

Recebido em: 15 nov. 2018
Aprovado em: 05 dez. 2018

[dx.doi.org/
10.23925/1984-3585.2018i18p47-61](https://doi.org/10.23925/1984-3585.2018i18p47-61)

Usabilidade e ergonomia nos jogos de Realidade Virtual

Paula Beltrão Zanotelli¹

Audrey Nasser Garcia²

Resumo: O estudo examina aspectos ergonômicos durante a navegação nos ambientes de Realidade Virtual em jogos digitais, analisando as configurações de jogos de Realidade Virtual disponíveis no mercado. As questões são: Qual é ergonomicamente a melhor forma de apresentar a Realidade Virtual ao usuário? Onde a usabilidade e a imersão farão parte de uma proposta única e ajustada em que o usuário se sinta completamente imerso, com o maior grau de conforto e satisfação com seu uso?

Palavras-chave: Ergonomia. Usabilidade. Navegação. Jogos digitais. Realidade virtual.

¹ Profissional da área de Ilustração, Animação e Designer para Jogos Digitais e Mídias *online* e *offline*. Mestranda no curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais na PUC-SP e Graduada em Desenho Industrial com Ênfase em Programação Visual. Email: paula.zanotelli@live.com

² Profissional de TI e gestão de projetos em multinacionais. Mestranda no curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais na PUC-SP. Pós-Graduada em Comércio Exterior pelo Mackenzie e Desenho Publicitário pela Escola Panamericana de Artes. Atuante nas áreas de inovação e educação. E-mail: audreynasserg@gmail.com

Usability and ergonomics in Virtual Reality games

Abstract: The study investigates ergonomic aspects of navigating in Virtual Reality environments of videogames based on commercially available products. Its main issues are: What is the best way to present Virtual Reality ergonomically to the user? Will usability and immersion be part of a unique and adapted proposal in which users can feel completely immersed, with the highest degree of comfort and satisfaction while gaming?

Keywords: Ergonomics. Usability. Navigation. Videogames. Virtual Reality.

Este estudo se baseia na abordagem do *Design Science Research* (DSR) desenvolvido como método de pesquisa para a engenharia de produção (cf. Lacerda et al. 2013). Segundo L. Bruce Archer (apud Bayazit 2004, p. 1), *Design Science Research* é um método sistemático de pesquisa que visa “a conhecer ou corporificar as configurações, composições, estruturas, propósitos, valores e significados de objetos e sistemas realizados por seres humanos”.

Um ambiente virtual deve ser provido de interação, engajamento e possibilidade de navegação pelo usuário. Entretanto, para que o usuário se sinta devidamente imerso no ambiente, Wann e Mon-Williams (1996) descrevem o processo do design de um ambiente virtual assim: No início do processo de design, deve-se considerar a psicologia do usuário e o design da interface. Um primeiro estágio para o desenvolvimento de ambientes virtuais é a utilização do “princípio de Gilbreth”, do engenheiro americano Frank Bunker *Gilbreth* (1868–1924), para evitar interações desnecessárias ou mal pensadas. Wann e Mon-Williams (1996, p. 835) postulam dois prerrequisitos (“needs”) para que os ambientes em RV funcionem de forma eficiente. O primeiro diz respeito aos fatores que afetam a percepção do usuário e o segundo incide sobre a navegação, exploração e engajamento com as estruturas dos dados.

Prerrequisito 1: Percepção do Usuário e Dimensionamento do Ambiente

O primeiro prerrequisito deve dar respostas às seguintes questões.

- i que recursos espaciais estarão presentes e que informações de profundidade eles suprem?
- ii existem potenciais fontes de informação de profundidade que podem ter um sentido ambíguo ou enganoso no ambiente?
- iii que fontes de informações podem fornecer uma noção clara de profundidade relativa e de escala do ambiente?

iv é necessária a inclusão de alguma informação de escala-corporal, como a perspectiva binocular, a fim de desambiguar a noção do usuário de superfícies próximas e distantes? (Este tópico será descartado pelo fato de que, na tecnologia atual, a maioria dos dispositivos VR possui perspectiva binocular, o que não ocorria na época em que o artigo de Wann e Mon-Williams foi escrito).

As respostas a essas perguntas dizem respeito à necessidade de trazer profundidade e credibilidade ao ambiente virtual desenvolvido. Para tal, Wann e Mon-Williams (1996) recomendaram as seguintes práticas para o desenvolvimento do ambiente:

- *Perspectiva.* Wann e Mon-Williams (1996) sugerem que um ambiente bem estabelecido no quesito da perspectiva, faz com que o usuário observador se sinta inserido em tal ambiente. Para isso, é importante que os elementos visuais estejam dispostos de forma a fornecerem linhas de perspectiva ao ambiente, assim facilitando o entendimento de *proximidade e distância dos objetos*. Outro fator de perspectiva que auxilia neste ponto é a perspectiva atmosférica, que também fornece informações valiosas sobre a localização dos objetos no espaço (Figura 1). Linhas facilitam o entendimento da distância do objeto referente ao usuário, como demonstrado na comparação entre a imagem da esquerda e da direita. Na Figura 1, à esquerda, é difícil dizer a proximidade do objeto, mas com a adição das linhas (à direita), percebe-se que o objeto está há certa distância do usuário.

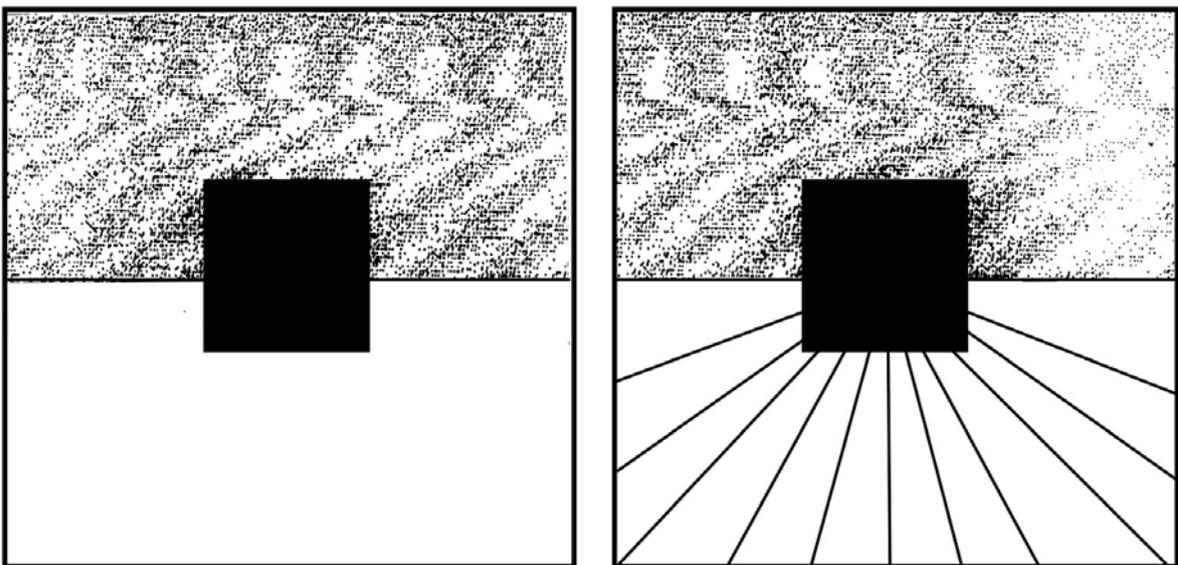


Figura 1: Linhas de perspectiva (cf. Wann e Mon-Williams, 1996, p. 837).

- *Escala Relativa*. Neste ponto os autores explicam que o observador deve se sentir parte do ambiente. Uma maneira de se fazer um ambiente próximo ao real é desenvolvê-lo de maneira que as escalas dos elementos que o integram sejam relativas ao tamanho de uma pessoa.
- *Escala Corporal*. Segundo Wann e Mon-Williams (1996), os elementos, interativos ou não, no ambiente devem conter informações o suficiente para que o usuário entenda facilmente sua localização no espaço e se ele está próximo ou afastado de tais elementos.
- *Oclusão*. Dispor objetos no ambiente de forma que alguns deles se sobreponham no campo de visão do usuário é outra maneira de evitar ambiguidades relacionadas à localização dos elementos.
- *Texturas*. A aplicação de diferentes texturas e materiais aos objetos dentro do ambiente é mais um ponto que facilita a distinção dos mesmos no espaço.
- *Sombras*. Ainda segundo Wann e Mon-Williams (1996), o uso de luz e sombra no ambiente é um fator importante, tanto para a imersão do observador, quanto para a localização de objetos no espaço. Além disso, podem-se usar as sombras em conjunto com oclusão, por exemplo, ao fazer um objeto lançar sua sombra em outro.

Prerrequisito 2: Navegação e Movimento no Ambiente Virtual

Este é outro sumário de Wann e Mon-Williams (1996), escrito novamente com o intuito de nortear o que eles consideram boas práticas neste caso, principalmente, em relação à *navegação* e *movimento* pelo ambiente virtual:

- i Que informações sobre movimentação relativa vão surgir dos recursos espaciais que estão presentes no ambiente?
- ii Existem delimitações, como as taxas de *update*, resolução do *display* e velocidade de movimento que podem produzir informações de movimento relativo enganosas?

- iii Que fontes de informação podem ser suportadas de maneira a prover uma estimativa robusta e clara de movimento relativo?
- iv É necessária a inclusão de alguma informação de escala-corporal, como a perspectiva binocular, para suplementar a informação de movimento? (Neste ponto, novamente decidimos que será descartado pelo fato de que, na tecnologia atual a maioria dos dispositivos VR possui perspectiva binocular, o que não ocorria na época em que o artigo de Wann e Mon-Williams foi escrito).

Os tópicos que abordam e solucionam essas perguntas têm foco em nortear e conduzir a movimentação do usuário, produzindo um espaço que se adapte aos gestos e caminhos feitos por aqueles que interagem:

- *Paralaxe de Movimento*. É a paralaxe natural dos elementos visualizados durante a movimentação do observador no ambiente virtual, segundo Wann e Mon-Williams (1996), quando o usuário se move para a direita, objetos se movem para a esquerda e aumentam ou diminuem o seu grau de oclusão relativa.
- *Optic Flow*. Quando o observador se move no ambiente virtual, devem-se ocorrer mudanças no detalhamento das texturas. Essa transformação dos detalhes visuais do ambiente é chamada por Wann e Mon-Williams (1996) de *optic flow*. Segundo os autores, exemplos típicos deste ponto são quando, o movimento para trás e para frente produzem uma contração e expansão dos detalhes do ambiente. Isso fornece detalhes visuais muito importantes sobre a velocidade e direção do usuário dentro do ambiente.
- *Chegada*. Este ponto lida com a localização do observador no espaço e os limites de fronteira do ambiente virtual. Segundo os autores, onde o usuário deve parar é decidido pela escala espacial e a intenção deste usuário. As informações para julgar os limites do ambiente podem ser supridas através de mudanças no tamanho dos objetos que limitam aquele ambiente. Algo muito interessante que costuma ocorrer com alguns ambientes virtuais é a limitação do espaço usando “barreiras” invisíveis, o que causa certa confusão ao usuário, devendo ser evitado. É interessante limitar a área navegável do ambiente com elementos que possam ser visualizados e entendidos pelo jogador como limites do mapa.

- *Zona de conteúdo.* Alger (2015) discorre sobre desenvolvimento de sistemas operacionais para VR, que, mesmo não sendo o foco desta pesquisa, aborda assuntos úteis ao nosso estudo sobre ergonomia para jogos VR, como a *zona de conteúdo*. A zona de conteúdo é a área compreendida no ângulo de visão possibilitada tanto pelo olho humano quanto pela capacidade de processamento de imagem do dispositivo VR em uso pelo usuário (Figura 2). É o espaço visual onde os designers devem considerar colocar as informações importantes, desejáveis que o usuário as veja claramente. Alger utiliza como referencial o dispositivo *Oculus Rift DK2*, baseado nos estudos de Alex Chu da *Samsung*. Como o diagrama demonstra, o campo de visão humana é maior do que o possibilitado pelo *Oculus Rift DK2*. Informações muito próximas aos olhos causam esforço e dificuldade de visualização, o espaço de 1 a 10 metros é um local propício para a colocação de objetos importantes. Mais ao fundo, recomenda-se a colocação de objetos visíveis menos importantes. Ainda segundo Alger (2015), na pesquisa de Alex Chu, a rotação horizontal mais confortável para o usuário parado numa posição fixa é de 30°, a partir do centro do campo de visão, sendo que, ao ignorarmos o quesito conforto, essa rotação pode chegar até 55°. Partindo deste princípio, o autor combinou as informações de rotação com o campo de visão do *Oculus DK2* e criou alguns diagramas que ilustram as zonas de conteúdo que devem ser preferencialmente utilizadas para ambientes em VR. Pelo fato de que o conteúdo começa a ficar desconfortável para ser visto se colocado a menos de meio metro, esse raio em torno do usuário deve ser evitado para a disposição de elementos (cf. Alger, 2015). Esta área foi nomeada por Alger (2015) como “*no-no zone*”. Além disso, é interessante notar que, segundo o autor, o modo como funcionam os olhos humanos, combinado com a limitação do dispositivo, faz com que a localização de elementos de interesse deva, preferencialmente, estar numa distância de até 20 metros do observador. É interessante notar que, pelo fato da pesquisa de Alger (2015) ser voltada a sistemas operacionais para VR, todas as suas observações consideram um *usuário parado* no espaço virtual, como a movimentação apenas em eixos.

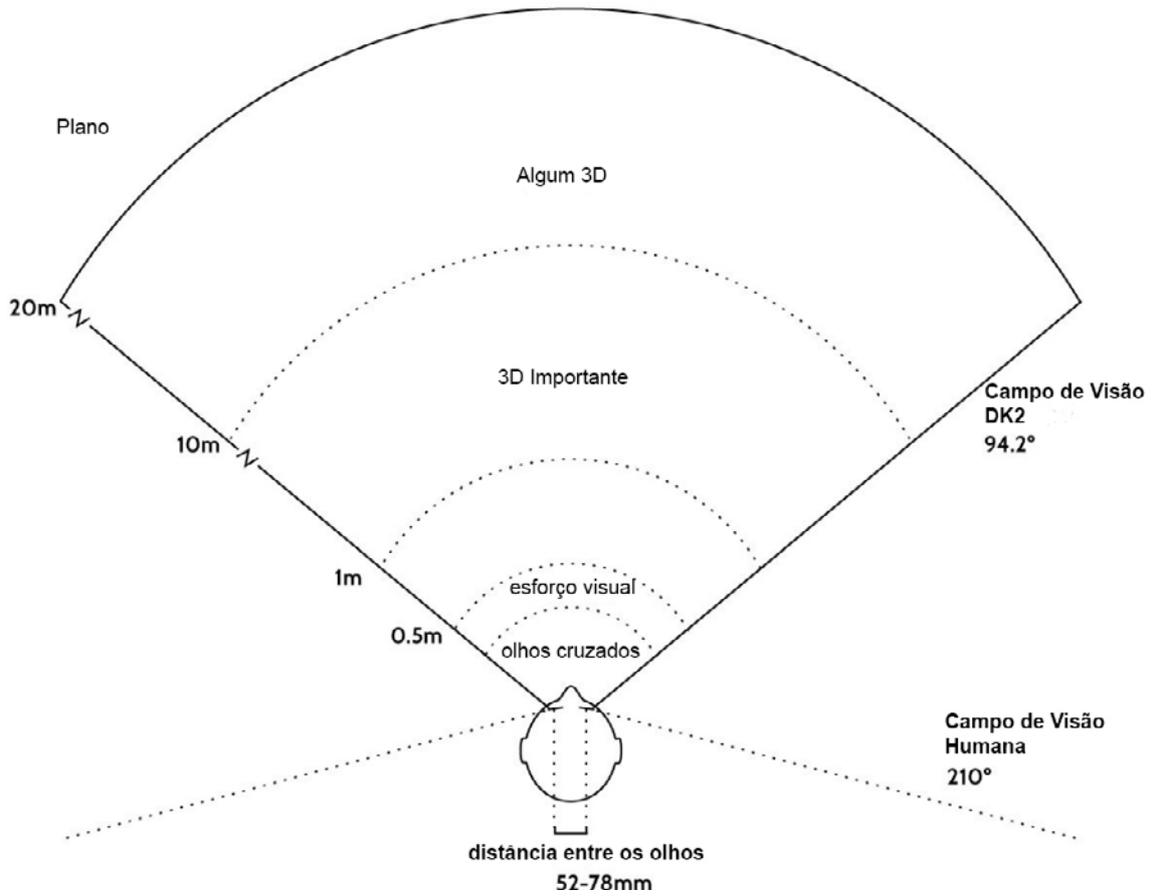


Figura 2: Campos de visão. Diagrama que ilustra o estudo sobre o campo de visão humana e o possibilitado pelo *Oculus DK2*. Retirado e traduzido de *Visual Design Methods for Virtual Reality* (cf. Alger, 2015, p. 37).

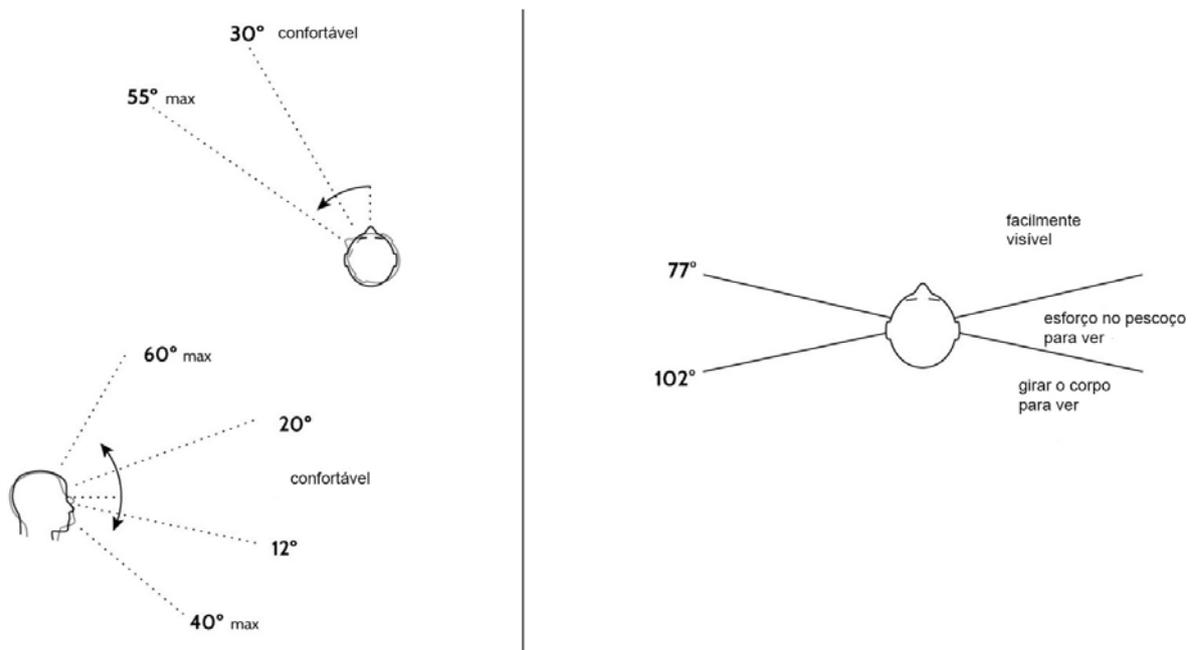


Figura 3: Zonas de conforto. Diagrama que ilustra os ângulos confortáveis para a rotação da cabeça de um usuário sentado. Retirado e traduzido de *Visual Design Methods for Virtual Reality* (cf. Alger, 2015, p. 38).

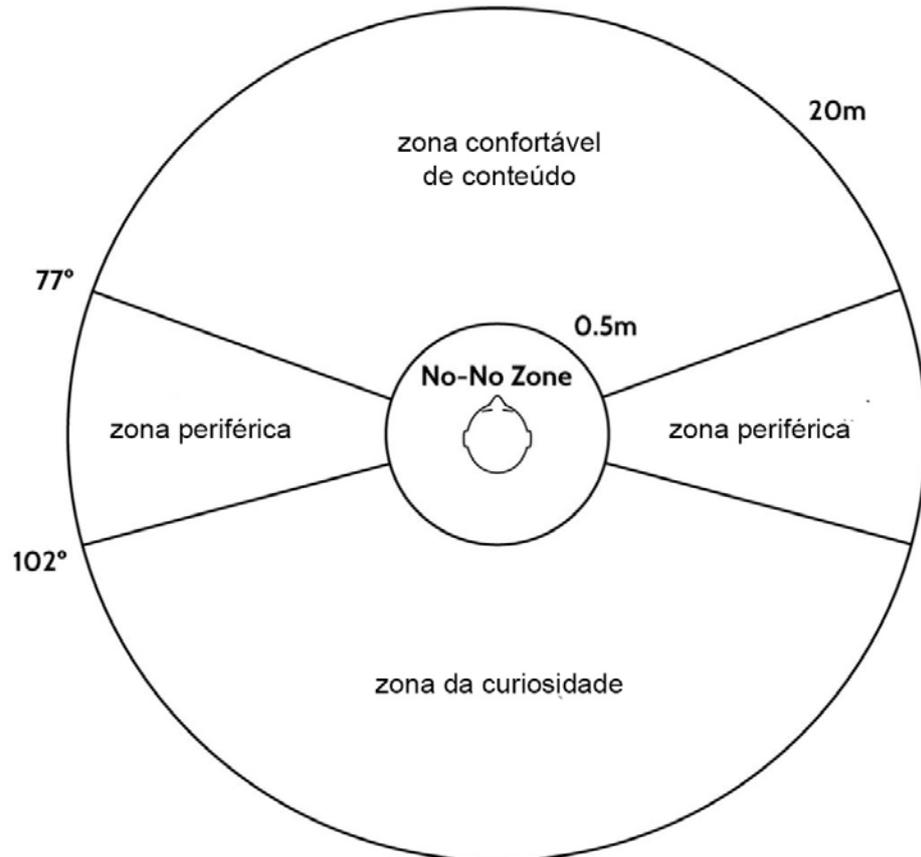


Figura 4: Zonas de conteúdo. Diagrama demonstrando a *no-no zone*, a zona de conteúdo, a zona periférica e a zona de curiosidade, além da distância preferencial para a colocação de elementos importantes. Retirado e traduzido de *Visual Design Methods for Virtual Reality* (cf. Alger, 2015, p. 44).

- *Motion Sickness (Náuseas)*. Um dos problemas mais relatados pelos usuários de dispositivos RV, principalmente pelas pessoas novas à tecnologia, são as náuseas causadas pela movimentação no ambiente virtual, o que em inglês se dá pelo termo *motion sickness*, similar ao que algumas pessoas sentem durante viagens em veículos. Alger (2015) fornece uma explicação interessante sobre o que ocorre com o corpo humano durante a experiência em RV, para que as pessoas acabem sentindo náuseas. Segundo ele, o cérebro percebe uma diferença entre as informações visuais e as do sistema auditivo, no caso o vestibulo, a parte do nosso ouvido interno que gera as informações de movimento e posição do corpo (afinal, numa experiência RV o usuário está se movendo pelo ambiente, mas seu corpo físico continua parado numa posição relativamente fixa). Essa diferença causa uma reação no cérebro que passa a assumir que o corpo foi envenenado e, assim, o usuário se sente nauseado. Parte da nossa pesquisa

foi dedicada a buscar por práticas que aliviem esse desequilíbrio entre visão e sistema vestibular do jogador, contribuindo para uma melhor experiência.

- *Elementos de Referência Visual.* Interessantemente, uma prática para aliviar *motion sickness* que encontramos durante a pesquisa foi a de posicionar um nariz virtual na experiência rv. Segundo um artigo encontrado no site *megagames.com* chamado “*Virtual Nose Can Make Virtual Reality Less Nauseating*”, uma pesquisa da *Purdue University* demonstrou que adicionar um nariz virtual na vr em primeira pessoa estende consideravelmente o tempo que as pessoas conseguem ficar imersas na realidade virtual sem se sentirem nauseadas. Segundo o diretor do Laboratório de Inovação em Games da *Purdue University*, David Whittinghill, a suspeita é de que, se o jogador tem um objeto estável que seu corpo esteja acostumado a girar junto à visão dele, mesmo que naturalmente não seja perceptível, pois o cérebro aprendeu a ignorá-lo, ele ainda está ali e o sistema sensorial sabe disso. Esse ponto reconhecível gera uma sensação maior de estabilidade ao jogador, permitindo, por exemplo, que os jogadores permanecessem em uma demonstração rv de passeio por uma vila da Toscana, por 94.2 segundos a mais do que a mesma experiência sem o nariz virtual. Intrigadas com esta peculiaridade, acreditamos que a adição de qualquer tipo de objeto que rotacione, e siga fixo à câmera do jogador pode suprir essa necessidade de estabilidade, um exemplo seriam braços segurando a arma em jogos de FPS, um visor de capacete ou algo similar.
- *Alternativas para movimentação.* Se for o movimento no ambiente virtual a maior causa de *motion sickness* nos jogadores, e se pudermos fazer algo para aliviar a sensação de náusea através de ajustes na própria movimentação, seria um ponto bem interessante a ser pensado. Uma solução simples para a movimentação foi a executada no jogo *Apocalypse Rider* da desenvolvedora vr *Monkey*. Segundo o artigo “*Empresa do Cietec lança jogo de realidade virtual que não causa efeito colateral*” disponível no site Mundo vr, a intenção das integrantes da vr *Monkey* era fazer um jogo de corrida de motos que não causasse náuseas aos jogadores, então eles tomaram uma série de decisões de projeto que, segundo a desenvolvedora, diminuíram consideravelmente

o mal-estar dos jogadores. Segundo o artigo, uma das decisões tomadas pela VR *Monkey* foi utilizar inclinação da cabeça do jogador como controle para virar a moto, já que, dessa forma o jogador sente-se inclinando junto com a moto nas curvas. Outro ponto que eles implementaram foi a aceleração gradual e não abrupta do veículo, dando tempo ao cérebro para se acostumar com a velocidade da imagem no jogo. Por fim, os desenvolvedores resolveram, engenhosamente, o problema dos acidentes dentro do jogo. Ao invés de pararem o veículo abruptamente e retornarem o jogador para uma posição segura quase imediatamente, os desenvolvedores da VR *Monkey* decidiram mostrar ao jogador uma tela de vidro quebrado para, depois, transferi-lo ao local seguro novamente.

- *Dynamic Field of View (Campo de Visão Dinâmico)*. Uma alternativa interessante que alguns desenvolvedores começaram a utilizar em seus jogos VR é o *Dynamic FOV* que pode ser traduzido como Campo de Visão Dinâmico. Segundo o artigo “*Dynamic FOV In VR: Why Those Blinders In Eagle Flight Are Your Best Friend*”, publicado no site *medium.com*, uma maneira de ajudar a mitigar a confusão do cérebro com os estímulos visuais que já comentamos anteriormente, é limitar levemente o campo de visão do jogador com uma espécie de vinheta que, em dégradé, vai se tornando preta na região de limite de campo de visão permitido pelo dispositivo VR. É importante ressaltar que, apesar de bastante aparente numa imagem 2D, na verdade, o *Dynamic FOV* experimentado utilizando-se o dispositivo VR não é tão perceptível a ponto de atrapalhar o jogador. Este artifício é usado de maneira dinâmica, como o próprio nome já diz, fazendo-se mais presente em momentos críticos para a sensação de *motion sickness* que o jogador pode experimentar, como em momentos que a velocidade pode aumentar giros muito rápidos, etc.



Figura 5: *Dynamic FOV*. Exemplo de Hoffmeier (2016) no jogo *Eagle Flight* da *Ubisoft*.

- *Estudos de Caso*. Com a re-emergência dos dispositivos VR várias empresas demonstraram interesse em produzir ou portar *softwares* para esse tipo de dispositivo. Este estudo de caso tem como intenção comentar sobre alguns jogos e experiências que existem para RV.
- *Minecraft Gear VR*. *Minecraft* é um jogo de exploração e construção que ganhou bastante popularidade por possuir mecânicas bastante diversas e um mundo aberto. Não foi surpresa, com a popularização do RV, que a *Microsoft*, detentora atual dos direitos do jogo, decidisse desenvolver uma versão de *Minecraft* para RV, conhecida como *Minecraft Gear VR*. Para que o jogo funcione melhor em RV, a *Microsoft* tomou a iniciativa de adicionar algumas opções nas configurações de interação e movimento para prevenir ou amenizar o *motion sickness* causado pelo jogo, então existem dois modos de jogo: *Classic Control* ou *VR Control*. Todas as opções de configuração são tratadas num pequeno manual disponibilizado no site oficial do *Minecraft*. As adaptações do jogo para RV incluem opções que modificam o modo de funcionamento do giro de câmera, como a opção *VR Turning* (Giro de Câmera RV) que, de acordo com o descrito no manual, existem várias opções de controle para o girar da câmera durante o jogo em modo RV, como por exemplo, girar de forma segmentada e

tocar um som específico quando a câmera estiver sendo girada e a configuração *VR Sensitivity* (Sensibilidade RV) que faz o giro da câmera se tornar mais suave. A opção *Head Steering* (Direção da Cabeça) permite se ativada, que a direção do movimento do personagem siga a direção em que o jogador estiver olhando, dentro do ambiente virtual. No caso do pulo dentro do ambiente virtual, os desenvolvedores adicionaram uma configuração chamada *Linear Jump* (Pulo Linear), que retira a variável de velocidade e aceleração do pulo e o transforma em um pulo linear de dois estágios (vertical e horizontal). Além disso, o personagem pula a altura exata de um bloco. Há também a opção *VR Auto-Jump* (Pulo Automático RV), que ativada faz com que o personagem pule automaticamente durante o movimento. Até mesmo a HUD recebeu uma configuração para facilitar seu uso no RV, no caso a opção *HUD Drift* (HUD Flutuante), quando ativada, esta opção permite que a HUD “flutue” para o conforto do usuário. Se desativada, a HUD permanece no campo de visão do usuário. Quanto ao movimento dentro do ambiente do jogo, há a opção *Linear Motion* (Movimento Linear), neste caso, quando ativada a opção, o movimento no ambiente do jogo se torna linear, ou seja, velocidade constante e sem aceleração. Na questão de interação com o ambiente, foi colocada a configuração *Sticky Mining* (Prender Mineração), que quando ligada, mantém o cursor fixo no bloco que o jogador estiver minerando até o bloco ser destruído. Ao desligar a opção, o cursor seguirá o ponto de vista do jogador. Algumas configurações estéticas também foram adicionadas, como a opção de aumentar o brilho do jogo e a aumentar a distância de renderização. Nesta última, porém, o manual avisa que, se muito alta, pode causar problemas de desempenho no jogo, o que pode contribuir com *motion sickness*.

- *Skyrim VR*. Ao contrário do exemplo prévio sobre *Minecraft VR*, *Skyrim VR* não possui, fora do jogo, manual sobre suas configurações VR que não estejam ligadas ao mapeamento dos controles, ou seja, além de blogs e outros sites, não há fonte oficial sobre o funcionamento das opções VR do jogo. Assim, o que abordaremos neste tópico são as informações espalhadas *online* sobre essas opções e as medidas tomadas pela *Bethesda*, a companhia desenvolvedora de *Skyrim*, para tornar a experiência VR mais confortável para os jogadores. Na questão de giro da

câmera, existem opções como *Angle Snap Amount* (Trava de Ângulos), que estabiliza um pouco o movimento ao travar a câmera em certos pontos e a opção de ligar o filtro de FOV, já tratado anteriormente, durante os momentos de giro. Para amenizar o *motion sickness* durante a movimentação no espaço, eles adicionaram as opções de *Gradual Speed* (Velocidade Gradual) que faz com que a velocidade do jogador aumente de forma mais gradual que no modo de jogo normal, e a opção de mudar o *Movement Mode* (Modo de Movimento) para *Teleport* que, basicamente, teleporta o jogador na direção que ele deseja seguir, amenizando os movimentos dentro do jogo. Também há a configuração de ligar o filtro de FOV durante a movimentação pelo ambiente e uma configuração para escolher o quanto o jogador gostaria que o filtro ocupasse a tela, através da opção *FOV Filter Strength*. Além de todas as opções anteriores, foram adicionadas algumas configurações que contribuem para a imersão do jogador, como controlar o escudo de maneira mais realista e a de escolher qual a mão dominante, para que os jogadores destros e canhotos aproveitem o jogo de maneira parecida.

Por mais que o interesse em VR exista desde os anos 30, apenas recentemente a tecnologia evoluiu o suficiente para permitir uma tentativa de massificação de dispositivos VR. Ainda assim, são bastante escassos os materiais acadêmicos sobre boas práticas para o desenvolvimento de experiências para este tipo de equipamento. Este fato faz com que a janela de possibilidades para desenvolvimento VR seja prejudicada pela falta de pesquisas na área. Esperamos que nosso artigo tenha sido uma contribuição para facilitar o desenvolvimento dessas experiências, de maneira a ampliar o público que se sentirá confortável ao jogar um jogo VR.

Referências

ALGER, Mike. Visual design methods for virtual reality, 2015. Disponível em: <aperturesciencellc.com/vr/VisualDesignMethodsforVR_MikeAlger.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2018.

BAYAZIT, Nigan. Investigating design: A review of forty years of design research, *Massachusetts Institute of Technology. Design Issues*, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004. Disponível em: <[dx.doi.org/10.1162/07479360477293373](https://doi.org/10.1162/07479360477293373)>. Acesso em: 07 dez. 2018.

HOFFMEIER, Nathan. Dynamic FOV in VR: why those blinders in eagle flight are your best friend. RTP Virtual Reality, 17 de novembro, 2016. Disponível em: <medium.com/@rtpvr/dynamic-fov-in-vr-why-those-blinders-in-eagle-flight-are-your-best-friend-2d53d1b6e924>. Acesso em: 21 nov. 2018.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; ANTUNES JÚNIOR, José Antunes Valle. *Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. Gestão & Produção*, v. 20, n. 4, São Carlos, 2013. p. 741-761.

MEGAGAMES NEWS. Virtual nose can make virtual reality less nauseating, 28 de março, 2015. Disponível em: <megagames.com/news/virtual-nose-can-make-virtual-reality-less-nauseating>. Acesso em: 21 nov. 2018.

MINECRAFT. *Virtual Reality*. Disponível em: <minecraft.net/static/pages/pdf/vr/minecraft_in_virtual_reality.5e81136ba87a.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.

MUNDO VR. Empresa do Cietec lança jogo de realidade virtual que não causa efeito colateral. Disponível em: <mundovr.com.br/2017/09/13/empresa-do-cietec-lanca-jogo-de-realidade-virtual-que-nao-causa-efeito-colateral>, 13 de setembro de 2017. Acesso em: 21 nov. 2018.

WANN, John; MON-WILLIAMS, Mark. What does virtual reality NEED? Human factors issues in the design of three-dimensional computer environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 44, n. 6, p. 829-847, 1996. Disponível em: <[sciencedirect.com/science/article/pii/S107158199690035X](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S107158199690035X)>.