



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE QUIXADÁ
CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

SAMUEL ALVES

DEFINIÇÃO DE GUIDELINES DE INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO PARA
JOGOS EM REALIDADE VIRTUAL

QUIXADÁ

2018

SAMUEL ALVES

DEFINIÇÃO DE GUIDELINES DE INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO PARA JOGOS EM
REALIDADE VIRTUAL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Software do Campus Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Área de concentração: Computação

Orientadora: Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá.

QUIXADÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A482d Alves, Samuel.
Definição de guidelines de interface gráfica de usuário para jogos em realidade virtual / Samuel Alves.
– 2018.
71 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Redes de Computadores, Quixadá, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá.

1. Realidade virtual. 2. Interfaces de usuário (Sistemas de computação). 3. Jogos. I. Título.

CDD 004.6

SAMUEL ALVES

DEFINIÇÃO DE GUIDELINES DE INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO PARA JOGOS EM
REALIDADE VIRTUAL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Software do Campus Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Área de concentração: Computação

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá. (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Ma. Antonia Diana Braga Nogueira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Aníbal Cavalcante de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me abençoar e me guiar em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Antônio Alves e Maria Gercina por todos os sacrifícios que fizeram para que eu pudesse usufruir de uma boa educação e a toda a minha família por ter me dado apoio e acreditado em mim durante todos os anos de graduação.

Ao amor da minha vida Isabel, por ter me dado forças e ter sido meu alicerce nos momentos mais difíceis.

Aos amigos e irmãos que ganhei durante esta graduação, Davi Cedraz, Ernandes Azevedo, Matheus Silva, Gleydson Rodrigues, Brian Viana e Leo Jaimesson, sem os conhecimentos que vocês me passaram, as incontáveis horas que passamos fazendo trabalhos ou estudando, os momentos de alegria que compartilhamos e sem o apoio que vocês me deram para continuar tentando, eu jamais teria conquistado esse objetivo, vocês se mostraram verdadeiros irmãos que a vida me deu.

Aos meu companheiros e companheiras de graduação, foi uma honra compartilhar estes anos ao lado de todos vocês, obrigado por toda a ajuda que me deram e pelos bons momentos.

A Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá, pela excelente orientação, pela paciência, pela amizade e por ter sido essa grande mentora durante a minha graduação.

A professora Antonia Diana Braga Nogueira e ao professor Aníbal Cavalcante de Oliveira pela disponibilidade em participar da banca deste trabalho e pelas excelentes colaborações e sugestões.

A todos que me ajudaram direta ou indiretamente a conquistar esse objetivo, meu muito obrigado.

“Todos nós fazemos escolhas na vida, mas no final nossas escolhas nos fazem.”

(Andrew Ryan)

RESUMO

A Realidade Virtual apresenta uma nova forma de interação humano-computador para o mundo dos videogames, introduzindo novos desafios para diversos aspectos do desenvolvimento de jogos. Muitas das práticas tradicionais do design e desenvolvimento de Interfaces Gráficas de Usuário não se adequam ao contexto da Realidade Virtual, necessitando de adaptações ou da criação de novas soluções. Este trabalho se propõe a analisar os principais problemas das GUIs para Realidade Virtual e a partir disso definir novas diretrizes para guiar os desenvolvedores na criação dessas interfaces. Foi realizado a análise de diretrizes já existentes com o intuito de identificar quais dessas diretrizes os jogos RV seguem, bem como quais soluções os desenvolvedores encontraram para seus jogos que ainda não foram formalmente definidas em um *guideline*. Além da análise dos jogos, um questionário foi aplicado com jogadores para definir, na perspectiva de usuário, qual o nível de importância de cada diretriz. Os resultados da análise apresentaram o uso de alguns padrões ainda não formalizados. Esses padrões foram consolidados em três diretrizes para GUIs em Realidade Virtual.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Interface de Usuário. Guidelines. Jogos. RV

ABSTRACT

Virtual Reality presents a new form of human-computer interaction for the video game world, introducing new challenges for various aspects of game development. Many of the traditional practices in the design and development of Graphical User Interfaces do not fit the context of Virtual Reality, requiring adaptations or the creation of new solutions. This work proposes to analyze the main problems of GUIs for Virtual Reality and from this, define new guidelines to guide developers in the creation of these interfaces. An analysis of existing guidelines was carried out with the purpose of identifying which of these guidelines the VR games follow, as well as which solutions the developers found for their games that have not yet been formally defined in a guideline. In addition to the analysis of the games, a survey was applied with players to define, from the perspective of the user, the level of importance of each guideline. The results of the analysis showed the use of some patterns not yet formalized. These patterns have been consolidated into three guidelines for Virtual Reality GUIs.

Keywords: Virtual Reality. GUI. User Interface. VR. Guidelines. IU. Games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Grandes marcos da comunicação.....	18
Figura 2 – Na esquerda: ângulos de rotação do pescoço. Na direita: combinação dos resultados em zonas iniciais para conteúdo.....	22
Figura 3 – Áreas de conteúdo.....	23
Figura 4 – Oculus Touch, controle de movimentos do Oculus Rift.....	25
Figura 5 – Uso de profundidade como dica visual. Na direita: botão sem profundidade (pressionado). Na esquerda: botão com profundidade (não pressionado).....	26
Figura 6 – Formas de exibir o conteúdo.....	26
Figura 7 – Formas de exibir conteúdo em grade.....	27
Figura 8 – Imagem de cima: ponto de luz que indica a proximidade do laser. Imagem de baixo: laser perdendo opacidade à distância.....	43
Figura 9 – lasers apontado para painel de opções.....	44
Figura 10 – Imagem de cima: ponteiro sobre um objeto não interativo. Imagem de baixo círculo na ponta muda de cor.....	45
Figura 11 – Bloqueio de um jogador é feito através de um gesto manual.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Horas por dia gastas jogando vídeo games.....	48
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de <i>guidelines</i> encontradas.....	32
Tabela 2 - Trabalhos Relacionados.....	35
Tabela 3 - Numero de avaliações positivas e negativas dos jogos selecionados.....	40
Tabela 4 - Conformidade dos jogos com <i>guidelines</i> já existentes.....	41
Tabela 5 - Respostas do formulário por países.....	47
Tabela 6 - Avaliação da importância das diretrizes já existentes.....	50
Tabela 7 - Avaliação da importância dos padrões encontrados.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RV	Realidade Virtual
GUI	Graphical User Interface
IU	Interface de Usuário
HMD	Head-Mounted Display
NUI	Natural User Interface
FOR	Field of Regard
FOV	Field of View
UI	User Interface
FPS	First Person Shooter
HUD	Heads-up Display
UX	User Experience

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	Realidade Virtual.....	17
3.2	Head-Mounted Display	19
3.3	Interface de Usuário para Realidade Virtual.....	23
3.3.1	<i>Identificação de novas necessidades de interação</i>	27
3.3.2	<i>Identificação de guidelines existentes</i>	29
4	TRABALHOS RELACIONADOS	33
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
5.1	Identificação de novas necessidades de interação.....	36
5.2	Identificação de guidelines existentes	36
5.3	Avaliação de aplicações existentes	37
5.4	Identificação de padrões emergentes	37
5.5	Análise e refinamento dos padrões descobertos.....	37
5.6	Consolidação dos guidelines	38
6	RESULTADOS.....	39
6.1	Avaliação de aplicações existentes	39
6.2	Identificação de padrões emergentes	42
6.3	Análise e refinamento dos padrões descobertos.....	46
6.4	Consolidação dos <i>guidelines</i>	51
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO	58

1 INTRODUÇÃO

Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que reproduz um ambiente digital e simula a presença física do usuário permitindo que ele interaja com esse meio, dando uma percepção de estar mentalmente imerso ou presente no ambiente (SHERMAN e CRAIG, 2002). Entretanto, o conceito de Realidade Virtual é muito amplo e pode abranger diferentes formas de interagir com o ambiente virtual e vários tipos de dispositivos que podem incluir HMD (*Head-Mounted Display* que são capacetes e óculos de visualização do mundo virtual), luvas ou mesmo plataformas de mapeamento de movimentação (ALRAIZZAH, FOAUD e FATTOUH, 2017).

O avanço da tecnologia permitiu que dispositivos de RV, tais como o *HTC Vive*¹, *Oculus Rift*² e *Playstation VR*³, passassem a ser as principais referências no mercado de HMDs para RV, estando cada vez mais populares e acessíveis (CANALYS, 2017). Segundo dados da empresa Canalys, analista da indústria, só no terceiro trimestre de 2017 foram vendidos mais de 1 milhão de HMDs para RV (CANALYS, 2017), e estima-se que até 2020, a base instalada chegue a 37 milhões em todo o mundo (STATISTIC BRAIN, 2017).

Tendo em vista a tamanha popularidade dessa tecnologia, é natural que haja uma grande demanda de aplicações para a mesma. Um dos grandes potenciais da RV está na indústria do entretenimento, mais especificamente na indústria de jogos eletrônicos. Em 2015, o mercado global de jogos em RV foi estimado em US \$ 4,29 bilhões, com estimativa de chegar a US \$ 45,09 bilhões até 2025 (GRAND VIEW, 2017).

Entretanto, a RV apresenta uma nova forma interação humano-computador. Já que o usuário está usando capacetes e/ou luvas para ampliar a imersão, as aplicações para o ambiente virtual não podem usar os dispositivos clássicos de interação como teclado ou mouse. Outro desafio é como posicionar mensagens ou informações que antes ficavam fixas em posição de monitor quando o usuário pode se mover livremente no ambiente 3D. Sendo assim, o mercado de jogos em RV possui um grande desafio: repensar sua forma de construir uma Interface de Usuário (IU) e adaptar conceitos clássicos com o objetivo de ampliar a imersão do usuário.

Estas tecnologias, apesar de existirem desde a década de 70, sofreram diversas mudanças nos últimos anos e, na forma que conhecemos hoje, são relativamente recentes, o

¹ <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system/>

² <https://www.oculus.com/rift/>

³ <https://www.playstation.com/pt-pt/explore/playstation-vr/>

que faz com que as pesquisas e produções que abordem a usabilidade geral e a forma como esses HMD's afetam os usuários sejam limitadas (SERGE e MOSS, 2015). É baixo o foco dado à IU em pesquisas relacionadas à RV, o que gera um interesse para este projeto, uma vez que a Interface de Usuário é um fator de essencial para aplicações em RV, já que é através dela que o usuário interage com o mundo virtual.

Sendo assim, o problema abordado neste trabalho é analisar IUs já existentes para RV e seus dispositivos, para identificar padrões emergentes nos jogos de Realidade Virtual e definir diretrizes (ou *guidelines*) de IU para jogos em RV. Diretrizes semelhantes já existem (OCULUS, 2016; BLOKŠA, 2017), porém são específicas para um determinado dispositivo ou tecnologia. Um *guideline* ou diretriz de design pode ser definido como uma “declaração que sugere recomendações e considerações para comunicar o design de um aspecto ou componente de interação específico em um certo contexto” (HARTSON e PYLA, 2012). Muitas dessas diretrizes são criadas a partir de dados de estudos, mas em sua maioria elas vêm de princípios, máximas e de experiência (HARTSON e PYLA, 2012).

Este trabalho limita seu escopo tratando apenas de RV relacionado aos dispositivos HMD (melhor explicado na Seção 3.2) que utilizam a orientação da cabeça como entrada de controle. Dessa forma, o foco deste trabalho é fornecer *guidelines* para orientar desenvolvedores na criação de jogos para Realidade Virtual, além de contribuir para entender quais aspectos devem ser considerados na construção de IU para dispositivos HMD.

Este trabalho segue a seguinte estrutura: na Seção 2, são apresentados os objetivos do trabalho; na Seção 3, serão apresentados os principais conceitos utilizados neste trabalho; a Seção 4 apresenta os principais trabalhos relacionados, suas diferenças em relação a este trabalho, bem como entre si; a Seção 5 apresenta os procedimentos metodológicos; a Seção 6 descreverá os resultados alcançados; e a Seção 7 as considerações finais deste trabalho.

2 OBJETIVOS

Nesta seção, será apresentado o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

2.1 Objetivo geral

Fornecer diretrizes para orientar desenvolvedores na criação de interfaces gráficas de usuário (GUI) para aplicações em Realidade Virtual que utilizam dispositivos HMD controlados pela orientação da cabeça como entrada.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar *guidelines* de interação com aplicações RV existentes na literatura para verificar a existência de diretrizes comuns.
- Analisar os cinco jogos mais bem avaliados da plataforma Steam⁴, a fim de identificar conformidades com os *guidelines* existentes encontrados.
- Identificar padrões emergentes a partir da análise de conformidades dos jogos selecionados com os *guidelines* existentes, bem como a partir de outros jogos fora da plataforma Steam.
- Definir quais dos *guidelines* existentes são recomendados.
- Consolidar os padrões emergentes encontrados, para definir novos *guidelines* para a construção de jogos de realidade virtual.

⁴ <https://store.steampowered.com/about/>

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta Seção tem como objetivo definir e informar os conceitos chave deste trabalho. Na Seção 3.1, será apresentado o conceito de Realidade Virtual e suas definições, bem como quatro elementos chave da experiência em Realidade Virtual. A Seção 3.2 mostrará o conceito de *Head-Mounted Display* e como o mesmo é utilizado na RV. Na Seção 3.3, é explicado o conceito de Interface de Usuário, focando na parte de Interface Gráfica de Usuário e na sua aplicação na Realidade Virtual, além de identificar novas necessidades de interação e listar diretrizes para interfaces gráficas de usuário existentes. Como a popularização dos HMDs de Realidade Virtual para os consumidores finais é recente, há uma escassez de pesquisas publicadas e revisadas dentro do campo acadêmico no assunto (DORABJEE, BOWN, *et al.*, 2015; SERGE e MOSS, 2015). Por isso, algumas das fontes utilizadas nesta seção são baseadas em sites, blogs e conteúdo de vídeo e manuais de fabricante.

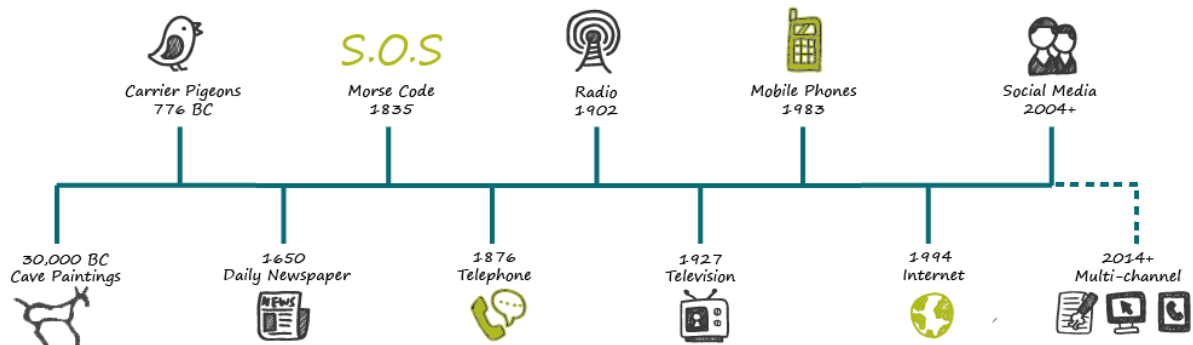
3.1 Realidade Virtual

A história humana é marcada pela evolução do uso de meios de comunicação para transmitir e experimentar ideias (SHERMAN e CRAIG, 2002). Pinturas nas cavernas feitas pelos nossos antepassados demonstram que a necessidade e importância dada à transmissão de informações e ideias está presente desde a origem do ser humano, e desde então, temos buscado formas de melhorar a comunicação de ideias através dos meios de comunicação (SHERMAN e CRAIG, 2002). A Figura 1 apresenta alguns dos principais marcos na evolução da comunicação como o rádio, o telefone, a televisão e a internet. Dado estes avanços, é provável que a Realidade Virtual seja mais um recente progresso dos meios de comunicação.

O conceito de Realidade Virtual é muito amplo e sua definição pode variar de acordo com o tempo, o avanço da tecnologia e o ponto de vista de cada pesquisador ou usuário. Adam (1993) definiu a Realidade Virtual como “uma combinação de múltiplas tecnologias, permitindo que o usuário interaja de forma intuitiva com um ambiente imersivo gerado por computador”. Anos depois, Brooks (1999) utilizou uma definição mais abrangente, onde “uma experiência em Realidade Virtual seria qualquer uma em que o usuário estiver efetivamente imerso em um mundo virtual responsivo”. Mais tarde, Sherman e Craig (2002)

definiram RV como “um meio composto por simulações de computador interativas que percebem as ações e a posição do usuário, dando uma percepção de estar mentalmente imerso ou presente no mundo virtual”.

Figura 1 – Grandes marcos da comunicação



Fonte: The Blonde Communicator (2017)

A Realidade Virtual proporciona uma nova forma de interagir com o mundo virtual, onde o indivíduo pode realizar interações com o ambiente de forma bastante natural. Em Sherman e Craig (2002), os autores definem quatro elementos chave da experiência de Realidade Virtual: mundo virtual, imersão, *feedback* sensorial e interatividade.

Um mundo virtual pode ser descrito como um espaço imaginário normalmente manifestado através de um meio. Dessa forma, um mundo virtual baseado em computador seria a descrição de uma coleção de objetos em um espaço e as regras e relações que governam esses objetos. Um mundo virtual pode existir sem estar sendo exibido em um sistema de realidade virtual. Um sistema de realidade virtual consiste pelo menos de uma tela para a exibição do mundo virtual, um dispositivo de rastreamento para a interatividade, um gerador de imagens de computador, um banco de dados tridimensional e um software aplicativo (ADAM, 1993).

O segundo elemento chave, a imersão, pode ser dividida em dois tipos: imersão mental e imersão física. A imersão mental seria o estado de profundo envolvimento em algo ou a sua suspensão de descrença. Já a imersão física acontece quando a tecnologia é usada para criar um “estímulo sintético dos sentidos do corpo – não implicando que seja todos os sentidos do corpo, ou que o corpo esteja totalmente imerso”. A capacidade de imergir os participantes em um ambiente virtual é um dos principais ativos da Realidade Virtual. A comunidade de RV também utiliza o termo *presença* para representar esse conceito. O senso

de copresença do usuário assim como a sua compreensão do ambiente são afetados pelo nível de imersão em que ele está (BOWMAN, COQUILLART, *et al.*, 2008).

O *feedback* sensorial, terceiro elemento chave, é um ingrediente essencial para a Realidade Virtual. *Feedback* sensorial é o *feedback* que o sistema deve dar ao usuário baseado na sua posição física. Para passar a sensação de realismo, a RV deve ser interativa e responder às ações do usuário. Normalmente é utilizado no sentido visual, onde os movimentos do corpo do usuário no mundo real correspondem ao virtual.

Sendo uma tecnologia tão promissora, é natural que a mesma possua vários campos de aplicação, sendo os mais comuns o de entretenimento e o da educação. Em aplicações RV para o campo da educação, o usuário aprende um conceito ou treina para adquirir uma prática no mundo virtual para se preparar para uma situação do mundo real.

Rizzo, Kenny e Parsons (2011) utilizaram uma ferramenta de RV para ajudar estudantes de psicologia a desenvolver habilidades na avaliação de sintomas e capacidades, no diagnóstico, nas técnicas de entrevista e na comunicação interpessoal. Na química, Férey, *et al.* (2008) projetaram uma ferramenta de RV dedicada a simulações moleculares imersivas e interativas. Na medicina, Yaacoub (2008) introduziu uma ferramenta de simulação em RV para o treinamento de médicos e estudantes na cirurgia de artroscopia do punho. Trabalhos como esses demonstram multidisciplinaridade que a Realidade Virtual pode possuir no que diz respeito ao campo da educação.

Em aplicações RV de entretenimento, o usuário é imerso no mundo virtual com o objetivo de relaxar e/ou se divertir. Nesse campo da Realidade Virtual, os jogos eletrônicos predominam, representando metade da receita global de *softwares* RV (STATISTA, 2018). Como é esperado de um mercado que há tão pouco tempo começou a usar este tipo de tecnologia, é natural que os jogos em Realidade Virtual ainda estejam aprendendo como utilizar melhor essa tecnologia através de suas aplicações.

Este trabalho tem como foco jogos para Realidade Virtual, e é voltado principalmente para o campo de aplicações RV de entretenimento, porém isto não implica que os resultados desse trabalho não possam ser adaptados para outros campos de aplicação.

A próxima seção abordará os conceitos de *Head-Mounted Display* para Realidade Virtual, como ela surgiram e quais os tipos mais populares atualmente.

3.2 Head-Mounted Display

Como citado na Seção 3.1, um sistema de Realidade Virtual consiste de uma tela, um dispositivo de rastreamento, um gerador de imagens de computador, um banco de dados tridimensional e um *software* aplicativo (ADAM, 1993). Desta forma, existem diferentes tipos de telas para diferentes tipos de tarefas e experiências. No entanto, a tela desenvolvida para proporcionar a maior sensação de imersão é a tela montada na cabeça, ou como é chamada, *Head-Mounted Display* (HMD) (ADAM, 1993). De acordo com Dorabjee *et al.* (2015), HMDs são dispositivos vestíveis em forma de óculos que fornecem ao usuário uma experiência totalmente imersiva e/ou semi-imersiva. Esses óculos bloqueiam a visão do mundo físico e projetam em duas telas próximas à visão do usuário, imagens estereoscópicas (técnica óptica onde uma visão 3D é criada a partir da fusão de duas visões levemente diferentes em cada retina) geradas por computador.

Recentes avanços na tecnologia de *hardware* possibilitaram a produção de HMDs apropriados ao consumidor, como, por exemplo, o Oculus Rift, adequado para aplicações RV imersivas como jogos, simulação e filmes (CARNEGIE e RHEE, 2015). Diferentes tipos de HMDs podem utilizar o poder de processamento de diferentes tipos de tecnologia. O *Oculus Rift* e o *HTC Vive* são conectados a um computador, enquanto que o *Playstation VR* da Sony utiliza o poder de processamento do console de mesa *Playstation 4*. Além disso, o Gear VR da *Samsung*, assim como o *Google VR* utilizam um *smartphone* como processador e tela, e ainda faz uso dos seus sensores para rastrear o posicionamento da cabeça do usuário.

Dois importantes características destes dispositivos são o FOR (*Field Of Regard*) e o FOV (*Field Of View*). O FOR refere-se à quantidade de espaço físico cercado o usuário, onde as imagens são exibidas, este espaço pode ser medido através de graus de ângulo de visão, de forma que, se uma tela em formato cilíndrico fosse construída, onde o usuário estaria no centro dela, a tela teria 360 graus de FOR horizontal. Já o FOV, ou campo de visão, se refere ao número máximo de graus de ângulo de visão que podem ser vistos imediatamente em uma tela. Sua medição também é feita em graus, onde uma tela de projeção plana poderia ter um FOV horizontal entre 80 a 120 graus, dependendo da posição do usuário em relação à tela. O FOV precisa ser menor ou igual ao FOV máximo da visão humana (aproximadamente 180 graus) (LAVIOLA, KRUIJFF, *et al.*, 2017).

O FOV nos HMDs comerciais pode variar de dispositivo para dispositivo. O *Oculus Rift*, por exemplo, possui um FOV de 94 graus (DOCK-OK, 2016). No entanto, vale ressaltar que HMDs como esse permitem que o usuário mude a orientação da sua cabeça para ver mais do ambiente que lhe cerca.

Em sua apresentação na *Samsung Developer Conference*⁵, Chu (2014) apresentou os resultados de um teste realizado por ele que descreve como a orientação da cabeça pode ser mudada de forma confortável. No teste, os voluntários utilizavam um HMD e uma aplicação RV para marcações métricas verticais e horizontais. Os voluntários eram solicitados a olhar para cima, para baixo, para esquerda e para a direita, e então se auto avaliarem no que diz respeito ao alcance mais confortável e o alcance máximo de movimentação. Em seus resultados, as pessoas podem em média rotacionar a cabeça para a esquerda e para a direita em torno de 30 graus de uma maneira confortável, sendo o alcance máximo algo em torno de 55 graus.

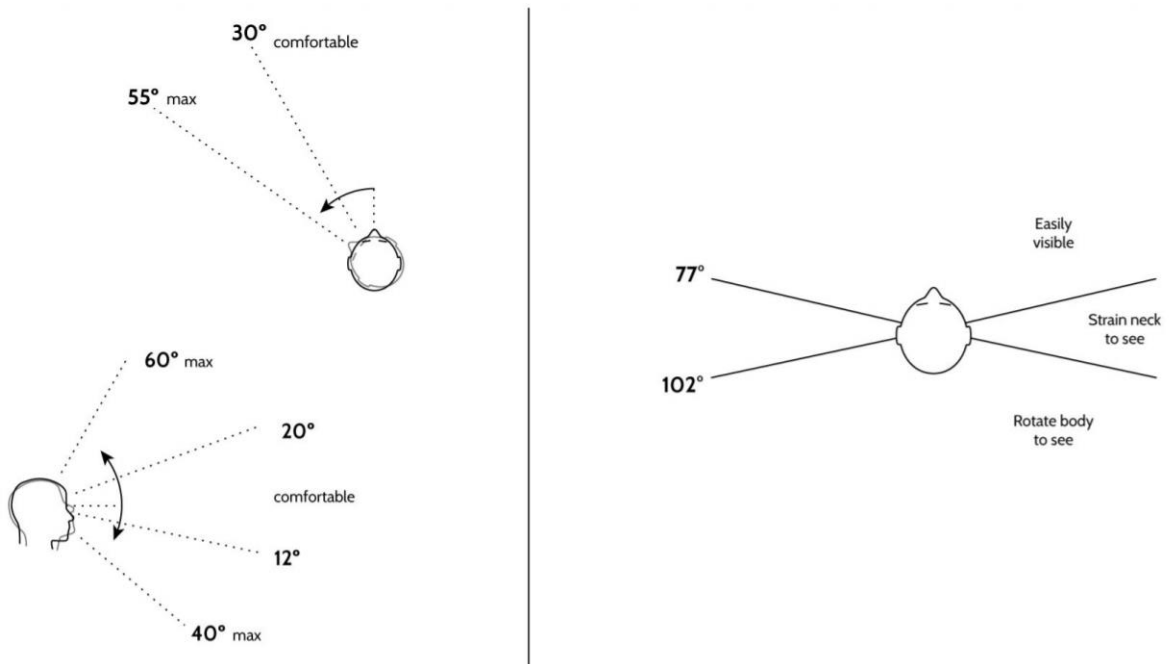
Além disso, as pessoas podem em média virar a cabeça para cima 20 graus de forma confortável, sendo 60 graus o alcance máximo. Muito provavelmente devido às limitações físicas como o queixo, o movimento de virar a cabeça para baixo possui um ângulo de conforto e um ângulo máximo menor em relação ao de virar para cima, sendo -12 graus e -40 graus respectivamente. A Figura 2 ilustra melhor esses resultados.

Mais tarde, Alger (2015) utilizou os resultados de Chu (2014) para combinar esses graus com o FOV em um HMD, resultando na criação de cinco áreas para disposição de conteúdo, que podem ser observadas na Figura 3. São elas: *Content Zone*, *Peripheral Zone*, *Curiosity Zone*, *No Zone* e a *Background Zone*.

A *Content Zone*, é a área de conforto para visualização e rotação da cabeça, onde os objetos ainda passam uma percepção de profundidade estereoscópica.

⁵ <https://www.sdc2017.com/about/>

Figura 2 – Na esquerda: ângulos de rotação do pescoço. Na direita: combinação dos resultados em zonas iniciais para conteúdo.



Fonte: Alger (2015)

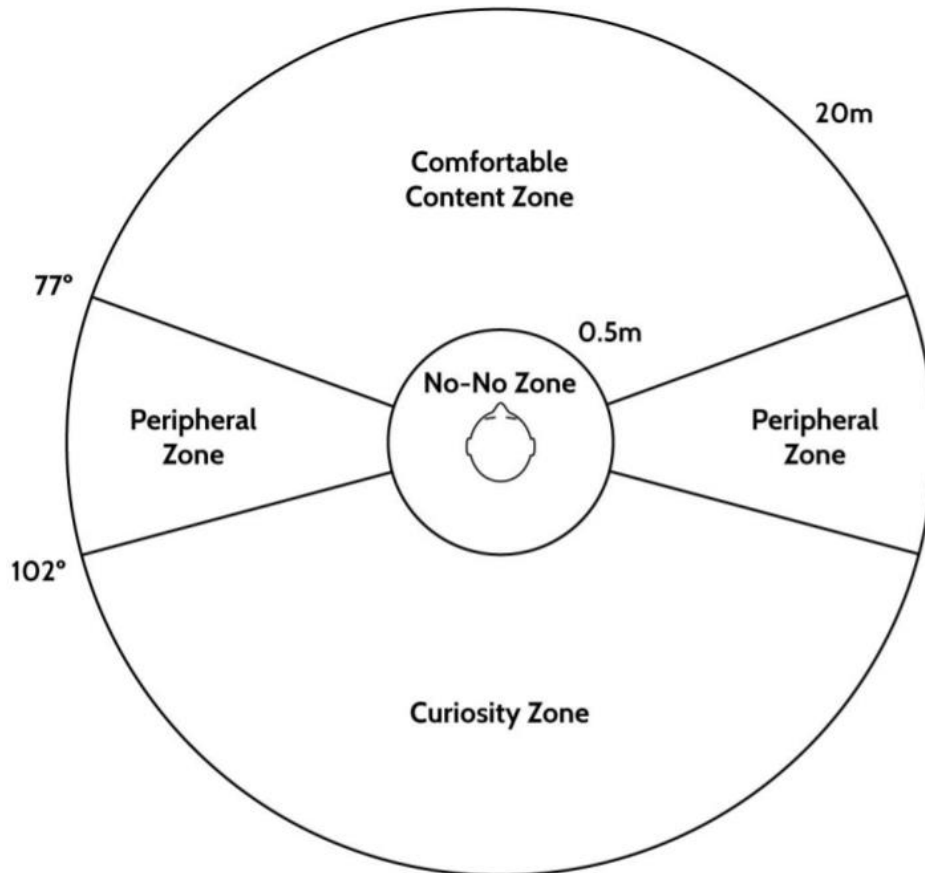
A “*peripheral zone*”, é a área visível com a máxima rotação da cabeça, não é indicada para conteúdos de longa duração.

A “*curiosity zone*”, é a área onde o usuário terá que literalmente virar os seus ombros e tentar com algum esforço ver o que está atrás dele.

A “*no-no zone*” foi criada baseada nos resultados de Chu (2014) sobre o alcance da visão. A partir dos resultados, Alger (2015) sugere que à medida que os elementos vão se aproximando da visão, o usuário vai ficando estrábico e a tensão ocular vai aumentando. Ele alega a distância mínima deve ser de 50 centímetros da cabeça do usuário, e que nada deve ser exibido dentro deste raio.

A última zona é a “*background zone*”. Segundo Alger (2015), após 20 metros as duas telas do HMD começam a mostrar essencialmente o mesmo pixel de imagem, o que diminui a percepção de profundidade. Ele sugere que essa área seja utilizada para objetos planos que não requerem profundidade e que eles devem ser incluídos em uma textura esférica ao redor do usuário.

Figura 3 – Áreas de conteúdo.



Fonte: Alger (2015)

Essas áreas de conteúdo descritas por Alger (2015) são de extrema relevância para Realidade Virtual, pois auxiliam o desenvolvedor na criação de Interfaces de Usuário para a mesma, bem como contribuem para uma boa experiência do usuário.

Este trabalho tem como foco HMDs comerciais que possuem a orientação da cabeça como entrada de controle (*e.g. Oculus Rift, HTC Vive e Gear VR*).

A próxima seção irá definir Interface de Usuário, focando na parte de Interface Gráfica de Usuário, explorando suas soluções e desafios, principalmente em relação à Realidade Virtual.

3.3 Interface de Usuário para Realidade Virtual

Apesar da Realidade Virtual como conhecemos hoje ser uma tecnologia relativamente nova, já existe uma variedade de Interfaces de Usuário para a mesma. Elas podem variar de acordo com o seu propósito, mas todas elas enfrentam o mesmo problema:

como projetar uma Interface de Usuário para dispositivos que foram, em sua maioria, construídos para interagir com o mundo virtual 3D.

Em 1973, a empresa de tecnologia Xerox, desenvolveu o *Xerox Alto*, o primeiro computador pessoal a utilizar um tipo de Interface de Usuário que permitia interações com o sistema através de ícones gráficos na tela em vez de confiar apenas em linhas de comando (BUTOW, 2007), a chamada GUI (Graphical User Interface) ou, em português, interface gráfica de usuário.

Segundo Kolhe, Khetri e Deshmukh (2012) a interface gráfica de usuário, é um tipo de interface de usuário que permite que o indivíduo interaja com dispositivos eletrônicos usando imagens ao invés de comandos de texto. Nas últimas décadas, esse tipo de interface de usuário tem dominado a forma como interagimos com computadores (HARPER, RODDEN, *et al.*, 2008). Ela se tornou um padrão desde a década de 1984, quando a *Apple* introduziu pela primeira vez o *Macintosh*.

A Interface de Usuário é uma das partes mais importantes de um computador, já que ela é percebida como o sistema para a maioria dos usuários. Ela é a parte do computador e seu software que as pessoas podem ver, ouvir, tocar e interagir. É composta de dois elementos essenciais: entrada e saída (GALITZ, 2007).

Segundo Galitz (2007), a entrada é como os usuários comunicam seus desejos e necessidades ao computador. Mouse e teclado são exemplos clássicos de dispositivos de entrada, porém, seu conceito vai além desses dispositivos. Em HMDs de Realidade Virtual, podemos considerar a orientação da cabeça como uma entrada, já que o movimento da cabeça no mundo real é capturado pelos sensores do dispositivo, que utiliza essa ação como uma intenção de mover a visão no mundo virtual.

Já a saída é como o computador transforma esses dados de entrada e apresenta ou exibe essas informações ao sistema perceptivo do usuário (LAVIOLA, KRUIJFF, *et al.*, 2017). Um exemplo clássico de dispositivo de saída seria uma tela de exibição.

Botões, menus, barras de ferramentas, barras de rolagem, janelas e barras de tarefa, são exemplos de componentes de GUI com os quais o usuário interage para executar uma tarefa (BUTOW, 2007), também chamados de *widgets* (HARTSON e PYLA, 2012). No entanto, esses componentes de interface foram projetados pensando em dispositivos de entrada como mouse e teclado. Sendo assim, muitas vezes, são inadequados para os ambientes e aplicativos não tradicionais que estão sendo desenvolvidos atualmente (*e.g.* Realidade Virtual e Realidade Aumentada) (LAVIOLA, *et al.*, 2017). Dessa forma, a GUI é um tipo de

Interface de Usuário (UI) que está relacionado somente aos elementos gráficos, ou seja, ícones, painéis, botões e etc.

Tendo em vista que, sistemas de Realidade Virtual trabalham com ambientes 3D, eles precisam de novos componentes de interface ou de alguns ajustes dos componentes já existentes. Esses componentes podem ser chamados 3D UI, ou interface de usuário 3D (LAVIOLA, *et al.*, 2017).

Figura 4 – Oculus Touch, controle de movimentos do Oculus Rift.



Fonte: Upload VR (2016)

3D UI pode ser definida como uma “Interface de Usuário que envolve interações em três dimensões” (LAVIOLA, *et al.*, 2017). A Figura 4 apresenta um exemplo de dispositivo de interface de usuário 3D, os controles de movimento. Esse tipo de interface envolvendo interações em um espaço em três dimensões é comumente utilizado em videogames, onde o jogador em vez de apertar botões, está pulando, agachando, balançando os braços, ou inclinando o seu corpo para jogar em um mundo virtual 3D. A Figura 4 mostra o controle usado no Oculus Rift que possui 3 botões e um controle direcional. Além dos controles aparentes, o dispositivo possui sensores que permitem a identificação de movimentos.

Em aplicações RV, o usuário frequentemente precisa interpretar corretamente uma cena visual para um uso efetivo da aplicação, e isso pode ser alcançado através de dicas visuais no conteúdo exibido. Um exemplo de dica visual é a profundidade, que ajuda os usuários a interagir com a aplicação, principalmente ao realizar ações de manipulação, seleção ou navegação em 3D. Utilizar a perspectiva a seu favor é outra forma de dar dicas visuais no conteúdo exibido ao usuário. A Figura 5 apresenta um exemplo de uso de profundidade como dica visual, onde o nível de profundidade está diretamente ligado com o estado do botão (pressionado e não pressionado).

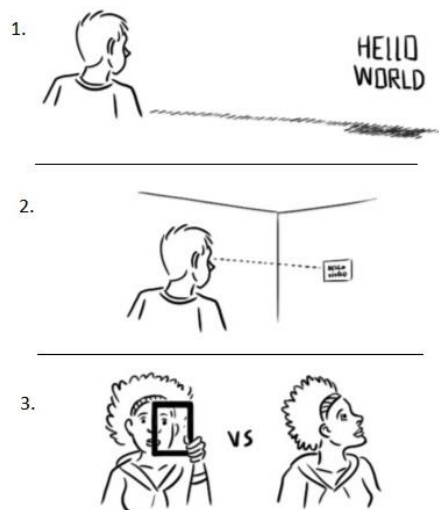
Figura 5 – Uso de profundidade como dica visual. Na direita: botão sem profundidade (pressionado). Na esquerda: botão com profundidade (não pressionado).



Fonte: Reddit (2015)

Segundo Sundstrom (2015) designers utilizam tamanho, contraste e cor para denotar uma hierarquia de GUI. O tamanho é baseado na distância entre o usuário e um conteúdo. Ele define três formas de exibir conteúdo (ilustrados na Figura 6). A primeira, chamada de “*Heads-up Display*” bloqueia o conteúdo a uma distância definida do visualizador. A segunda conecta o conteúdo ao ambiente, assim, a visão do usuário em relação ao conteúdo muda conforme ele se move pelo ambiente. A última conecta o conteúdo ao mundo, para que o mesmo flutue livremente.

Figura 6 – Formas de exibir o conteúdo.



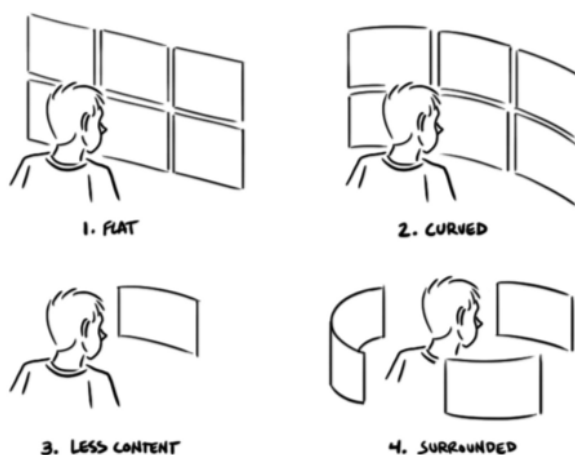
Fonte: WIRED (2015)

Um tipo de Interface de Usuário bastante utilizado na Realidade Virtual, que deriva da 3D UI, é a Interface de Usuário 3D natural, ou NUI (*Natural User Interface*). Nela, os movimentos e ações do usuário no mundo real são replicados pela 3D UI de forma que não requer nenhum conhecimento especial do usuário para realizar a ação no mundo virtual (HARTSON e PYLA, 2012). Uma experiência virtual onde o usuário deve girar o pulso em

direção aos olhos para fazer com que o personagem mostre o seu relógio é um exemplo de uso desse tipo de interface.

Porém, Sundstrom (2015) descreve que, apesar de que a Realidade Virtual proporcionou aos designers um campo de visão completo para projetar as GUIs, eles ainda tentam forçar soluções 2D em um ambiente 3D. Ele justifica que a razão pela qual isso acontece é devido ao desfoque que a visão naturalmente dá nos campos periféricos, focando apenas no centro. Desta forma, acaba restando apenas uma pequena área da visão para se trabalhar. Ele ainda sugere quatro formas de resolver esse problema utilizando um menu em grade, ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Formas de exibir conteúdo em grade.



Fonte: WIRED (2015)

A solução mais comum seria a interface *flat* (ou plana), porém ela pode tornar difícil a leitura de textos ou imagens em perspectiva (SUNDSTROM, 2015). Outra solução seria a interface curva, onde o conteúdo é curvado ao redor do usuário, de forma que as opções do menu estarão sempre voltadas ao mesmo. A terceira solução seria reduzir a quantidade de conteúdo, de forma que o mesmo ocupe apenas o centro da visão do usuário. A última solução seria cercar o usuário com o conteúdo, desta forma o conteúdo secundário pode ser deslocado para fora da visão imediata do usuário, mas ainda estará acessível.

Considerando esses conceitos, o foco deste trabalho será a criação de *guidelines* para GUI para Realidade Virtual, incluindo também interfaces de usuário 3D (3D UI) e interfaces de usuário 3D naturais (3D NUI).

3.3.1 Identificação de novas necessidades de interação

Como mencionado anteriormente, em seu artigo, Sundstrom (2015) apontou que designers estão tentando utilizar as mesmas soluções para interfaces gráficas 2D em aplicações RV, dessa forma, ele indica um exemplo onde designers utilizam GUI planas em um mundo virtual e aponta que isso pode ser uma má prática já que textos em perspectiva podem dificultar a leitura. Sendo assim, é necessário identificar alguma solução para que elementos de GUI não fiquem em perspectiva.

Em um dispositivo RV, a profundidade dos objetos próximos pode ser difícil de julgar, pois no mundo real seus olhos avaliam dinamicamente a profundidade dos objetos próximos, flexionando e mudando suas lentes, dependendo de quão perto ou longe o objeto está no espaço (LEAP MOTION, 2015). Em HDMs como o *Oculus Rift*, as lentes dos olhos do usuário permanecerão focadas no infinito (LEAP MOTION, 2015). Ainda, segundo Oculus (2016) falhar ao representar adequadamente a profundidade dos objetos quebrará uma experiência de RV. Sendo assim, soluções que implementem uma noção de profundidade devem ser consideradas ao projetar GUIs para Realidade Virtual.

Como citado na Seção 3.2, Alger (2015) sugere que conteúdos não devem ser dispostos a uma distância muito próxima da visão do usuário, pois isto pode causar uma tensão ocular. Ele também sugere áreas para disposição de conteúdo baseado nos ângulos de conforto citados por Chu (2014). Também relacionado à distância e tamanho, textos são atualmente difíceis de ler em RV, e devem ser exibidos com tamanho grande o suficiente para serem legíveis (JAIME, 2017).

Em jogos que não utilizam a Realidade Virtual, a Interface de Usuário é frequentemente sobreposta no topo da tela para mostrar coisas como saúde, pontuação, menus e assim por diante. No entanto, essa abordagem geralmente não funciona na realidade virtual, pois nossos olhos não conseguem se concentrar em algo tão próximo (UNITY, 2015). Sendo assim, ao construir aplicações em Realidade Virtual, deve-se evitar GUIs que possam obstruir a visão do usuário.

Assim, os principais problemas identificados estão relacionados à:

- Uso soluções 2D
- Profundidade dos conteúdos
- Distância para disposição de conteúdo
- Exibição de textos legíveis

- Obstrução da visão do usuário

3.3.2 Identificação de *guidelines* existentes

A maior fonte de informações sobre *guidelines* de GUI para Realidade Virtual são sites e blogs e manuais de fabricantes, dessa forma, foi realizada uma busca de *guidelines* na internet que tratassem do referido tema. A seguir, serão listadas algumas recomendações encontradas nos *guidelines* existentes.

- Para aumentar a noção de imersão, **dicas de profundidade** podem ser utilizadas nas GUIs (JAIME, 2017; OCULUS, 2016; LEAP MOTION, 2015). Alguns exemplos de dicas de profundidade são: efeito paralaxe de movimento, técnica onde objetos e diferentes distâncias parecem se mover em taxas diferentes durante o movimento da cabeça (JAIME, 2017; OCULUS, 2016); escalas relativas, onde objetos vão ficando menores a medida que vão se distanciando (JAIME, 2017; OCULUS, 2016); elementos distantes podem ir perdendo contraste de acordo com a distância (LEAP MOTION, 2015); efeitos de iluminação como destaques e sombras ajudam a perceber a forma e a posição dos objetos (OCULUS, 2016).
- Objetos que tomarão a atenção do usuário de modo que o mesmo estará fixando os olhos por um longo período de tempo (e.g., um menu) devem ser renderizados a uma **distância confortável**, que pode variar entre 0,5 a 1 metro da visão do usuário (OCULUS, 2016).
- **Incorpore a GUI no ambiente ou no personagem do usuário.** Transferir elementos de GUI de um jogo que não utiliza Realidade Virtual para um ambiente RV pode ser impraticável, desconfortável (OCULUS, 2016). Em vez disso, deve-se integrar os elementos de interface no ambiente ou no personagem, como por exemplo, selecionar uma arma ao agarrar uma mochila virtual ou um coldre (JAIME, 2017; UNITY, 2015; LEAP MOTION, 2015).
- **Evitar conteúdo nas zonas periféricas.** Reduza a tensão no pescoço com experiências que recompensam (mas não exigem) um grau significativo de observação dos arredores do usuário. Pode-se também restringir ao centro

da visão conteúdos que exigem maior tempo de foco, enquanto que conteúdos que demandam menos atenção podem ser dispostos nas zonas periféricas da visão (LEAP MOTION, 2015).

- **Utilizar textos em IUs que sejam lidos facilmente.** Leitura de textos pode ser algo difícil de se fazer em RV, deste modo, o mesmo deve ser exibido em um tamanho confortável o suficiente para que seja legível (JAIME, 2017; UNITY, 2015; OCULUS, 2016). Este tamanho pode variar de HMD para HMD, por isso, é necessário recorrer a testes para ter certeza de que o texto é grande o suficiente para que diversos usuários sejam capazes de lê-lo (JAIME, 2017).
- **Utilizar menus vestíveis.** Menus estáticos ocupam um grande espaço na tela e pode influenciar negativamente na imersão do usuário. Dessa forma, uma solução para esse problema é integrar menus e HUDs nas mãos virtuais do usuário, tornando assim a interação algo mais natural. Além disso, deve-se considerar utilizar um estado específico de inicialização (e.g. virar o braço) para garantir que a mesma não ocupe desnecessariamente um valioso espaço na visão do usuário (LEAP MOTION, 2015).
- **GUI rodeando o usuário.** Elementos da GUI devem ser dispostos de forma que pareçam cercar o usuário, dessa forma facilitando a leitura dos mesmos (SUNDSTROM, 2015; JAIME, 2017; UNITY, 2015; OCULUS, 2016). Além disso, colocar textos e imagens em uma superfície côncava levemente curvada pode parecer mais natural à medida que o usuário olha em volta (JAIME, 2017).
- **Fornecer *feedback* visual em elementos interativos.** Elementos interativos de uma GUI devem fornecer dicas que informem sua capacidade de interação (LEAP MOTION, 2015; JAIME, 2017). Exemplos de dicas são: usar a sombra da mão para indicar onde a mão do usuário está em relação ao botão; garantir que o botão se mova em relação à quantidade de pressão do usuário; criar comportamentos específicos para indicar estado de foco no elemento (LEAP MOTION, 2015).

- **Escala e espaçamento adequado para elementos interativos.** Elementos interativos devem ter um tamanho adequado de forma a permitir que o usuário realize facilmente a interação. Além disso, o espaçamento entre os elementos também deve ser considerável, para que assim reduza as chances de o usuário acionar acidentalmente elementos vizinhos (LEAP MOTION, 2015).
- **Evitar que a mão virtual obscureça elementos interativos.** No mundo real, as pessoas interagem rotineiramente com objetos que são obscurecidos por suas mãos. Normalmente, o contato físico fornece o *feedback* da interação com o objeto. Na ausência desse contato físico, pode-se utilizar técnicas como tornar os elementos grandes o suficiente para serem vistos ao redor da mão virtual do usuário, ou até mesmo tornar a mão do usuário semitransparente quando ela estiver perto dos elementos (LEAP MOTION, 2015).
- **Evitar fixar GUI na visão do usuário.** Apesar de ser utilizado em aplicações que não utilizam Realidade Virtual, vincular IU com a visão do usuário em aplicações RV pode causar uma sensação parecida com a de segurar um livro na frente do rosto enquanto olhar ao redor, o que pode causar desconforto e náusea (UNITY, 2015). O usuário deve ser capaz de olhar ao redor sempre que quiser sem que um elemento fixo de UI obscureça sua visão (UNITY, 2015; LEAP MOTION, 2015). Caso haja necessidade de fixar um elemento na visão, pode-se utilizar uma técnica onde o elemento da UI acompanha a visão do usuário com um pequeno atraso, permitindo assim que o usuário reconheça o seu ambiente que lhe cerca antes que a IU o obscureça (UNITY, 2015).

A tabela abaixo apresenta um comparativo entre os *guidelines* encontrados e os seus autores.

Tabela 1 - Comparativo de *guidelines* encontradas

	Oculus (2016)	Unity (2015)	Leap Motion (2015)	JAIME (2017)
Fornece dicas de profundidade	x		x	x
Distância confortável	0.5m à 1m			1.3m à 3m
Incorpore a GUI no ambiente ou no personagem do usuário	x	x	x	x
Utilizar textos em IUs que sejam lidos facilmente	x	x		x
GUI rodeando o usuário	x	x		x
Fornecer <i>feedback</i> visual em elementos interativos			x	x
Utilizar menus vestíveis			x	
Escala e espaçamento adequado para elementos interativos			x	
Evitar fixar GUI na visão do usuário		x	x	
Evitar conteúdo nas zonas periféricas			x	
Evitar que a mão virtual obscureça elementos interativos			x	

Fonte: Elaborada pelo autor.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Apesar de sua origem ser datada de pelo menos cinquenta anos atrás, o conceito de Realidade Virtual só foi popularizado muito recentemente. Ainda, como qualquer tecnologia em fase de evolução, sua aplicação mudou ao longo dos anos. Pesquisas voltadas para sistemas de realidade virtual comerciais ainda são, de certa forma, escassas e na medida em que o uso de ambientes virtuais se populariza, esse problema se agrava cada vez mais. Assim, os trabalhos de Fricker (2012), Blokša (2017) e Habgood, *et al.* (2017) são pesquisas relativamente recentes, que exploram o conceito de Interfaces de Usuário em um ambiente Virtual 3D.

O trabalho de Blokša (2017) é voltado para a área de Realidade Aumentada (tecnologia que integra elementos ou informações virtuais a visualizações do mundo real) porém, por serem áreas muito relacionadas, seus conceitos e sua metodologia de pesquisa também se aplicam à Realidade Virtual. Em seu trabalho, Blokša (2017) analisa Interfaces de Usuário de diversos jogos e aplicações para Realidade Virtual e outros dispositivos, e determina um uso plausível para as mesmas em aplicações para Realidade Aumentada. Além do mais, ele ainda faz adições de ideias e *guidelines* autorais. Blokša (2017) sugere que o seu trabalho poderá servir de ajuda para projetar aplicações em Realidade Aumentada, seja na construção da aplicação real ou em futuras pesquisas para progredir neste campo de estudo com técnicas e abordagens mais normalizadas.

A locomoção em ambientes RV acontece através de sistemas de locomoção, um importante componente de interação que permite a navegação dentro do espaço virtual. No entanto, os sistemas de locomoção em Realidade Virtual ainda são muito limitados. Jogos RV têm explorado diversas formas de contornar esses problemas, informando de maneira útil o design de IHC para Realidade Virtual. Habgood, *et al.* (2017) analisou os títulos lançados nos primeiros três meses do ciclo de vida do sistema de Realidade Virtual Playstation VR, a fim de encontrar soluções emergentes para esses problemas de locomoção. No mesmo trabalho, essas soluções são discutidas em relação às lições aprendidas dentro do desenvolvimento, em progresso, de um jogo de Narrativa Ambiental para o *PlayStation VR* como parte do projeto *Horizon 2020 REVEAL*⁶.

Em sua tese, Fricker (2012) relata como princípios de usabilidade podem ser implementados em um *framework* de desenvolvimento de jogos para a criação de interfaces de usuário e HUDs (*heads-up display* ou tela de atenção, em português) em jogo. A pesquisa

⁶ <http://revealvr.eu/>

explora Interfaces de Usuário de jogos FPS (*First Person Shooter* ou tiro em primeira pessoa, em português) a partir da perspectiva de usabilidade e o objetivo principal do estudo era criar um conjunto de *guidelines* de usabilidade para o gênero de jogos FPS. Para alcançar os resultados, os jogos selecionados foram testados em sessões semanais durante a pesquisa. Além disso, um formulário foi distribuído para uma pequena amostra do público alvo de jogadores de FPS. As descobertas forneceram uma compreensão acerca de alguns recursos de Interface de Usuário que são utilizados em jogos FPS e que os jogadores consideraram mais úteis, como por exemplo, que os marcadores visuais de acerto ajudam a indicar quando o jogador acerta com sucesso um inimigo, ou que o radar ajuda a identificar locais de objetivos e alvos inimigos antes de ir para o campo de batalha.

Assim como nos trabalhos de Blokša (2017) e Fricker (2012), o trabalho aqui proposto pretende obter como resultado *guidelines* de Interface de Usuário para aplicações 3D. Entretanto, diferente dos trabalhos citados que abrangem todo o conceito de IU (apresentado na Seção 3.3), este trabalho foca especificamente em Interfaces Gráficas de Usuário (GUI) para aplicações em Realidade Virtual. Assim como no trabalho de Habgood, *et al.* (2017), esse trabalho avalia jogos em RV existentes a fim de encontrar soluções emergentes para um determinado problema. No entanto, o trabalho citado foca na locomoção em um ambiente virtual utilizando o Playstation VR. Além disso, inspirado no trabalho de Fricker (2012), este trabalho faz a seleção dos jogos existentes com base em uma nota de avaliação. Entretanto, diferentemente de Fricker (2012) que utilizou as notas do site de críticas Metacritic⁷, o trabalho aqui proposto utiliza a nota dada pelos usuários na plataforma de jogos Steam.

⁷ <http://www.metacritic.com/about-metacritic>

A Tabela 2 apresenta de forma resumida a relação deste trabalho com os trabalhos apresentados nesta seção.

Tabela 2 - Trabalhos Relacionados

	Analisa Interfaces Existentes	Utiliza <i>guidelines</i>	Tipo de Interface	Tema
Blokša (2017)	Sim	Sim	GUI	Realidade Aumentada
Fricker (2012)	Sim	Sim	GUI	Jogos FPS
Habgood, et al. (2017)	Sim	Não	UI	Locomoção em RV
Trabalho Proposto	Sim	Sim	GUI	Realidade Virtual

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para definir *guidelines* que orientem os desenvolvedores na criação de interfaces gráficas de usuário (GUI) para aplicações em Realidade Virtual, os seguintes procedimentos foram realizados:

- Identificação de novas necessidades de interação;
- Identificação de *guidelines* existentes;
- Avaliação de aplicações existentes;
- Identificação de padrões emergentes;
- Desenvolvimento dos *guidelines*;
- Análise e refinamento dos *guidelines* propostos;

5.1 Identificação de novas necessidades de interação

Como detalhado na Seção 3.2, os componentes tradicionais da interface gráfica de usuário foram pensados para interações em duas dimensões, sendo assim, muitos desses componentes não se aplicam ao ambiente 3D imersivo que a Realidade Virtual pode proporcionar. Desta forma, esta etapa visa identificar essas novas necessidades de interação que um ambiente 3D imersivo pode necessitar.

As necessidades identificadas podem ser encontradas na Seção 3.3.1.

5.2 Identificação de *guidelines* existentes

Diretrizes de *design* para Interfaces de Usuário não é algo novo. Diversos trabalhos já existentes estudam formas de criar uma melhor interface para o usuário. No entanto, a Realidade Virtual como conhecemos hoje é considerada uma tecnologia recente, ainda existe uma carência de trabalhos relacionados à Interface de Usuário para aplicações RV (DORABJEE *et al.*, 2015). Além disso, poucas publicações científicas voltadas à interface gráfica de usuário para Realidade Virtual foram encontradas nas buscas feitas durante o período de produção deste trabalho. Sendo assim, a maior fonte de informações sobre o assunto são sites e blogs na internet e manuais oficiais de fabricantes. Deste modo, antes de

começar a definir novas diretrizes, é necessário analisar as *guidelines* já existentes relacionadas à Realidade Virtual.

Um levantamento dessas diretrizes pode ser visto na Seção 3.3.2. Esse levantamento foi feito de forma que esses dados pudessem ser utilizados em etapas futuras.

5.3 Avaliação de aplicações existentes

Apesar de que a Realidade Virtual, como dito anteriormente, possui poucos trabalhos relacionados à GUI, jogos RV buscam a sua própria solução para os desafios de criar uma GUI para Realidade Virtual. Dessa forma, é de interesse deste trabalho analisar a relação dos *guidelines* como fatores de sucesso em jogos RV. Essa análise foi feita comparando as soluções de interface dos jogos RV de maior sucesso, com as diretrizes levantadas na etapa anterior.

A coleta dos jogos de Realidade Virtual de mais sucesso foi feita através da plataforma de jogos Steam⁸. Essa escolha foi feita considerando que a Steam é uma das plataformas de jogos digitais mais populares dos PCs, e que a mesma possui um sistema interno de classificação dos jogos através da avaliação dos usuários. O resultado dessa etapa pode ser visto na Seção 6.1.

5.4 Identificação de padrões emergentes

A partir da comparação feita na etapa anterior, os padrões de interface encontrados nas aplicações existentes foram analisados com a intenção de identificar padrões de interface emergentes.

Ainda nesta etapa, tendo em vista que a *Steam* é a principal, porém não é a única plataforma de jogos RV, foram analisados também aplicações RV fora da Steam, em plataformas como *Playstore*⁹ e *Oculus Store*¹⁰ para garantir uma maior abrangência de jogos e dispositivos. Essas aplicações foram analisadas com o mesmo intuito, identificar padrões e soluções recorrentes que ainda não foram formalmente definidas em um *guideline*.

5.5 Análise e refinamento dos padrões descobertos

⁸ <https://store.steampowered.com/about/>

⁹ <https://play.google.com/store/apps>

¹⁰ <https://www.oculus.com/experiences/>

Com o objetivo de produzir um trabalho mais sólido que possa ser utilizado como um instrumento de confiança foi necessário um refinamento a partir dos padrões identificados. Esse refinamento foi feito com a coleta das opiniões de jogadores que possuam algum dispositivo de Realidade Virtual feita através de um formulário online. As perguntas tinham como intuito coletar a percepção dos usuários sobre a importância das diretrizes já identificadas, bem como dos padrões que ainda não foram formalizados em uma *guideline*. Os resultados podem ser vistos na Seção 6.3

5.6 Consolidação dos guidelines

Nesta etapa, novas diretrizes de Interface Gráfica de Usuário para Realidade Virtual foram consolidadas com base nas soluções e padrões encontrados.

6 RESULTADOS

Nessa seção, serão apresentados os resultados deste trabalho.

6.1 Avaliação de aplicações existentes

Para realizar este trabalho, foram selecionados cinco jogos para Realidade Virtual da plataforma Steam. A plataforma Steam foi escolhida pelo fato de ser a plataforma de distribuição de jogos mais popular, porém, vale ressaltar que também existem jogos RV em outras plataformas de distribuição, como a *Playstore* da *Google*, que distribui jogos e aplicativos RV para as plataformas *Daydream VR* e *Google Cardboard*, e a *Oculus Store* que distribui jogos para os dispositivos da *Oculus*, como o *Oculus Rift*, *Oculus Go* e o *Gear VR*. No entanto, além da Steam ser a plataforma que possui a maior quantidade de jogos, ela também foi a única que apresentou um sistema de listagem dos jogos por tipos de ordenação, como relevância, nome, preço, avaliação dos usuários, o que facilitou a coleta dos dados.

Como um dos interesses dessa pesquisa é analisar a Interface de Usuário como um importante fator no sucesso de um jogo RV, o critério utilizado para selecionar os jogos foi a avaliação dos usuários. Assim, foi feita uma listagem no sistema de buscas da plataforma utilizando a ordenação por avaliação dos usuários, sendo essa ordenação feita dos melhores avaliados aos piores avaliados.

Os cinco jogos mais bem avaliados da plataforma segundo a listagem feita foram: *Beat Saber*¹¹, *GORN*¹², *Waltz of the Wizard*¹³, *Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades*¹⁴ e *Rec Room*¹⁵. A Tabela 3 mostra os valores relacionados ao número de avaliações positivas e negativas de cada jogo.

¹¹ https://store.steampowered.com/app/620980/Beat_Saber/

¹² <https://store.steampowered.com/app/578620/GORN/>

¹³ https://store.steampowered.com/app/436820/Waltz_of_the_Wizard/

¹⁴ https://store.steampowered.com/app/450540/Hot_Dogs_Horseshoes__Hand_Grenades/

¹⁵ https://store.steampowered.com/app/471710/Rec_Room/

Tabela 3 - Numero de avaliações positivas e negativas dos jogos selecionados

	POSITIVAS	NEGATIVAS	TOTAL
Beat Saber	7.941	164	8.105
GORN	2.862	79	2.941
Waltz of the Wizard	1.038	21	1.059
Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades	2.584	70	2.654
Rec Room	3.111	174	3.285

Dados retirados do site store.steampowered.com

Os jogos foram ranqueados através da porcentagem de avaliações positivas em relação ao total de avaliações, considerando o número total de avaliações que o jogo possui, sendo assim. O ranking ficou da seguinte forma:

1. *Beat Saber* com 97.9% de avaliações positivas;
2. *GORN* com 97.3% de avaliações positivas;
3. *Waltz of the Wizard* com 98.0% de avaliações positivas;
4. *Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades* com 97.3% de avaliações positivas;
5. *Rec Room* com 94.7% de avaliações positivas.

Vale ressaltar que a busca foi feita no período de julho de 2018, e esses valores, assim como o ranking dos cinco jogos mais bem avaliados da Steam podem mudar dependendo da data em que tal busca seja feita.

Após a seleção dos jogos, cada jogo foi analisado rigorosamente através de vídeos, buscando encontrar conformidades com os *guidelines* já definidos. A escolha de avaliar os jogos através de vídeos se deu pela indisponibilidade dos dispositivos de Realidade Virtual. Assim, devido a esta limitação do trabalho, se escolheu utilizar vídeos dos jogos selecionados, feitos por avaliadores. A avaliação do vídeo também levou em consideração se o jogador que fez o vídeo aparentava cansaço ou dificuldade na interação com o jogo, assim como as opiniões dadas pelo mesmo. Em alguns casos onde existe uma dificuldade em analisar o critério por meio de vídeos (como no caso de critérios como legibilidade e

profundidade) e pela falta de uma opinião do jogador avaliador, foi utilizado também o *software VRidge*¹⁶, que transforma um *smartphone* que seja compatível com o *Google Cardboard* em um dispositivo capaz de executar os jogos RV da Steam. Dessa forma, foi utilizado o celular Moto G XT1069 em conjunto com o dispositivo *Cardboard* genérico *Bobo VR Z4*. A Tabela 4 apresenta quantas e quais das diretrizes (identificadas na Seção 3.3.2) cada jogo segue. As células marcadas com um “X” implicam que o jogo segue a diretriz, as marcadas com um “-” implicam que o jogo não segue a diretriz, enquanto que as marcadas com um “PARCIAL” indicam que o jogo segue a diretriz somente em determinados momentos ou de forma inconstante.

Tabela 4 - Conformidade dos jogos com *guidelines* já existentes.

	Beat Saber	GORN	Waltz of the Wizard	Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades	Rec Room
Fornecer dicas de profundidade	X	X	X	X	X
Distância confortável	X	X	X	X	PARCIAL
Incorpore a GUI no ambiente ou no personagem do usuário	-	X	X	X	X
Utilizar textos em IUs que sejam lidos facilmente	X	X	X	PARCIAL	X
GUI rodeando o usuário	X	X	-	X	-
Fornecer feedback visual em elementos interativos	X	X	-	X	X
Utilizar menus vestíveis	-	-	-	-	X
Escala e espaçamento adequado para elementos interativos	X	X	X	X	X
Evitar fixar GUI na visão do usuário	X	X	X	X	-
Evitar conteúdo nas zonas periféricas	X	X	-	X	X
Evitar que a mão virtual obscureça elementos interativos	-	X	X	X	X

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando a tabela, é possível perceber que a maioria dos jogos atende aos *guidelines* identificados pelos fabricantes. As diretrizes mais seguidas foram as de **fornecer dicas de profundidade** e **escala e espaçamento adequados para elementos interativos**, onde todos os jogos seguiram as diretrizes. Esse resultado é esperado, já que esses são aspectos que podem afetar drasticamente a imersão e experiência do usuário, e sendo esses

¹⁶ <https://riftcat.com/vridge>

cinco jogos os mais bem avaliados de uma plataforma, é esperado que diretrizes primordiais como essas sejam utilizadas.

Quanto a distância confortável, todos os jogos seguiram a diretriz, no entanto o jogo *Rec Room* apresenta em um determinado cenário, um painel de texto muito próximo da visão do usuário. O mesmo problema se repete para o jogo *Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades* em relação a diretriz de **utilizar textos em UIs que sejam lidos facilmente**, onde o mesmo segue a diretriz na maior parte do tempo, no entanto, alguns menus possuem textos com fontes muito pequenas, o que dificulta a leitura nesses casos específicos.

Outro ponto importante que podemos observar pela tabela, é que somente o jogo *Rec Room* segue a diretriz de **utilizar menus vestíveis**. O principal intuito em utilizar menus vestíveis é justamente trazer a naturalidade para ações de interação com menu, para isso o ideal é que a mesma ocorra através de contato físico, como um toque ou um pressionar de botão. No entanto, os jogos *Beat Saber, GORN* e *Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades* utilizam de uma técnica diferente de interação com menus, onde a interação ocorre através de um ponteiro/laser de interação. Esta pode ser uma causa para o fato dos mesmos não atenderem a esta diretriz. Já o jogo *Waltz of the Wizard* não utiliza menus vestíveis pelo o simples fato do mesmo ser um jogo com mecânicas muito simples, não carecendo de menus para a experiência.

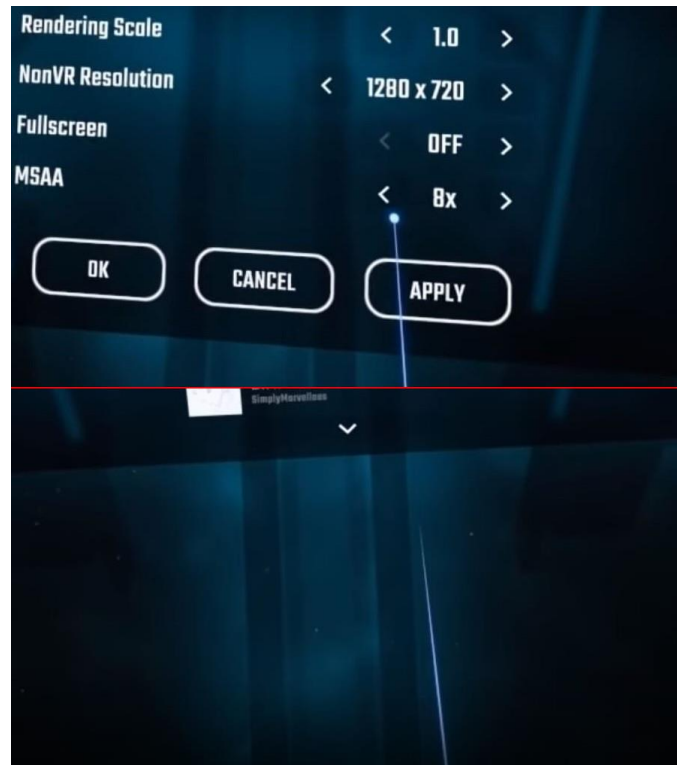
6.2 Identificação de padrões emergentes

A partir da avaliação feita na etapa anterior, onde foi possível dizer quais das diretrizes já mapeadas cada jogo segue. Esta etapa consistiu em analisar os cinco jogos selecionados a fim de identificar padrões de interface que ainda não foram formalmente definidos em um *guideline*. Esses padrões consistem de soluções de Interface de Usuário que os desenvolvedores encontraram por conta própria ou adaptaram de algum conceito já existente.

No jogo *Beat Saber*, o jogador interage com o menu principal através de uma espécie de ponteiro que consiste de um laser ou haste de luz que ao passar por um elemento interativo próximo, um pequeno ponto de luz surge na ponta do laser, ou seja, no ponto de contato entre o elemento e o laser. Na carência de uma interação por toque, esse ponto de luz auxilia o usuário a perceber para onde ele está apontando e em que distância está o ponto de luz. Caso o jogador aponte para algo relativamente distante, o laser vira um feixe de luz que

na medida em que vai se afastando da mão do jogador, ele vai perdendo a opacidade. A Figura 8 demonstra um exemplo dessa característica.

Figura 8 – Imagem de cima: ponto de luz que indica a proximidade do laser. Imagem de baixo: laser perdendo opacidade à distância.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O jogo *Rec Room* também utiliza um sistema semelhante para orientar o jogador em relação a distância e direção para onde está sendo apontado. No entanto, o rastro de luz só existe quando o jogador aponta para um elemento interativo, como um painel de opções. A Figura 9 apresenta a solução utilizada pelo jogo.

Figura 9 – lasers apontado para painel de opções



Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa característica também esteve presente fora da lista de jogos selecionados na Steam. Ela parece ser bastante comum em dispositivos como o *Gear VR* e o *Oculus GO* que possuem controles que se movem apenas através de rotações, ou seja, não possuem movimentação em profundidade (para baixo, para cima, para frente, para trás e etc). Desta forma, foram identificadas características semelhantes em jogos como *Keep Talking and Nobody Explodes*, *Face Your Fears*, *Oculus Rooms*, *BigPicture*, dentre outros.

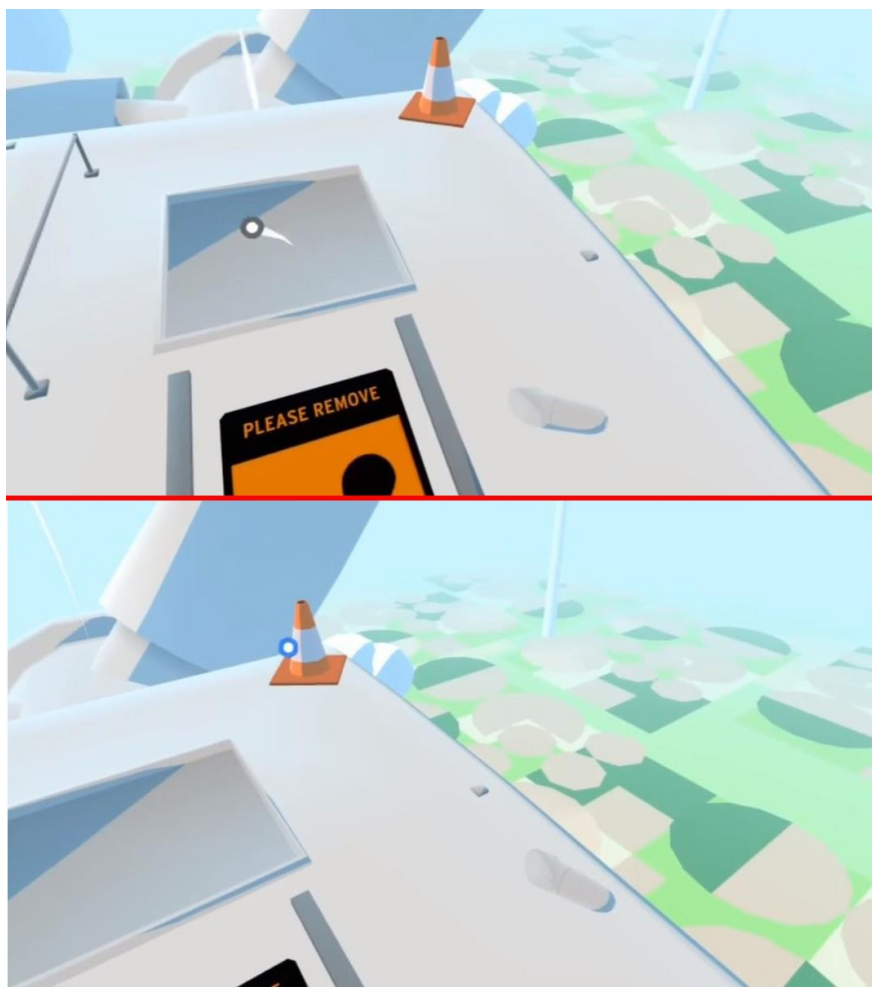
Outra característica recorrente que foi identificada na avaliação é o laser ou ponteiro utilizado para interações fornecer uma forma de *feedback* que indique uma possibilidade de interação ao apontar para um elemento interativo. Por exemplo, na Figura 9, é possível ver dois lasers, um para cada controle que o jogador manuseia. O laser que está sobre o botão “Ok” possui uma opacidade mais em relação ao laser que está apontando apenas para o texto. Essa alteração da opacidade do laser ao passar sobre elementos interativos, como botões, funciona como uma mudança de estado para indicar que o elemento apontado possui um tipo de interação especial.

Na Figura 10, podemos ver uma imagem do jogo *Virtual Virtual Reality*, onde o mesmo conceito é aplicado. No entanto, ao passar o ponteiro por cima de um objeto interativo, o pequeno círculo cinza na ponta do laser muda de cor, tornando-se azul. O mesmo comportamento também foi encontrado em jogos como *EVE Gunjack*, *Over Real*.

Outro padrão encontrado em jogos analisados, foi o uso gestos para acessar opções ao invés de utilizar, painéis, botões e menus de seleção. No jogo *Rec Room*, o jogador interrompe a transmissão da sua voz para os outros jogadores da sala, ao pôr a sua mão virtual sobre sua

boca. Esta ação tradicionalmente ocorreria através de um menu de opções, porém os desenvolvedores podem ter identificado que esta seria uma ação que poderia ocorrer constantemente no jogo e que acabaria por quebrar a imersão do jogador caso ele tivesse que acessar um menu de opções sempre que quisesse silenciara sua voz.

Figura 10 – Imagem de cima: ponteiro sobre um objeto não interativo. Imagem de baixo: círculo na ponta muda de cor



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 11 apresenta outro exemplo do uso de gestos para substituir ações que seriam feitas através de menus, onde o jogador pode bloquear outro jogador apenas virando a palma da mão na direção do jogador que deseja bloquear.

Outro jogo que utiliza esse conceito é o jogo GORN, um jogo de luta em uma arena, onde para começar a partida o jogador precisa levantar os braços como se estivesse fazendo uma saudação.

Figura 11 – Bloqueio de um jogador é feito através de um gesto manual.



Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3 Análise e refinamento dos padrões descobertos

Após a identificação dos padrões emergentes, foi feito um refinamento desses achados, para que assim, os *guidelines* a serem definidos estejam melhor trabalhados. O refinamento foi feito por meio da análise das opiniões de jogadores, usuários de algum dispositivo RV, através de um questionário online. O questionário elaborado foi distribuído em duas versões, uma em português, distribuída em alguns grupos online brasileiros relacionados à Realidade Virtual, e outra em inglês, distribuída em alguns fóruns de Realidade Virtual do *Reddit*¹⁷. O questionário pode ser consultado no APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO.

Ao todo, vinte respostas foram obtidas, tendo quatro delas vindas do formulário em português e as outras dezesseis do formulário distribuído em inglês, sendo que dois dos

¹⁷ <https://www.reddit.com/>

dezesseis participantes desta versão do formulário responderam “não” para o termo de consentimento.

Das dezoito respostas válidas, quatro vieram do formulário distribuído português, somente no Brasil, que por consequência foram respostas de brasileiros. As outras quatorze respostas, como pode ser observado na *Tabela 5*, foram divididas entre os seguintes países: Estados Unidos da América, Reino Unido, Áustria, Alemanha, Austrália e Taiwan.

Tabela 5 - Respostas do formulário por países

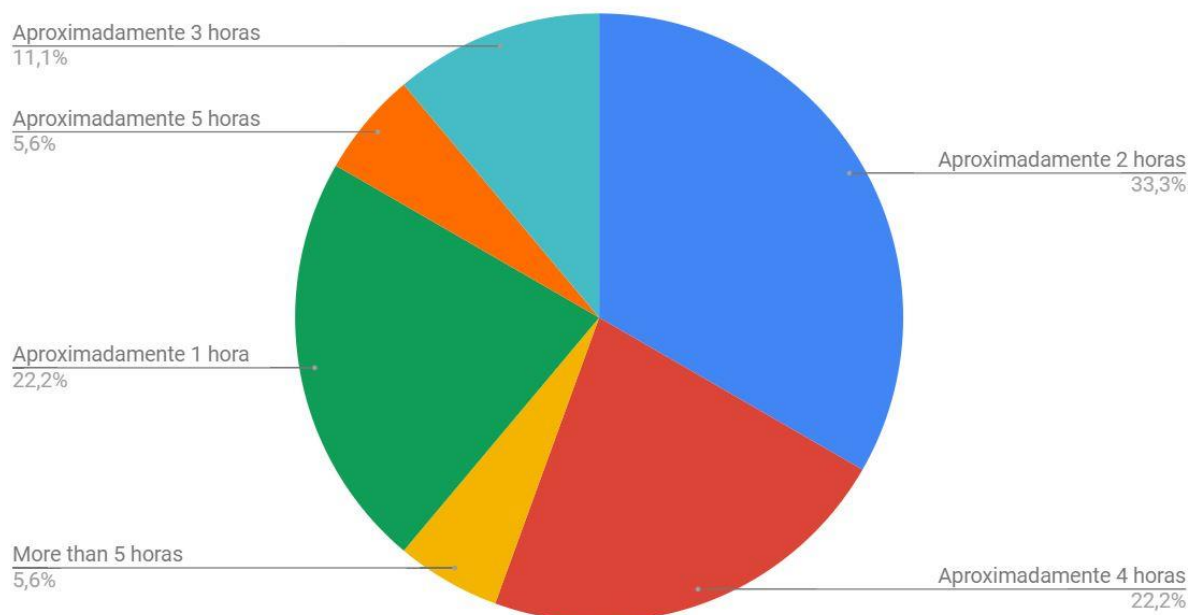
Países	Quantidade de respostas
Estados Unidos da América	8
Brasil	4
Reino Unido	2
Áustria	1
Alemanha	1
Austrália	1
Taiwan	1

Fonte: Elaborada pelo autor.

Dos participantes, dezesseis eram apenas jogadores, enquanto que somente dois eram desenvolvedores de jogos em Realidade Virtual. O dispositivo mais popular foi o *HTC Vive*, sendo um dos dispositivos de pelo menos seis dos participantes da pesquisa, seguido do *Playstation VR* e do *Oculus Rift*, ambos mencionados por cinco dos dezoito participantes. Os dispositivos *Windows Mixed Reality* e *Daydream VR* tiveram ambos dois registros, enquanto os dispositivos *Gear VR*, *Oculus GO* e *Google Cardboard* tiveram apenas um registro cada. Ainda sobre os jogadores, quando perguntados sobre a quantidade de horas que passam jogando vídeo games, os participantes ficaram divididos, sendo que a maioria deles responderam que passam aproximadamente duas horas jogando. O Gráfico 1 apresenta a porcentagem total de horas que os participantes passam jogando, demonstrando essa divisão.

Gráfico 1 - Horas por dia gastas jogando vídeo games

Horas por dia gastas jogando vídeo games



Fonte: Elaborada pelo autor.

Quando foram perguntados quanto tempo passam jogando jogos em Realidade Virtual, 77,8% disse passar aproximadamente 1 hora, o que indica que se comparado aos jogos não RV, os jogadores passam pouco tempo jogando em jogos para Realidade Virtual.

Os entrevistados responderam sobre quais são os maiores problemas com as Interfaces de Usuário na Realidade Virtual e que solução eles sugerem para as mesmas. Ao analisar as respostas, a legibilidade foi apontada que como um dos maiores problemas da Interface de Usuário para Realidade Virtual. Os entrevistados apontaram que os textos são muitas vezes borrados, pixelizados, muito pequenos ou que estão dispostos nas zonas periféricas da visão, o que dificulta a visualização. Os entrevistados sugeriram algumas soluções para resolver esse problema, como textos maiores, melhor escolha de fontes, tamanho dos textos ajustável e melhor resolução para os dispositivos.

Outro grande problema apontado pelos entrevistados está relacionado à quebra da imersão causada pela Interface de Usuário. Foi apontado que interfaces gráficas como painéis de texto e menus flutuantes são uma das causas para essa quebra de imersão, além de que as interfaces muitas vezes são confusas de acessar e controlar. Um dos entrevistados disse: “Os desenvolvedores estão levando hábitos de *design* 2D para a realidade virtual. Muitas coisas que funcionaram muito bem e foram refinadas ao longo de décadas simplesmente não funcionam em realidade virtual”. Como solução, a maior parte dos entrevistados disse que

transformar a interface em algo mais natural, como objetos ou gestos, além tornar os menus mais simples, porém efetivos.

A dificuldade em alcançar os menus foi mais um ponto a identificado pelos entrevistados. Segundo eles, muitas vezes as interfaces são dispostas a distâncias relativamente longas, dificultando ou impossibilitando a interação. A solução sugerida pelos mesmos foi a utilização de algum tipo de ajuste da distância da interface para o jogador.

Outra dificuldade apresentada pelos entrevistados está relacionada a elementos fixos na visão do usuário. Os entrevistados apontaram que as interfaces ficam no meio do caminho ou que se movem junto com a cabeça, dificultando a visão. Como solução, foi apontado fixar a interface gráfica em um determinado lugar, para que a mesma não siga a visão. Além disso, outra solução também apontada foi a de elementos possuírem um tamanho dinâmico, para que ao serem interagidos, os mesmos mudem o seu tamanho.

Os entrevistados também apresentaram uma dificuldade relacionada à orientação ao interagir com menus e objetos. Foi apontado que, em alguns casos, não é claro para onde o controle está apontando, pois não há uma indicação. Um dos entrevistados disse: “Coletar uma moeda em uma mesa é acertar ou errar”. Como solução, foi sugerido substituir as interações com as interfaces gráficas por abordagens mais físicas.

A maior parte do questionário focou em analisar a opinião dos usuários sobre os padrões identificados na etapa anterior, assim como as diretrizes encontradas da Seção 3.3.2. Sendo assim, foi pedido para que os usuários avaliassem o nível de importância de uma determinada característica através de uma escala que vai de 1 a 5, sendo 1 não importante e 5 muito importante. A Tabela 6 - Avaliação da importância das diretrizes já existentes lista as avaliações do nível de importância que os entrevistados apontaram para cada uma das diretrizes que foram identificadas na Seção 3.3.2.

Pela tabela podemos observar que a maioria dos *guidelines* já existentes foram percebidos como características importantes em um jogo para Realidade Virtual. No entanto, algumas diretrizes foram apontadas como não tão importantes. Uma dessas diretrizes foi a “Evitar fixar a GUI na visão do usuário”, que em sua maioria, foi avaliada pelos entrevistados como uma característica não tão importante, o que pode indicar que grande parte dos jogadores não sente grande incômodo com menus estáticos.

Tabela 6 - Avaliação da importância das diretrizes já existentes

	nível 1	nível 2	nível 3	nível 4	nível 5
Fornecer dicas de profundidade	5,6%	-	16,7%	22,2%	55,6%
Distância confortável	-	-	22,2%	27,9%	50,0%
Incorporar GUI no personagem ou ambiente	-	-	22,2%	33,3%	44,4%
Utilizar textos em GUIs que sejam lidos facilmente	-	-	11,1%	16,7%	72,2%
GUI rodeando o usuário	-	17,6%	47,1%	23,5%	11,8%
Feedback visual em elementos interativos	-	-	22,2%	27,8%	50,0%
Utilizar menus vestíveis	5,6%	5,6%	27,8%	38,9%	22,2%
Escala e espaçamento adequados para elementos interativos	-	-	50,0%	11,1%	38,9%
Evitar fixar a GUI na visão do usuário	27,8%	27,8%	16,7%	16,7%	11,1%
Evitar conteúdo nas zonas periféricas	-	11,8%	23,5%	58,8%	5,9%
Evitar que a mão virtual obscureça elementos interativos	-	25,0%	50,0%	12,5%	12,5%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os padrões emergentes encontrados na etapa anterior passaram pelo mesmo tipo de avaliação, onde os entrevistados avaliavam o nível de importância dessa característica. Esses padrões emergentes foram formalizados nas seguintes definições:

- **Ponteiros devem fornecer *feedback* da distância em que estão.**
- ***Feedback* da possibilidade de interação com objetos através do ponteiro.**
- **Gestos ao invés de menus.**

Eles foram selecionados utilizando o critério de importância, onde caso a maioria dos entrevistados atribuíssem um nível de importância inferior a 3, o mesmo seria descartado para a definição dos *guidelines*. A Tabela 7 mostra os resultados coletados.

A Tabela 6 e a Tabela 7 refletem muito bem as opiniões dadas pelos entrevistados, quando perguntados sobre os maiores problemas das Interfaces de Usuário para Realidade Virtual e qual seria a melhor solução para os mesmos. A maioria dos usuários apontou a quebra de imersão e o uso de técnicas clássicas dos jogos não RV, mas que, no entanto, não funcionam tão bem em jogos para Realidade Virtual, como os maiores problemas das

Interfaces de Usuário para Realidade Virtual. Isso pode ser observado na tabela onde a maioria dos entrevistados (41,2%) avaliou a característica “Gestos ao invés de menus” como uma característica muito importante.

Tabela 7 - Avaliação da importância dos padrões encontrados

	nível 1	nível 2	nível 3	nível 4	nível 5
Ponteiros devem fornecer <i>feedback</i> da distância em que estão	5,9%	17,6%	29,4%	35,3%	11,8%
<i>Feedback</i> da possibilidade de interação com objetos através do ponteiro	-	11,8%	47,1%	29,4%	11,8
Gestos ao invés de menus	5,9%	5,9%	29,4%	17,6%	41,2%

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os outros dois padrões, “Ponteiros devem fornecer *feedback* da distância em que estão” e “*Feedback* da possibilidade de interação com objetos através do ponteiro” foram avaliados em sua maioria, em um nível de importância de 4 e 3 respectivamente. Esses padrões apesar de passarem no critério, foram menos aceitos pelos entrevistados. Isso pode ter acontecido devido ao fato dos entrevistados terem considerado apenas dispositivos que possuem controles de movimento, como o *HTC Vive* e o *Oculus Rift*. A seguinte resposta apontada por um entrevistado como um dos grandes problemas das Interfaces de Usuário na Realidade Virtual demonstra este fato: “Interfaces que se movem junto a cabeça ou que não usam os controles para selecionar, apenas a cabeça com mira.”. No entanto, alguns dispositivos como o Google Cardboard, não possuem controles de movimento impossibilitando formas de interação mais físicas. Dispositivos como o Gear VR, Daydream VR e Oculus GO, apesar de possuírem um controle de movimento, esse controle é limitado apenas à rotações, o que também dificulta a utilização dessas interações mais naturais.

A seção seguinte irá formalizar os padrões emergente em forma de diretrizes.

6.4 Consolidação dos *guidelines*

Partindo da análise das respostas coletadas do questionário, assim como da análise feita dos jogos existentes, podemos identificar quais das diretrizes já existentes este trabalho recomenda seguir e quais podem ser opcionais.

A diretriz “*fornecer dicas de profundidade*” está presente em praticamente todos os jogos 3D e é um elemento básico de uma experiência 3D. Ela deve ser considerada como prioridade no desenvolvimento de um jogo, já que ao falhar em fornecer uma percepção de

profundidade, o usuário poderá ter a impressão de que os elementos visuais do jogo não estão em 3D, o que prejudica gravemente a imersão.

As diretrizes de “*distância confortável*” e “*utilizar textos em GUIs que sejam lidos facilmente*” também devem ser consideradas como prioridade no desenvolvimento de um jogo para Realidade Virtual, já que ao falhar em seguir essas diretrizes, o conforto do jogador será gravemente prejudicado.

Algumas diretrizes têm como objetivo ampliar o conforto do usuário durante a experiência. Neste caso, são recomendadas as diretrizes “*escala e espaçamento adequados para elementos interativos*” e “*evitar conteúdo nas zonas periféricas*”, pois as mesmas visam melhorar o conforto e a satisfação do usuário.

Durante a pesquisa, a quebra da imersão se apresentou um dos maiores problemas com as interfaces gráficas na Realidade Virtual, por isso, a diretriz “*incorporar GUI no personagem ou ambiente*” é recomendada, pois a mesma tem como objetivo ampliar a imersão do usuário e foi apontada pelos jogadores como um aspecto importante para a Realidade Virtual.

No contexto de interação, a diretriz “*feedback visual em elementos interativos*” é recomendada pois facilita a interação e amplia a satisfação do usuário.

Algumas diretrizes não foram percebidas pelos jogadores como importantes para os jogos em Realidade Virtual ou dependem da estratégia de *design* escolhida para o jogo e, por esse motivo, foram consideradas opcionais. Essas diretrizes foram: “*GUI rodeando o usuário*”, “*evitar que a mão virtual obscureça elementos interativos*”, “*utilizar menus vestíveis*” e “*evitar fixar a GUI na visão do usuário*”.

Além de definir quais das diretrizes existentes este trabalho recomenda, foram analisados os padrões emergentes identificados na Seção 6.2 e refinados na Seção 6.3, a fim de consolidá-los em novos *guidelines*. A seguir serão listadas as diretrizes definidas.

- **Noção de distância e direção dada pelo ponteiro ou laser de interação.**
Jogos que optarem por utilizar interações através de ponteiros ou lasers ao invés de interações mais naturais (como toques), devem prover ao usuário uma forma de *feedback* que forneça noção da distância e direção em que está o ponteiro ou laser. Isso ajudará a evitar que o jogador perca a direção para onde está apontando ou em que distância se encontra o seu ponteiro de interação. Uma forma de realizar isso é através de um laser ou feixe de luz que muda de alguma forma à medida que se distancia do jogador.

- **Feedback da possibilidade de interação com elementos, fornecido pelo ponteiro ou laser.** Os ponteiros também devem fornecer uma forma de *feedback* para indicar uma possibilidade de interação com um elemento. Com isso, o jogador poderá facilmente distinguir que elementos do cenário permitem uma interação especial ou não. Para isso, pode ser utilizado, por exemplo, ponto circular como ponteiro, onde ao passar em cima de um elemento ou objeto interativo o ponto irá se expandir, mudar de cor ou qualquer outra forma de indicar que houve uma mudança de estado, para que o usuário perceba há algo diferente com aquele elemento. Outra forma de alcançar o mesmo efeito é fazer com que o elemento responda ao ponteiro, onde ao passar o ponteiro por cima do elemento, ele irá indicar uma mudança de estado ao invés do ponteiro. Um exemplo disso é um painel que se expande ao passar o ponteiro por cima do mesmo.
- **Priorizar gestos a painéis de menu.** Opções de menu que são frequentemente utilizadas pelo usuário devem ser acessadas de forma prática e natural. Caso contrário, poderá cansar o usuário e quebrar a imersão. Fazer com que o usuário abra um painel no meio da sua experiência de jogo para alterar alguma opção de jogo, pode afetar a imersão. Menus em forma de painel podem parecer práticos e familiares, no entanto, dependendo do contexto em que este menu é utilizado, isso pode quebrar a imersão do usuário. Gestos que ativam ações podem ser uma solução prática, rápida e natural, onde o usuário não é tirado de sua imersão no jogo para acessar um painel de menu. Por exemplo, no jogo *Rec Room*, ao colocar a mão sobre a boca o jogador desabilita a transmissão de áudio do seu microfone para outros jogadores. Ainda no jogo *Rec Room*, para bloquear outro jogador, basta virar a palma da mão na direção do jogador que deseja bloquear.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo analisar os maiores problemas com as interfaces gráficas de usuário em jogos de Realidade Virtual, identificar e analisar os *guidelines* existentes, bem como os padrões emergente e soluções que os jogos encontraram para tais problemas, para que, por fim, pudessem ser definidas novas diretrizes para as GUIs em Realidade Virtual. O objetivo do trabalho foi alcançando, sendo que três *guidelines* que ainda não tinham sido formalmente definidos foram encontrados a partir da análise de padrões emergentes.

O trabalho tem como intuito servir de instrumento de apoio para desenvolvedores durante a criação de Interfaces Gráficas de Usuário para jogos em Realidade Virtual, garantindo assim que diversas práticas que quebram a imersão do usuário ou causam um desconforto sejam evitadas.

As diretrizes encontradas, foram resultado da análise de diversas aplicações RV afim de encontrar soluções para problemas comuns de GUIs para a Realidade Virtual. O planejamento inicial para essa análise visava utilizar um dispositivo RV para avaliar os jogos, no entanto, o acesso ou aquisição do mesmo se mostrou inviável para esta pesquisa. Devido a essa limitação, essa análise consistiu da observação de vídeos dos jogos, feitos por avaliadores e do uso de um dispositivo RV genérico para critério que necessitam de uma maior imersão para serem avaliados. No entanto, uma melhor abordagem para tal análise seria o uso de dispositivos adequados às plataformas escolhidas para uma melhor perspectiva dos elementos dos jogos e uma maior acuracidade na análise.

A fim de uma análise mais minuciosa, um questionário foi distribuído para jogadores e desenvolvedores com o intuito de coletar as perspectivas dos mesmos para a importância das soluções dos problemas encontrados, entretanto, o número de participantes foi limitado. Para uma melhor representação dos usuários de jogos em Realidade Virtual, o questionário deve ser aplicado em um maior número de participantes.

Como trabalhos futuros, será desenvolvido uma aplicação que siga as diretrizes aqui definidas, para que um novo questionário seja feito com os jogadores desta aplicação, a fim de uma melhor precisão nas respostas dos usuários. As diretrizes definidas ainda carecem de uma avaliação feita por especialistas da área, dessa forma, as mesmas passarão por uma banca composta de desenvolvedores e especialistas em UX (User Experience, ou, experiência do usuário) que irão analisar, dentre outros aspectos, a veracidade das diretrizes e bem como a sua importância para os jogos em Realidade Virtual.

REFERÊNCIAS

ADAM, J. A. **Virtual reality is for real**. IEEE Spectrum, v. 30, p. 22-29, out. 1993. ISSN ISSN: 0018-9235.

ALGER, M. **Visual design methods for virtual reality**. Ravensbourne. <http://aperturesciencellc.com/vr/VisualDesignMethodsforVRMikeAlger.pdf>, 2015. Acesso em: 20 mar. 2018.

ALRAZZAH, A.; FOAUD, L.; FATTOUH, L. **Environments and System Types of Virtual Reality Technology in STEM: a Survey**, v. 8, jan. 2017.

BLOKŠA, J. **Design Guidelines for User Interface for Augmented Reality**. Master's thesis (Master's in Service Science, Management and Engineering) - Masaryk University Faculty of Informatics. [S.l.]. 2017.

BOWMAN, D. A. et al. **3D User Interfaces: New Directions and Perspectives**. IEEE Computer Graphics and Applications, v. 28, p. 20-36, nov. 2008. ISSN ISSN: 0272-1716.

BROOKS, F. P. **What's Real About Virtual Reality?** IEEE Comput. Graph. Appl., Los Alamitos, CA, USA, v. 19, p. 16-27, nov. 1999. ISSN ISSN: 0272-1716. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/38.799723>. Acesso em: 18 mar. 2018.

BUTOW, E. **User Interface Design for Mere Mortals**. First. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2007. ISBN ISBN: 9780321447739.

CANALYS. **Media alert: Virtual reality headset shipments top 1 million for the first time**. Canalys, 2017. Disponível em: <https://www.canalys.com/newsroom/media-alert-virtual-reality-headset-shipments-top-1-million-first-time>. Acesso em: 20 mar. 2018.

CARNEGIE, K.; RHEE, T. **Reducing Visual Discomfort with HMDs Using Dynamic Depth of Field**. IEEE Computer Graphics and Applications, v. 35, p. 34-41, set. 2015. ISSN ISSN: 0272-1716.

CHU, A. **VR Design: Transitioning from a 2D to 3D Design Paradigm**. Apresentado na Samsung Developer Conference, 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XjnHr_6WSqo. Acesso em: 01 mai. 2018.

DOCK-OK. **Optical Properties of Current VR HMDs**. Dock-Ok, 2016. Disponível em: <http://doc-ok.org/?p=1414>. Acesso em: 01 mai. 2018.

DORABJEE, R. et al. **Back to the Future: Identifying Interface Trends from the Past, Present and Future in Immersive Applications**. Proceedings of the Annual Meeting of the Australian Special Interest Group for Computer Human Interaction. New York, NY, USA: ACM. 2015. p. 540-544.

FÉREY, N. et al. **A VR Framework for Interacting with Molecular Simulations**. Proceedings of the 2008 ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology. New York, NY, USA: ACM. 2008. p. 91-94.

FRICKER, H. **Game User-Interface Guidelines: Creating a set of Usability Design**

Guidelines for the FPS Game User-Interface. University of Huddersfield. [S.l.]. 2012.

GALITZ, W. O. **The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques.** 3rd. ed. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2007.

GRAND VIEW. **Virtual Reality (VR) In Gaming Market Analysis By Component, By Device (Gaming Console, Desktop, Smartphone), By Country (U.S., Canada, Germany, UK, China, India, Japan, Brazil, Mexico), And Segment Forecasts, 2014 - 2025.** GRAND VIEW RESEARCH, 2017. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-in-gaming-market>. Acesso em: 20 mar. 2018.

HABGOOD, M. P. et al. **HCI Lessons From PlayStation VR.** Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play. [S.l.]: [s.n.]. 2017. p. 125-135.

HARPER, R. et al. (Eds.). **Being Human: Human-computer Interaction in the Year 2020.** [S.l.]: Microsoft Research, 2008. ISBN ISBN: 9780955476112LCCN: 2009379871. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=zNKALwAACAAJ>>.

HARTSON, R.; PYLA, P. S. **The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience.** [S.l.]: Elsevier Science, 2012. ISBN ISBN: 9780123852427. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=w4I3Y64SWLoC>. Acesso em: 01 jun. 2018.

JAIME, S. **UX + VR: 14 Guidelines for Creating Great First Experiences.** Medium, 2017. Disponível em: <https://medium.com/@oneStaci/https-medium-com-ux-vr-18-guidelines-51ef667c2c49>. Acesso em: 01 jun. 2018.

KOLHE, P. R.; KHETRI, G. P.; DESHMUKH, N. K. **Study of Standard Assumptions of Graphical User Interface (GUI) Based on Usability, Adaptability and Security Factors.** International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, v. 2, p. 1-7, 2012.

LAVIOLA, J. J. J. et al. **3D User Interfaces: Theory and Practice.** 2nd. ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 2017.

LEAP MOTION. **VR Best Practices Guidelines.** Leap Motion, 12 Junho 2015. Disponível em: <https://developer-archive.leapmotion.com/vr-best-practices>. Acesso em: 01 jun. 2018.

OCULUS. **VR Best Practices.** Oculus, 2016. Disponível em: <https://developer.oculus.com/design/latest/concepts/book-bp/>. Acesso em: 19 abr. 2018.

RIZZO, A.; KENNY, P.; PARSONS, T. D. **Intelligent virtual patients for training clinical skills.** JVRB-Journal of Virtual Reality and Broadcasting, v. 8, 2011.

SERGE, S. R.; MOSS, J. D. **Simulator Sickness and the Oculus Rift: A First Look.** Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, v. 59, p. 761-765, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1541931215591236>. Acesso em: 29 abr. 2018.

SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. **Understanding virtual reality: Interface, application, and design.** [S.l.]: Elsevier, 2002.

STATISTA. **Share of global virtual reality software revenue in 2018, by category**. Statista, 2018. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/528739/virtual-reality-software-revenue-share-worldwide-by-category/>. Acesso em: 29 abr. 2018.

STATISTIC BRAIN. **VR Virtual Reality Technology Statistics**. STATISTIC BRAIN RESEARCH INSTITUTE, 2017. Disponível em: <https://www.statisticbrain.com/vr-virtual-reality-technology-statistics>. Acesso em: 20 mar 2018.

SUNDSTROM , M. **How to Design for Virtual Reality**. WIRED, 2015. Disponível em: <https://www.wired.com/2015/04/how-to-design-for-virtual-reality/>. Acesso em: 01 mai. 2018.

UNITY. **User Interfaces for VR**. Unity, 2015. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/learn/tutorials/topics/virtual-reality/user-interfaces-vr>. Acesso em: 01 jun. 2018.

YAACOUB, F. **Development of virtual reality tools for arthroscopic surgery training**. Université Paris-Est. [S.l.]. 2008.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO

Algumas imagens do questionário abaixo são animadas, dessa forma, para uma melhor visualização do mesmo acesse o link: goo.gl/forms/YL89OcxULo3nyHmv1.

User Interface evaluation on VR games

The purpose of this research is to provide guidelines to guide designers and programmers to developing virtual reality games, as well as contribute to understand which aspects should be considered in the construction of a User Interface (UI) for Virtual Reality glasses.

This survey aims to analyse user interfaces (UI) in Virtual Reality games to validade existing guidelines and identify new ones. It is part of the final paper of the student Samuel Alves from Federal University of Ceará.

*Obrigatório

Consent to Participate

You are being invited to answer the questions of this survey in a totally voluntary manner. The informations provided by you will have its privacy guaranteed by the responsible researchers. The subjects of this survey will not be identified in any moment, even when the results of this research are divulged in any form. The research data will be used only for scientific purposes. The result of this research will be public access.

Do you agree to participate in this survey? *

- Yes
 No

About you

What is your sex?

- Male
 Female

What is your age group? *

Escolher ▼

What is your country? *

Sua resposta

What is your relation with virtual reality games? *

- I am just a player
 I am a developer

What Virtual Reality device(s) do you have? *

- HTC Vive
- Oculus Rift
- Playstation VR
- Gear VR
- Daydream VR
- Outro: _____

How many hours a day do you spend playing video games? *

Escolher ▼

How many hours a day do you spend playing Virtual Reality games? *

Escolher ▼

About the games

If you are unsure of the presence of a particular feature in a game for lack of remembrance, maybe watching a video about that game can help you.

[youtube.com/results?search_query=beat+saber](https://www.youtube.com/results?search_query=beat+saber)

[youtube.com/results?search_query=GORN](https://www.youtube.com/results?search_query=GORN)

[youtube.com/results?search_query=waltz+of+the+wizard](https://www.youtube.com/results?search_query=waltz+of+the+wizard)

[youtube.com/results?search_query=rec+room](https://www.youtube.com/results?search_query=rec+room)

[youtube.com/results?search_query=Hot+Dogs+Horseshoes+Hand+Grenades](https://www.youtube.com/results?search_query=Hot+Dogs+Horseshoes+Hand+Grenades)

For you, what are the biggest problems with UI in VR games? *

Sua resposta _____

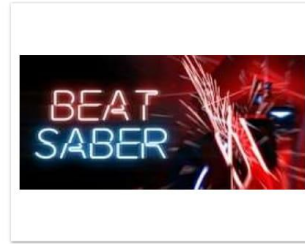
What solution would you give to each of these problems? *

Sua resposta _____

Which of these Virtual Reality games have you played? *



GORN



Beat Saber

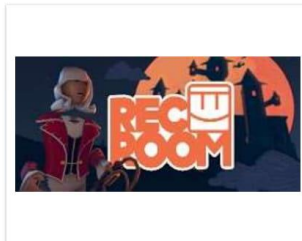


Waltz of the Wizard



Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades

Outro:



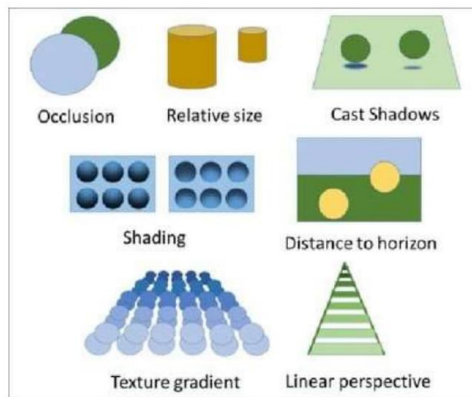
Rec Room

Guidelines and features

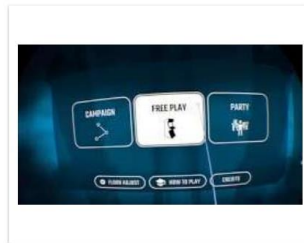
Depth cues

Depth cues extend the player's immersion through depth perception. Some examples are: relative scale, where objects are getting smaller as they move away; distant elements may lose contrast according to distance; Lighting effects such as highlights and shadows help you perceive the shape and position of objects.

Ways to create depth perception



Which games have you played that best apply this concept?



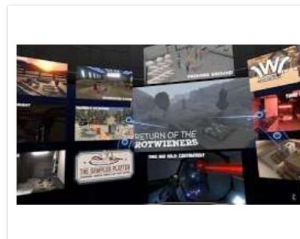
Beat Saber



GORN

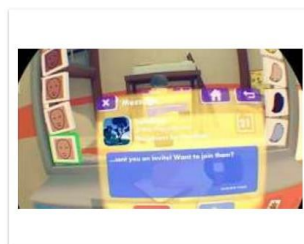


Waltz of the Wizard



Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades

Outro:



Rec Room

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

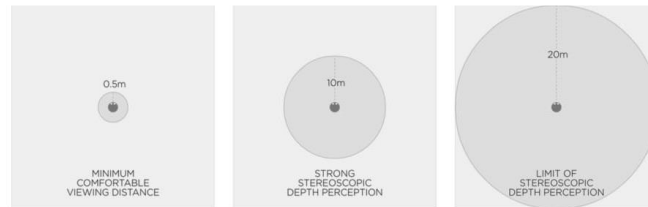
1 2 3 4 5

Not important Very important

Comfortable distance

Objects that will take the user's attention so that they will be fixing their eyes for a long period of time (a menu, for example) should be rendered at a comfortable minimum distance, which can range from 0.5 to 1 meter from the view, which may increase depending on the type of interaction.

Viewing distance based on comfort and stereoscopic depth perception



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

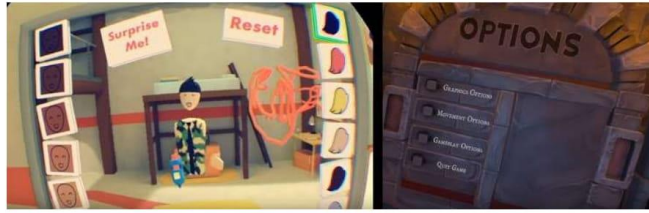
1 2 3 4 5

Not important Very important

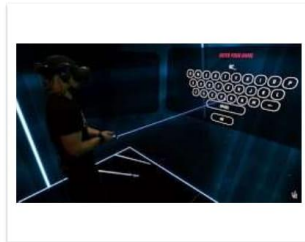
Ui integrated on the environment

Transferring UI elements from a non-vr game to a VR environment can be impractical and uncomfortable. Instead, integrating the interface elements into the environment or character can be a great solution.

Examples of interface elements that have been incorporated into the environment



Which games have you played that best apply this concept?



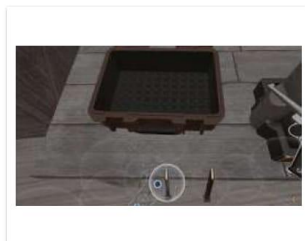
Beat Saber



GORN

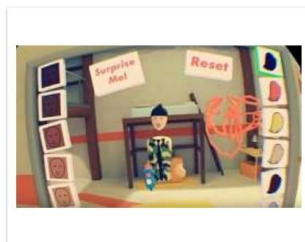


Waltz of the Wizard



Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades

Outro:



Rec Room

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

Easy to read texts

Reading texts can be somewhat difficult to do in Virtual Reality, so the same should be displayed in a size comfortable enough to be readable. This size may vary from device to device.

Readability of text in different sizes



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

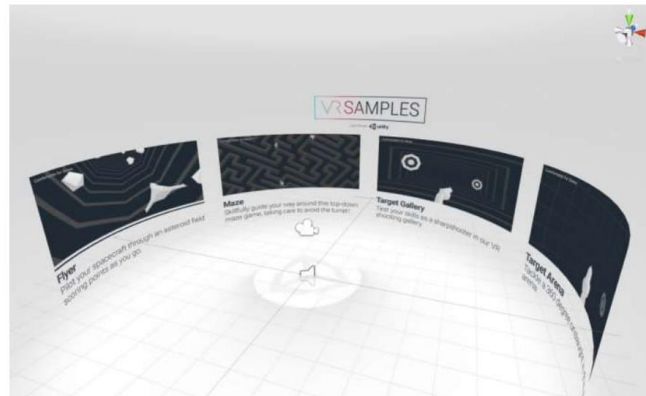
For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

UI around the player

Elements of the UI should be positioned in a way that seems to surround the user, thus making it easier to read. In addition, placing text and images on a concave surface (slightly curved) may seem more natural as the user looks around.

Selection menu around the player



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

Visual feedback on interactive elements

Interactive elements of a UI should provide tips that inform its possibility of interaction.

The button corresponded to the given pressure and changed color to indicate that it was selected.



Suitable size and spacing on interactive elements

Interactive elements must have appropriate size and spacing between each other to allow the user to easily perform the interaction and reduce the chances of accidentally triggering closer elements.

Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

UI fixed to user's field of view

Although very popular in FPS games, fixing the UI to the user's view in VR applications can cause a sensation similar to holding a book in front of the face while looking around, which can cause discomfort and nausea. The user should be able to look around whenever they want without a fixed UI element obscuring their view. If you need to fix an element in user's view, you can use a technique where the UI element follows the user's view with a slight delay, thus allowing the user to recognize the surrounding environment before the UI obscures it.

Menu following the user's view with a short delay



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

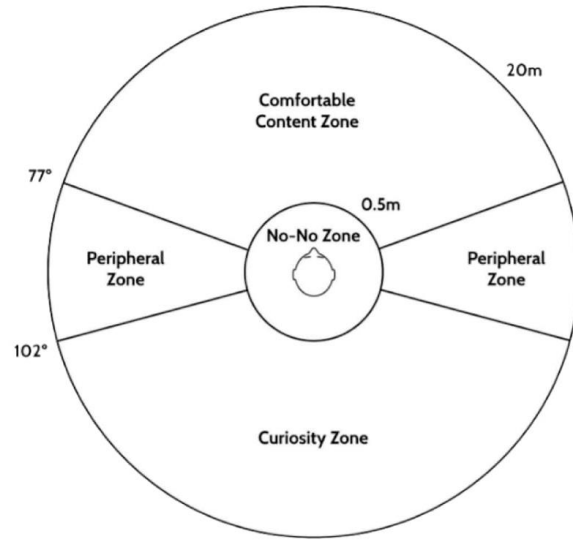
For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

Content in peripheral zones

VR experiences should reward (but not require) a significant degree of observation from the user's surroundings, thus reducing strain on the neck. It is also possible to restrict contents to the center of the vision that require more focus time, while contents that require less attention can be arranged in the peripheral areas of vision

Content zones that define where UI elements should be



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

Obstruction of interactive elements by virtual hand

In the real world, people routinely interact with objects that are obscured by their hands. Usually, physical contact provides the feedback of the interaction with the object. In the absence of such physical contact, one can use techniques such as making the elements large enough to be seen around the user's virtual hand, or even making the user's hand semi-transparent when it is close to the elements.

Semi transparent virtual hand to prevent obstruction of button view



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

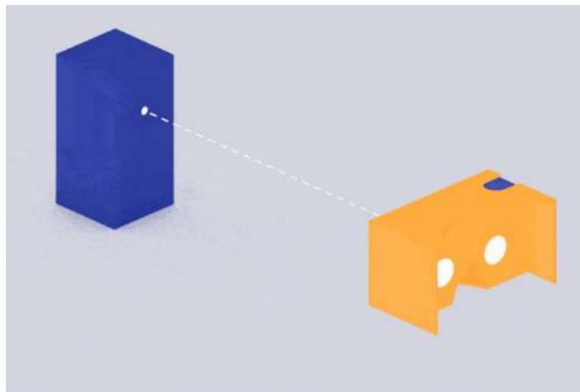
For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

Pointers should provide feedback on how far they are

Games that choose to use cursors, pointers, or reticles instead of more natural interactions (like a touch interaction) should provide a way to indicate that the distance the pointer is. For example, a laser with the cursor at the tip, where the laser will naturally fade according to its distance.

Distance feedback via reticle/pointer trail



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important

Feedback on the possibility of interaction with objects through the pointer

Pointers should provide a form of feedback to indicate a possibility of interaction with objects.

In Rec Room, a player's block is made with only a gesture



Which games have you played that best apply this concept?

- Beat Saber
- GORN
- Waltz of the Wizard
- Hot Dogs, Horseshoes & Hand Grenades
- Rec Room
- Outro: _____

For you, what is the level of importance of this feature for VR games?

	1	2	3	4	5	
Not important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very important