



Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Escola de Informática Aplicada

Realidade Virtual: Passado, presente e perspectivas

Cibele Poubel Portella

Orientador

Geiza Maria Hamazaki da Silva

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JULHO DE 2019

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

P843 Portella, Cibele Poubel
Realidade Virtual: Passado, presente e
perspectivas / Cibele Poubel Portella. -- Rio de
Janeiro, 2019.
35

Orientador: Geiza Maria Hamazaki da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,
Graduação em Sistemas de Informação, 2019.

1. Realidade virtual. 2. Tecnologia. I. Hamazaki
da Silva, Geiza Maria, orient. II. Título.

Realidade Virtual: Passado, presente e perspectivas

Cibele Poubel Portella

Projeto de Graduação apresentado à Escola de
Informática Aplicada da Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) para obtenção do
título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada por:

Prof.^a Dra. Geiza Maria Hamazaki da Silva (UNIRIO)

Prof.^a Dra. Morganna Carmem Diniz (UNIRIO)

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL.

JULHO DE 2019

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso trata de uma abordagem do histórico da tecnologia de realidade virtual, além de seus possíveis desdobramentos futuros, ressaltando problemas enfrentados, aplicações, vantagens e desvantagens, assim como um tutorial de inicialização de projetos em VR e como esta poderia impactar as diversas disciplinas do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

Será também apresentado um protótipo de aplicação em realidade virtual, bem como a explicação de sua criação, tendo como cenário a representação de um dos laboratórios do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET) da UNIRIO.

Palavras-chave: Realidade virtual. Tecnologia. Dispositivos.

ABSTRACT

This final paper approaches the history of virtual reality technology, in addition to its possible future developments, highlighting the problems faced, applications and advantages and disadvantage, as well as a VR project initialization tutorial and how that can impact the Information Systems courses at Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

It will also presents and describes the creation process of a virtual reality application prototype using as scenario a laboratory at the Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET) at UNIRIO.

Keywords: Virtual reality. Technology. Devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo prático de estereoscopia	9
Figura 2 – Espada de Dâmocles de Ivan Sutherland	11
Figura 3 – Virtual Boy.....	12
Figura 4 – Oculus Rift DK 1	13
Figura 5 – Oculus Rift DK 2.....	14
Figura 6 – Oculus Rift Consumer Edition	15
Figura 7 – HTC VIVE.....	15
Figura 8 – HTC VIVE Pro	16
Figura 9 – Participação de mercado dos dispositivos de realidade virtual	16
Figura 10 – Primeira versão do Samsung Gear VR, do ano de 2016	17
Figura 11 - Sony Playstation VR CUH-ZRVR1 e Playstation Camera.....	18
Figura 12 - Frequência de uso dos dispositivos de VR por parte dos proprietários ..	22
Figura 13 – Novo projeto utilizando o modelo de VR do Unreal Engine 4.....	23
Figura 14 – Compilação de algumas fotos tiradas durante o desenvolvimento	23
Figura 15 – Tela inicial do <i>software</i> 3DF Zephyr Lite (Steam Edition) versão 4.351 .	24
Figura 16 – Criação de novo projeto no 3DF Zephyr Lite.....	25
Figura 17 – Etapas de processamento das imagens no 3DF Zephyr Lite	25
Figura 18 – Importação de imagens no 3DF Zephyr Lite	26
Figura 19 – Escolha de presets das etapas de processamento do 3DF Zephyr Lite	27
Figura 20 – Início da criação do modelo 3D no 3DF Zephyr	27
Figura 21 – Exportação do modelo do 3DF Zephyr para o computador.....	28
Figura 22 – Opções de salvamento do modelo 3D no computador.....	28
Figura 23 – Tabela de requisitos para uso do HTC VIVE.....	29
Figura 24 – Vista da versão final do projeto no motor Unreal Engine 4	30
Figura 25 – Vista da versão final do projeto sendo executado em tempo real	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 MOTIVAÇÃO.....	7
1.2 OBJETIVO.....	7
2 TRAJETÓRIA DA TECNOLOGIA	8
2.1 DISPOSITIVOS PRECURSORES	8
2.1.1 Estereoscópicos	9
2.1.2 Espada de Dâmocles de Ivan Sutherland	10
2.1.3 Dispositivos comerciais pioneiros	11
2.2 PRINCIPAIS DISPOSITIVOS MODERNOS.....	12
2.2.1 Oculus Rift	12
2.2.2 HTC Vive	15
2.2.3 Samsung Gear VR	17
2.2.4 Sony Playstation VR	17
3 APLICAÇÕES ATUAIS	18
4 IMPEDIMENTOS ENFRENTADOS	20
4.1 USUÁRIOS SENSÍVEIS A MOVIMENTO	20
4.2 DESINTERESSE DO PÚBLICO.....	21
5 PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO EM REALIDADE VIRTUAL	22
5.1 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO	22
5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	30
6 CONCLUSÃO	31
6.1 TRABALHOS FUTUROS	32
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

A tecnologia se inseriu, a passos largos, dentro do dia-a-dia das pessoas nas últimas décadas. Algumas tarefas são beneficiadas pelo apoio de equipamentos tecnológicos. Por exemplo, com um celular, é possível se comunicar com pessoas a milhares de quilômetros de distância, além de efetuar buscas sobre qualquer tipo de tema em apenas alguns segundos na *internet*.

A história da tecnologia é marcada por grandes adventos que revolucionaram a maneira como as pessoas interagem entre si e lidam com a informação como, por exemplo, o lançamento do primeiro computador pessoal de baixo custo em 1981¹ e a abertura da rede mundial de computadores em 1987²os quais fizeram com que se popularizasse o acesso rápido à informação.

Atualmente, a realidade virtual, também conhecida como *Virtual Reality*, VR e RV, é uma tecnologia que se encontra em desenvolvimento. Com ela, é possível criar um ambiente tridimensional inteiramente virtual, com capacidade de isolar o usuário, visualmente, de qualquer referência externa da realidade. Tem-se como demonstração dessa tecnologia na mídia, diversos filmes e livros como, por exemplo, os filmes Matrix (1999) e Jogador Nº 1 (2018), produção baseada no livro homônimo, assim como a abertura, em Amsterdã, do primeiro cinema que se utiliza somente de *gadgets* de realidade virtual³.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise e reflexão sobre as tecnologias de realidade virtual, destacando seu histórico, cenário presente e futuro, assim como os benefícios e dificuldades do seu uso na educação, ciência, lazer e

¹ FILHO, Raimundo G. N. **Evolução do Microcomputador**. Disponível em:

<www.di.ufpb.br/raimundo/HistoriaDoPC/PChist1.htm>. Acesso em: 06 abril 2018.

² SILVA, Leonardo W. **Internet foi criada em 1969 com o nome de "Arpanet" nos EUA**. Disponível em: <www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u34809.shtml>. Acesso em: 06 abril 2018.

³ REVISTA EXAME. **1º cinema de realidade virtual é inaugurado em Amsterdã**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/1o-cinema-de-realidade-virtual-e-inaugurado-em-amsterda>>. Acesso em: 06 abril 2018.

turismo, além de um exemplo prático, com explicação sobre ferramentas que podem ser utilizadas e uma introdução para interessados a iniciar os estudos na área.

2 TRAJETÓRIA DA TECNOLOGIA

Realidade Virtual ou *Virtual Reality* (VR) é uma tecnologia de ambiente criado computacionalmente com a finalidade de imergir o usuário em um cenário tridimensional paralelo à realidade, tentando reproduzi-la de maneira gráfica, sonora e física mais fiel possível, de acordo com um objetivo. Segundo Siscoutto, para isso, os sentidos, principalmente a visão, são estimulados, assim como a leitura dos movimentos corporais (KIRNER; SISCOOTTO, 2017, p. 07).

A diferença para tecnologias já existentes e difundidas como, por exemplo, os cinemas 4D e 7D⁴, é a dispensa de um grande espaço físico com uma ou mais telas para seu uso. A recomendação para o perfeito uso do *headset* HTC Vive, como apresentado na seção 2.2.2, é de somente 1,5 metro de largura por 2 metros de altura, o que é acessível para a maioria dos usuários que não dispõem de grandes espaços.

A história da tecnologia de realidade virtual teve início em 1838, com a invenção dos equipamentos estereoscópicos pelo físico Sir Charles Wheatstone, pesquisador das áreas de ótica, acústica, música e eletricidade⁵, como será detalhado na seção a seguir.

2.1 DISPOSITIVOS PRECURSORES

Será apresentado, nesta seção, como a técnica da estereoscopia evoluiu para os primeiros dispositivos de realidade virtual e a aceitação do público sobre esse tipo de tecnologia.

⁴ JORNAL EXTRA. **Cine 7D vira atração em shopping da Zona Norte**. Disponível em: <<https://extra.globo.com/tv-e-lazer/cine-7d-vira-atracao-em-shopping-da-zona-norte-5252953.html>>. Acesso: 16 maio 2019.

⁵ QUAGLINO, Maria Ana. **CHARLES WHEATSTONE**. Disponível em: <<http://www.dee.ufrj.br/Museu/wheatstone.html>>. Acesso em: 06 abril 2018.

2.1.1 Estereoscópicos

A estereoscopia é uma técnica que se utiliza da sobreposição de duas imagens bidimensionais ligeiramente distintas à fim de gerar uma ilusão de tridimensionalidade. Graças ao posicionamento frontal dos olhos humanos, temos a habilidade da estereoscopia⁶. Como exemplo prático do funcionamento dessa técnica, ver figura 1, podemos posicionar um objeto próximo aos olhos, como um dedo, e focar em outro que esteja distante, como uma bandeira. Como o foco está na bandeira, a imagem dos dedos será duplicada. Caso seja realizado o experimento de forma contrária, teremos a visão de duas bandeiras e a noção de profundidade sobre a posição do dedo.

Figura 1 - Exemplo prático de estereoscopia



Fonte: Associação Brasileira dos Deficientes com Visão Monocular (A.B.D.V.M)

Dispondo dessa técnica, foi inventado o estereoscópio, aparelho criado pelo cientista britânico Charles Wheatstone em 1838. Este consistia em um óculos que, quando alimentado com um par de fotografias tiradas com lentes objetivas gêmeas com centros óticos separados por 6,3cm, criavam um efeito de tridimensionalidade.

Contudo, somente em 1968 foi construído o primeiro *head-mounted display* funcional, caracterizado por ser um dispositivo fixado à cabeça, semelhante a um óculos⁷.

⁶ A.B.D.V.M. Disponível em: <http://www.visaomonocular.org/Banco_de_Arquivos/Artigos/Estereoscopia_ABDPVM.pdf>. Acesso em: 06 abril de 2018.

⁷ SIMPUBLICA. **The Sword of Damocles and the birth of virtual reality**. Disponível em: <simpublica.com/2014/03/19/the-sword-of-damocles-and-the-birth-of-virtual-reality>. Acesso em: 17 abril 2018.

2.1.2 Espada de Dâmocles de Ivan Sutherland

Ivan Sutherland foi um estudioso da área de computação gráfica, e é conhecido como o criador da primeira *Graphical User Interface* (GUI), ou Interface Gráfica de Usuário⁷.

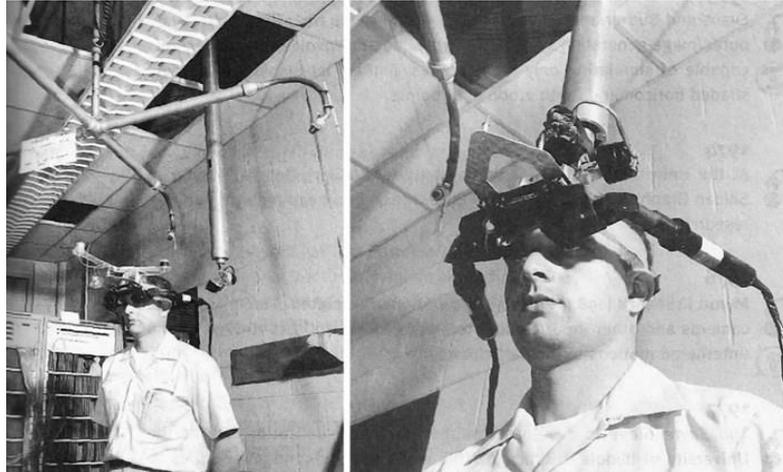
Em 1965, ele escreveu o ensaio teórico *The Ultimate Display*, onde descrevia um computador capaz de recriar a realidade, o que já seria uma ideia do que hoje é a realidade virtual. Segundo ele,

[...] The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked⁸ (SUTHERLAND, Ivan, *The Ultimate Display*, 1965)

Em 1998, Sutherland desenvolveu o primeiro protótipo do dispositivo, chamado de *The Sword of Damocles*, ou Espada de Dâmocles, como pode ser visto na figura 2. O aparelho era capaz de ler o movimento dos olhos e a posição da cabeça de seu usuário e foi usado principalmente pela Força Aérea Americana⁷. Ainda primitivo, era extremamente pesado, necessitando sua suspensão no teto através de uma haste ajustável a altura, dando origem ao seu nome que provém de uma anedota grega, onde uma espada foi fixada acima do trono do rei.

⁸ [...] O *Ultimate Display* iria, obviamente, ser uma sala onde o computador seria capaz de controlar a existência da matéria. Uma cadeira em tal sala seria boa suficiente para se sentar. Algemas exibidas em tal sala seriam confinantes, e um tiro exibido em tal sala seria fatal. Com programação apropriada, tal *display* poderia ser literalmente o País das Maravilhas em que Alice andou. (SUTHERLAND, Ivan, *The Ultimate Display*, 1965)

Figura 2 – Espada de Dâmocles de Ivan Sutherland



Fonte: Artigo de Nilton Kleina⁹

2.1.3 Dispositivos comerciais pioneiros

Saindo da fase experimental e militar, foram projetados e lançados alguns aparelhos voltados ao mercado consumidor, com a premissa de revolucionarem a maneira como conhecemos os *games*, porém nem todos obtiveram sucesso.

Em 1993, a empresa Sega¹⁰, desenvolvedora de jogos e consoles, anunciou um *headset* de realidade virtual para seu produto, então console da época, Mega Drive. Entretanto, o projeto nunca foi concluído.

Em 1995, a Nintendo¹¹ apresentou o Virtual Boy, figura 3, um console portátil que pode ser considerado um dos precursores dos dispositivos de VR voltados para jogos¹². Com visão 3D e cores em vermelho e preto, devido ao alto preço de visores coloridos na época, o console foi um fracasso de vendas devido ao seu restrito catálogo de jogos e dores de cabeça que eram causadas após seu uso prolongado¹³.

⁹ KLEINA, Nilton. **Mais velha do que você pensa: a história da Realidade Virtual**. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/mercado/123579-a-historia-da-realidade-virtual.htm>>. Acesso em: 17 abril 2018.

¹⁰ SEGA. Disponível em: <<https://www.sega.com>>. Acesso em: 17 abril 2018.

¹¹ NINTENDO. Disponível em: <www.nintendo.com>. Acesso em: 17 abril 2018.

¹² FLANAGAN, Graham. **The incredible story of the 'Virtual Boy' — Nintendo's VR headset from 1995 that failed spectacularly**. Disponível em: <www.businessinsider.com/nintendo-virtual-boy-reality-3d-video-games-super-mario-2018-3>. Acesso em: 17 abril 2018.

¹³ IWATA, Satoru. **Shigeru Miyamoto fala sobre a Virtual Boy**. Disponível em: <www.nintendo.pt/Iwata-Pergunta/Iwata-Pergunta-Nintendo-3DS/Parte-1-E-assim-se-fez-a-Nintendo-3DS/2-Shigeru-Miyamoto-fala-sobre-a-Virtual-Boy/2-Shigeru-Miyamoto-fala-sobre-a-Virtual-Boy-229419.html>. Acesso em: 17 abril 2018.

Figura 3 – Virtual Boy



Fonte: *website* da Nintendo¹¹

2.2 PRINCIPAIS DISPOSITIVOS MODERNOS

Apesar das diversas tentativas e esforços no passado, a tecnologia necessária para a criação de um dispositivo de realidade virtual 100% funcional demorou a ser desenvolvida.

Somente em 2012, com a ajuda do *website* Kickstarter¹⁴, uma plataforma de financiamento coletivo, que a realidade virtual retomou a atenção do grande público, com a campanha de lançamento do headset Oculus Rift¹⁵. Desde então, vários equipamentos vêm sendo desenvolvidos e aperfeiçoados a cada ano para concorrer neste mercado em expansão.

2.2.1 Oculus Rift

Palmer Luckey era um jovem aficionado por realidade virtual que, com apenas 16 anos, trabalhava na garagem de sua casa em um novo dispositivo que fosse capaz de superar a todos os outros. Cursava Jornalismo na California State, Long Beach e atualmente trabalha no laboratório de realidade aumentada da University of Southern California¹⁶.

¹⁴ KICKSTARTER. Disponível em: <<https://www.kickstarter.com>>. Acesso em: 17 abril 2018.

¹⁵ OCULUS. Disponível em: <www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>. Acesso em: 21 junho 2018.

¹⁶ KUMPARAK, Greg. **A Brief History of Oculus**. Disponível em: <techcrunch.com/2014/03/26/a-brief-history-of-oculus>. Acesso em: 21 junho 2018.

Após conhecer John Carmarck, criador dos jogos Doom e Quake, em um fórum na internet e ter o protótipo de seus óculos apresentados na E3, Luckey abandonou sua faculdade de jornalismo e fundou, em junho de 2012, a empresa OculusVR¹⁶.

Já em 1º de agosto de 2012, estava sendo lançada a campanha no Kickstarter, para arrecadar fundos ao projeto de desenvolvimento do primeiro Oculus Rift. A meta inicial era de \$250.000. Dentro de somente 24 horas, o projeto já havia arrecadado \$670.000 e em três dias, \$1.000.000¹⁶.

Sendo assim, foi criada a primeira versão do Oculus Rift, o *Oculus Rift Developer Kit 1*, ou também chamado de *Oculus Rift DK1*, ver figura 4. Apesar do design rústico e baixa resolução, apenas 640x800 *pixels*, o headset era o mais avançado que existia em 2012¹⁶.

Este carecia de funções chave para uma total imersão, como por exemplo, o rastreamento de posição do usuário, pois o sensor somente era capaz de detectar a direção para onde o se estava olhando. Outros obstáculos eram as sensações de tontura e enjoo causadas em certas pessoas, chamado de *motion sickness*, ou em português, cinetose, explicado com mais detalhes na seção 4.1.

Em 29 de março de 2013 as primeiras unidades do Oculus Rift DK1 foram enviadas e, apesar dos problemas, 65.000 de unidades foram vendidas, fazendo com que em 21 de fevereiro de 2014, acabassem os estoques¹⁶.

Figura 4 – Oculus Rift DK1



Fonte: Artigo de Greg Kumparak¹⁶

Em 19 de março de 2014 foi aberta a pré-venda do que seria o Oculus Rift DK2. O display da versão anterior foi substituído de LCD para OLED com resolução de 960x1080 *pixels*, o que dobrou a quantidade de pixels totais em 100%. O *motion sickness* foi atenuado com a diminuição do tempo de resposta entre o movimento da

cabeça e seu resultado no visor, que passou de 60ms para 30ms. O dispositivo também ganhou outra peça fundamental, uma câmera externa que seria responsável por captar os movimentos feitos pelo usuário¹⁶ como ilustra a figura 5.

Figura 5 – Oculus Rift DK2



Fonte: Artigo de Greg Kumparak¹⁶

Em 25 de março de 2014, a Oculus VR foi comprada pelo Facebook por 2 bilhões de dólares americanos¹⁷, entretanto, a empresa é uma divisão a parte com total autonomia¹⁸.

Finalmente, em 2016, foi lançada a versão final para o mercado consumidor¹⁹. Esta portava 2 telas OLED com resolução total de 2160x1200 *pixels*, fones de ouvido e entrada HDM. Na caixa, o headset era acompanhado por uma câmera, um joystick de Xbox One e o proprietário Oculus Remote, como pode ser visto na figura 6. Foi posto em pré-venda com entregas iniciando em março do mesmo ano, por \$599¹⁹.

¹⁷ STUART, Dredge. **Facebook closes its \$2bn Oculus Rift acquisition. What next?**. Disponível em: <www.theguardian.com/technology/2014/jul/22/facebook-oculus-rift-acquisition-virtual-reality>. Acesso em: 19 julho 2018.

¹⁸ OCULUS. **Oculus Joins Facebook**. Disponível em: <www.oculus.com/blog/oculus-joins-facebook>. Acesso em: 19 julho 2018.

¹⁹ FREIRE, Raquel. **Oculus Rift: conheça todas as versões dos óculos de realidade virtual**. Disponível em: <www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/02/oculus-rift-conheca-todas-versoes-do-oculos-de-realidade-virtual.html>. Acesso em: 19 julho 2018.

Figura 6 – Oculus Rift Consumer Edition



Fonte: Artigo de Raquel Freire¹⁹

2.2.2 HTC Vive

Em março de 2015, durante o Mobile World Congress²⁰, o maior congresso de tecnologias móveis do mundo, a fabricante de celulares HTC em parceria com a desenvolvedora de jogos Valve²¹, anunciaram seu primeiro *headset* de realidade virtual, denominado HTC Vive²². Em 29 de fevereiro de 2016, se iniciou a pré-venda dos primeiros aparelhos ao preço de \$799, com espera até abril do mesmo ano²².

O dispositivo era o mais moderno da época, possuindo resolução de 1080x1200 pixels por olho, campo de visão de 110 graus, 90hz de taxa de atualização e microfone embutido, sendo capaz de capturar os movimentos do usuário, como andar e agachar, pois esse era acompanhado de 2 sensores²², como se pode notar na figura 7.

Figura 7 – HTC Vive



Fonte: *website* do Vive²³

²⁰ MOBILE WORLD CONGRESS. Disponível em: <<https://www.mwcbarcelona.com>>. Acesso em: 19 julho 2018.

²¹ VALVE. Disponível em: <<https://www.valvesoftware.com>>. Acesso em: 19 julho 2018.

²² KELION, Leo. **HTC reveals virtual reality headset with Valve at MWC**. Disponível em: <<https://www.bbc.co.uk/news/technology-31664948>>. Acesso em: 02 agosto 2018.

²³ VIVE. Disponível em: <<https://www.vive.com/us>>. Acesso em: 19 julho 2018.

Em 5 de abril de 2018 foi lançada ao mercado uma versão aperfeiçoada do HTC Vive, chamada de HTC Vive Pro²⁴. Custando \$799 (somente o *headset*), a resolução aumentou para 1440x1600 pixels por olho e incluía fones de ouvido embutidos²⁴, como mostra a figura 8.

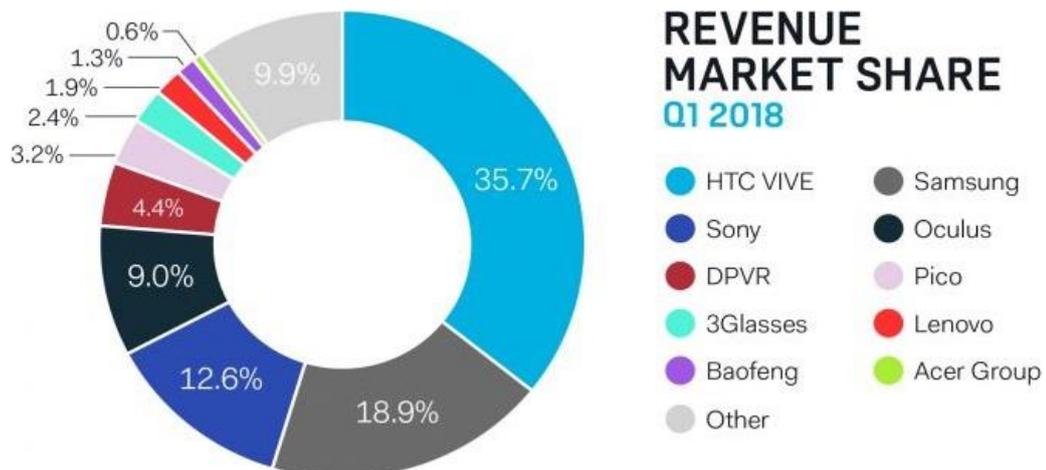
Figura 8 – HTC Vive Pro



Fonte: website do Vive²³

O dispositivo da americana HTC se tornou o líder de vendas²⁵, como ilustrado pela figura 9, sobre as fatias de mercado de cada *headset*, seguido por Samsung Gear VR, Sony PlayStation VR, que são descritos nas seções 2.2.3 e 2.2.4, e Oculus Rift.

Figura 9 – Participação de mercado dos dispositivos de realidade virtual



Fonte: IDC Quarterly Augmented and Virtual Reality Headset Tracker, publicado em 2018.

²⁴ PINO, Nick. **HTC Vive Pro Review**. Disponível em: <www.techradar.com/reviews/htc-vive-pro>. Acesso em: 15 agosto 2018.

²⁵ CANCELIER, Mariela. **HTC é líder com headset VIVE e continua investimentos no mercado VR**. Disponível em: <www.adrenaline.uol.com.br/2018/07/27/55904/htc-e-lider-com-headset-vive-e-continua-investimentos-no-mercado-vr>. Acesso em: 16 agosto 2018.

2.2.3 Samsung Gear VR

Sendo um dos primeiros dispositivos de realidade virtual voltado para o mercado móvel, o Samsung Gear VR obteve sucesso por sua simplicidade e baixo custo²⁶. Desenvolvido pela Samsung em parceria com a Oculus e anunciado em setembro de 2014, se aproveitava da capacidade de processamento do próprio celular do usuário para a criação do ambiente virtual e não possuía joysticks, sendo totalmente controlado por um *touchpad* na lateral do aparelho²⁶, como na figura 10.

A princípio, somente os celulares Galaxy Note 4 e Galaxy S6 eram compatíveis com o *headset*²⁶, fato este que foi se modificando ao longo dos anos com o lançamento de novas versões do dispositivo de VR com pequenas mudanças cosméticas e inclusão dos modelos mais recentes da Samsung, como Galaxy S8 e S9 e Galaxy Note 8 e 9²⁷.

Figura 10 – Primeira versão do Samsung Gear VR, do ano de 2016



Fonte: *website* da Samsung²⁸

2.2.4 Sony PlayStation VR

Em 13 de outubro de 2016, foi lançado ao mercado consumidor o PlayStation VR.²⁵ Possuía a proposta de ser a opção mais barata entre seus principais concorrentes (Oculus Rift e HTC Vive), ao custo de \$400, porém necessitava de um

²⁶ PORTAL G1. **Samsung anuncia óculos de realidade virtual Gear VR e Galaxy Note 4.** Disponível em: <www.g1.globo.com/tecnologia/noticia/2014/09/samsung-anuncia-oculos-de-realidade-virtual-gear-vr.html>. Acesso em: 16 agosto 2018.

²⁷ SAMSUNG. **Compatibilidade dos smartphones Galaxy com Gear VRs:**. Disponível em: <www.samsung.com/br/support/mobile-devices/compatibility-of-galaxy-smartphones-with-gear-vrs>. Acesso em: 15 agosto 2018.

²⁸ SAMSUNG. Disponível em: <www.samsung.com>. Acesso em: 15 agosto 2018.

sistema PlayStation e uma PlayStation Camera, sensor de movimentos, para sua utilização, o que deixava seu custo final em torno de \$860 (PORTAL G1, 2016).

O primeiro modelo lançado, de código CUH-ZVR1, detinha *display* de 5,7 polegadas, resolução de 1920x1080 pixels, taxa de atualização de 120hz ou 90hz dependendo da aplicação, microfone e entrada HDMI²⁹, como pode ser visto na figura 11.

Figura 11 – Sony PlayStation VR CUH-ZRVR1 e PlayStation Camera



Fonte: *Website* do PlayStation VR³⁰

3 APLICAÇÕES ATUAIS

Alguns dispositivos apresentados no capítulo anterior já possuem aplicações, como por exemplo, no apoio ao ensino de idiomas. Segundo o curso de idiomas Ibeu, o Cardboard 2.0, aparelho desenvolvido pela Google, é usado em sala de aula para simular ambientes e situações reais, como as ruas de Nova Iorque ou um salto de paraquedas, tornando o ensino mais dinâmico³¹.

Além da educação, a medicina também se beneficia desta tecnologia. Segundo Isabel Seta, graças a iniciativa da *startup* MedRoom, alunos do curso de medicina da Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein podem estudar anatomia de

²⁹ PORTAL G1. **PlayStation VR traz realidade virtual mais acessível; leia críticas de fora.**

Disponível em: <www.g1.globo.com/tecnologia/games/noticia/2016/10/playstation-vr-traz-realidade-virtual-mais-acessivel-leia-criticas-de-fora.html>. Acesso em: 16 agosto 2018.

³⁰ PLAYSTATION VR. Disponível em: <www.playstation.com/pt-br/explore/playstation-vr>. Acesso em: 1 setembro 2018>.

³¹ IBEU. **Óculos de realidade virtual trazem inovação às aulas de inglês.** Disponível em: <www.oglobo.globo.com/rio/oculos-de-realidade-virtual-trazem-inovacao-as-aulas-de-ingles-20849139>. Acesso em: 10 setembro 2018.

maneira realista³². Utilizando o modelo 3D de uma mulher, é possível navegar pelos sistemas do corpo humano, retirar órgãos e analisá-los internamente. Ainda há um sistema de teste para os estudantes verificarem o aprendizado.

Pessoas que sofrem de fobias podem ter uma esperança de tratamento utilizando os ambientes que os *headsets* geram. De acordo com Paula Stange, em artigo publicado no jornal Gazeta Online³³, pesquisadores do curso de Psicologia da Universidade Federal do Espírito Santo realizarão um estudo, com voluntários, para comparação entre a terapia de exposição direta e gradual às situações temidas e o uso dos óculos de realidade virtual. A expectativa é de que, futuramente, essa pesquisa abranja também viciados em drogas, os expondo a simulações de ambientes que causem gatilhos, a fim de torná-los menos suscetíveis a recaídas.

Segundo Mariana Quevedo em seu livro Turismo na Era do Conhecimento, o turismo virtual é uma das consequências do avanço da realidade virtual. A experiência sintética e mental substituirá a corporal, sem que se tenha de abrir mão do conforto e segurança dos lares. Essa mudança, apesar de somente idealizada pela autora para o futuro, já vem se tornando possível.

Em 2019, a Universidade de Bristol³⁴, localizada no Reino Unido, em seu laboratório de testes da rede 5G (próxima geração de redes de internet móvel, ainda em fase experimental), lançou um projeto utilizando aparelhos de realidade virtual e aumentada com a finalidade de usuários realizarem passeios pelo tempo e lugares turísticos. É possível visitar, por exemplo, as termas romanas assim como eram no passado³⁵.

Outro exemplo, com uso do HTC VIVE ou Oculus Rift, é o recurso adicional ao Google Earth³⁶, serviço que disponibiliza vistas panorâmicas de locais pelo mundo, onde o usuário com um dos referidos *headsets* é capaz de viajar pelas ruas e pontos

³² SETA, Isabel. **Com realidade virtual, estudantes de medicina “entram” nos corpos**. Disponível em: <www.exame.abril.com.br/pme/com-realidade-virtual-estudantes-de-medicina-entram-nos-corpos>. Acesso em: 15 março 2019.

³³ STANGE, Paula. **Realidade virtual vira arma contra as fobias**. Disponível em: <https://www.gazetaonline.com.br/bem_estar_e_saude/2018/11/realidade-virtual-vira-arma-contra-as-fobias-1014154664.html>. Acesso em: 15 março 2019.

³⁴ UNIVERSITY OF BRISTOL. Disponível em: <<http://www.bristol.ac.uk>>. Acesso em: 24 maio 2019

³⁵ UNIVERSITY OF BRISTOL. Ground-breaking 5G-enabled tourism experience to be showcased. Disponível em: <<https://www.bristol.ac.uk/news/2019/may/5g-tourism-catalyst.html>>. Acesso em: 24 maio 2019.

³⁶ GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth>>. Acesso em: 24 maio 2019

turísticos de dezenas de cidades, incluindo Rio de Janeiro, Florença, Madri e Manhattan.

4 IMPEDIMENTOS ENFRENTADOS

Por estar em desenvolvimento, a realidade virtual possui barreiras que devem ser transpostas para sua disseminação no mercado. Os impedimentos vão desde o investimento inicial necessário até incômodos causados em seus usuários.

4.1 USUÁRIOS SENSÍVEIS A MOVIMENTO (CINETOSE)

A cinetose, do inglês *motion sickness* ou também enjojo de movimento (DORIGUETO, 2012), é uma enfermidade desencadeada quando o indivíduo se encontra fisicamente parado, porém seu sistema visual detecta movimentos, como por exemplo, em viagens de carro, trem, navio, avião, elevadores ou também em ambientes de realidade virtual.

Pode provocar tonturas desde tonturas e náusea até palidez e aumento da frequência cardíaca. Estima-se que atinge de 8 a 24% da população, com predominância entre crianças entre 2 e 12 anos, mulheres e pessoas que sofram de enxaqueca (DORIGUETO, 2012).

Uma das principais causas da cinetose quando em uso da realidade virtual é o atraso, também chamado de latência, que existe entre o movimento do usuário e a imagem correspondente gerada nos óculos, que, apesar de baixa, é suficiente para que o cérebro se engane e dispare as sensações supracitadas³⁷. Muitos esforços já foram e estão sendo feitos para a redução da latência. A primeira versão do headset Oculus Rift, DK1, possuía atraso de 50 a 60ms, enquanto sua versão DK2 alcançou o patamar de 30ms³⁷.

Entretanto, as principais fabricantes de *headsets* de realidade virtual já pesquisam soluções para a cinetose durante o uso de seus dispositivos. A Oculus, por exemplo, anunciou na SIGGRAPH³⁸ de 2017, conferência anual de computação gráfica sediada em Los Angeles, o *Focal Surface Display*. Seu princípio de funcionamento consiste em simular como os olhos focam naturalmente em objetos a

³⁷ OCULUS. Oculus Research to Present Focal Surface Display Discovery at SIGGRAPH. Disponível em: <www.oculus.com/blog/oculus-research-to-present-focal-surface-display-discovery-at-siggraph>. Acesso em: 07 setembro 2018.

³⁸ SIGGRAPH. Disponível em: <<https://www.siggraph.org>>. Acesso em: 7 setembro 2017.

diferentes profundidades, evitando que iluminações desnecessárias entrem simultaneamente nos olhos do espectador³⁷.

Além dos esforços por parte dos desenvolvedores de *hardware*, os desenvolvedores de *software* também devem se adaptar para trazerem aplicativos e jogos que levem em conta a diferença de percepção ao usar a tecnologia de realidade virtual³⁷, fazendo pesquisas com os usuários para redefinirem os conceitos que usam em seus projetos, obtendo assim, mais conforto durante a utilização com a diminuição dos sintomas da cinetose.

4.2 DESINTERESSE DO PÚBLICO

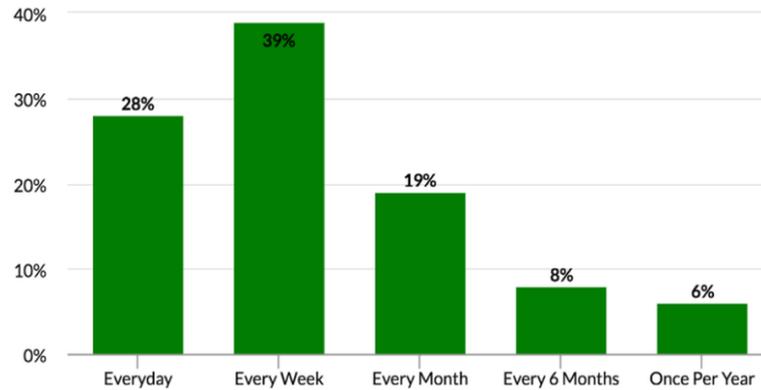
Segundo artigo de John Koetsier para a revista Forbes, 77% dos participantes usuários de realidade virtual afirmam que gostariam que suas experiências fossem mais sociais, com maior interação entre os usuários da tecnologia. A explicação encontrada foi de que a adição de tal componente proporcionaria uma experiência menos centrada em um óculos individual, expandindo o universo que estes proporcionam através da conexão entre pessoas, o que tornaria a experiência mais fidedigna.

Um ponto também importante apontado pela pesquisa foi o desinteresse por parte dos proprietários dos dispositivos de utilizá-los com maior frequência, com apenas 28% fazendo uso diário e 39% semanal, 19% a cada mês, 8% a cada seis meses e 6% uma vez por ano, como ilustrado no gráfico da figura 12. Isso pode ser consequência da dificuldade de sua montagem para o uso, dependendo do posicionamento de sensores e fios.

Figura 12 – Frequência de uso dos dispositivos de VR por parte dos proprietários

Summary of Device Use by Frequency

Respondents who own a VR headset



Fonte: Artigo de John Koetsier³⁹

5 PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO EM REALIDADE VIRTUAL

Após introdução aos conceitos teóricos da realidade virtual e com base no potencial turístico e cultural que esta possui, como demonstrado nos capítulos anteriores, este tem como objetivo demonstrar um protótipo de aplicação dessa tecnologia, que consiste em uma reprodução simplificada do laboratório 3 do campus CCET (Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas) da UNIRIO (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro), onde são lecionadas algumas disciplinas do bacharelado em Sistemas de Informação.

5.1 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

O motor de desenvolvimento escolhido foi o Unreal Engine ⁴⁰ versão 20.3 para a construção do ambiente e alocação dos modelos 3D. Esse motor possui um exemplo inicial de realidade virtual que já contém as mecânicas de movimentação e teletransporte, ou seja, o usuário é capaz de se movimentar dentro do cenário andando ou apontando o *joystick* em alguma direção, sendo movido para as coordenadas desejadas, função útil para locais que não dispõem de muito espaço físico, como mostra a figura 13.

³⁹ KOETSIER, John. **VR Needs More Social: 77% of Virtual Reality Users Want More Social Engagement.** Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2018/04/30/virtual-reality-77-of-vr-users-want-more-social-engagement-67-use-weekly-28-use-daily/#11aa5d4318fc>>. Acesso em: 08 setembro 2018.

⁴⁰ UNREAL ENGINE. Disponível em: <<https://www.unrealengine.com>>. Acesso em: 8 setembro 2018.

Figura 13 – Novo projeto utilizando o modelo de VR do Unreal Engine 4



Fonte: Própria

Foi utilizada uma câmera profissional Nikon D3300 para a captação de textura dos objetos, paredes, chão e objetos gerais. A figura 14 traz um compilado de algumas fotos tiradas durante a fase de desenvolvimento.

Figura 14 – Compilação de algumas fotos tiradas durante o desenvolvimento



Fonte: Própria

Os *downloads* de modelos 3D de objetos com licenças gratuitas e pagas foram retirados dos *sites* Turbosquid⁴¹, Free3D⁴², cgtrader⁴³ e Archive3D⁴⁴. A reconstrução

⁴¹ TURBOSQUID. Disponível em: <www.turbosquid.com>. Acesso em: 08 setembro 2018.

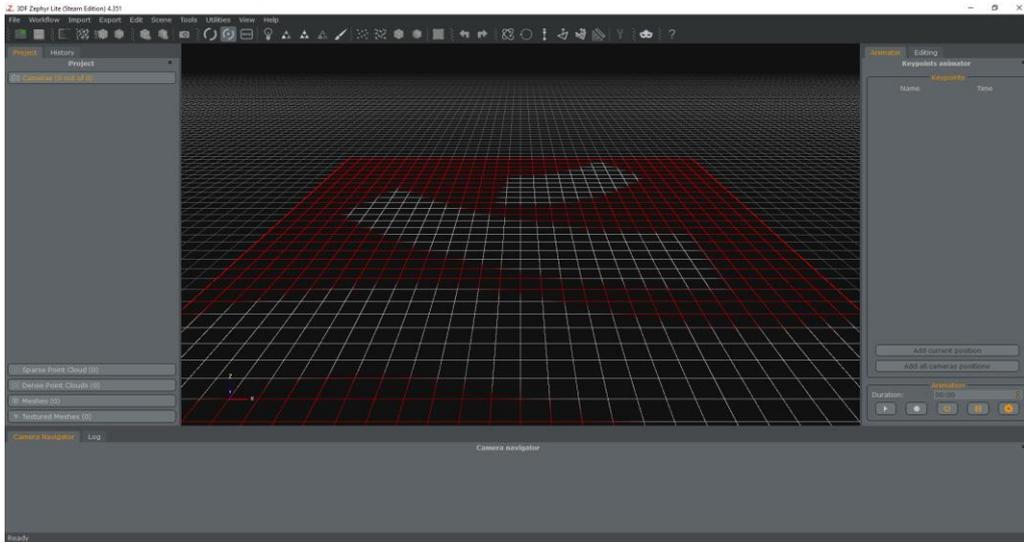
⁴² FREE3D. Disponível em: <www.free3d.com>. Acesso em: 08 setembro 2018.

⁴³ CGTRADER. Disponível em: <www.cgtrader.com>. Acesso em: 08 setembro 2018.

⁴⁴ ARCHIVE 3D. Disponível em: <www.archive3d.net>. Acesso em: 08 setembro 2018.

da porta de entrada do laboratório foi feita no software 3DF Zephyr Lite⁴⁵ (Steam Edition), como pode ser visto o passo-a-passo na sequência de figuras de 15 a 21, utilizando a técnica de fotogrametria, que consiste na criação de um objeto 3D a partir da junção de várias imagens 2D feitas por uma câmera, *smartphone* ou drone. Como teste, foram retiradas algumas fotos da porta com a câmera Nikon⁴⁶ D3300.

Figura 15. Tela inicial do software 3DF Zephyr Lite (Steam Edition) versão 4.351



Fonte: Própria

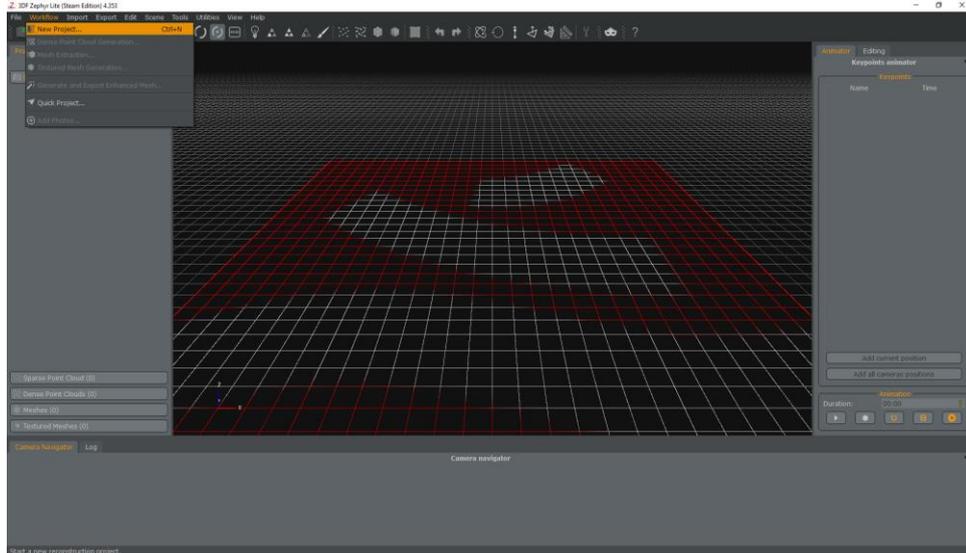
Para se iniciar um projeto utilizando a técnica de fotogrametria, primeiramente é indicado adquirir um dos *softwares* disponíveis no mercado, pois há limitações em versões gratuitas. A escolha para este projeto foi o 3DF Zephyr Lite (Steam Edition) por possuir uma interface simples e apresentar bons resultados de reconstrução do modelo 3D. O preço de sua versão Lite, que permite a importação de até 500 imagens, é de U\$199,99.

A partir da tela inicial do 3DF Zephyr, é possível criar um novo projeto clicando sobre as opções “*Workflow*” -> “*New Project*”... no menu superior, como visto na figura 16.

Figura 16. Criação de novo projeto no 3DF Zephyr Lite

⁴⁵ 3DF ZEPHYR. Disponível em: <www.3dflow.net/3df-zephyr-pro-3d-models-from-photos>. Acesso em: 08 setembro 2018.

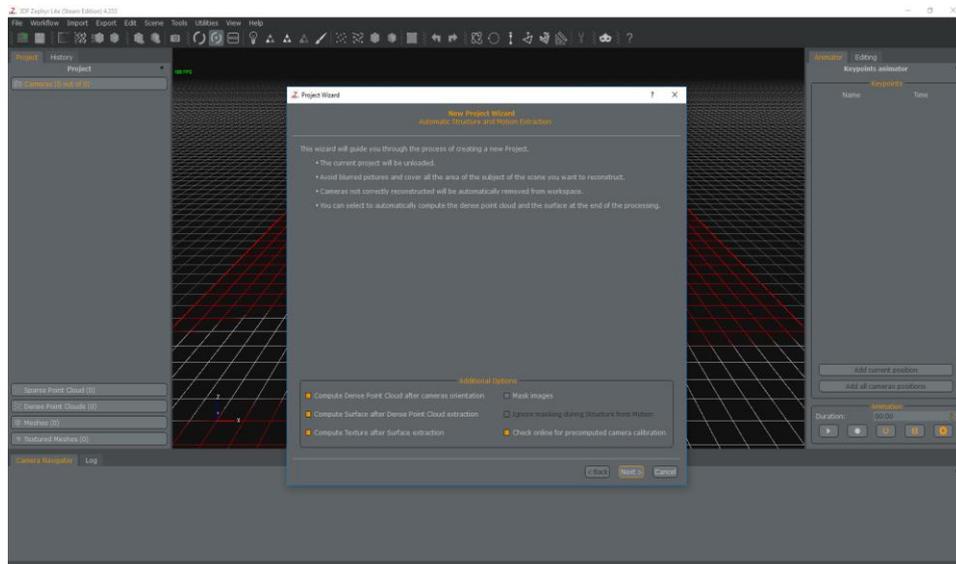
⁴⁶ NIKON. Disponível em: <<https://www.nikon.com>>. Acesso em: 08 setembro 2018.



Fonte: própria

É necessário selecionar quais etapas o usuário gostaria que fossem feitas automaticamente. Para reconstrução completa do objeto, deve-se marcar as opções “*Compute Dense Point Cloud after cameras orientation*”, “*Compute Surface after Dense Point Cloud extraction*” e “*Compute texture after Surface extration*” e clicar em “Next”.

Figura 17. Etapas de processamento das imagens no 3DF Zephyr Lite



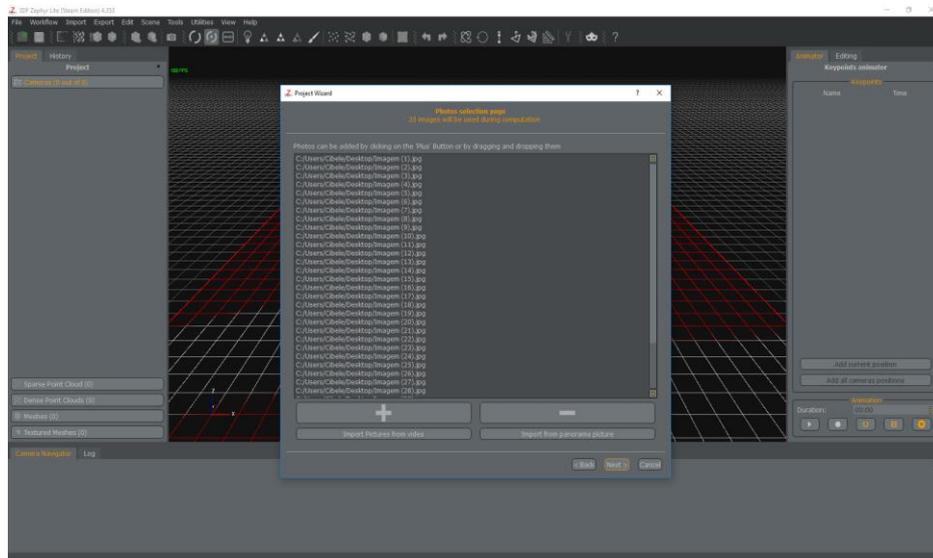
Fonte: Própria

Na tela seguinte, as fotos tiradas com a câmera ou celular podem ser importadas ao programa clicando sobre o botão “+”. Como alternativa, é possível adicionar um vídeo como entrada, que será quebrado quadro a quadro, porém esta

opção não é recomendada pois insere fotos desfocadas ao projeto, o que pode diminuir a qualidade do modelo 3D.

Ao clicar em “Next”, o programa realiza uma busca no banco de dados *online* por parâmetros de calibragem da câmera em que as fotos foram tiradas, para que o *software* tenha uma melhor noção das dimensões dos objetos no mundo real e reconstrua o modelo 3D de forma mais fiel. Para seguir o fluxo do projeto, deve-se clicar em “Next”.

Figura 18. Importação de imagens no 3DF Zephyr Lite

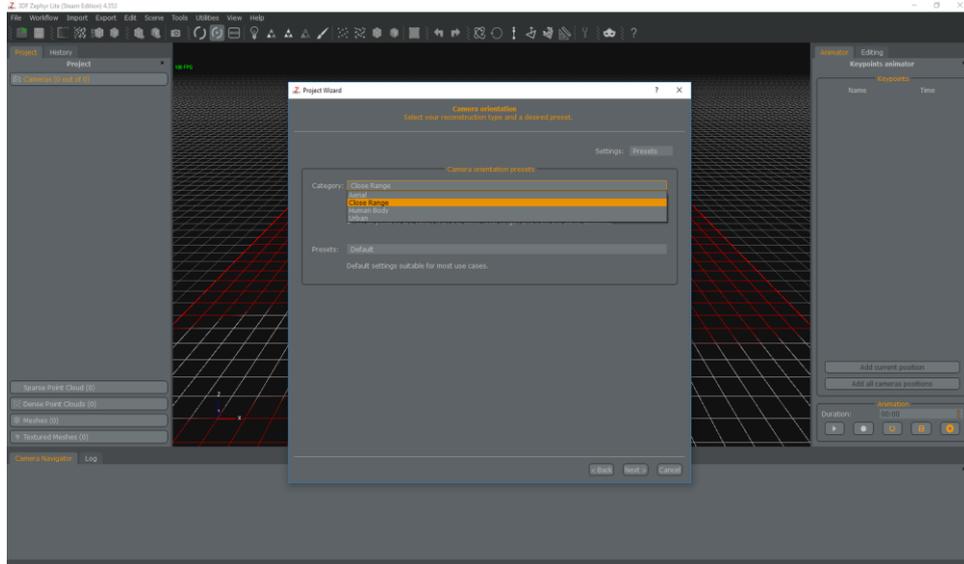


Fonte: Própria

Nos três passos subsequentes é necessário observar as condições em que o objeto foi fotografado. Caso seja uma estrutura grande, com fotos tiradas por drone, a opção “*Aerial*” é a mais indicada. Um objeto próximo, reproduzido por câmeras, marque a opção “*Close range*”. Para a modelagem 3D de uma pessoa, a mais indicada é “*Human Body*”. E, por último, uma paisagem com alguns movimentos, como carros e pessoas andando, é aconselhável “*Urban*”.

Como o objeto que será reconstruído, neste exemplo, é uma porta estática, com fotos retiradas de uma mesma distância e condições, será utilizada a categoria “*Close Range*” e *preset* em “*Default*”.

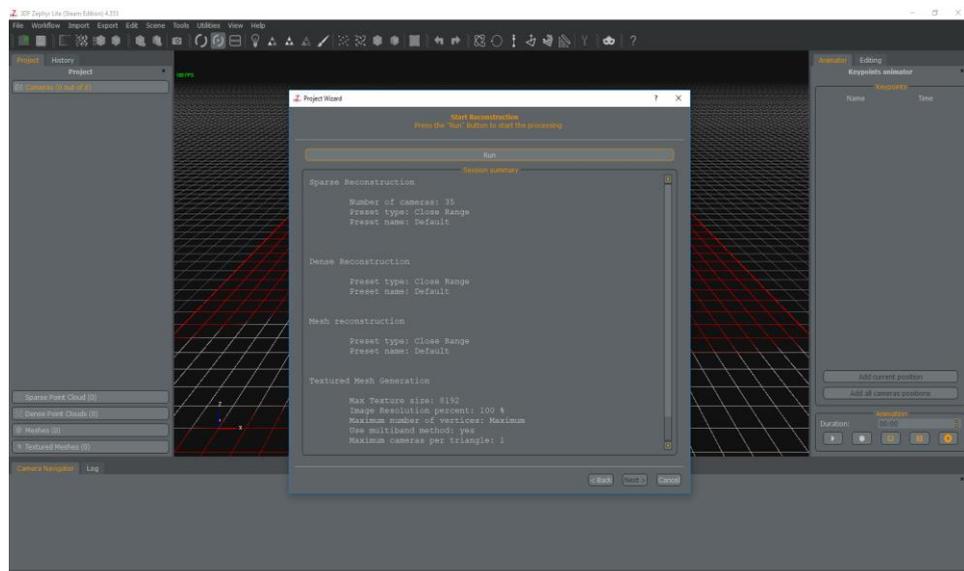
Figura 19. Escolha de *presets* das etapas de processamento do 3DF Zephyr Lite



Fonte: Própria

Esta é a última etapa da importação e configuração do fluxo de reconstrução 3D, onde é apresentado ao usuário todas as opções marcadas anteriormente para o projeto. Para iniciar o processo, clique no botão “Run”.

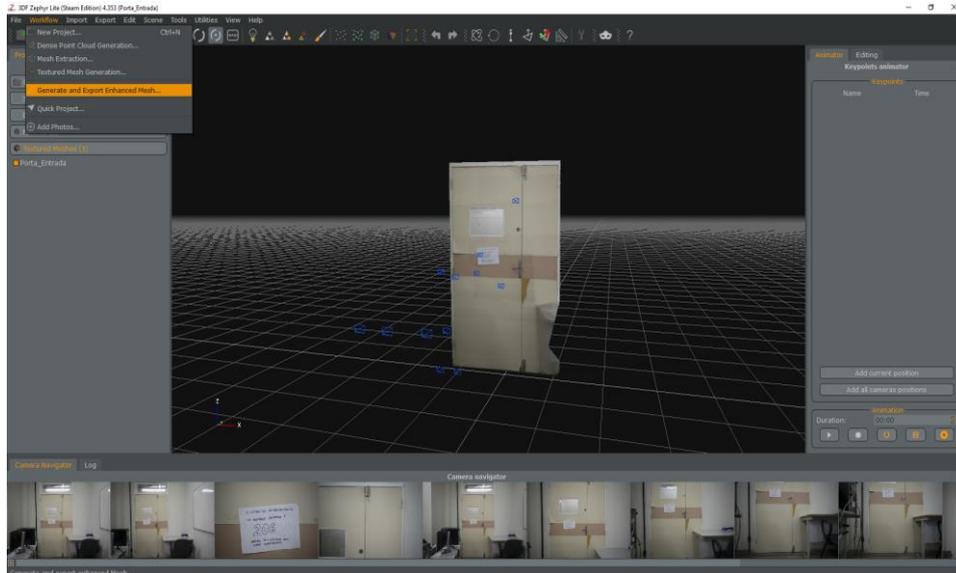
Figura 20. Início da criação do modelo 3D no 3DF Zephyr



Fonte: Própria

Após o término do processamento das fotos e criação do modelo, é possível exportá-lo seguindo “Workflow” -> “Generate and Export Enhanced Mesh...”. **Figura**

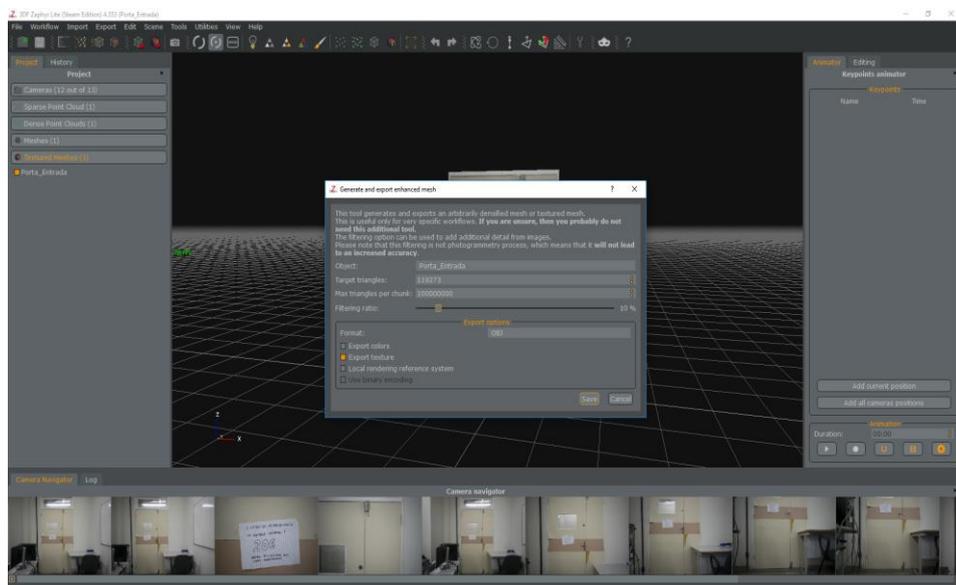
21. Exportação do modelo do 3DF Zephyr para o computador



Fonte: Própria

Na figura 22, é apresentada a escolha do formato em que o objeto será exportado, onde usando o exemplo da porta de entrada do laboratório, o formato .obj foi escolhido por sua compatibilidade com diversos programas de edição 3D e engines.

Figura 22. Opções de salvamento do modelo 3D no computador



Fonte: Própria

Com a geração do modelo feita com sucesso, este foi importado no projeto do Unreal Engine 4.

A máquina em que o protótipo foi desenvolvido consistia em um processador Intel Core i7-6700k 4.0Ghz, dois pentes de 8 GB de memória RAM DDR4-3200 Corsair

Vengeance e placa de vídeo nVIDIA GeForce GTX 1070 Founders Edition Galax. As peças trabalhavam em suas capacidades originais de fábrica, sem *overclocks* (aumento manual do desempenho além do projetado pelo fabricante).

Durante o desenvolvimento, foi utilizado um *headset* de realidade virtual HTC VIVE (versão final de consumidor), para qual o protótipo se destina. A fabricante disponibiliza em seu *website* uma tabela com os requisitos mínimos e recomendados para a experiência em realidade virtual tendo como base seu aparelho, segundo figura 23.

Figura 23 – Tabela de requisitos para uso do HTC VIVE

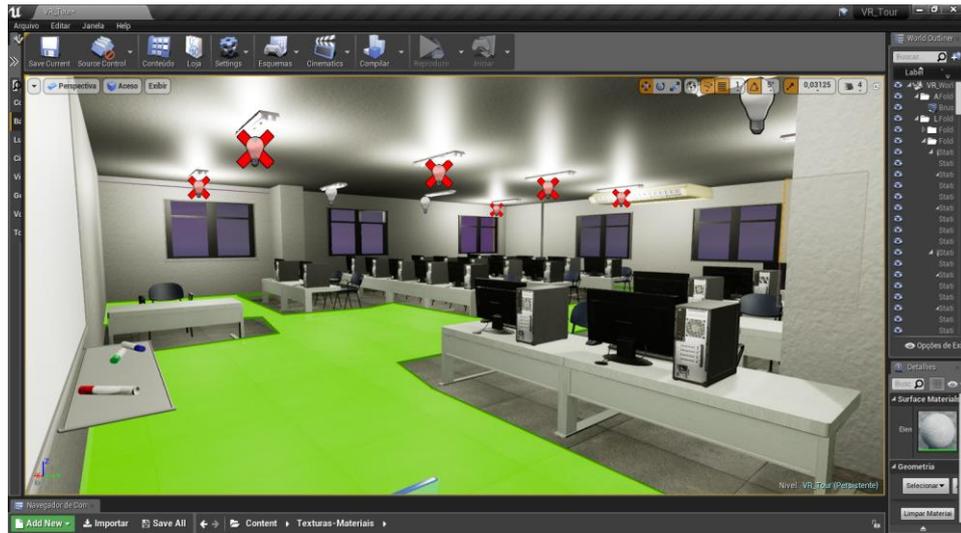
Component	Recommended system requirements	Minimum system requirements
Processor	Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 equivalent or better	Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 equivalent or better
GPU	NVIDIA GeForce GTX 1060, AMD Radeon RX 480 equivalent or better	NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 equivalent or better
Memory	4 GB RAM or more	4 GB RAM or more
Video output	HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 or newer	HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 or newer
USB port	1x USB 2.0 or newer	1x USB 2.0 or newer
Operating system	Windows 7 SP1, Windows 8.1 or later, Windows 10	Windows 7 SP1, Windows 8.1 or later, Windows 10

Fonte: *website* do Vive⁴⁷

O protótipo foi implementado em aproximadamente três meses, considerando que este foi realizado por uma pessoa. Os objetos das paredes, chão e luzes foram feitos se utilizando dos próprios componentes contidos nativamente no Unreal Engine 4, somente sendo necessário alterar suas dimensões e texturas. Para se aproximar do efeito de iluminação do mundo real, foram usadas Point Lights posicionadas acima dos objetos das luminárias.

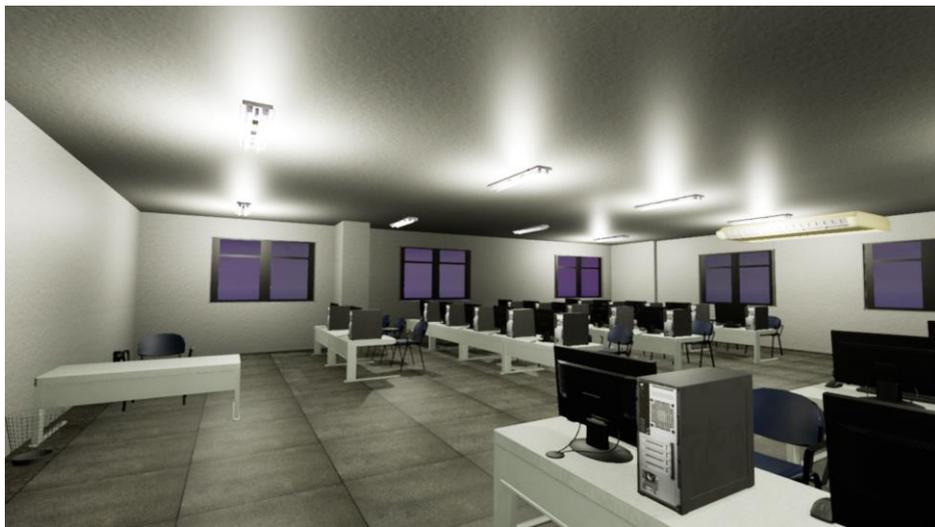
Figura 24. Vista da versão final do projeto no motor Unreal Engine 4

⁴⁷ VIVE. Disponível em: <<https://www.vive.com>>. Acesso em: 08 setembro 2018.



Fonte: Própria

Figura 25. Vista da versão final do projeto sendo executada em tempo real



Fonte: Própria

5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

As maiores dificuldades foram a falta de informações e experiência com as ferramentas utilizadas durante o projeto. Muito tempo foi investido com buscas em fóruns sobre correções de pequenos bugs causados por desconhecimento dos recursos disponíveis.

O primeiro obstáculo já se deu na criação do primeiro projeto em realidade virtual, iniciado no motor de desenvolvimento Unity 3D⁴⁸. Neste, há a necessidade de

⁴⁸ UNITY 3D. Disponível em: <www.unity.com>. Acesso em 08 setembro 2018.

download do *plugin* SteamVR, que possui os *scripts* pré-programados para uso com *headsets* de realidade virtual. Contudo, a configuração para uso de tais *scripts* é pouco intuitiva, o que obriga o desenvolvedor sem experiência a recorrer a manuais confusos, em inglês.

A barreira criada pelo problema supracitado é inexistente na plataforma Unreal Engine 4, pois este disponibiliza um projeto de exemplo simples, assim como todo o ambiente preparado, retirando o trabalho obrigatório inicial frente ao seu principal concorrente Unity 3D.

Os modelos 3D baixados de *websites* de terceiros também causaram problemas esporádicos, haja vista que algumas importações no Unreal Engine 4 não foram bem-sucedidas, seja por erros no próprio objeto ou por formatos não suportados pelo motor.

A falta de material que se aprofunde sobre a técnica de fotogrametria também foi um empecilho, especialmente para quem possui poucos conhecimentos de língua inglesa, haja vista que a maioria dos artigos são de fontes estrangeiras. O tempo investido em tentativas e erros foi fator crucial para que a fotogrametria fosse pouco empregada neste projeto.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho de conclusão de curso, foi realizado um levantamento histórico da trajetória dos principais aparelhos de realidade virtual, que apesar do breve tempo no mercado de consumidores, já era idealizada há mais de cinquenta anos. O horizonte que esta tecnologia pode atingir é inimaginável, tendo potencial para revolucionar a forma como interagimos com o mundo. Avanços podem ser alcançados em diversas áreas, muito além das citadas nos capítulos anteriores, com o futuro aperfeiçoamento e bom uso desses equipamentos.

Além deste trabalho textual, foi elaborado um protótipo do laboratório 3 do campus CCET da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro em realidade virtual, com objetivo de concretizar o potencial desta tecnologia, que já se encontra disponível para qualquer pessoa que possua equipamentos com os requisitos mínimos, através de motores que são gratuitos para pequenos desenvolvedores. Foi utilizado um *headset* HTC Vive (edição final de consumidor) e a *engine* Unreal Engine 4 como modelo didático para a explicação do processo de criação.

Também foi ilustrado, passo-a-passo, como se criar um projeto usando a técnica de fotogrametria, que analisa fotografias tiradas de objetos e cenários reais para que sejam transformados em modelos 3D. A porta de entrada do laboratório supracitado foi dada como um exemplo simples de como esse recurso pode ser aplicado.

O caso descrito e desenvolvido neste trabalho envolveu o ambiente educacional, mas não se restringe a este, uma vez que a tecnologia retratada tem forte potencial de utilização em outros campos do conhecimento como turismo e medicina. A realidade virtual mostra-se embrionária e ainda pouco empregada no dia a dia da população, mas com o investimento e pesquisa necessários, pode ser aperfeiçoada e amplamente utilizada como ferramenta facilitadora para o cotidiano no futuro.

A conclusão do presente trabalho dá-se na enorme possibilidade de utilização de VR no desenvolvimento da interação aluno-professor-universidade e sugere uma proposta de alteração ambiente-aluno. Há a quebra do paradigma de que para estar em certo lugar, precisa-se estar fisicamente presente. A Realidade virtual proporciona que não haja mais esta necessidade para a elaboração de atividades. Mostra-se, então, como uma revolução na forma de perceber e sentir o mundo, gerando novas possibilidades a partir, exclusivamente, da tecnologia.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Com a apresentação do protótipo elaborado para este trabalho, fica evidente o potencial que um maior aperfeiçoamento teria de impactar positivamente os interessados em ingressar em cursos da UNIRIO, entretanto, o volume de trabalho necessário para o desenvolvimento de uma aplicação dessa natureza é enorme.

Recomenda-se o refinamento e expansão do escopo do protótipo para além de somente o laboratório 3 do CCET, a fim de trazer benefícios à comunidade acadêmica, como por exemplo, de que pessoas interessadas em conhecer as instalações da universidade tenham melhor ideia do que o curso oferece, auxiliando assim, potenciais futuros estudantes a decidirem sobre seu ingresso.

Tendo como base a grade do curso de Sistemas de Informação, diversas disciplinas se beneficiariam com a criação de aplicações em VR. Por exemplo, durante as aulas de Organização de Computadores, os alunos poderiam visualizar todos os

componentes de uma máquina em seu interior, através de um *tour* virtual onde se explicaria a função de cada um destes.

Técnicas de Programação I e II, assim como Estruturas de Dados, usariam cenários do cotidiano para explicar o funcionamento de, por exemplo, filas e pilhas, assim como outras estruturas e objetos básicos. Por exemplo, o aluno poderia ser requisitado a fazer uma escolha entre duas ou mais opções, as quais retornariam resultados diferentes dependendo da selecionada pelo usuário, o que simularia o funcionamento de um comando *if*. Para o caso de outros, como *while* e *for*, o estudante deveria continuar executando alguma tarefa específica até que haja liberação por parte da aplicação para que este pare.

Para Redes I e II, poderia ser desenvolvido um aplicativo onde se pudesse acompanhar todo o trajeto de pacotes, desde o envio até a resposta ao remetente, mostrando cada passo com um vídeo explicativo em linguagem simples.

Como medida facilitadora da disseminação do uso da realidade virtual no meio acadêmico, recomenda-se a adaptação do projeto descrito neste trabalho para *headsets* com melhor custo-benefício, como por exemplo, óculos de realidade virtual que utilizem o *smartphone* do próprio usuário para o processamento dos dados, caso do Samsung Gear VR.

O horizonte de possibilidades de uso da realidade virtual no curso supracitado é vasto, sendo assim, é recomendada a reflexão sobre de que outros modos essa tecnologia poderia beneficiar o ambiente acadêmico, não se atendo somente ao ambiente em sala de aula.

REFERÊNCIAS

DORIGUETO, Ricardo; KASSE, Cristiane; SILVA, Rodrigo. Cinesose. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, v. 4, n. 1, p. 51-58, 2012.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Petrópolis: IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2007.

QUEVEDO, Mariana. **Turismo na Era do Conhecimento**. Florianópolis: Editora Pandion, 2007.

SUTHERLAND, Ivan. **The Ultimate Display**. Proceedings of the IFIP Congress, 1965.