o monitor/tela atualiza a imagem apresentada ao usuário durante um segundo. Portanto, caso o FPS não acompanhe

o *refresh rate*, é possível perceber o quadro anterior sobreposto ao atual, dando a impressão de que a imagem foi arrastada (*motion blur*), ficando borrada aos olhos do observador [15, 24].

Para o HMD utilizado na simulação desenvolvida na pesquisa, foi necessário desenvolver a aplicação em pelo menos 60 FPS. Para isto, utilizou-se uma série de técnicas de otimizações que permitem a simulação ficar mais simples e alcançar o objetivo.

C. Som

O áudio deve ser levado em consideração, já que a audição é um dos sentidos que serão explorados quando se trata de imersão. Para se assemelhar com a realidade, o áudio utilizado na aplicação deve ser 3D para que a orientação dele mude de acordo com a posição do usuário na simulação. Por exemplo, caso haja uma bola quicando a direita do usuário, ele ouvirá com mais clareza o som no lado direito do fone de ouvido do que do esquerdo [21]. No Epic Zoo foram utilizados apenas sons 3D quando se tratava de um elemento do ambiente (animais, cachoeira, etc.), caso contrário, como sons de interface, foram utilizados sons 2D.

D. Movimentação

Caso o usuário esteja em meio a uma simulação de RV com o corpo parado, porém, no ambiente virtual se movimentando, também poderá sentir náuseas. Isto porque o sentido da visão entrega ao cérebro a informação de que está em movimento (acelerando), porém, o corpo não recebe nenhum *feedback* deste movimento, dando ao cérebro uma informação errada. Movimentos para os lados e para trás causam ainda mais náusea. Sugere-se evitar os movimentos que causam mais náuseas e nos demais, utilizar a velocidade semelhante à de uma pessoa andando no mundo real, cerca de 5m/s [15].

Outra sugestão dada por Developers Google [25] é utilizar as seguintes técnicas para locomoção em uma simulação em RV:

- Tele transporte: técnica de locomoção para aplicações em primeira pessoa em que o usuário se move quase instantaneamente para um local de destino. Reduz náusea para pessoas que tem intolerância ao movimento virtual da câmera na simulação. Observa-se este método na figura 2;

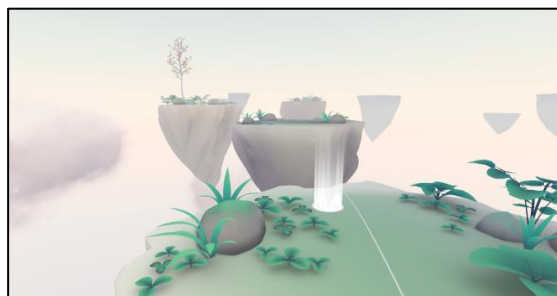


Figura 2. Ponto branco e a linha representam o local onde o jogador irá se transportar.

- Demonstração em túnel: técnica de locomoção para aplicações em primeira pessoa que o usuário fica com a câmera parada e uma espécie de janela é projetada em frente ao usuário. Nesta janela é possível se movimentar normalmente utilizando

um joystick e escolher o destino desejado, que após ser escolhido, o tele transporte é acionado para mover o jogador. Observa-se este método na figura 3;

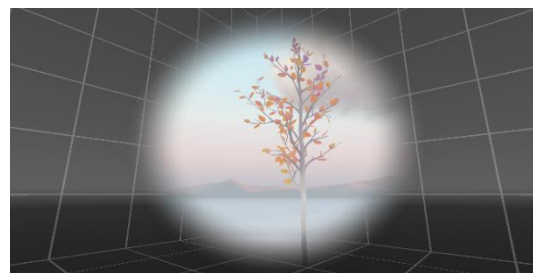


Figura 3. O centro da imagem representa a espécie de janela onde é possível escolher o destino.

- Câmera de perseguição: técnica de locomoção para aplicações em terceira pessoa. Por meio de um ponteiro é possível movimentar o personagem e caso a distância do ponto seja curta, a câmera ficará parada, caso contrário, perseguirá o personagem principal suavemente. Observa-se este método na figura 4.

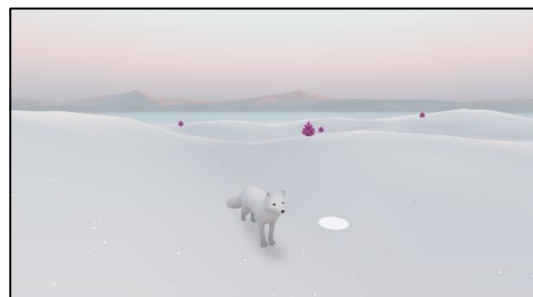


Figura 4. A raposa representa o personagem controlado e o ponto branco o local onde ele irá se locomover.

Deve-se evitar alterar a posição do ponto de vista do usuário (cabeça). Em caso de um impacto no ambiente virtual, por exemplo, o corpo costuma corresponder aos reflexos automaticamente, e se, caso não fizer, haverá informações contraditórias entregues ao cérebro. A simulação deve sempre corresponder ao movimento da cabeça do usuário e jamais interferir na mesma, deixando a critério do usuário movê-la ou rotacioná-la quando bem entender [15].

Na prototipação do Epic Zoo foi utilizada a técnica de tele transporte. Para executar o transporte o usuário deve olhar para o chão e pressionar o input até que encontre o local para onde deseja se mover. No chão, o local do tele porte é representado por um círculo: quando azul é um ponto onde o usuário pode se direcionar e quando vermelho não. Isto pode ser observado na figura 5. Quando o usuário soltar o input e estiver olhando para um local permitido, a tela é escurecida, a posição do mesmo é trocada para a do ponto em questão e a tela é clareada. Apenas a posição do corpo do usuário é alterada, ou seja, a rotação dada pelos movimentos da cabeça do mesmo, não é alterada.



Figura 5. Representação de onde o jogador irá se transportar no Epic Zoo.

Para definir os locais permitidos para a locomoção, foi criada uma malha por onde o usuário pode caminhar. Esta malha abrange especialmente a parte do chão e pode ser observada na figura 6. Nos locais onde havia elementos de cenário (pedras, árvores, água, animais, entre outros), foram inseridos componentes de colisão, evitando que o usuário se movimentasse também nestes pontos. Estas colisões são representadas pelos cubos de linhas verdes na figura 7.

Foram escolhidos apenas pontos que correspondam a vida real, ou seja, como não é possível andar sobre a água na vida real, a simulação também não permitiu.

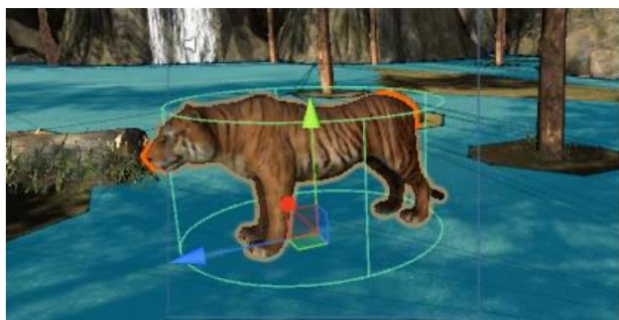


Figura 6. Animal na malha de navegação, representada pela parte azul.

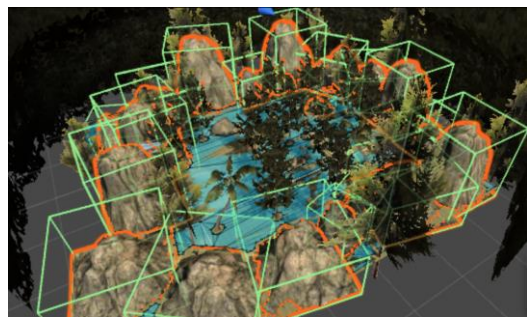


Figura 7. Cubos são as colisões dos elementos por onde o jogador não pode se locomover no Epic Zoo.

E. Interface

Um jogo desenvolvido para um meio não imersivo normalmente possui informações do jogador como vida, pontuação, entre outras. Esta interface ou *user interface* (UI) geralmente é posicionada no topo da tela e é chamada de HUD (*heads up display*). Isto é conhecido como UI não-diegética, ou seja, esses elementos não existem no mundo

do jogo, porém fazem sentido serem apresentados ao jogador. Em RV imersiva, o ideal é utilizar interface diegética, inserindo as informações necessárias ao jogador em algum elemento que faça parte do contexto daquele ambiente. Por exemplo, a informação de vida do jogador pode ser informada em um relógio, ao invés de ser um simples texto flutuando no ar [26].

No desenvolvimento do Epic Zoo utilizou-se interface diegética principalmente na parte do Menu. O contexto utilizado nesta etapa foi de um avião, no qual o jogador deve escolher seu próximo destino. Estes destinos são os locais onde estão os animais, por exemplo, o tigre se encontra na região da Ásia e o elefante na região da África. Já no ambiente *ingame*, o usuário também pode acionar as opções como tirar fotografia ou visualizar seu livro, como se pode observar na figura 8.



Figura 8 Interface diegética da simulação

F. Montagem dos ambientes

Para a montagem dos ambientes foram utilizados modelos 3D comprados ou gratuitos disponíveis na internet. No entanto, para que o cenário fosse otimizado de forma a funcionar integralmente em 60 FPS, foi necessário aplicar algumas alterações. Utilizou-se a técnica de otimização chamada *Level Of Detail* (LOD) ou Nível de Detalhe. Esta técnica habilita utilizar modelos 3D mais simples (com menos detalhes) quando estão mais distantes do ponto de vista do jogador. Isto porque de longe, alguns detalhes não são visíveis ao jogador, mas caso inseridos na cena, serão renderizados da mesma maneira, tornando certo processamento desnecessário.

Também foi utilizada a técnica de *Static Batching*, que tem por objetivo agrupar um conjunto de objetos da cena em lotes que serão renderizados de uma única vez, reduzindo assim a quantidade de *draw calls* por frame. Um único frame é composto por diversos passos de renderização e cada um desses passos é chamado de *draw call*, momento em que a CPU passa as informações do que deve ser renderizado para GPU. Normalmente, cada objeto na cena é renderizado individualmente, gerando centenas de *draw calls* por frame e, desta forma, tornando-se um forte responsável por uma possível baixa taxa de FPS.

Existem diversas regras para que estes lotes de objetos sejam criados com sucesso, evitando que toda a cena seja renderizada em um único passo, como por exemplo, os objetos agrupados não podem possuir semi-transparência e devem compartilhar o mesmo material, que por sua vez devem compartilhar a mesma textura.

Para ampliar a quantidade de possíveis lotes, outra técnica foi utilizada para reduzir a quantidade de materiais na cena. Esta técnica é chamada de Texture Atlas, e seu objetivo é agrupar diversas texturas em uma única,

permitindo assim que um único material seja compartilhado pelo maior número de objetos possíveis.

Outro ponto interessante foi a forma como foi desenvolvida a floresta densa em um dos ambientes. Apesar de parecerem com árvores, o que custaria muito processamento para renderizar caso fossem, são apenas painéis com uma textura de árvore posicionadas de forma que parecem com as de verdade. Os painéis podem ser observados na Figura 9 do ponto de vista do usuário e na Figura 10 como eles realmente são.



Figura 9. Árvores do ponto de vista do jogador.



Figura 10: Painéis que imitam árvores fora do ponto de vista do usuário.

VI. RESULTADOS

Para avaliar a simulação, realizou-se pesquisa de campo durante um evento realizado no dia 07 de outubro de 2017, o qual atraiu centenas de jovens do Ensino médio para conhecer o ambiente universitário em busca de apoio em suas decisões acerca de cursos superiores. Os visitantes foram convidados a conhecer o Epic Zoo e posteriormente responder a um questionário de avaliação. Obtiveram-se 73 respostas ao questionário elaborado.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a simulação quanto a experiência proporcionada ao usuário. Desta forma, não foi analisada a qualidade técnica da mesma. Utilizou-se o Samsung S6 em conjunto com o GearVR para o teste da aplicação.

O primeiro questionamento foi em relação ao nível de imersão dos participantes. Para isso, foi utilizada a escala de Likert (nunca me senti imerso, me senti imerso em poucas situações, me senti imerso na metade das situações, me senti imerso na maioria das vezes e sempre me senti imerso). Pelos dados coletados, observou-se que a maior parte dos entrevistados se sentiram imersos em algum momento, sendo que 11% responderam que nunca tiveram este sentimento. Alguns pontos observados no local podem ter colaborado para que as pessoas não se sentissem completamente imersas: o som externo, o tempo que puderam utilizar a experiência (cerca de 2 minutos por pessoa) e a qualidade das animações do animal. Estes itens, como apontado pela pesquisa bibliográfica, são essenciais

para que não ocorra a quebra de imersão. O gráfico que representa os dados desta questão pode ser observado na figura 11.

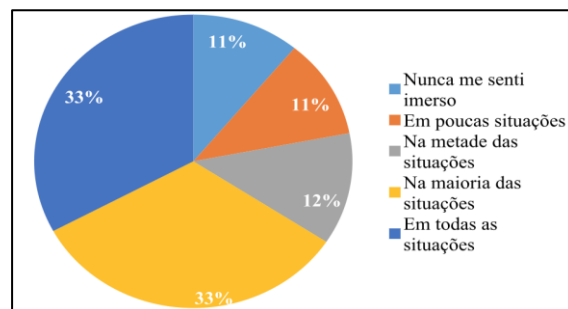


Figura 11 Nível de imersão dos participantes

Questionou-se ao usuário quanto ao sentimento que a simulação lhe proporcionou. Era possível assinalar mais de um sentimento ou ainda incluir um novo. Os sentimentos propostos foram: tédio, medo, diversão, deslumbramento e surpresa. Os participantes da pesquisa sugeriram também os sentimentos: empatia e afeto. Observou-se que os sentimentos considerados negativos, com medo e tédio, não tiveram resultados expressivos: foram apenas 5,5% e 1,4%, respectivamente. O sentimento que mais atingiu pessoas foi a diversão (57,5%), seguido pela surpresa (41,1%) e deslumbramento (38,4%). Durante os testes, observou-se que as pessoas costumavam rir ou ficavam admiradas quando finalmente encontravam o animal. Um fator que pode ter auxiliado nestes resultados é o fato da tecnologia utilizada ser nova e gerar curiosidade nas pessoas. Os dados desse questionamento podem ser observados no gráfico na figura 12.

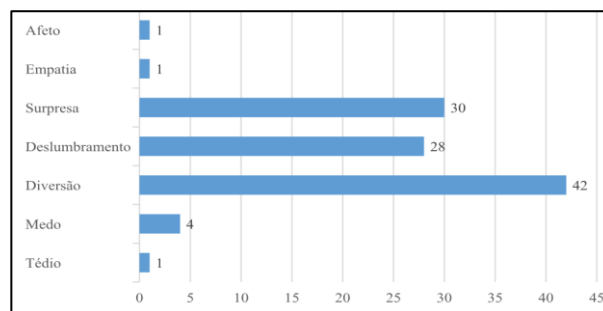


Figura 12. Sentimentos que tiveram durante a simulação

Ao perguntar aos usuários se conhecer um animal selvagem em realidade virtual imersiva satisfaz totalmente a sua necessidade de conhecê-lo na vida real, as respostas tiveram o resultado muito semelhante ao questionamento da imersão. Das respostas, 61,65% das pessoas concordam de alguma forma que a situação de conhecer um tigre em realidade virtual imersiva satisfaz a sua vontade de conhecer o animal na vida real. Alguns pontos da simulação podem ter auxiliado para que algumas pessoas não sentissem satisfeitas, como a qualidade gráfica, a fidelidade do modelo 3D e animações do animal, som do animal, entre outros. Apesar disso, o valor individual de número de pessoas imersas e número de pessoas satisfeitas com a simulação é positivo. Os dados deste questionamento podem ser observados na figura 13.

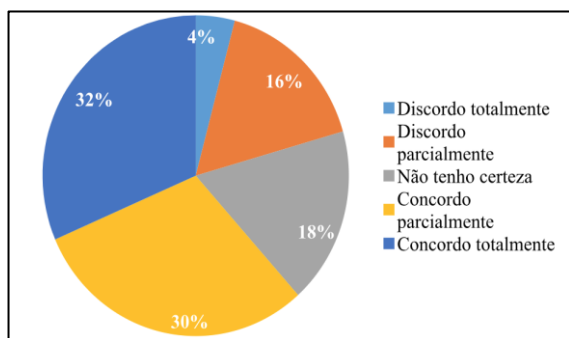


Figura 13. Satisfação em conhecer o tigre em realidade virtual imersiva.

Não houve reclamações de vertigem ou enjoo durante os testes. Motivos para isso ter acontecido é que toda a simulação está em 60 FPS e, além disso, as interações têm respostas suaves para o jogador, como por exemplo a locomoção. Também é possível observar que a simulação serviu a seu propósito e permitiu que pessoas conhecessem animais selvagens virtualmente e provocou imersão aos usuários. Isto mostra que as técnicas utilizadas auxiliaram a obter o resultado em questão.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi demonstrar as principais boas práticas utilizadas durante o desenvolvimento do Epic Zoo, um software que buscou alinhar animais selvagens e a tecnologia, de forma a permitir que pessoas conheçam os animais sem irem a zoológicos. Estas boas práticas tornaram-se necessárias para que o jogo pudesse ser concluído como planejado.

Desta forma foi necessário abordar sobre diversos conceitos que cercam os temas abordados neste trabalho, como realidade virtual, boas práticas no desenvolvimento, capacetes de realidade virtual, imersão, dentre outros.

O resultado do teste desenvolvido foi importante para analisar pontos a melhorar e confirmar outros como essenciais. Diversas pessoas chamavam outras pessoas para o teste, o que demonstra que a simulação chamou a atenção das mesmas, de modo que o aparelho nunca ficou parado durante os testes.

Para o sucesso desta aplicação, era importante que o usuário se sentisse bem, imerso, tendo um momento de diversão conhecendo animais selvagens de uma maneira diferente. Portanto, observou-se que as boas práticas aplicadas em RV ao Epic Zoo foram de suma importância para o resultado obtido.

Cada técnica tem a sua contribuição para o resultado, como por exemplo, as técnicas de locomoção. A bibliografia mostrava opções de locomoção previamente testadas que permitiam que os jogadores não se sentissem nauseados. Com o resultado da pesquisa de campo foi possível observar que não houveram reclamações em relação a náuseas durante a utilização do jogo.

Mais de metade dos entrevistados se consideraram imersos, tiveram um momento de diversão e ainda acreditam que a simulação foi o suficiente para satisfazer sua necessidade de conhecer o animal na vida real. Percebe-se uma dificuldade em afirmar que a tecnologia pode substituir a vida real, no entanto, o resultado mostrou que para a maior parte das pessoas, a simulação substituiu zoológicos e parques com animais selvagens.

REFERÊNCIAS

- [1] N, Muñoz. Costa Rica fecha zoológicos para ‘proteger meio ambiente’, 2013. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/08/130731_costa_ri_ca_meio_ambiente_lgb. Acesso em: 27 Fevereiro 2017.
- [2] B. McManus. O SeaWorld Vai Acabar com seu Controverso Show de Orcas, 2015. Disponível em: https://www.vice.com/pt_br/article/o-seaworld-vai-acabar-com-seu-controverso-show-de-orcas. Acesso em: 27 Fevereiro 2017.
- [3] G. Hosey; V. Melfi; S. Pankhurst. Zoo Animals: behaviour, management, and welfare. Oxford: Oxford: Oxford University Press, 2009.
- [4] J. Novak. Desenvolvimento de Games. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- [5] T. Dichristopher. Interactive entertainment projected to total \$91 billion in 2016, report says, 2016. Disponível em: <http://www.cnbc.com/2016/12/21/interactive-entertainment-drums-up-91-billion-in-2016.html>. Acesso em: 10 Março 2017.
- [6] G. Burdea; P. Coiffet. Virtual reality technology. 2nd. ed. New Jersey: Hoboken, 2003.
- [7] M. A. Gutiérrez; F. Vexo; D. Thalmann. Stepping into Virtual Reality. Londres: Springer, 2008.
- [8] R. Tori; C. Kirner; R. Siscoutto. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2006.
- [9] H. McLellan REALITIES. AECT, Bloomington, 3 Agosto 2001. Disponível em: <http://www.aect.org/edtech/ed1/pdf/15.pdf>. Acesso em: 27 Fevereiro 2017.
- [10] B. Farnsworth. Measuring the Power of Virtual Reality Immersion [A Case Study], 2017. Disponível em: <https://imotions.com/blog/measuring-virtual-reality-immersion-case-study/>. Acesso em: 06 Março 2017.
- [11] J. Melzer. Head-Mounted Displays. In: SPITZER, C. R. The Avionics Handbook. Williamsburg: CRC Press, 2001. Disponível em: http://www.davi.ws/avionics/TheAvionicsHandbook_Cap_5.pdf. Acesso em: 27 Fevereiro 2017.
- [12] S. Charara. Explained: How does VR actually work?, 2017. Disponível em: <https://www.wareable.com/vr/how-does-vr-work-explained>. Acesso em: 10 Abril 2017.
- [13] J. Steuer. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. SRCT, San Francisco, 1 Outubro 1992. 73-93. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.33.5821&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 10 Abril 2017.
- [14] B. Capelas. Dinossauros do Brasil voltam à vida em realidade virtual, 2015. Disponível em: <http://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,dinossauros-do-brasil-voltam-a-vida-em-realidade-virtual,10000028803>. Acesso em: 12 Abril 2017.
- [15] Oculus. Motion, 2017. Disponível em: <https://developer.oculus.com/documentation/>. Acesso em: 24 Maio 2017.
- [16] L. Sborn Neto. OTIMIZAÇÃO DE AMBIENTES 3D PARA EXPERIÊNCIAS REALÍSTICAS. UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ. Itajaí, p. 102. 2015.
- [17] L. R. Bisolo. Um Ambiente Virtual Interativo em 3D para o Projeto Tamar-ICMBio/Praia do Forte. Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, p. 82. 2010.
- [18] E. Alvarez. Oculus takes you into the colorful alien world of Farlands, 2016. Disponível em: <https://www.engadget.com/2016/03/28/oculus-farlands-virtual-reality/>. Acesso em: 24 Maio 2017.
- [19] N. Davis. Long-term effects of virtual reality use need more research, say scientists, 2016. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2016/mar/19/long-term-effects-of-virtual-reality-use-need-more-research-say-scientists>. Acesso em: 23 Maio 2017.
- [20] C. Hunt. Field of view face-off: Rift vs Vive vs Gear VR vs PSVR, 2016. Disponível em: <https://www.vrheads.com/field-view-faceoff-rift-vs-vive-vs-gear-vr-vs-psvr>. Acesso em: 12 Abril 2017.

- [21] J. Strickland. How Virtual Reality Works, 2007. Disponível em: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality.htm>. Acesso em: 28 Março 2017.
- [22] Equipe NZN. O que são Frames per Second? , 2008. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/placa-de-video/926-o-que-sao-frames-per-second-.htm>. Acesso em: 22 Maio 2017.
- [23] Mtech Games. Physics and Frame Rate: Beating motion sickness in VR, 2015. Disponível em: <http://mtechgames.com/downloads/PhysicsandFramerateBeatingmotionsicknessinVR.pdf>. Acesso em: 22 Maio 2017.
- [24] B. Lang, Palmer Luckey and Nate Mitchell Interview: Low Persistence ‘Fundamentally Changes the Oculus Rift Experience’, 2014. Disponível em: <http://www.roadtovr.com/ces-2014-oculus-rift-crystal-cove-prototype-palmer-luckey-nate-mitchell-low-persistence-positional-tracking-interview-video/>. Acesso em: 24 Maio 2017.
- [25] Developers Google. Locomotion, 2017. Disponível em: <https://developers.google.com/vr/elements/overview#locomotion>. Acesso em: 24 Maio 2017.
- [26] UNITY. User Interfaces for VR, 2017. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/learn/tutorials/topics/virtual-reality/user-interfaces-vr?playlist=22946>. Acesso em: 24 Maio 2017.
- [27] F. d. S. Bailer. Simulação com animais selvagens em realidade virtual imersiva. Itajaí, 2017. 106 f. Trabalho Técnico-científico de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2017.