

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

DIMITRY LADISLAU

**PROTÓTIPO LOW-END ANDROID VISANDO VIABILIZAR A REALIDADE
VIRTUAL NO PROCESSO DA COLETA DE SANGUE E VACINAÇÃO EM
CRIANÇAS**

CRICIÚMA

2019

DIMITRY LADISLAU

**PROTÓTIPO LOW-END ANDROID VISANDO VIABILIZAR A REALIDADE
VIRTUAL NO PROCESSO DA COLETA DE SANGUE E VACINAÇÃO EM
CRIANÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador(a): Prof. Esp. Giácomo Antônio Althoff Bolan

CRICIUMA

2019

DIMITRY LADISLAU

**PROTÓTIPO LOW-END ANDROID VISANDO VIABILIZAR A REALIDADE
VIRTUAL NO PROCESSO DA COLETA DE SANGUE E VACINAÇÃO EM
CRIANÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da
Computação da Universidade do Extremo
Sul Catarinense, UNESC, com Linha de
Pesquisa em realidade virtual

Criciúma, 06 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Giacomo Antônio Althoff Bolan (UNESC) - Orientador



Prof. Me. Luciano Antunes - UNESC



Prof. Esp. Sérgio Coral - UNESC

**A todos que conheci ao longo desta jornada
e que de alguma forma contribuíram para
minha formação.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a instituição UNESCO, toda a direção, administração e seu corpo docente, que me proporcionaram todo o conhecimento necessário no processo de formação profissional. Agradeço de forma especial ao orientador Prof. Esp. Giácomo Antônio Althoff Bolan, o qual ao longo desta jornada esteve sempre presente, de forma competente e efetiva na solução dos mais diversos problemas, me direcionando no caminho certo durante todo o desenvolvimento do projeto.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Décio e Maria, por cada valor ensinado e por todo o apoio recebido que garantiram que eu concluísse o curso de ciência da computação sem dificuldades.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo desta jornada universitária, e que de alguma forma, direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigado.

“Seus clientes mais insatisfeitos são sua maior fonte de aprendizado.”

Bill Gates

RESUMO

Desde a sua concepção a realidade virtual passou por diversas mudanças, com seu avanço se permitiu que o RV se tornasse acessível para qualquer usuário com um dispositivo smartphone, sendo assim soluções moderna para a angústia sofrida pelas crianças no processo de coleta de sangue e vacinação tem sido buscada por diversos laboratórios, muitos já fazem uso de dispositivos RV na hora de suas coletas e vacinações, mas geralmente sendo apenas um simples vídeo, sem nenhuma interação do usuário com a aplicação. Visando viabilizar o RV no processo de coleta de sangue e vacinação, foi desenvolvido um protótipo para dispositivos de baixo custo, onde se interage diretamente com a aplicação em realidade virtual, fazendo uso de sensores nativos dos dispositivos móveis, sendo eles o giroscópio e acelerômetro. Em termos de desenvolvimento, a Unity tornou possível de se produzir o aplicativo de imersão para o sistema operacional Android. Manter os quadros por segundo altos pode ser considerado a variante mais importante para que o aplicativo se torne ideal. Visto que os quadros por segundo influenciam diretamente no uso da aplicação e frames maiores geram a melhor experiência de uso, esta variável foi utilizada para verificar a qualidade e usabilidade do protótipo, após análise foi demonstrando a efetividade das otimizações de modelos 3D empregados nas cenas desenvolvidas, fazendo uso de técnicas de otimização para modelos 3D low-poly foram observados melhor performance se comparado a modelos não otimizados.

Palavras-chave: Coleta de Sangue. Vacinação. Unity. Android. Realidade Virtual. Otimização 3D.

ABSTRACT

Since its inception virtual reality has undergone several changes, its advancement has allowed VR to become accessible to any user with a smartphone device, thus modern solutions to the distress suffered by children in the process of blood collection and vaccination has been sought by various laboratories, many already make use of VR devices at the time of their collection and vaccinations, but generally being just a simple video, with no user interaction with the application. Aiming to make VR viable in the process of blood collection and vaccination, a prototype for low cost devices was developed, where the user interacts directly with the application in virtual reality, making use of native sensors of mobile devices, such as the gyroscope and accelerometer. In terms of development, Unity has made it possible to produce the immersion application for the Android operating system. Keeping frames per second high can be considered the most important variant for making the application ideal. Since frames per second directly influence application usage and larger frames generate better user experience, this variable was used to verify the quality and usability of the prototype. After analysis, it was demonstrated the effectiveness of 3D model optimizations used in the developed scenes. By using optimization techniques for low-poly 3D models better performance was observed compared to non-optimized models.

Keywords: Blood Collection. Vaccination. Unity. Android Virtual reality. 3D optimization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Posicionamento do braço.....	19
Figura 2 - Garroteamento	20
Figura 3 - Veias do braço	21
Figura 4 – Funcionamento do Virtual Boy	22
Figura 5 - Exemplo de realidade aumentada - HYPER-REALITY	25
Figura 6 - Dispositivo Hololens.....	25
Figura 7 – Jogo em realidade virtual Job Simulator	27
Figura 8 – Zonas de conteúdo RV.....	29
Figura 9 - Fatia de Mercado de Sistemas Operacionais mobile	30
Figura 10 – Exemplo de gestos obtidos com os sensores	33
Figura 11 – Representação de um giroscópio.....	33
Figura 12 – Representação de um acelerômetro	34
Figura 13 – Exemplo de redução de polígonos	37
Figura 14 - O sistema cirúrgico da Vinci.....	38
Figura 15 - Número estimado pacientes que realizaram hemodiálise dos anos 2013 a 2016	39
Figura 16 - Proporção de pacientes em diálise conforme a faixa etária	40
Figura 17 – A interface Unity	48
Figura 18 – Primeira cena do prototipo	49
Figura 19 – Navegação de barco	50
Figura 20 – Cena Final.....	50
Figura 21 – Código seleção de objeto.....	51
Figura 22 – Código verificação de movimento	51
Figura 23 - Exemplo redução de número de faces.....	53
Figura 24 – Exemplo redução de número de faces no cenário do protótipo	53
Figura 25 – Comparação cenário low-poly e high-poly	54
Figura 26 – Comparação com e sem realidade virtual	55
Figura 27 – Impacto dos sensores na aplicação	55
Figura 28 – Comparação Safari Tour	56
Figura 29 – Comparação Trail World VR	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Laboratórios de análises clínicas e anatomia patológica/citologia no Brasil	18
Tabela 2 - Estatísticas de instalação do Google Play	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV	Ambientes Virtuais
API	Interface de programação de aplicações
AMS	Assistência Médico-Sanitária
DRC	Doença Renal Crônica
EUA	Estados Unidos da América
HTC	High-Tech Computer Corporation
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LCD	Liquid crystal display ou display de cristal líquido
LED	Light Emitting Diode ou Diodo emissor de luz
MB	Megabyte
OMS	Organização Mundial de Saúde
PMP	Pacientes por Milhão da População
QPS	Quadros por segundo
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
SUS	Sistema Único de Saúde
VPL	Visual Programming Lab
SBN	Sociedade Brasileira de Nefrologia
SBP	Sociedade Brasileira de Pediatria

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 MERCADO DE LABORATÓRIOS E EXAMES LABORATORIAIS NO BRASIL ..	18
2.1 PROCEDIMENTOS DE EXAMES LABORATORIAIS	19
3 CONCEITOS DA REALIDADE VIRTUAL	21
3.1 A REALIDADE VIRTUAL ATRAVÉS DOS ANOS	21
3.2 TIPOS DE REALIDADE IMERSIVA	24
3.2.1 Realidade aumentada	24
3.2.2 Realidade misturada	25
3.2.3 Realidade virtual	25
3.3 PREOCUPAÇÕES E DESAFIOS.....	26
3.4 GRAUS DE LIBERDADE	27
3.5 ZONAS DE CONTEUDO.....	28
4 REALIDADE VIRTUAL MOBILE	29
4.1 ANDROID.....	29
4.1.2 Android API	30
4.2 SENSORES INERCIAIS.....	32
4.2.1 Giroscópio	33
4.2.2 Acelerômetro	33
4.3 UNITY.....	34
4.3.1 C# Em Unity	35
4.4 BLENDER	36
4.4.1 Otimização de modelos 3D	37
5 REALIDADE VIRTUAL APLICADA NA SAÚDE	38
5.1 POTENCIAL DA REALIDADE VIRTUAL NA HEMODIALISE	38
6 TRABALHOS CORRELATOS	42
6.1 REALIDADE VIRTUAL NA GESTÃO DA DOR E ANSIEDADE EM CRIANÇAS	42
6.2 SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA TRATAMENTO DE FOBIA	43

6.5 UM ESTUDO PILOTO E DE VIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL COMO UMA DISTRAÇÃO PARA CRIANÇAS COM CÂNCER	43
6.3 OTIMIZANDO A TRIANGULAÇÃO 3D USANDO ANÁLISE DE CURVATURA ..	44
6.4 OTIMIZAÇÃO DE MALHAS TRIÂNGULARES EM AMBIENTES PLANOS	44
7 PROTÓTIPO LOW-END ANDROID VISANDO VIABILIZAR A REALIDADE VIRTUAL NO PROCESSO DA COLETA DE SANGUE E VACINAÇÃO EM CRIANÇAS	46
7.1 METODOLOGIA.....	46
7.1.1 Definição de recursos	47
7.2 DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS.....	48
7.2.1 Estrutura da aplicação	49
7.2.2 A Aplicação.....	49
7.2.3 Interação com a cena.....	50
7.2.4 Otimização dos modelos 3D.....	52
7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
8 CONCLUSÃO	58
APÊNDICE A – ARTIGO CIÊNTIFICO	14

1 INTRODUÇÃO

A técnica mais comum de acalmar pacientes pediátricos durante coletas de sangue ou vacinação têm sido segurar a mão das mesmas, no qual o profissional da saúde tenta conversar com a criança com objetivo de uma distração. Em alguns casos, cartazes coloridos ou bonecos de pelúcia são usados como ferramentas para este propósito. Todavia uma alternativa mais imersiva e atual pode ser a realidade virtual. Afinal esta tecnologia está a cada vez mais presente em nossas vidas:

A VR convence nossos cérebros, em um nível fundamental e subconsciente, de que a simulação experimentada é real. (...) A maioria das notícias que veremos nos próximos anos provavelmente serão sobre usos de VR relacionados à indústria de games. Mas, ao que tudo indica, com o tempo utilizaremos todo o potencial dessa tecnologia para tornar nosso mundo cada vez melhor. (Futuro Exponencial, 2018, p.1).

Desde a sua concepção a realidade virtual passou por diversas mudanças, sendo os exemplos recentemente mais notáveis o Oculus Rift, o HTC Vive (formalmente High-Tech Computer Corporation Vive) e a tecnologia do Google Cardboard. Esta última tecnologia permitiu que o RV se tornasse acessível para qualquer usuário com um dispositivo smartphone. Em termos de desenvolvimento, plataformas como a Unity tornam possíveis de se produzir aplicativos de imersão para sistemas operacionais como Android e iOS atingindo assim uma gama ainda maior de usuários.

Por meio da realidade virtual, acredita-se ser possível criar uma melhor distração para os procedimentos os quais envolvem agulha (Vacinação e coleta de sangue), já que a tecnologia além de entretenimento também tem aplicação na área da educação, terapia e etc. Conforme Mihalil conclui durante a conferência internacional de tecnologia em engenharia de 2014, através da terapia com RV a redução do nível de estresse teve melhores resultados se comparado a terapia com outros métodos.

Apesar do seu potencial a realidade apresenta grandes desafios e imperfeições que precisam ser contornadas, como por exemplo os quadros por segundo (QPS) e campo de visão que o usuário irá utilizar na aplicação, sendo os quadros por segundo a quantidade de imagens que o software redesenha em um segundo na tela criando a ilusão de movimento, uma quantidade de QPS baixa pode

causar problemas ao usuário. Buscando todos as potenciais inadequações no desenvolvimento de uma aplicação em realidade virtual e soluções para os mesmos, visasse desenvolver um protótipo que contribuía com o processo de coleta de sangue e vacinação, tornando menos angustiante a participação da criança nesse processo ademais analisando o potencial da tecnologia em outras áreas da saúde.

1.1 OBJETIVO GERAL

Viabilizar o uso da tecnologia de realidade virtual no procedimento de coleta de sangue e vacinação, possibilitando auxiliar profissionais da área utilizando um dispositivo Android acessível.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) descrever o processo de coleta de sangue e vacinação infantil realizando a ludificação da mesma e aplicar os conceitos na construção do protótipo;
- b) identificar a API Android mais viável ao protótipo e fazer uso da mesma;
- c) projetar e desenvolver um protótipo em realidade virtual capaz de reproduzir interações 3D no motor Unity com alta performance;
- d) analisar limitações presentes na realidade virtual e soluções para os mesmos;
- e) analisar os resultados e avaliar o protótipo com o intuito de comparar características como performance, requisitos, etc.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em 2017, segundo a ONU, cerca de 123 milhões de crianças foram vacinadas, um aumento de 4,6 milhões se comparado a 2010, junto com incontáveis coletas de sangue que foram realizadas nesse período, não é difícil de se considerar que muitas crianças sofrem com o desconforto do processo de coleta de sangue e vacina no Brasil, e no mundo. Já que embora se testemunhe um grande avanço na

medicina nas últimas décadas, nenhum processo ou tecnologia conseguiu criar uma ferramenta indolor para tal procedimento.

Como a vacina é uma medida fundamental para o crescimento e desenvolvimento de crianças, e entendendo que o sofrimento durante a coleta de sangue é necessário para um bem maior (monitoramento da saúde), uma solução moderna para esta angústia sofrida pelas crianças tem sido buscada por diversos laboratórios, muitos já fazem uso de dispositivos RV na hora de suas coletas e vacinações, mas geralmente sendo apenas um simples vídeo, sem nenhuma interação do usuário com a aplicação, sendo assim, acredita-se que tal desconforto pode ser amenizado por intermédio de uma distração em realidade virtual de maneira ativa, desviando a atenção para a ferramenta com interações de movimento da cabeça do usuário utilizando sensores inerciais presentes em dispositivos mobile modernos. Buscando ainda todos as potenciais inadequações no desenvolvimento de uma aplicação em realidade virtual e soluções para os mesmos, visasse desenvolver um protótipo que contribuía com o processo de coleta de sangue e vacinação, sendo o mesmo acessível a profissionais da área tornando menos angustiante a participação da criança nesse processo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de pesquisa é constituído por nove capítulos, sendo que o primeiro capítulo aborda brevemente os assuntos tratados no projeto de pesquisa, sua formatação é composta pela introdução, objetivo geral, objetivo específico e justificativa.

O segundo capítulo retrata o mercado de laboratórios no Brasil, analisando dados de diversas instituições brasileiras e suas capacidades, assim como é realizado um processo de coleta de sangue.

Dentro do terceiro capítulo é realizado um amplo levantamento relacionado a realidade virtual, incluindo um pouco da história da mesma, e os tipos de realidade imersiva disponíveis atualmente. Buscasse ainda algumas preocupações e desafios presentes no desenvolvimento de uma aplicação RV, assim como os graus de liberdade e zona de conteúdo de um ambiente em realidade virtual.

O capítulo quatro se aborda as ferramentas que serão necessárias para desenvolver a aplicação em realidade virtual, descrevendo um pouco sobre o sistema

operacional Android e suas API's, o motor gráfico UNITY, o programa de modelagem e animação BLENDER, assim como os sensores inerciais presentes em um celular smartphone.

No quinto capítulo é retratado o mercado de realidade virtual na área da saúde, demonstrando em diversas aplicações assim como seu potencial para projetos futuros.

No capítulo seis capítulo sete é realizado o levantamento de trabalhos correlatos para servir de inspiração e auxílio em detalhes já pesquisados.

O sétimo capítulo descreve o trabalho desenvolvendo, sendo demonstrando a metodologia, o funcionamento da aplicação, a otimização feita no mesmo e os resultados obtidos.

Por último se gera uma conclusão, finalizando o trabalho de conclusão de curso.

2 MERCADO DE LABORATÓRIOS E EXAMES LABORATORIAIS NO BRASIL

Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria (2017), a vacinação em massa evita cerca de 3 milhões de mortes por ano sendo responsável pela erradicação de várias doenças. A SBP exemplifica ainda que com vacinação se reduziu a mortalidade por sarampo em 74%. Apesar da sua importância, a vacinação vem sendo debatida por um grupo considerável de pessoas, os chamados “anti-vacina” questionam a necessidade de vacinas simplesmente por medo com o desconforto e risco que as crianças podem passar, possivelmente impulsionado pelos métodos ultrapassados de se lidar com crianças durante este procedimento, ou falta de conhecimento sobre o assunto. Estudos realizados pela Academia Americana de Pediatria (2016) reporta que cerca de 75% dos pais já adiaram ou até mesmo cancelaram vacinas de seus filhos. Sendo coleta de sangue outro procedimento que gera apreensão até mesmo em adultos pela sua natureza ameaçadora, com agulhas e sangue visível, podendo se tornar uma experiência traumática.

O Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE), realizou no ano de 2009 a última pesquisa de Assistência Médico-Sanitária (AMS), que traça o perfil da capacidade instalada e da oferta de serviços de saúde, tendo como unidade de investigação o estabelecimento de saúde que presta assistência à saúde individual ou coletiva, público ou privado, com ou sem fins lucrativos. A AMS 2009 mostra quantos laboratórios prestam serviços somente a particulares (incluindo planos de saúde), quantos atendem pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e quantos têm os dois tipos de atendimento. Os dados se sobrepõem porque muitos estabelecimentos enquadram-se em mais de uma dessas situações. Nesta pesquisa foi constatado a existência de 16.657 laboratórios de análises clínicas no país e 5.854 de anatomia patológica/citologia.

Tabela 1 - Laboratórios de análises clínicas e anatomia patológica/citologia no Brasil

	Total	Público (SUS)	Privado	Privado/SUS
Análises Clínicas	16.657	4.917	11.740	5.468
Anatomia Patológica/Citologia	5.854	1.300	4.554	1.973

Fonte: IBGE (2009)

Com relação a coleta de materiais, a empresa de consultoria Formato Clínico em estudo realizado no ano de 2011, constatou que foram realizados 1,42 bilhões de exames laboratoriais no Brasil, uma média de 7,4 exames/habitante/ano, deste volume 50% foram exames realizados em estabelecimentos públicos e 50% em estabelecimento privados. Do total de exames realizados 81,6% foram realizados em laboratórios de análise clínicas, 2,1% em laboratórios de anatomia patológica e 16,3% em radiologia.

2.1 PROCEDIMENTOS DE EXAMES LABORATORIAIS

Para que o processo de exames diagnósticos seja o mais agradável possível para crianças e seus acompanhantes laboratórios buscam sempre garantir a segurança e bem-estar do mesmo, após devidamente acalmar e acomodar o paciente inicia o procedimento, que requer diversas etapas para uma coleta eficiente e segura.

Alguns fatores interferem no processo de punção venosa, favorecendo ou dificultando-o. Dentre eles, destacam-se a visualização e o tamanho do vaso sanguíneo. Em geral todos laboratórios seguem três procedimentos básicos na hora de efetuar a coleta de sangue, que são o correto posicionamento do braço do paciente, o garroteamento do braço e por último a seleção da região de pulsação:

- a) Iniciasse corretamente posicionando o braço do paciente sobre uma mesa ou em um suporte designado especialmente para a coleta de sangue. segundo Vacuette (2013), uma empresa especialista em tubos para coleta de sangue e entre outros, o seu manual indica que o braço do paciente deve ser posicionado em uma linha reta do ombro ao punho, de maneira que as veias fiquem mais acessíveis e o paciente o mais confortável possível. Conforme é possível visualizar na figura 1, o cotovelo não deve estar dobrado e a palma da mão voltada para cima:

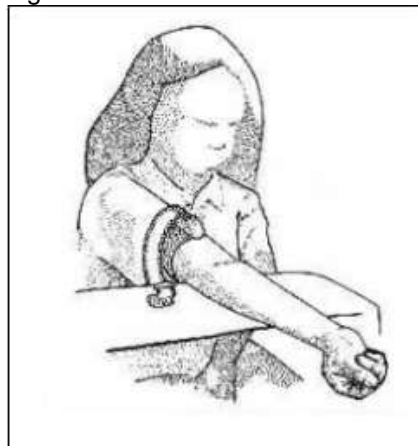
Figura 1 - Posicionamento do braço



Fonte: Vacuette (2013, p.8).

- b) Em seguida será feito o garroteamento do braço do paciente com o intuito de diminuir a circulação das veias e tornando-as assim mais visíveis, ainda segundo Vacuette o garrote deve ser colocado no braço do paciente próximo ao local da punção (4 a 5 dedos ou 10 cm acima do local de punção, como mostra a figura 2), sendo que o fluxo arterial não poderá ser interrompido. Para tal, basta verificar a pulsação do paciente. Mesmo garroteado, o pulso deverá continuar palpável

Figura 2 - Garroteamento

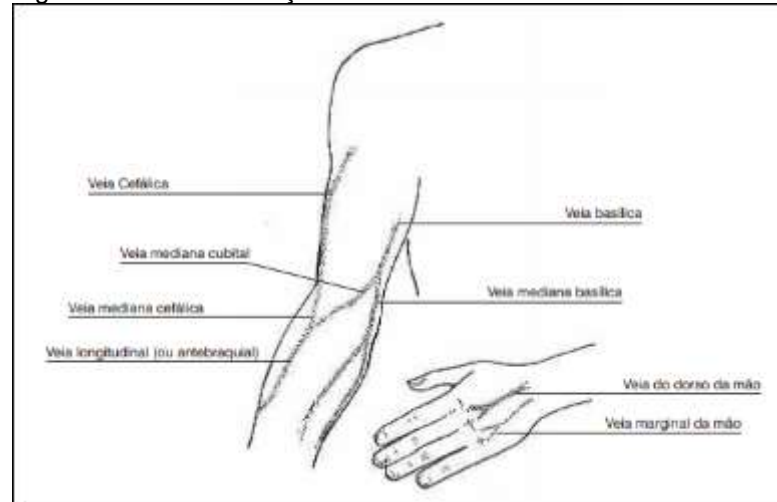


Fonte :Vacuette (2013, p.8)

- c) A última etapa antes de efetuar a coleta é localizar uma veia apropriada no braço do paciente, devesse examinar cuidadosamente sendo feito a localização de forma visual e/ou apalpando as veias. Vacuette recomenda: “Deve-se sempre que for realizar uma venopunção, escolher as veias do braço para a mão, pois neste sentido encontram-se as veias de maior calibre e em locais menos sensíveis a dor”, na

figura 3 visualizasse as principais veias utilizadas durante o procedimento

Figura 3 - Veias do braço



Fonte: Vacuette (2013, p.9)

3 CONCEITOS DA REALIDADE VIRTUAL

Antes do avanço do computador eletrônico, no dia-a-dia se utilizava interfaces naturais para interagir com o mundo, a computação trouxe vários novos processos sofisticados de interação, como monitores de computador, a computação gráfica em si e etc., que exigem conhecimento simbólico e abstrato para seu uso, nesse contexto, a realidade virtual e a realidade aumentada têm um papel importante, pois são interfaces computacionais avançadas que ainda estão em processo de ascensão buscando seu lugar na sociedade atual. De acordo com Pimentel (1995), realidade virtual é o uso de tecnologias avançadas para convencer o usuário de que ele se encontra em outra realidade, permitindo um envolvimento por completo com o ambiente virtual.

3.1 A REALIDADE VIRTUAL ATRAVÉS DOS ANOS

Desde 1849 uma das tecnologias utilizadas nos óculos de realidade virtual já existia, o estereoscópio lenticular criado por David Brewster é utilizado hoje em óculos no estilo Google Cardboard, mostrando que RV não é uma ideia nova para a área da computação.

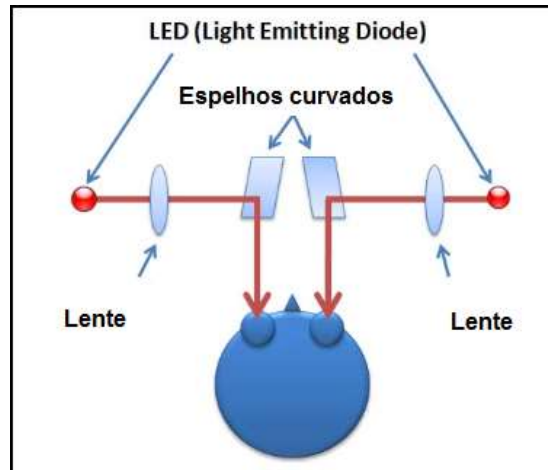
O cinematógrafo Morton Heilig desenvolveu as primeiras tecnologias que mais se assemelham a realidade virtual que conhecemos hoje, em meados de 1950 criou o Sensorama que é um gabinete que o usuário visualiza filmes que tentava simular todos sentidos, não somente a visão e a audição, com ventiladores gerador de cheiro e uma cadeira que vibrava. Em 1960 desenvolveu o primeiro dispositivo montado na cabeça do usuário de realidade virtual, o “Telesphere Mask”, mas que com as limitações da época não permitia interação de movimento com o filme (USC SCHOOL OF CINEMATIC ARTS, 2019).

Apesar de que diversas tecnologias de realidade virtual tenham sido desenvolvidas entre os anos 60 e 80, o termo “realidade virtual” só se tornou oficial, ou simplesmente popular, em 1987 com os produtos da empresa “Visual Programming Lab (VPL)”, sendo a primeira empresa a comercializar Óculos de realidade virtual, com o “EyePhone 1” e “EyePhone HRX” (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2017).

Com o aumento de empresas menores desenvolvendo produtos de Realidade Virtual as desenvolvedoras mais proeminentes no mercado de consoles de videogame tentaram conseguir sua parte no mercado, em 1993 a SEGA anunciou seu primeiro headset para o Sega Genesis, que tinha planos para que o mesmo tivesse *head tracking*¹, som estéreo e telas LCD, mas devido a dificuldades técnicas o dispositivo nunca chegou ao mercado. Já em 1995 a Nintendo lançou o Virtual Boy, que seria o primeiro console portátil permitindo gráficos completamente 3D, O dispositivo consiste em uma unidade de plástico vermelha e preta com uma ocular de Neoprene que fica firme em um par de pés de metal. O princípio de funcionamento do dispositivo é baseado em espelhos curvados que exibem uma tela alimentadas por LEDs (ZACHARA E ZAGAL, 2009). Colocando o rosto contra os óculos, os jogadores bloqueiam a luz externa e focam nos dois displays eletrônicos internos (figura quatro). Apesar da antecipação não demonstrou sucesso no mercado, a sua utilização apoiada em uma mesa, que tornava difícil de encontrar uma posição confortável para seu uso, e sua limitação de cores que só conseguia transmitir preto e vermelho, garantiram seu fracasso.

Figura 4 – Funcionamento do Virtual Boy

¹ Head Tracking é o Rastreamento dos movimento da cabeça do usuário (Nesamalar,2012)



Fonte: Zachara e Zagal (2009, p.3)

Des da sua concepção a tecnologia de realidade virtual era apenas para membros da área de computação e entusiastas com produtos como o Google Glass que tentavam criar um nível de virtualização para os usuários, contudo nunca realmente se tornaram produtos convencionais ou amplamente usados. O Oculus Rift foi um dos primeiros dispositivos em realidade virtual que prometeram mudar o mercado, iniciando sua campanha do Kickstarter² em 2010 e arrecadando em torno de 2.4 milhões de dólares, o Rift possivelmente foi o que deu o início a realidade virtual moderna em que vemos hoje. Embora o dispositivo de imersão da Oculus tenha criado grandes expectativas o mesmo ainda seria um produto caro, inicialmente sendo vendido por 399.99 dólares, uma alternativa mais acessível era necessária.

Produtos como o virtual boy trabalhavam com menos de 1MB de memória RAM não permitindo mais do que a cor vermelha e sem detecção de movimentos do usuários, smartphones em contra partida já superam qualquer tecnologia da época, sendo possível usufruir de diversas aplicações complexas em 3 dimensões e sensores de movimento, pensando nisso a Google desenvolveu o Google Cardboard em 2014, como o próprio nome indica sendo construído com papelão, o que faz desta ideia especial são as duas lentes curvadas que acompanham o produto, são elas que criam a ilusão de profundidade e imersão com um custo consideravelmente baixo, entre 30 e 50 reais(GOOGLE, 2014). Sendo a utilização de smartphones é o que torna dispositivos baseados na tecnologia Google Cardboard acessível, já que todo processamento é feito no dispositivo que é inserido dentro dos óculos, ao contrário de

² Site de financiamento coletivo, onde qualquer um pode criar um projeto para ser financiado pela comunidade da internet (Kickstarter, 2019)

outras soluções como o Oculus Rift e Htc Vive, que contam com uma tela própria e necessitam de conexão com um computador.

3.2 TIPOS DE REALIDADE IMERSIVA

Usualmente quando a realidade imersiva é citada, se relaciona a um sistema que inclui um óculos de RV, dispositivos que rastreiam a posição do usuário e um sistema de áudio 3D para prover uma experiência totalmente realista, contudo existem diversas variações de sistemas de imersão, sendo as mais conhecidas a realidade aumentada, a realidade mista e a mais conhecida, realidade virtual.

3.2.1 Realidade aumentada

Realidade aumentada é uma experiência interativa que utiliza o mundo real como base, utilizando de técnicas computacionais para trazer componentes digitais na perspectiva do mundo de uma pessoa, integrando de tal forma que os objetos virtuais sejam vistos como parte do ambiente

Realidade aumentada passou de um sonho para a realidade em menos de um século. existem muitas aplicações AR em uso ou desenvolvimento hoje em dia, mas – o conceito só vai decolar universalmente quando desenvolvedores pensar em como integrar AR no dia a dia melhorando produtividade e eficiência. existe um potencial ilimitado para a realidade aumentada, a grande pergunta é - Como ela será liberada? (PESCE, 2019).

Produtores costumam criar conceitos de usos futuros da realidade aumentada, onde a todo momento a realidade aumentada está presente na nossa vida, criando até mesmo um mundo distópico, no entanto só com o tempo será possível ver os resultados dessa tecnologia

Figura 5 - Exemplo de realidade aumentada - HYPER-REALITY



Fonte: HYPER-REALITY (2016)

3.2.2 Realidade misturada

Neste tipo de tecnologia é feita a combinação do mundo real com o virtual para que seja produzido um ambiente onde objetos computacionais interajam instantaneamente com o ambiente em que o usuário está presente, muitas vezes sendo associado como a próxima geração da realidade aumentada, não necessariamente sendo uma substituta para a mesma. (PESCE, 2019). O que possibilita o uso desta tecnologia geralmente é o uso de óculos especiais, quando se fala em realidade misturada costuma se associar aos óculos Hololens feito pela Microsoft, de natureza igual com outras empresas de tecnologia como a Acer, que tem seu próprio modelo, o Windows Mixed Reality.

Figura 6 - Dispositivo Hololens



Fonte: Microsoft (2017)

3.2.3 Realidade virtual

A Realidade Virtual (RV) e os Ambientes Virtuais (AV) são usados na comunidade científica de forma intercambiável, sendo está uma tecnologia de interface que simula o mundo real de forma indistinguível para o usuário. Ao induzir

efeitos visuais, sonoros e até táteis, a realidade virtual permite a imersão completa em um ambiente simulado. O tipo e a qualidade desses efeitos determinam o nível de imersão e a sensação de presença na RV. Idealmente, sendo em alta resolução, alta qualidade e as informações devem ser apresentadas a todos os sentidos do usuário consistente (NESAMALAR,2012). Além disso, o próprio ambiente deve reagir de forma realista às ações do usuário. Na prática, no entanto, é muito diferente desse caso ideal, muitas aplicações estimulam apenas um ou alguns dos sentidos, muitas vezes com informações de baixa qualidade e não sincronizadas. Sendo assim, podemos agrupar os sistemas de RV de acordo com o nível de imersão que eles oferecem ao usuário:

- a) desktop RV - às vezes chamado de Window on World (WoW). Esse é o tipo mais simples de aplicativos de realidade virtual. Ele usa um monitor convencional para exibir a imagem do mundo. Nenhuma outra saída sensorial é suportada (NESAMALAR,2012);
- b) fish tank RV - versão melhorada do Desktop RV. Esses sistemas suportam o *headtracking* e, portanto, melhoram a sensação de “estar lá” graças ao efeito paralaxe de movimento (do inglês *motion parallax*), que é um simples truque onde objetos mais próximos do utilizador se movem mais rápido e tem tamanho maior, e objetos mais distantes se movem lentamente e são menores. Eles ainda usam um monitor convencional (muitas vezes com óculos de imersão para visualização estereoscópica), mas geralmente não suportam entradas com sensores de movimento de mãos ou corpo (WARE, 1993);
- c) sistemas imersivos - a versão definitiva dos sistemas de RV. Eles permitem que o usuário aproveite totalmente o mundo gerado por computador com a ajuda de um Óculos de realidade virtual, que suporta uma visão estereoscópica da cena de acordo com a posição e a orientação do usuário. Estes sistemas podem ser aprimorados por interfaces de áudio, hápticas e sensoriais (NESAMALAR,2012).

3.3 PREOCUPAÇÕES E DESAFIOS

A maior preocupação na hora de desenvolver um software em realidade virtual é a locomoção do usuário no ambiente virtual. Diversas estratégias de hardware e software para mover um usuário através de um ambiente em RV foram apresentadas, mas ainda não existe a adoção de um padrão unânime ou mesmo por maioria. O maior problema é a possibilidade de o usuário sofrer de enjoo durante o uso. O movimento da câmera na aplicação não pode acelerar de forma diferente da rotação da cabeça do utilizador visto que gera o reflexo vestibulo-ocular, logo náusea (YAO, 2014). Muitas aplicações simplesmente ignoram isso e permitem que os usuários acompanhem a visão do jogo em um estilo de tiro em primeira pessoa. Outros tentam atenuar o problema com um ambiente mais estático e não permitindo a movimentação livre pelo cenário, seguindo apenas um percurso predefinido semelhante a estar em um carro. Variações de teletransporte também são usadas, movendo o usuário para outro local muito rapidamente ou imediatamente (COOMER, 2018). A última maneira de resolver problemas durante a locomoção é removê-la completamente e apenas permitir que o usuário permaneça em uma área que tem disponível para rastreamento. Essa solução específica seria adequada para um sistema de rastreamento em escala de apenas uma sala, como no jogo “Job Simulator”, onde o utilizador permanece apenas em um espaço realizando todas as atividades.

Figura 7 – Jogo em realidade virtual Job Simulator



Fonte: Job Simulator (2016)

3.4 GRAUS DE LIBERDADE

Os Graus de Liberdade representam a capacidade de se movimentar em um espaço tridimensional, sendo que há um total de seis graus de liberdade. Metade

dos quais representam o movimento rotacional e a outra metade representa a deslocação translacional (movendo-se ao longo dos eixos x, y e z). Sendo que com apenas três graus de liberdade, já é o bastante para se sentir imersido. Um bom exemplo disso é o Google Cardboard, enquanto ele permite que o espectador olhe em todas as direções ao redor deles na cena, atualmente não há capacidade de se movimentar através do cenário movendo-se na vida real. Qualquer mudança de translação deve ser iniciada por alguma outra entrada, como inclinar a cabeça ou utilizando um controle (PINHO, 2015).

3.5 ZONAS DE CONTEUDO

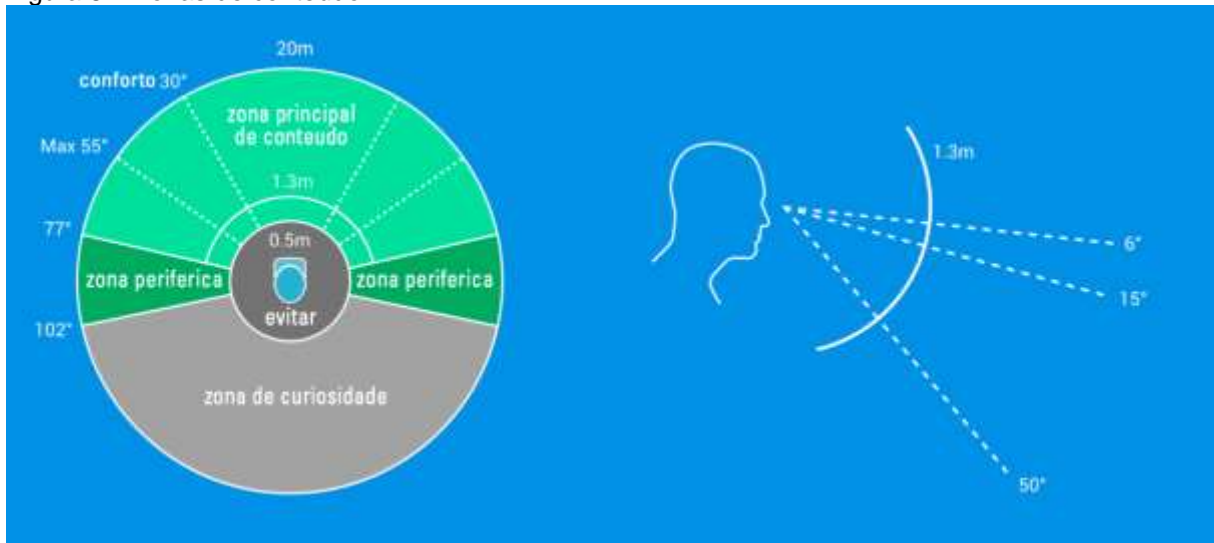
Com o grande avanço da tecnologia RV, o surgimento de definições UX se tornam inevitáveis, as áreas no espaço virtual para se colocar menus e conteúdo interativo são de grande importância para a melhor experiência do usuário. Como exemplo, editores de vídeo têm zonas seguras em que evitam informações importantes na borda das telas, garantindo que o conteúdo esteja seja visível em telas mais antigas (NAB, 2010). Além disso, teatros empregam o uso de áreas de primeiro plano, meio e fundo para fins artísticos e para ajudar o público a focar na parte importante de uma apresentação. Com a suposição de que o sistema de realidade virtual está sendo projetado como uma experiência sentada, podemos definir algumas zonas para os conteúdos.

Objetos ou ambientes representados tridimensionalmente e virtualmente na tela em um computador assumem diferentes níveis de detalhe sendo que se percebe menos detalhes em objetos na visão periférica ou em rápido movimento (STOLFI, 2008). Ao utilizar um dispositivo de realidade virtual o campo de visão virtual é menor do que o campo de visão humano, variando conforme as especificações individuais de cada aparelho. Levando estas informações em consideração, as interações em um aplicativo RV devem estar a uma distância em que o usuário consiga visualizar e interagir confortavelmente.

Segundo a pesquisa produzida pelo designer de interação da Samsung Alex Chu (2014), o usuário idealmente só deve receber informações no máximo 55 graus para a direita e esquerda, e idealmente manter todas informações importante entre 30 graus, sendo a zona vertical ainda menor, idealmente apenas 12 graus para baixo e 20 graus para cima. As áreas restantes são as chamadas “zona periférica” e

“zona de curiosidade”, onde não necessariamente devem ser ignoradas, mas apenas usadas de forma que o usuário precise movimentar sua cabeça. Alex Chu (2014), ainda conclui que as interações no ambiente virtual não devem passar de 20 metros, e devem começar preferencialmente apenas meio metro em relação ao utilizador. Na imagem 8 é possível visualizar todas as indicações:

Figura 8 – Zonas de conteúdo RV



Fonte: Mattila (2017)

4 REALIDADE VIRTUAL MOBILE

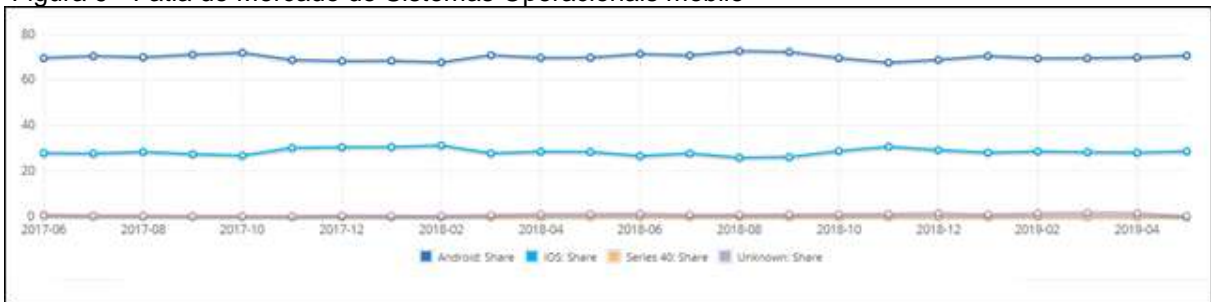
Ao produzir uma aplicação para computadores tradicionais desenvolvedores tem muito mais liberdade nas opções de qualidade gráfica e complexidade das aplicações, no desenvolvimento de aplicativos em RV para dispositivos mobile, deve se levar em consideração as limitações de performance e sensores desses dispositivos. Existem diversas tecnologias que servem como base para se implementar aplicações em realidade virtual, o sistema operacional Android e o motor gráfico Unity se destacam nesse mercado.

4.1 ANDROID

Android é um sistema operacional para smartphones, tablets, TV's e uma crescente gama de aparelhos. Lançando em 2003, segundo pesquisas da Netmarketshare (2019) Android atualmente é o sistema operacional mobile mais

utilizado no mundo, sendo um projeto *open source* conduzido pela Google chamado de AOSP³, o projeto é utilizado como base para fabricantes de celulares e outros dispositivos, que então podem ser modificados segundo as necessidades das mesmas. Na figura 9 é possível visualizar o gráfico de mercado de sistemas operacionais entre 2017 e 2019, na qual Android contém sempre em média 70% dos usuários.

Figura 9 - Fatia de Mercado de Sistemas Operacionais mobile



Fonte: Netmarketshare (2019)

4.1.2 Android API

A medida que novas versões da plataforma Android são desenvolvidas, são atribuídas versões de API⁴, como uma forma de identificação, chamadas de nível de API, durante a criação de um aplicativo Android é necessário que se pense qual nível mínimo que será suportado, já que, usuários com versões antigas do sistema Android não poderão utilizar aplicativos desenvolvidos apenas para níveis de Interface de programação elevados, e simplesmente desenvolver um aplicativo com a versão mais antiga irá limitar o número de funcionalidades disponíveis na hora do desenvolvimento, e até mesmo sendo impedido de publicar o aplicativo na Play store⁵. O guia ao desenvolvedor da Google completa:

O APK enviado por você precisa atender aos requisitos de nível de API do Google Play. A partir de agosto de 2019, o Google Play exigirá que os *novos apps* segmentam ao menos o Android 9.0 (nível 28 da API). A partir de 1º novembro de 2019, as *atualizações de apps* precisarão segmentar o Android

³ Android Open Source Project ou Projeto Android de código aberto (GOOGLE, 2019)

⁴ Interface de programação de aplicações, do inglês Application Programming Interface (Google, 2019)

⁵ Loja de aplicativos oficial do sistema Android (Google, 2019)

9.0. Até essas datas, os novos apps e as atualizações de apps precisarão segmentar ao menos o Android 8.0 (nível 26 da API). (Google, 2019)

A cada nova versão Android lançada este requisito aumentará proporcionalmente. Logo é fundamental selecionar um nível de API que mantenha o balanço entre usuários desatualizados e as últimas versões de Interface de programação de aplicações. Existem duas configurações que são necessárias na hora de iniciar o projeto e definir o nível de API, a versão máxima de sdk (targetSdkVersion) e versão mínima de sdk (minSdkVersion), a primeira obrigatoriamente equivalendo a última versão Android já desenvolvida, tornando assim todos aplicativos lançados na Playstore compatíveis com os últimos dispositivos já lançados(GOOGLE, 2019). O minSdkVersion irá definir qual a versão de API mínima que o aplicativo irá suportar, sendo que funcionalidades de API's mais elevadas do que a selecionada no mínimo não poderá ser utilizada em prol da compatibilidade.

A Google retém dados mundiais de todos seus usuários com instalação do Google Play, sendo possível visualizar precisamente a quantidade de usuários utilizando cada versão de API, analisando a tabela 2 com dados de 25 de junho de 2019, notasse que a versão 23 é atualmente a mais utilizada em todo o mundo com 16.9%, seguindo próxima da versão 27 que cobre 15.4% do mercado. Percebesse ainda que versões mais antigas que a 19 apresentam uma quantidade negligenciável de usuários:

Tabela 2 - Estatísticas de instalação do Google Play

Versão	Codinome	API	Distribuição
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	0.3%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	1.2%
4.2.x		17	1.5%
4.3		18	0.5%
4.4	KitKat	19	6.9%
5.0	Lollipop	21	3.0%
5.1		22	11.5%
6.0	Marshmallow	23	16.9%
7.0	Nougat	24	11.4%
7.1		25	7.8%
8.0	Oreo	26	12.9%
8.1		27	15.4%
9	Pie	28	10.4%

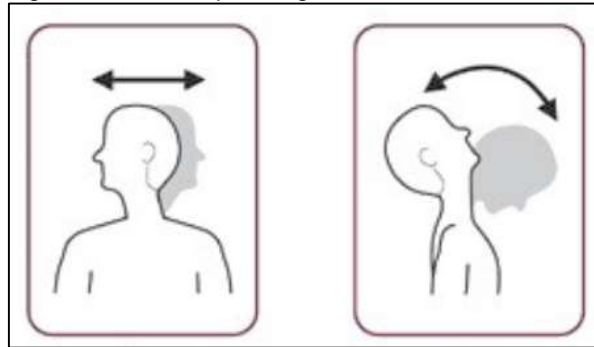
Fonte: Google (2019)

4.2 SENSORES INERCIAIS

Sensores inerciais são baseados em inércia, ao qual os mais notáveis e geralmente presente em smartphones modernos são o giroscópio, acelerômetro e em alguns casos até mesmo o magnetômetro, que funciona como uma bússola (MOURA, 2013). Com apenas um giroscópio já é possível atingir três graus de liberdade com movimentos de rotação, e com um acelerômetro atingisse os últimos três graus parcialmente, já que acelerômetros em smartphones permitem uma movimentação de eixo limitada se comparado a sensores mais robustos presentes em dispositivos como o HTC Vive.

Com as informações retornadas pelos sensores, além de possibilitar reconhecer em qual direção o usuário está olhando, ainda permitem que gestos universalmente reconhecidos sejam realizados, um exemplo são os gestos de “sim” e “não”, ao curvar a cabeça para cima e para baixo via código é possível reconhecer este movimento como “sim” (Figura 10, a direita), da mesma forma mover a cabeça da esquerda para a direita pode ser reconhecido como “não” (Figura 10, a esquerda).

Figura 10 – Exemplo de gestos obtidos com os sensores

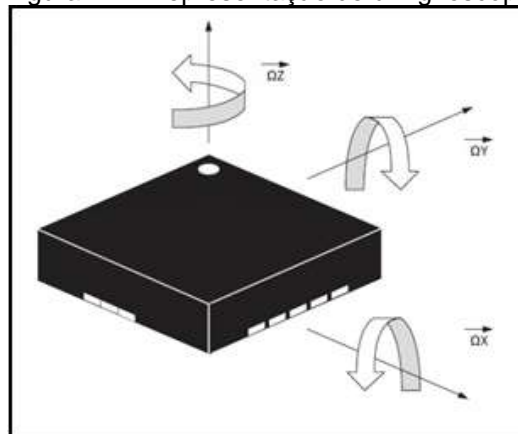


Fonte: Mattila (2017)

4.2.1 Giroscópio

Um giroscópio é conceitualmente uma roda giratória na qual o eixo de rotação é livre para assumir qualquer orientação possível. Ao girar, a orientação do eixo não é afetada pela inclinação ou rotação do dispositivo resultado da conservação do momento angular. Devido a este princípio, um giroscópio consegue medir a orientação e sua taxa de mudança (MENEGUZZI, 2016). Na figura 11 é possível visualizar os dados de rotação que um giroscópio consegue retornar, medindo o eixo X, Y e Z

Figura 11 – Representação de um giroscópio



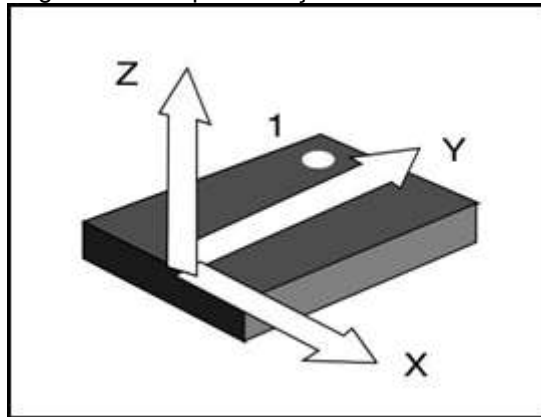
Fonte: Mathworks (1999)

4.2.2 Acelerômetro

Acelerômetros são dispositivos eletromecânicos capazes de medir forças estáticas e/ou dinâmicas de aceleração. Forças estáticas incluem gravidade, enquanto forças dinâmicas podem incluir vibrações e movimento. Acelerômetros podem medir aceleração em 1, 2 ou 3 eixos (MENEGUZZI, 2016). Atualmente, os

dispositivos de 3 eixos são os mais comuns e encontrados em diversos aparelhos celulares atuais. Na figura 12 encontra-se todos os eixos que um sensor consegue retornar:

Figura 12 – Representação de um acelerômetro



Fonte: Datasheetdir (1999)

4.3 UNITY

Um dos grandes fatores que tornou o Unity popular foi devido a sua capacidade de implantar em uma ampla variedade de plataformas usando o mesmo código e recursos. São necessários dois cliques para que o jogo seja executado em outro ambiente compatível, um para alternar o sistema operacional e o outro para compilar e executar. O Motor gráfico conta com uma grande gama de ferramentas nativas, permitindo a criação de aplicações 2D ou 3D, o Unity conta com motor de física, motor de renderização⁶ em tempo real, AI *pathfinding*⁷ e entre outras diversas funcionalidades que permitem a criação de Aplicações sem a necessidade de buscar por Extensões uso de outras aplicações.

Atualmente, o Unity suporta sete categorias principais: Mobile, Desktop, Web, TV, RV, RA e Consoles (UNITY, 2019). No total é possível desenvolver para 23 plataformas. Do qual em Windows e Linux Desenvolvedores podem escolher entre binários de 64 e 32 bits, enquanto no Mac OS X, existe a opção de criar uma compilação Universal (inclui executáveis de 32 e 64 bits). Os 23 ambientes onde é possível desenvolver uma aplicação em Unity são:

⁶ Uma operação ao qual se gera o resultado final de um processamento digital

⁷ A inteligência artificial de busca de caminho em jogos e aplicações com personagens virtuais

- a) iOS;
- b) Android;
- c) Windows;
- d) Windows Store;
- e) Mac;
- f) Linux/Steam OS;
- g) WebGL;
- h) Playstation 4;
- i) Xbox One;
- j) Nitendo 3DS;
- k) Oculus Rift;
- l) Google Cardboard Android & iOS;
- m) SteamVR PC & Mac;
- n) Playstation VR;
- o) Gear VR;
- p) Windows Mixed Reality;
- q) Daydream;
- r) Android TV;
- s) tvOS;
- t) Nitendo Switch;
- u) Apple ARkit;
- v) Google ARCore;
- w) Vuforia.

A Unity Technologies, a empresa responsável pela criação da Unity, foi fundada em 2003 e desde então se tornou um dos mais populares motores de desenvolvimento de jogos usados atualmente. De acordo com a CB Insights (2018), em 2016, ao menos 30% dos 1000 jogos mais baixados para celular foram construídos usando Unity, que relatou ter ao menos 45% de todo o mercado global de motores de jogos.

4.3.1 C# Em Unity

C# é uma linguagem de programação criada pela Microsoft com sintaxe semelhante a C++ e Java, sendo uma linguagem orientada a objetos que pode ser até mesmo recomendada para iniciantes, A mesma desenvolvida em torno do ano 2000, onde a sua primeira versão para o público foi lançada em 2002 junto com a IDE Visual Studio 2002. É possível criar aplicações web, desktop e mobile devido ao CLR que virtualiza a plataforma .NET:

Um tempo de execução é um ambiente onde os programas são executados. O Tempo de Execução de Linguagem Comum (CLR) é o coração do .NET. Inclui um sistema de digitação de dados imposto através da plataforma e que é comum a todas as linguagens desenvolvidas para o .NET. O CLR é responsável por processos como o gerenciamento da memória e a contagem de referência de objetos. (LIBERTY, 2006)

No motor gráfico Unity, C# é a linguagem base para scripts. *Scripting* comunica aos *GameObjects*⁸ como se comportar. Scripts não são executados como na programação comum, não sendo necessário criar um código que execute o aplicativo, já que o motor gráfico já faz isto, a aplicação é executado em um grande loop que lê todos os dados de uma cena de jogo, ao qual todas as informações sobre iluminação, objetos e comportamentos são capturadas e processadas.

4.4 BLENDER

Blender é um software de criação 3D gratuito e de código aberto. Ele suporta o pipeline 3D completo, desde modelagem, animação, simulação, renderização, composição e rastreamento de movimento, até mesmo edição de vídeo e criação de jogos (BLENDER FOUNDATION, 2019). Usuários avançados podem trabalhar com a API do Blender para criar scripts em Python, personalizar o aplicativo e escrever ferramentas especializadas. A aplicação pode ser utilizada por estudantes, artistas que trabalham com modelagem e animação, ou até mesmo por equipes que produzem filmes animado. Apesar do estigma que softwares gratuitos costumam apresentar em relação a seus concorrentes pagos, projetos como Agent 327, Tears of Steel e Sintel demonstram o potencial da aplicação.

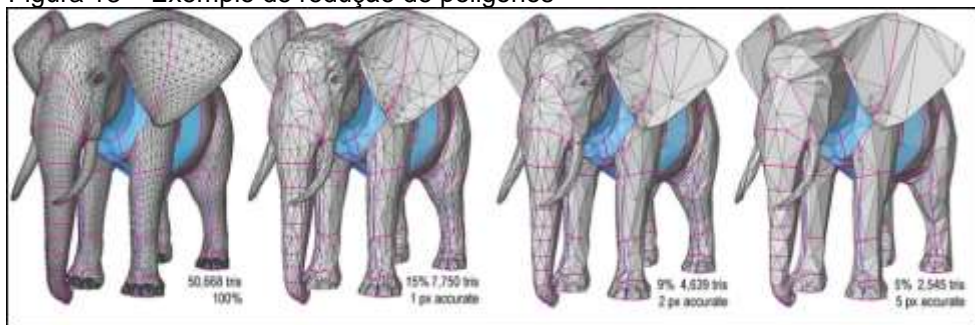
⁸ GameObjects são o que representam personagens e cenários no jogo (Unity, 2019)

4.4.1 Otimização de modelos 3D

Ao desenvolver uma aplicação para dispositivos mobile a otimização dos modelos 3D é de grande importância, ao se utilizar recursos pré-prontos muitas vezes os modelos tridimensionalmente assumem níveis de detalhe muito alto, gerando perda de performance, sendo necessário a redução de número de polígonos, onde realizar esta operação manualmente pode ser inviável em modelos complexos.

Há vários métodos de otimização de modelos 3D, uma delas é o algoritmo de redução de polígonos que cria um modelo otimizado com pouca quantidade de polígonos (*low-poly*) que é visualmente similar ao modelo original (*high-poly*). Este algoritmo reduz a complexidade do modelo pelo uso repetido da operação de colapso da borda (um elemento do polígono), reduzindo assim o número de triângulos (outro elemento do polígono) que são necessários para modelar um determinado objeto. Usando a topologia local o algoritmo remove os vértices, revedo a geometria triangular do modelo várias vezes (MELAX, 1998). Para utilizar este algoritmo o software de modelagem Blender oferece algumas ferramentas de otimização nativas, ou pode ser utilizada uma ferramenta externa como os softwares simplygon e atangeo. Na figura 13 é possível visualizar o processo de redução de polígonos:

Figura 13 – Exemplo de redução de polígonos



Fonte: Atangeo (2009)

5 REALIDADE VIRTUAL APLICADA NA SAÚDE

Existem diversos exemplos de usos desta tecnologia na área da saúde, sendo os mais notáveis aplicação na ajuda a superar fobias e transtornos de ansiedade, no auxílio a vítimas de acidente vascular cerebral para recuperar a função motora e no treinamento de estudantes de medicina como Cardoso et al conclui:

Com RV, o aprendiz pode repetidamente explorar as estruturas de interesse, separando-as ou agrupando-as com as mais diferentes formas de visualização, imersão e exploração. Isto seria, obviamente, impossível com um paciente vivo e é economicamente inviável manter com cadáveres em escolas de Medicina (CARDOSO et al, 2007).

Processos de cirurgia utilizando braços robôs controlados localmente já são uma realidade, utilizando das mesmas lentes presentes em um dispositivo de realidade virtual cirurgiões robô como o sistema cirúrgico da Vinci (do inglês da Vinci Surgical System) permitem operações delicadas no corpo humano (BAPTISTFIRST HEALTH, 2018). Existindo até mesmo projetos que permitem realizar cirurgias a distância, onde o profissional controla o braço do robô para realizar operações específicas sem a necessidade de mover o profissional até a área. Na imagem 14 é possível visualizar o robô cirurgião

Figura 14 - O sistema cirúrgico da Vinci



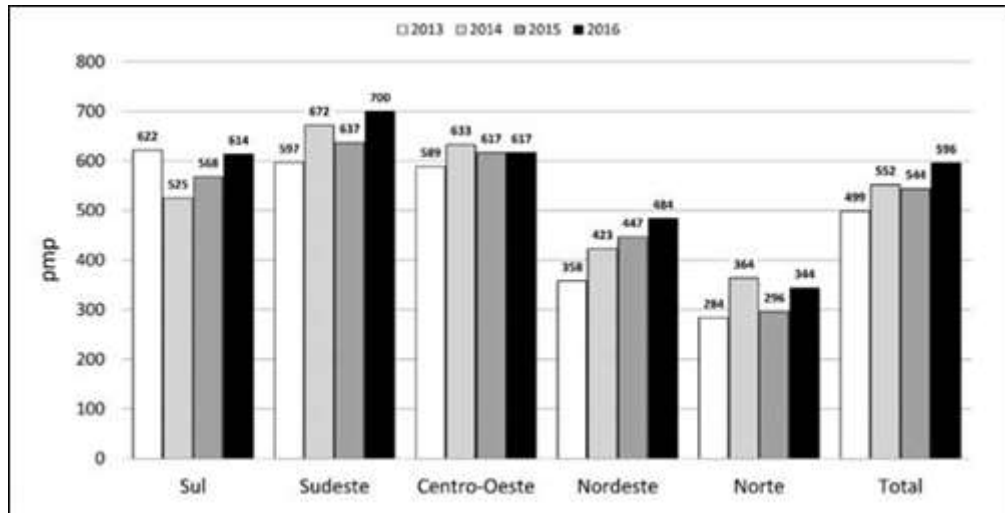
Fonte: Baptistfirst Health (2018)

5.1 POTENCIAL DA REALIDADE VIRTUAL NA HEMODIALISE

Em uma coleta de sangue, o procedimento requer alguns minutos, no entanto, existe na área da saúde no que diz respeito a diversificação do uso da tecnologia deste estudo, temos o setor de hemodiálise um nicho de mercado que poderá ser explorado, visto que, ela permite reduzir o Stress e o tédio para pacientes que realizam este procedimento, que leva em torno de 3 a 4 horas. Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia (2006) a primeira descrição histórica desse tipo de processo foi publicada em 1913, por Abel, Rowntree e Turner que dialisaram animais anestesiados, dirigindo o sangue deles para fora do corpo através de tubos semipermeáveis elaborados a partir de um material à base de celulose. É impossível dizer com certeza se Abel e seus colegas pretendiam usar este método para tratar a insuficiência renal, no entanto, o tratamento dialítico ainda hoje utilizado continua seguindo os principais elementos da máquina desenvolvida por estes cientistas.

De acordo a OMS cerca de 10% da população mundial é afetada pela doença renal crônica (DRC). No Brasil a Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) realiza anualmente um inquérito nacional coletando informações básicas dos pacientes com doença renal crônica em programa de diálise nos centros de diálise cadastrados. Há 8 anos essas informações vêm sendo coletadas, e em 2016 mais de 750 unidades de diálise crônica foram pesquisadas. Os dados coletados pela sociedade mostram que a taxa de prevalência de tratamento dialítico, ou seja, o número de indivíduos afetados em determinado momento, dividido pelo número total de pessoas em 2016 foi de 596 pacientes por milhão da população (PMP), variando por região entre 344 pacientes PMP na região Norte a 700 pacientes PMP na região Sudeste. A taxa de prevalência global aumentou em relação a 2015 (544/PMP), e tem havido tendência a permanente crescimento anual. A figura 15, nos mostra o número estimado pacientes que realizaram hemodiálise dos anos 2013 a 2016

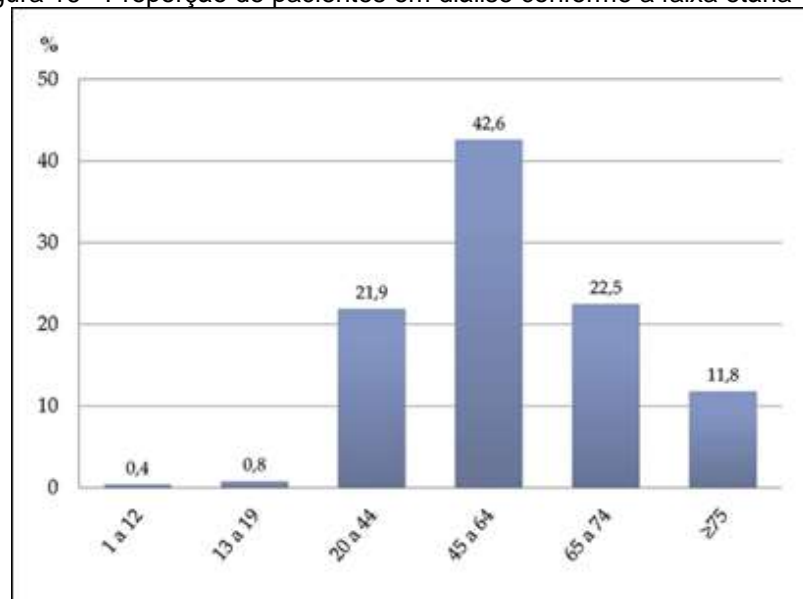
Figura 15 - Número estimado pacientes que realizaram hemodiálise dos anos 2013 a 2016



Fonte: Sociedade Brasileira de Nefrologia (2016)

O levantamento dos dados no ano de 2017 assinala que o número total de pacientes em diálise crônica no Brasil foi estimado em 126.583. Esse número indica um aumento de 3.758 pacientes (3%) em um ano. Se compararmos três períodos de 5 anos, de 2002 a 2017, o aumento médio anual do número de pacientes foi de 4.960 de 2002 a 2007 (aproximadamente 51% em cinco anos), 4.796 de 2007 a 2012 (32,6%) e 5.799 de 2012 a 2017 (29,7%). Ainda mais, a SBN (2017) realiza a proporção de pacientes em diálise conforme a faixa etária que é possível visualizar na figura 16:

Figura 16 - Proporção de pacientes em diálise conforme a faixa etária



Fonte: Sociedade Brasileira de Nefrologia (2017, p.3)

Estes dados demonstram uma tendência no aumento global do número de pacientes em diálise crônica, das taxas de incidência e prevalência de tratamento, apesar do número relativamente baixo de pacientes entre um e dezenove anos, na faixa de vinte a quarenta e quatro anos , ele fornece subsídios para indicar que o uso de realidade virtual neste campo da saúde, torna um novo projeto viável e economicamente interessante.

6 TRABALHOS CORRELATOS

Para realizar a construção do trabalho foram encontrados projetos semelhantes ao produzido, que serviram de inspiração e auxílio em detalhes já pesquisados, os trabalhos buscados não são necessariamente iguais ao que será produzido, mas teoricamente relacionados no sentido que todos envolvem reduzir o desconforto do paciente utilizando a realidade virtual, seja pela intervenção direta durante algum procedimento que o usuário está passando, como uma coleta de sangue, ou na busca de melhoras a longo prazo como no tratamento de fobias, assim como na otimização dos modelos tridimensionais que permitem cenas complexas serem otimizadas para dispositivos mais acessíveis.

6.1 REALIDADE VIRTUAL NA GESTÃO DA DOR E ANSIEDADE EM CRIANÇAS

Este artigo foi desenvolvido por Karen Arane, Amir Behboudi e Ran D. Goldman no ano de 2017 onde explora o uso de RV com pacientes pediátricos submetidos a procedimentos que vão desde vacinas e injeções intravenosas até reparo de laceração e trocas de curativos para queimaduras. Interagir com a RV imersiva pode desviar a atenção, levando a uma resposta mais lenta aos sinais de dor nos mesmos. Os resultados preliminares mostraram que a RV é eficaz, isoladamente ou em combinação com o tratamento padrão, na redução da dor e ansiedade que os pacientes experimentam em comparação com os cuidados padrão ou outros métodos de distração.

De acordo com o artigo a teoria do papel da realidade virtual na redução da dor e não apenas da ansiedade está relacionada à capacidade de atenção limitada que os humanos têm. A dor requer atenção, e se alguma dessa atenção puder ser desviada (por exemplo, interagindo com RV), o paciente terá uma resposta mais lenta aos sinais de dor.

Os autores ainda concluem que com os recentes avanços tecnológicos levaram a consideráveis reduções de custos para equipamentos de RV, e várias empresas estão vendendo óculos que consistem de duas lentes e um lugar para inserir um smartphone por menos de 20 dólares. Isso abriu as portas para usar a RV em um ambiente clínico. Sendo que com mais pesquisas provavelmente solidificarão

a eficácia da RV na redução da dor em diversas situações médicas. (ARANE; BEHBOUDI; GOLDMAN, 2017)

6.2 SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL PARA TRATAMENTO DE FOBIA

Este projeto foi desenvolvido por Gristavo Adolfo de Medeiros no ano de 2006, onde foi aplicado realidade virtual ao tratamento de tipos graves de fobias. Oito pessoas que continham fobias foram expostas a cenários de medo (situações e locais fóbicos), sendo alguns experimentos repetidos para cada pessoa.

Cada simulação de fobia recriava um cenário real no mundo virtual, onde o paciente poderia interagir “in loco” sem a necessidade de transportá-lo a outros locais tornando assim uma solução mais barata que “in vivo”, com a vantagem do mesmo não passar pelo risco de interagir com criaturas que poderiam realmente causar malefícios, como no tratamento de aracnofilia ou ofidiofobia. (MEDEIROS, 2006)

6.5 UM ESTUDO PILOTO E DE VIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL COMO UMA DISTRAÇÃO PARA CRIANÇAS COM CÂNCER

Pacientes com câncer infantil passam por múltiplos procedimentos médicos invasivos em seu tratamento. Embora sejam necessárias para a sobrevivência, a ansiedade e a angústia em relação a esses procedimentos dolorosos e invasivos podem dificultar a realização dos procedimentos recomendados.

Crianças com câncer (idades entre 7 e 19 anos) cujos protocolos de tratamento exigiram acesso ao dispositivo venoso subcutâneo foram aleatoriamente designados para uma intervenção de distração de realidade virtual, uma distração de realidade não-virtual ou tratamento como de costume sem distração. Os pesquisadores obtiveram avaliações da dor e ansiedade da criança em conjunto com a frequência de pulso que foi monitorada durante todo o procedimento. (GERSHON et al., 2004)

O Estudo realizado por Jonathan Gershon, Elana Zimand, Melissa Pickering, Barbara Olaso Vrothbaum e Larry Hodges sugerem que a realidade virtual pode ser uma ferramenta útil para a distração durante procedimentos médicos dolorosos, mas mais estudos são necessários para testar a eficácia e a viabilidade potenciais durante procedimentos médicos mais angustiantes com amostras maiores.

6.3 OTIMIZANDO A TRIANGULAÇÃO 3D USANDO ANÁLISE DE CURVATURA

Malhas de triângulo são comumente usadas para representar superfícies 3D. Triângulos esses que são um conjunto de vértices, uma superfície de triângulos formados com esses verticais serve como uma representação (aproximação) de modelos em três dimensões. Do ponto de vista teórico, as malhas de triângulos não possuem curvatura nenhuma, uma vez que todas as faces da mesma são planas e não existe curvatura definida nas bordas e nos vértices. Mas, pode-se tentar estimar as curvaturas dessa superfície desconhecida usando apenas as informações fornecidas pela própria malha triangular com formulas de integrais (DYN et al., 2001).

No estudo realizado por Nira Dyn, Kai Hormann, Sun-Jeong Kim e David Levin é investigado a otimização desses triângulos em um conjunto fixo de vértices. Suas características mais proeminentes (vincos, curvaturas etc.) podem ser extraídas e manipulados com uma series de algoritmos para diminuir o numero de triângulos sem modificar o formato original do modelo.

6.4 OTIMIZAÇÃO DE MALHAS TRIÂNGULARES EM AMBIENTES PLANOS

A reconstrução automática de superfícies 3D por meio de fotos é um campo ativo de pesquisa, sendo que os algoritmos de otimização de modelos padrão produzem muitos triângulos redundantes, portanto, são necessários métodos de otimização que mantenham as representações poligonais mais compactas e, contudo, ainda geometricamente precisas. No artigo de Thomas Wiemann, Kai Lingemann e Joachim Hertzberg é apresentado e avaliado um algoritmo de otimização de malha que foi especialmente projetado para explorar a estrutura plana de ambientes internos.

Um dos métodos de otimização de modelos 3D mais comum, é onde triângulos são removidos da malha até que um determinado limite de qualidade seja violado ou um tamanho de malha pré-definido seja atingido. A abordagem do artigo é diferente desse método, uma vez que se baseia na otimização de regiões planas. A idéia é detectar areas sem deformações na reconstrução e calcular uma triangulação alternativa dessas áreas usando o menor número possível de triângulos. Em regiões não planas, nenhum triângulo será removido para manter a precisão geométrica.

Durante avaliação dos resultados foram otimizados modelos captados por pelos sensores Kinect e SICK, onde inicialmente ambos geram em media trêzentos mil triângulos em uma mesma area, ao utilizar o algoritmo de redução de triângulos em areas planas o resultado mostrou uma redução media de 80% dos triângulos (WIEMANN et al, 2016).

7 PROTÓTIPO LOW-END ANDROID VISANDO VIABILIZAR A REALIDADE VIRTUAL NO PROCESSO DA COLETA DE SANGUE E VACINAÇÃO EM CRIANÇAS

Visando contribuir com o processo de coleta de sangue e vacinação amenizando o desconforto sentido por crianças durante este procedimento, foi desenvolvido um protótipo com proposta semelhante ao trabalho correlato “Realidade virtual na gestão da dor e ansiedade em crianças”, mas com foco em dispositivos Android de baixo custo, onde se interage diretamente com a aplicação em realidade virtual, fazendo uso de sensores nativos dos dispositivos móveis, sendo eles o giroscópio e acelerômetro.

Com a instalação dos módulos necessários, como foi descrito no capítulo 4.3, o motor Unity permite a criação de aplicações para o sistema operacional Android, assim como disponibiliza ferramentas para implementação de mecânicas de realidade virtual, sendo assim foram buscados e criados recursos gráficos 3D para uso na aplicação, tal como a criação de animações que darão movimento aos personagens no ambiente virtual.

O protótipo tem uma ênfase no mercado de dispositivos *low end*, permitindo a utilização do aplicativo em dispositivos básicos equivalentes ao utilizado durante a fase de testes.

7.1 METODOLOGIA

Projeto se iniciou com o levantamento bibliográfico, pesquisando como o processo de coleta de sangue funciona e como é o mercado de laboratórios no Brasil. A fundamentação teórica foi dividida em três partes principais e oito capítulos, a primeira relacionada a processos laboratoriais e o potencial da realidade virtual em alguns campos da saúde, a segunda buscando conhecimentos sobre as ferramentas utilizadas para desenvolver o protótipo, na terceira etapa foi detalhado o trabalho produzido, assim como a metodologia, resultados e recursos utilizados.

O desenvolvimento do protótipo foi dividido em quatro etapas, a primeira sendo o processo de *brainstorming*, onde a história e interações serão projetadas para a aplicação, na segunda etapa modelos 3D necessários para o protótipo foram produzidos ou utilizados pré-prontos disponíveis de forma gratuita na internet, assim

como todos efeitos sonoros e músicas livres de *royalty* adquiridos online, a terceira etapa os modelos e animações foram combinados no Unity, onde se realizou a programação para o sistema Android assim como a implementação da tecnologia de realidade virtual utilizando a linguagem C#, concluindo o protótipo. Por último um período de testes que inclui uma comparação de performance com outros aplicativos semelhantes disponíveis no mercado, levando em consideração complexidade das cenas e interatividade dos mesmos, assim como a avaliação da performance da aplicação sobre diversas situações, com o intuito de verificar quais circunstâncias influenciam mais nos quadros por segundo, o que pode impedir que a aplicação rode em dispositivos de baixo custo, dentre eles foi avaliado a performance dos modelos 3D utilizados na aplicação, com versões dos mesmos com alta quantidade de polígonos e baixa quantidade de polígonos dentro da Unity, a mesma aplicação exportada como um jogo Android normal, sem as funções de realidade virtual para analisar a redução de performance do sistema RV na aplicação e por último a mesma aplicação com e sem o uso dos sensores inerciais para avaliar o seu impacto na performance.

7.1.1 Definição de recursos

O primeiro passo para desenvolver o protótipo foi a seleção dos recursos que seriam utilizados. Como base para o projeto foi decidido se utilizar o motor gráfico Unity, quem tem suporte nativo ao sistema operacional Android, sendo motor gráfico este gratuito, e o SO Android na versão API mínima 19 o mais acessível para o público com smartphones básicos. Ao qual se utilizou a linguagem de programação C# para gerenciar e manipular as cenas do Unity.

Após o brainstorm inicial e decidido qual história e cenários a aplicação iria representar, buscou-se os primeiros modelos 3D que serviriam como base para a aplicação, o principal site utilizado para encontrar os modelos foi o Sketchfab que conta com centenas de modelos com licença *CC Attribution*, ao qual permite compartilhar e adaptar o material para qualquer propósito. Músicas utilizadas na aplicação foram obtidos do site Bensound, que disponibiliza as mesmas sem *royalty*. Para dar vida aos personagens foram buscadas no site Soundbible efeitos sonoros necessários, e por último, um modelo 3D de um personagem sem animações não deixa a cena interessante, então se criou no software Blender animações que

correspondessem com as ações que são apresentadas no momento, personagem esse que é dublado pelo próprio autor, fazendo uso do software Audacity para estilizar como a voz soa.

7.2 DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Aplicativos mobile podem ser desenvolvidos de algumas formas, sendo as principais Nativa ou Híbrida. As aplicações Nativas são programadas na linguagem de cada sistema operacional, como Java no Android e *Objective-C* no iOS, cada plataforma apresentando suas próprias ferramentas e elementos de interface. Sendo assim o aplicativo nativo é desenvolvido para ser utilizado em uma plataforma específica, como iOS ou Android, capaz de explorar todo potencial da plataforma para a qual foi criado, já uma aplicação híbrida permite que apenas um código seja produzido em apenas uma linguagem e executado em diversas plataformas, fazendo uso de frameworks como Ionic (CHOPVITAYAKUN,2016). O motor gráfico Unity vem como um meio termo entre ambos métodos de criação de aplicativos, permitindo que uma única aplicação produzida em C# possa ser exportada para diversas plataformas, sendo esta aplicação considerada nativa. Na figura 17 encontra-se a interface Unity, com a cena a esquerda e os recursos presentes na mesma a direita:

Figura 17 – A interface Unity



Fonte: O Autor

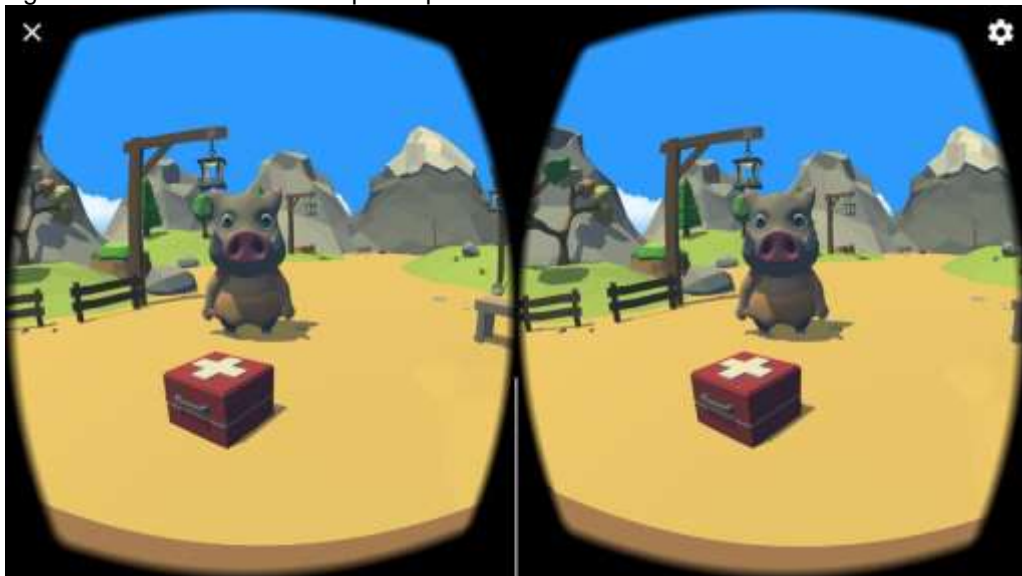
7.2.1 Estrutura da aplicação

Ao desenvolver o protótipo, a experiência de usuário foi totalmente voltada a um usuário criança, que pode possivelmente não estar familiar com tecnologias de realidade virtual. Os controles do protótipo são todos feitos pelo gesto da cabeça do utilizador, recebendo a todo momento direções por voz pelo próprio aplicativo. Os gestos do usuário são identificados pelo uso do sensor giroscópio presente no dispositivo, essa informação manipula a rotação da câmera presente no jogo, onde é possível verificar a movimentação feita na mesma e retornar respostas via código.

7.2.2 A Aplicação

O protótipo que tem como alvo crianças, se inicia já em realidade virtual, não existe configuração por meio de menus ou interfaces via touchscreen, fazendo uso das zonas de conteúdo descritas no capítulo 4.5, toda a interação é contida a frente e ao alcance visual do usuário. Ao iniciar a aplicação o usuário é saudado com o personagem principal que irá guiá-lo pelo processo, o mesmo faz perguntas para definir o quão confortável o utilizador está com a aplicação, na figura 18 temos a primeira cena que é apresentada a criança:

Figura 18 – Primeira cena do protótipo



Fonte: O Autor

No caso da criança ser uma utilizadora recorrente o processo de coleta de sangue já poderá ser iniciado imediatamente, onde o personagem irá instruir a criança

que o mesmo “precisa de sua ajuda” e que irá sentir uma “picada” para ajuda-lo. A segunda opção é para utilizadores que não estão confortáveis com o procedimento de coleta de sangue ou vacina, onde será guiado e acalmado em uma cena de barco até outro local de coleta conforme demonstra a figura 19:

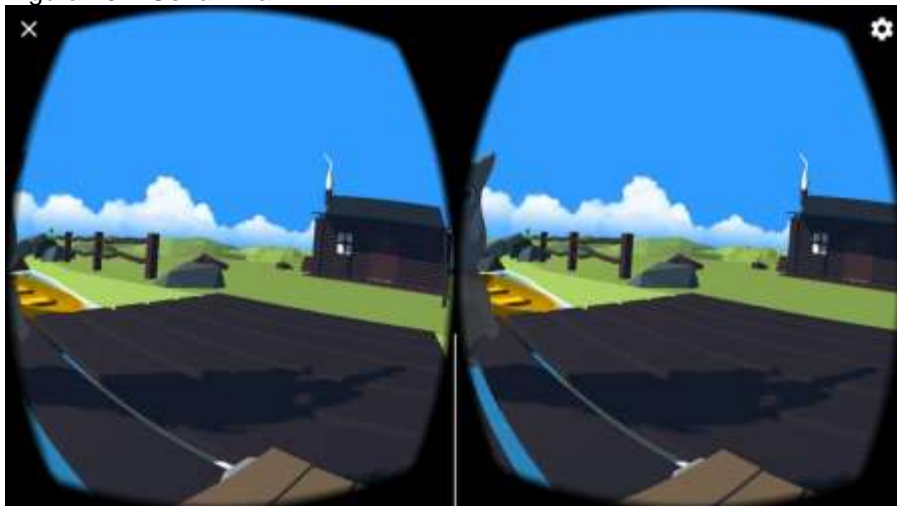
Figura 19 – Navegação de barco



Fonte: O Autor

Na cena final (Figura 20), ao chegar no destino do barco, a coleta de sangue ou vacinação começam, onde como na primeira cena a criança é instruída sobre o que irá acontecer com a mesma:

Figura 20 – Cena Final



Fonte: O Autor

7.2.3 Interação com a cena

Toda interação do usuário com o ambiente virtual é feito através do movimento da cabeça que são captados pelos sensores inerciais presentes no dispositivo em que a aplicação está sendo executada, existem dois tipos de interações presentes no protótipo, o de olhar na direção de um objeto na cena, assim como o movimento de aceitação e negação, ao qual o usuário respectivamente move a cabeça para cima e para baixo ou da esquerda para direita para realistar ambas ações

O código presente na figura 21 é o responsável por realizar a seleção de objetos na cena, fazendo uso da função *Raycast*, uma linha invisível é projetada do meio da câmera na direção atual que o usuário está visualizando, representando o que está sendo observado no momento, e retorna qual objeto está sendo selecionado apenas se o mesmo dispor da Tag “Selecionavel”, que é atribuída na interface do motor gráfico nos objetos que se deseja interagir:

Figura 21 – Código seleção de objeto

```
1 referência
public string Selecionado()
{
    if (Physics.Raycast(this.transform.position, this.transform.forward, out oQueAcertou, distanceQueVe))
    {
        if (oQueAcertou.collider.CompareTag(Selecionavel))
        {
            return (oQueAcertou.collider.gameObject.name);
        }
    }
    return null;
}
```

Fonte: O Autor

Durante o uso da aplicação o usuário irá responder a perguntas feitas pelo personagem, com sim, ou não, na figura 22 encontra-se a função responsável por efetuar esta verificação, inicialmente é verificado o ângulo que a câmera do usuário está atualmente e em seguida se houve um movimento de cima para baixo ou esquerda para direita, contudo não será valido se o utilizador se mover além de um eixo, por exemplo, se o usuário estiver fazendo o movimento de “sim” mas ao mesmo tempo mover a cabeça para a direita, a verificação retornara como invalida:

Figura 22 – Código verificação de movimento

```

1 referência
public string ChecarMovimento()
{
    bool direita = false, esquerda = false, cima = false, baixo = false;

    for (int i =0;i<80;i++)
    {
        if (angulo[i].x < anguloCentral.x - 20.0f && !cima)
        {
            cima = true;
        }
        else if (angulo[i].x > anguloCentral.x + 20.0f && !baixo)
        {
            baixo = true;
        }

        if (angulo [i].y < anguloCentral.y - 20.0f && !esquerda)
        {
            esquerda = true;
        }
        else if (angulo[i].y > anguloCentral.y + 20.0f && !direita)
        {
            direita = true;
        }
    }

    if (esquerda && direita && !(cima && baixo))
    {
        return ("nao");
    }

    if (cima && baixo && !(esquerda && direita))
    {
        return ("sim");
    }
    return null;
}

```

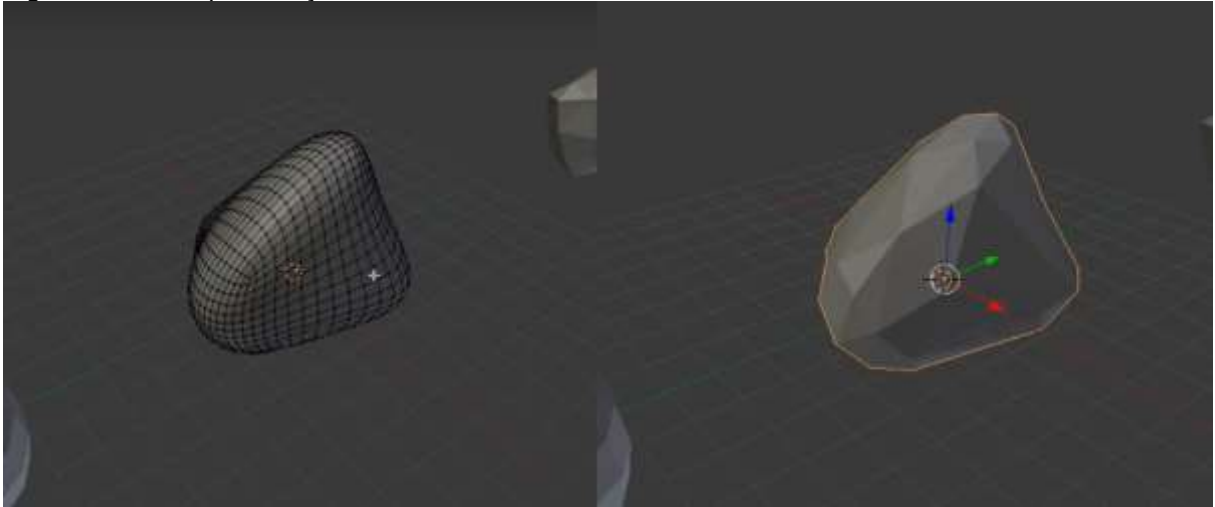
Fonte: O Autor

7.2.4 Otimização dos modelos 3D

A utilização do estilo artístico *low-poly* permite que os modelos tridimensionais tenham formatos menos arredondados e por sua vez com menor número de faces, durante o desenvolvimento do projeto foi utilizado o software Blender para otimizar os modelos selecionados. A principal ferramenta empregada foi o modificador *decimate* que permite reduzir a contagem de vértices e faces de uma malha com alterações mínimas na forma ou intencionalmente indo além do limite que não altera o formato do modelo, apresentando um visual de baixo numero de polígonos como é proposto pelo projeto. Esse modificador geralmente não é usado em modelos criadas por modelagem econômica e cuidadosa (onde todos os vértices e faces são necessários para definir corretamente a sua forma). Mas se a malha é o resultado de modelagem complexa, o Decimate pode ser usado para reduzir a contagem de polígonos para um aumento de desempenho ou simplesmente remover vértices e arestas desnecessárias (BLENDER, 2019).

Na figura 23 visualiza-se a mudança que o modificar *decimate* tem sobre o formato de um objeto exemplo, onde inicialmente apresentava 1204 faces e após a otimização foram reduzidos para 141 faces:

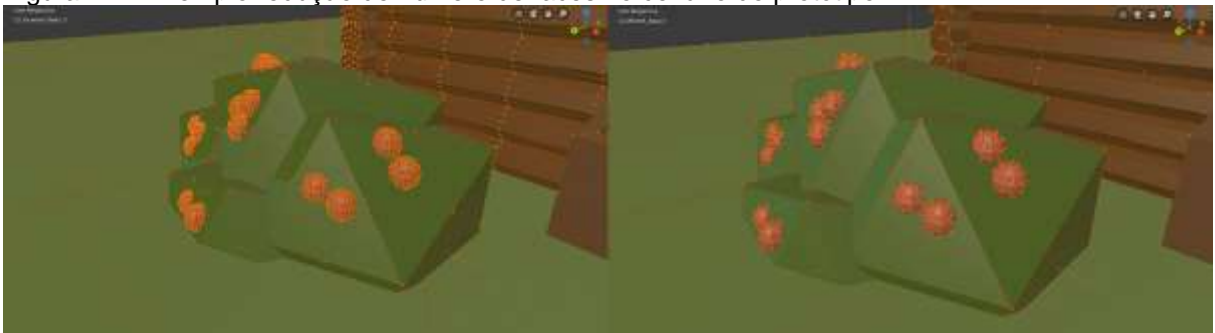
Figura 23 - Exemplo redução de número de faces



Fonte: O autor

Ao utilizar esta técnica em um dos cenários utilizados no protótipo, notasse igualmente uma grande redução e otimização do modelo, mesmo que os modelos não mudem de forma apenas mudando sua quantidade de triângulos, na figura 24 encontrasse a esquerda o modelo original onde toda a cena continha 70,548 triângulos e a direita o modelo otimizado com o modificador *decimate* reduzido para 17,637 triângulos:

Figura 24 – Exemplo redução de número de faces no cenário do protótipo



Fonte: O autor

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

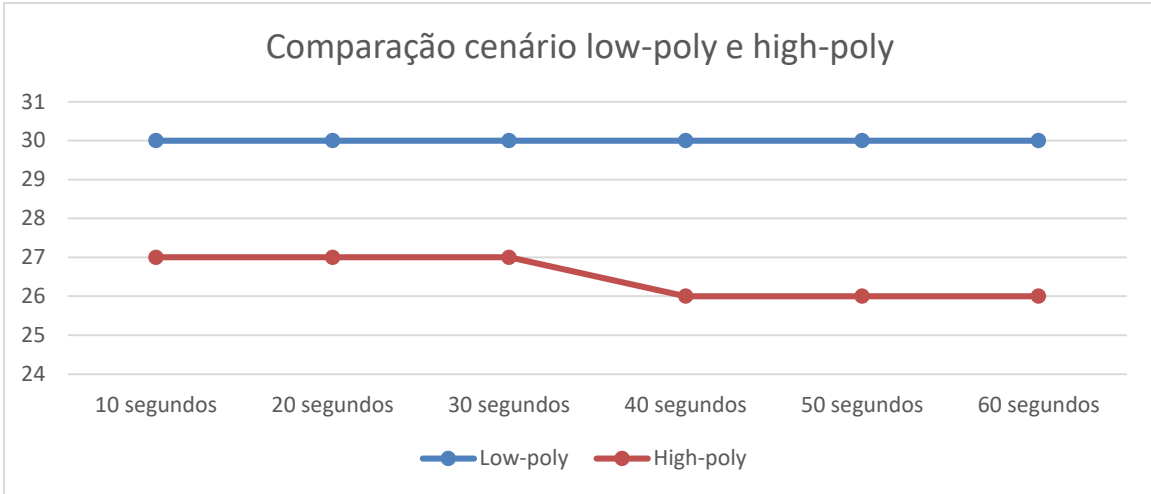
A performance de uma aplicação depende do processador, memória RAM e memória de vídeo presentes no dispositivo em que a mesma está sendo executada, quanto mais complexa uma cena se torna, mais memória e poder de processamento serão necessários do dispositivos, durante o desenvolvimento da aplicação é

necessário analisar qual a capacidade do dispositivo alvo a aplicação pretende suportar (LINARES-VÁSQUEZ, 2015). Em especial, uma aplicação em realidade virtual necessita de especificações ainda maiores se compara a mesma aplicação sem RV, já que para fornecer o efeito de imersão o cenário é renderizado duas vezes na tela.

Durante o desenvolvimento da aplicação manter os quadros por segundo altos pode ser considerado a variante mais importante para que o aplicativo se torne ideal. De acordo com a Iris VR, uma empresa de jogos em RV, 90 quadros por segundo é o recomendado para uso prolongado de aplicativos em RV, apesar disso para uso em curtos espaços de tempo como no protótipo desenvolvido em que a média é de dois a cinco minutos, 30 quadros por segundo pode ser considerado o suficiente, contudo uma quantidade menor que a recomendada pode causar enjoo e o usuário ficar desorientado. Em dispositivos moveis, o limite de quadros por segundo geralmente é de 60 QPS, sendo este limite imposto pelas telas que apresentam uma frequência de 60 Hz, além disso por padrão a UNITY limita a 30 QPS aplicações para Android, sendo possível aumentar este limite via código.

Visto que os quadros por segundo influenciam diretamente no uso da aplicação e frames maiores geram a melhor experiência de uso, esta variável foi utilizada para verificar a qualidade e usabilidade do protótipo, sendo utilizado o software KFMarks para realizar as verificações. O dispositivo empregado para os testes é composto por um processador de 8 cores 1.4 GHZ, 2GB de RAM e resolução de tela de 1080 x 1920.

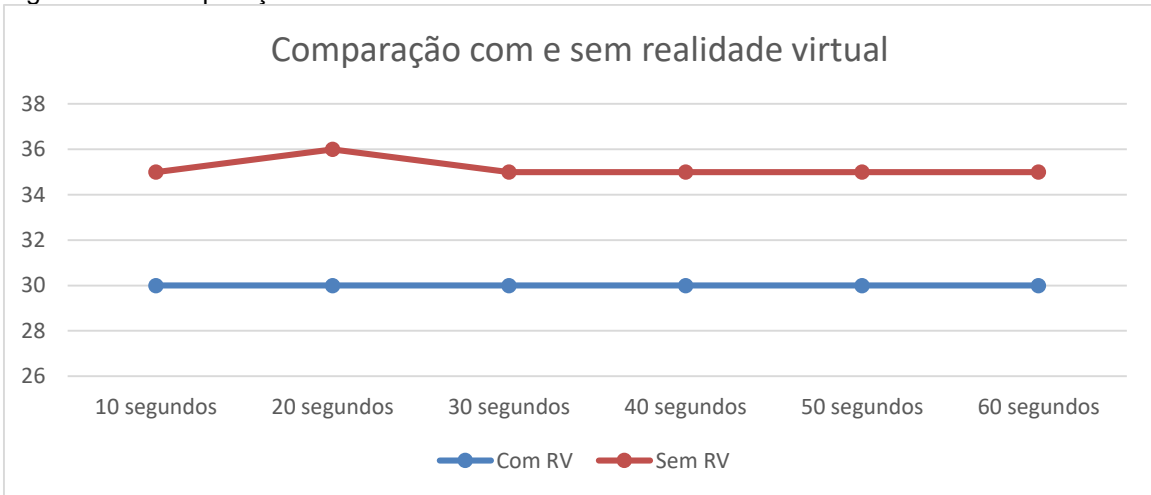
Inicialmente foi verificado a efetividade do modificador *decimate*, que otimiza modelos 3D semelhante ao trabalho correlato “Otimização de malhas triangulares em ambientes planos”, foi verificado a melhora na performance com a redução da quantidade de triângulos presentes na cena, como descrito anteriormente o cenário da aplicação que contava com 70,548 triângulos foi otimizado para 17,637 triângulos, na figura 25 é demonstrado a variação de frames durante um minuto com o cenário *low-poly* e *high-poly*, o teste foi realizado cinco vezes e gerado uma média onde notasse uma pequena, mas consistente melhora na quantidade de quadros por segundo no cenário otimizado com o *decimate*:



Fonte: O autor

Como descrito no capítulo 5.3 o motor Unity permite que a mesma aplicação desenvolvida em apenas um linguagem seja exportada para uma variedade de plataformas, considerando esta liberdade, se realizou teste de performance para verificar o impacto real da realidade virtual na aplicação gerando um protótipo de teste sem as funções de RV, se observa na figura 26 que em média o RV apresenta um impacto de cinco frames na aplicação desenvolvida:

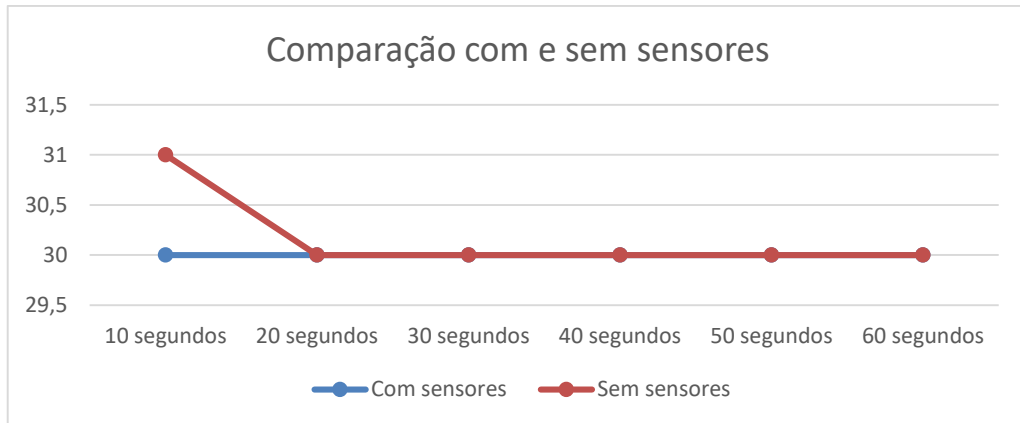
Figura 26 – Comparação com e sem realidade virtual



Fonte: O autor

Ainda se verificou o impacto das funções de captação de movimento descritas anteriormente, onde não se observou impacto na performance da aplicação (Figura 27):

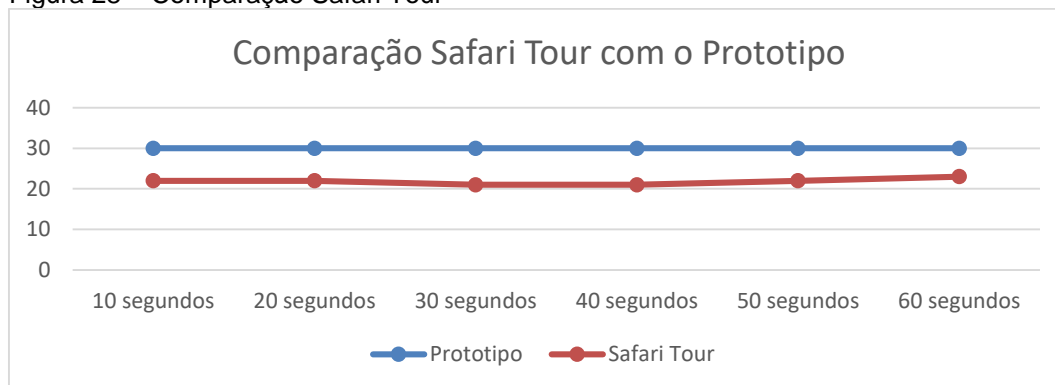
Figura 27 – Impacto dos sensores na aplicação



Fonte: O autor

Por último se comparou o protótipo com outras alternativas de aplicativos de interação em realidade virtual disponíveis no mercado, um deles foi a aplicação Safari Tour da empresa Tulip Apps, desenvolvedora de jogos RV para dispositivos de baixa performance, se comparado ao protótipo, observasse na figura 28 que a mesma tem dificuldade em manter a quantidade de quadros por segundo em alta quantidade:

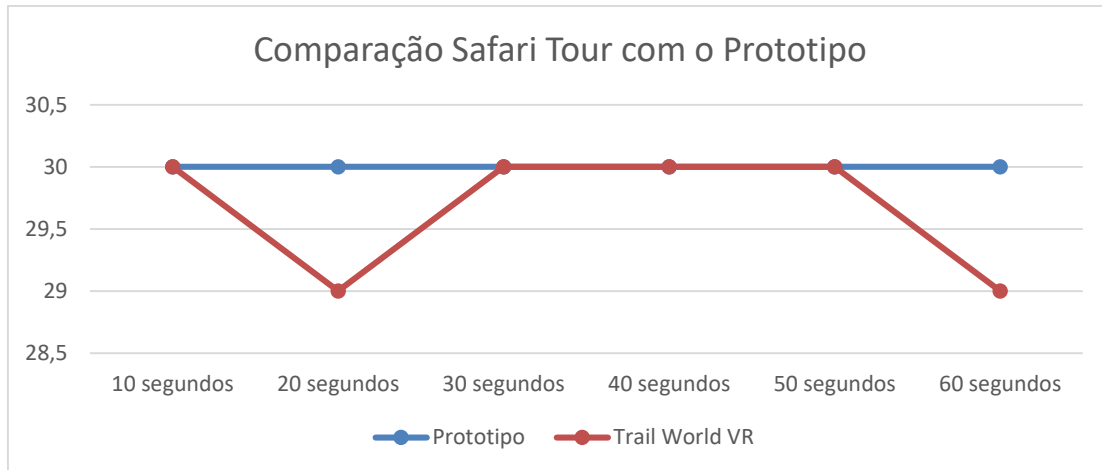
Figura 28 – Comparação Safari Tour



Fonte: O Autor

O segundo aplicativo comparado foi Trail World VR, desenvolvido pela No Pressure Studios, o mesmo conta com estilo gráfico *low-poly* similar ao do protótipo, e como se observa na figura 29 apresenta performance muito semelhante a aplicação desenvolvida:

Figura 29 – Comparação Trail World VR



Fonte: O Autor

Analisando os gráficos é possível observar estabilidade quanto a quantidade de quadros por segundo no protótipo desenvolvido, demonstrando a efetividade das otimizações de modelos 3D empregados nas cenas desenvolvidas, observasse ainda um grande impacto na performance devido a própria tecnologia de realidade virtual, que necessita a renderização de duas perspectivas ao mesmo tempo, contudo nenhum impacto negativo relevante foi notado na utilização dos sensores inerciais.

8 CONCLUSÃO

Aplicar um protótipo em realidade virtual requer que diversos métodos de programação sejam repensados para o contexto RV, apesar de o motor Unity providenciar uma variedade de facilidades no desenvolvimento, por ainda ser uma tecnologia recente algumas funções disponíveis em uma aplicação Android normalmente, precisam ser recriadas em RV.

Por meio dos conhecimentos adquiridos foram esclarecidas diversas dúvidas, como o capítulo sobre zonas de conteúdo, que instruiu o correto posicionamento dos elementos para uma aplicação produzida em realidade virtual, permitindo que a sua utilização seja a mais confortável possível. Ademais o conhecimento sobre sensores inerciais permitiu o desenvolvimento mais a fundo das interações do usuário com o cenário, assim como os processos de otimização de modelos 3D que auxiliaram a tornar a aplicação mais leve. Outros conhecimentos não especificados no projeto também foram buscados e se tornaram fundamentais na criação do protótipo, como a modelagem de modelos 3D, *riggiding*, animação de personagens e edição de áudio.

Durante o desenvolvimento se questionou ainda o uso de otimizações, como exemplo a utilização da tecnologia de Nível de Detalhe (do inglês *Level of Detail*, LOD), técnica esta que permite várias representações para um objeto gráfico que vão sendo ativadas de acordo com as diferentes distâncias a que o utilizador se encontra. Contudo como os modelos empregados já são otimizados, e os cenários presentes na aplicação não são amplos o bastante, o uso dessa tecnologia não foi viável.

Os temas não pertencentes a realidade virtual, e relacionados aos procedimentos de exames laboratoriais garantiram que a aplicação decorresse de tal modo que não disturbe o processo de coleta de sangue ou vacinação realizado por um profissional da área. Além disso o artigo desenvolvido por Karen Arane, Amir Behboudi e Ran D. Goldman serviu como base para desenvolver o, no mesmo é teorizado que o papel da realidade virtual na redução da dor e não apenas da ansiedade está relacionada à capacidade de atenção limitada que os humanos têm. A dor requer atenção, e se alguma dessa atenção puder ser desviada (por exemplo, interagindo com RV), o paciente terá uma resposta mais lenta aos sinais de dor.

Quanto aos objetivos propostos, apenas um dos mesmos foi encontrado dificuldade na sua realização, dentre todas metas o processo de coleta de sangue e vacinação infantil foram descritos e ludificados no projeto, se definiu a API Android de nível 19 por sua compatibilidade com o maior número de usuários do mercado e foi desenvolvido o protótipo em realidade virtual capaz de reproduzir interações 3D na Unity, assim como foi avaliado limitações presentes na realidade virtual e soluções para os mesmos, contudo não foi possível contato com laboratórios que já utilizam aplicativos em realidade virtual, logo não foi possível utilizar os softwares específicos que as mesmas fazem uso, sendo assim se utilizou alternativas similares disponíveis online e avaliado os resultados obtidos, alcançando um resultado satisfatório.

Após obtido os objetivos propostos, consolidando a performance e faixa de dispositivo necessária na utilização do projeto desenvolvido, observasse a necessidade de validação da efetividade do protótipo em casos reais de venopunção, dando continuidade ao projeto e gerando novas pesquisas na área.

REFERÊNCIAS

ARANE, Karen; BEHBOUDI, Amir (2017). **Virtual reality for pain and anxiety management in children** Disponível

em:<https://www.cfp.ca/content/cfp/63/12/932.full.pdf> Acesso em: 24 de junho 2019

BAPTISTFIRST. **Meet Da Vinci**. Disponível

em:<https://www.baptistfirst.org/services/meet-da-vinci> Acesso em: 23 de junho 2019

BLENDER FOUNDATION. **Developer Documentation**. Disponível em:

https://wiki.blender.org/wiki/Main_Page Acesso em: 20 de abril 2019.

BAILER, Fernanda da Silva; ALVES, Adriana Gomes. **Boas práticas em Realidade Virtual Imersiva**. 2018. 9 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Computação, Univali, Itajaí, 2018. Disponível em:

<http://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/187559.pdf>

Acesso em: 18 mar. 2019.

CBINSIGHTS.(2018) **The \$120B Gaming Industry Is Being Built On The Backs Of These Two Engines** Disponível em:<https://www.cbinsights.com/research/game-engines-growth-expert-intelligence/> Acesso em: 25 de junho 2019

CHU, A. (2014). **VR Design: Transitioning from a 2D to a 3D Design Paradigm**.

Disponível em: [http://cargocollective.com/alexchu/Presentation-VR-Design-](http://cargocollective.com/alexchu/Presentation-VR-Design-Transitioning-from-a-2D-to-a-3D-Design-Paradigm)

[Transitioning-from-a-2D-to-a-3D-Design-Paradigm](http://cargocollective.com/alexchu/Presentation-VR-Design-Transitioning-from-a-2D-to-a-3D-Design-Paradigm) Acesso em: 12 de abril 2019.

Chopvitayakun, Shutchapol (2016) **Hybrid Framework As A Cross Platform Tool For Designing And Developing A Mobile Application Serving The Internship Program Management**. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/4f10/b626e80fb7bec383257222cda76a5e3e1bdc.pdf>

f Acesso em: 25 de julho 2019

CARDOSO, Alexandre et al. (2007) **Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. Disponível

em:[https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-](https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasEFerramentasParaO)

[content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasEFerramentasParaO](https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasEFerramentasParaO)

DesenvolvimentoDeSistemasDeRealidadeVirtualeAumentada_TecnologiasParaODe
senvolvimento.pdf/ Acesso em: 23 de junho 2019

DYN, Nira et al. (2001) **Optimizing 3D Triangulations Using Discrete Curvature Analysis**. Disponível em:
<http://www.farinhansford.com/gerald/classes/cse578/additions/optimize.pdf> Acesso:
17 de outubro 2019

Futuro Exponencial. (2019). **A realidade virtual é o futuro dos games (ou o futuro de tudo)?**. Disponível em: <https://futuroexponencial.com/realidade-virtual-futuro-de-tudo/>. Acesso em: 20 março 2019.

GOOGLE (2019). **Atender ao requisito de segmentação de nível de API do Google Play**. Disponível em: <https://developer.android.com/distribute/best-practices/develop/target-sdk?hl=pt-br> Acesso em: 14 de abril 2019.

GOOGLE (2019). **Estatísticas de instalação do Google Play**. Disponível em:
<https://developer.android.com/about/dashboards/?hl=pt-br> Acesso em: 06 de março 2019.

GOOGLE CARD BOARD (2019). **Olá, Mundo 3D**. Disponível em:
https://vr.google.com/intl/pt-BR_pt/cardboard/developers/ Acesso em: 13 de maio 2019.

GERSHON, Jonathan at al (2004). **A Pilot and Feasibility Study of Virtual Reality as a Distraction for Children With Cancer**. Disponível em:
<https://pdfs.semanticscholar.org/09d3/6917103737ce72d695a592ac7a5354307623.pdf> Acesso em: 24 de junho 2019

HOUGH-TELFORD, Catherine et al. **Vaccine Delays, Refusals, and Patient Dismissals: A Survey of Pediatricians**. Disponível em:
<http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/early/2016/08/25/peds.2016-2127.full.pdf>. Acesso em: 01 maio 2018.

IRIS VR. **The Importance of Frame Rates**. Disponível em:

<https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/215884547-The-Importance-of-Frame-Rates>

Acesso em: 10/10/2019

IBGE. **Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária**. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9067-pesquisa-de-assistencia-medico-sanitaria.html?t=downloads> Acesso em: 19 de abril 2019.

Kapp, Karl M. (2012). **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**.

LIBERTY, Jesse (2006). **Programando C#**. Disponível em:

www.altabooks.com.br/index.php?dispatch=attachments.getfile&attachment_id=540

Acesso em: 14 de abril 2019.

LINARES-VÁSQUEZ, Mario et al (2015). **How Developers Detect and Fix Performance Bottle necks in Android Apps**. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7332486> Acesso em: 17 de abril 2019.

MATHWORKS.(1999) **Gyroscope**. Disponível

em:<https://www.mathworks.com/help/supportpkg/armcortexbasedvexmicrocontroller/ref/gyroscope.html> Acesso em: 25 de abril 2019

MARCZEWSKI, Andrzej (2013). **What's the difference between Gamification and Serious Games?**. Disponível

em:http://www.gamasutra.com/blogs/AndrzejMarczewski/20130311/188218/Whats_the_difference_between_Gamification_and_Serious_Games.php/ Acesso em: 23 de junho 2019

MENEGUZZI, Leonardo; TREIS, Roger Fritzen; CENDRON, Marcelo Massocco. (2016) **Utilização de giroscópio e acelerômetro para identificação de movimentação em ambientes tridimensionais**. Disponível em:

<http://videira.ifc.edu.br/fice/wp-content/uploads/sites/27/2016/09/10-Artigo-UTILIZA%C3%87%C3%83O-DE-GIROSC%C3%93PIO-E.pdf> Acesso em: 25 de junho 2019

MARTINS, Carmen Tzanno Branco (2017). **DIÁLISE NO BRASIL** : cenário atual e desafios. Disponível em: <https://arquivos.sbn.org.br/uploads/HDU-DRA-CARMEM-TZANNO.pdf>. Acesso em: 25 março 2019.

NESAMALAR, E. Kiruba; GANESAN G. (2012) **An Introduction To Virtual Reality Techniques And Its Applications**. Disponível em: https://www.academia.edu/7762611/AN_INTRODUCTION_TO_VIRTUAL_REALITY_TECHNIQUES_AND_ITS_APPLICATIONS Acesso em: 19 de março 2019.

MATTILA, Marko (2017). **VR and UX**. . Disponível em: <https://medium.com/humanexperiences/vr-and-ux-1a74821f47f9> Acesso em: 19 de abril 2019.

MOURA, Rafael Santos. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE ORIENTAÇÃO ESPACIAL INERCIAL**. 2013. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de engenharia elétrica e de computação, Universidade De São Paulo Escola De Engenharia De São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-06022014-144125/>. Acesso em: 01 out. 2018.

MEDEIROS, Gustavo Adolfo (2006). **Sistema de realidade virtual para tratamento de fobia**. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/1936.pdf> Acesso em: 24 de junho 2019

MATSUDA, Keiichi (2016). **HYPER-REALITY**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yjg02ivyzss> Acesso em: 14 de abril 2019.

MICROSOFT (2019). **HoloLens 2: Mixed reality is ready for**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> Acesso em: 14 de abril 2019

MELAX, Stan (1998). **A Simple, Fast, and Effective Polygon Reduction Algorithm** Disponível em: <https://dev.gameres.com/program/Visual/3D/PolygonReduction.pdf> Acesso em: 25 de junho 2019

NAB (2010). **Television Safe Areas Redefined**. Disponível em: <http://www.nab.org/xert/scitech/pdfs/tv031510.pdf> Acesso em: 06 de março 2019.

NETMARKETSHARE.(2019). **Operating System Market Share**. Disponível em:
<https://netmarketshare.com/> Acesso em: 16 de junho 2019

OCULUS (2011). **Oculus Rift: Step Into the Game**. Disponível em:
<https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game/>
Acesso em: 20 de maio 2019.

OCULUS.(2014) **The Human Visual System and the Rift**. Disponível em:
<https://www.roadtovr.com/every-oculus-connect-video-presentation-now-online/>
Acesso em: 20 de junho 2019.

PIMENTEL, K. ; Teixeira, K. **Virtual reality - through the new looking glass**. 2. .
New York, McGraw-Hill, 1995

PINHO, Márcio Serolli. **Tecnologias de Rastreamento e Captura de Movimento**
Disponível em: <https://www.inf.pucrs.br/~pinho/TCG/Docs/Aula4-Rastreamento.doc.pdf> Acesso em: 19 de abril 2019.

PESCE, Maurizio (2019). **Augmented Reality: The Past, The Present and The Future** Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>
Acesso em: 19 de março 2019.

SBN. **Insuficiência Renal Aguda (IRA): De Kolff e Cimino ao WCN in Rio**.
Disponível em: <https://sbn.org.br/resumo/insuficiencia-renal-aguda-ira-de-kolff-e-cimino-ao-wcn-in-rio/> Acesso em: 19 de março 2019.

SBN. **Inquérito Brasileiro de Diálise Crônica 2016**. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002017000300261&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 20 março 2019.

SBN. **Inquérito Brasileiro de Diálise Crônica 2017** Disponível em:
http://www.scielo.br/pdf/jbn/2019nahead/pt_2175-8239-jbn-2018-0178.pdf Acesso em: 20 março 2019.

SBP. (2017). **SBP e CFM alertam a população e os médicos para a necessidade da estar com o calendário de vacinação em dia.** Disponível em:
<http://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/sbp-e-cfm-alertam-a-populacao-e-os-medicos-para-a-necessidade-da-estar-com-o-calendario-de-vacinacao-em-dia/>. Acesso em: 20 março 2019.

USC School of Cinematic Arts. **Morton Heilig: The Father Of Virtual Reality.** Disponível em: <http://uschefnerarchive.com/mortonheilig/> Acesso em: 14 de março 2019.

UNITY (2019). **Crie uma vez, implemente onde quiser.** Disponível em:
<https://unity3d.com/pt/unity/features/multiplatform/> Acesso em: 16 de junho 2019

UN News. (2018). **Record 123 million infants received at least one vaccine in 2017, says UN.** Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2018/07/1014812>. Acesso em: 20 março 2019.

Vacuettes do Brasil (2013). **Guia prático para coleta de sangue.** Disponível em:
http://lidoc.ccb.ufsc.br/files/2013/10/Guia_de_Coleta_de_Sangue.pdf Acesso em: 14 de abril 2019.

Virtual Reality Society . **VPL Research Jaron Lanier.** Disponível em:
<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-profiles/vpl-research.html> Acesso em: 19 de abril 2019.

WARE, Colin; ARTHUR, Kevin; BOOTH, Kellogg S. (1993) **Fish tank virtual reality** Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/221517266_Fish_tank_virtual_reality Acesso em: 19 de abril 2019.

WIEMANN, Thomas et al. (2016) **Optimizing Triangle Mesh Reconstructions of Planar Environment**. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316310114> Acesso em: 03 de outubro 2019.

ZACHARA, Matt; ZAGAL, Jose (2009). **Challenges for success in stereo gaming: a Virtual Boy case study**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220982585_Challenges_for_success_in_stereo_gaming_a_Virtual_Boy_case_study Acesso em: 25 de junho 2019

APÊNDICE A – ARTIGO CIÊNTIFICO

Protótipo Low-End Android Visando Viabilizar A Realidade Virtual No Processo Da Coleta De Sangue E Vacinação Em Crianças

Dimitry Ladislau¹, Giácomo Antônio Althoff Bolan²

¹Acadêmico do Curso de Ciência da Computação - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) - 88.806-000 – Criciúma – SC – Brazil

²Professor Mestre do Curso de Ciência da Computação - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) - 88.806-000 – Criciúma – SC – Brazil

dimitryld@hotmail.com, kinhobolan@live.com

***Abstract.** Aiming to enable VR in the process of blood collection and vaccination, a prototype for low cost devices was developed, where it interacts directly with the application in virtual reality, making use of native sensors of mobile devices, such as the gyroscope and accelerometer. Unity has made it possible to produce the immersion application for the Android operating system. Since frames per second directly influence application usage and larger frame rates generate the best user experience, this variable was used to verify prototype quality and usability.*

***Resumo.** Visando viabilizar o RV no processo de coleta de sangue e vacinação, foi desenvolvido um protótipo para dispositivos de baixo custo, onde se interage diretamente com a aplicação em realidade virtual, fazendo uso de sensores nativos dos dispositivos móveis, sendo eles o giroscópio e acelerômetro. A a Unity tornou possível de se produzir o aplicativo de imersão para o sistema operacional Android. Visto que os quadros por segundo influenciam diretamente no uso da aplicação e frames maiores geram a melhor experiência de uso, esta variável foi utilizada para verificar a qualidade e usabilidade do protótipo.*

1. Introdução

A técnica mais comum de acalmar pacientes pediátricos durante coletas de sangue ou vacinação têm sido segurar a mão das mesmas, no qual o profissional da saúde tenta conversar com a criança com objetivo de uma distração. Em alguns casos, cartazes coloridos ou bonecos de pelúcia são usados como ferramentas para este propósito. Todavia uma alternativa mais imersiva e atual pode ser a realidade virtual.

Por meio da realidade virtual, acredita-se ser possível criar uma melhor distração para os procedimentos os quais envolvem agulha (Vacinação e coleta de sangue), já que a tecnologia além de entretenimento também tem aplicação na área da educação, terapia e etc. Conforme Mihalil conclui durante a conferência internacional de tecnologia em engenharia de 2014, através da terapia com RV a redução do nível de estresse teve melhores resultados se comparado a terapia com outros métodos.

1.1 Objetivo Geral

Viabilizar o uso da tecnologia de realidade virtual no procedimento de coleta de sangue e vacinação, possibilitando auxiliar profissionais da área utilizando um dispositivo Android acessível.

1.2 Objetivos Específicos

- descrever o processo de coleta de sangue e vacinação infantil realizando a ludificação da mesma e aplicar os conceitos na construção do protótipo;
- identificar a API Android mais viável ao protótipo e fazer uso da mesma;
- projetar e desenvolver um protótipo em realidade virtual capaz de reproduzir interações 3D no motor Unity com alta performance;
- analisar limitações presentes na realidade virtual e soluções para os mesmos;
- analisar os resultados e avaliar o protótipo com o intuito de comparar características como performance, requisitos, etc.

2. Realidade Virtual

Antes do avanço do computador eletrônico, no dia-a-dia se utilizava interfaces naturais para interagir com o mundo, a computação trouxe vários novos processos sofisticados de interação, como monitores de computador, a computação gráfica em si e etc., Usualmente quando a realidade imersiva é citada, se relaciona a um sistema que inclui um óculos de RV, dispositivos que rastreiam a posição do usuário e um sistema de áudio 3D para prover uma experiência totalmente realista, contudo existem diversas variações de sistemas de imersão, sendo as mais conhecidas a realidade aumentada, a realidade mista e a mais conhecida, realidade virtual.

2.1. Preocupações e Desafios

A maior preocupação na hora de desenvolver um software em realidade virtual é a locomoção do usuário no ambiente virtual. Diversas estratégias de hardware e software para mover um usuário através de um ambiente em RV foram apresentadas, mas ainda não existe a adoção de um padrão unânime ou mesmo por maioria. O maior problema é a possibilidade de o usuário sofrer de enjoo durante o uso. O movimento da câmera na aplicação não pode acelerar de forma diferente da rotação da cabeça do utilizador visto que gera o reflexo vestibulo-ocular, logo náusea (YAO, 2014). Muitas aplicações simplesmente ignoram isso e permitem que os usuários acompanhem a visão do jogo em um estilo de tiro em primeira pessoa. Outros tentam atenuar o problema com um ambiente mais estático e não permitindo a movimentação livre pelo cenário, seguindo apenas um percurso predefinido semelhante a estar em um carro. Variações de teletransporte também são usadas, movendo o usuário para outro local muito rapidamente ou imediatamente (COOMER, 2018).

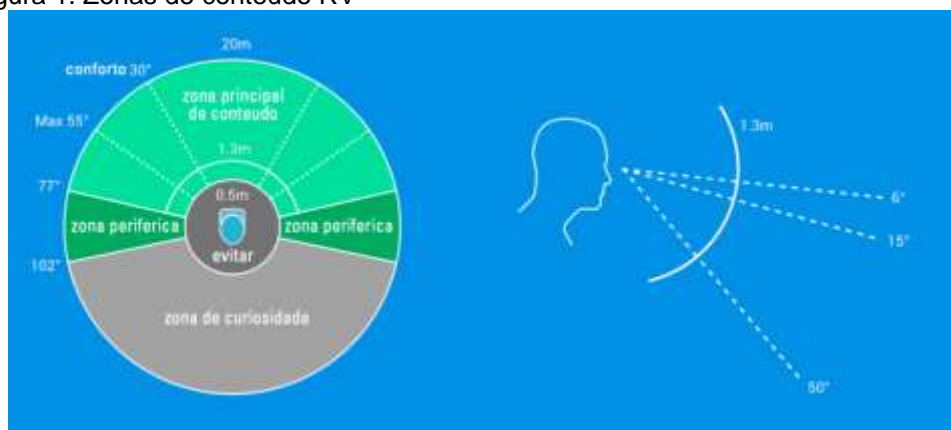
2.2 Graus De Liberdade

Os Graus de Liberdade representam a capacidade de se movimentar em um espaço tridimensional, sendo que há um total de seis graus de liberdade. Metade dos quais representam o movimento rotacional e a outra metade representa a deslocação translacional (movendo-se ao longo dos eixos x, y e z). Sendo que com apenas três graus de liberdade, já é o bastante para se sentir imersido. Um bom exemplo disso é o Google Cardboard, enquanto ele permite que o espectador olhe em todas as direções ao redor deles na cena, atualmente não há capacidade de se movimentar através do cenário movendo-se na vida real. Qualquer mudança de translação deve ser iniciada por alguma outra entrada, como inclinar a cabeça ou utilizando um controle (PINHO, 2015).

3.5 Zonas De Conteúdo

Com o grande avanço da tecnologia RV, o surgimento de definições UX se tornam inevitáveis, as áreas no espaço virtual para se colocar menus e conteúdo interativo são de grande importância para a melhor experiência do usuário. Segundo a pesquisa produzida pelo designer de interação da Samsung Alex Chu (2014), o usuário idealmente só deve receber informações no máximo 55 graus para a direita e esquerda, e idealmente manter todas informações importante entre 30 graus, sendo a zona vertical ainda menor, idealmente apenas 12 graus para baixo e 20 graus para cima. As áreas restantes são as chamadas “zona periférica” e “zona de curiosidade”, onde não necessariamente devem ser ignoradas, mas apenas usadas de forma que o usuário precise movimentar sua cabeça. Alex Chu (2014), ainda conclui que as interações no ambiente virtual não devem passar de 20 metros, e devem começar preferencialmente apenas meio metro em relação ao utilizador. Na imagem 8 é possível visualizar todas as indicações:

Figura 1. Zonas de conteúdo RV



4 Realidade Virtual Mobile

Ao produzir uma aplicação para computadores tradicionais desenvolvedores tem muito mais liberdade nas opções de qualidade gráfica e complexidade das aplicações, no desenvolvimento de aplicativos em RV para dispositivos mobile, deve se levar em consideração as limitações de performance e sensores desses dispositivos. Existem diversas tecnologias que servem como

base para se implementar aplicações em realidade virtual, o sistema operacional Android e o motor gráfico Unity se destacam nesse mercado.

4.1 Android e API's

Android é um sistema operacional para smartphones, tablets, TV's e uma crescente gama de aparelhos. Lançado em 2003, segundo pesquisas da Netmarketshare (2019) Android atualmente é o sistema operacional mobile mais utilizado no mundo. A medida que novas versões da plataforma Android são desenvolvidas, são atribuídas versões de API, como uma forma de identificação, chamadas de nível de API, durante a criação de um aplicativo Android é necessário que se pense qual nível mínimo que será suportado, já que, usuários com versões antigas do sistema Android não poderão utilizar aplicativos desenvolvidos apenas para níveis de Interface de programação elevados, e simplesmente desenvolver um aplicativo com a versão mais antiga irá limitar o número de funcionalidades disponíveis na hora do desenvolvimento

A Google retém dados mundiais de todos seus usuários com instalação do Google Play, sendo possível visualizar precisamente a quantidade de usuários utilizando cada versão de API, analisando os dados de 25 de junho de 2019, notasse que a versão 23 é atualmente a mais utilizada em todo o mundo com 16.9%, seguindo próxima da versão 27 que cobre 15.4% do mercado. Percebesse ainda que versões mais antigas que a 19 apresentam uma quantidade negligenciável de usuários:

4.2 Sensores Inerciais

Sensores inerciais são baseados em inércia, ao qual os mais notáveis e geralmente presente em smartphones modernos são o giroscópio, acelerômetro e em alguns casos até mesmo o magnetômetro, que funciona como uma bússola (MOURA, 2013). Com apenas um giroscópio já é possível atingir três graus de liberdade com movimentos de rotação, e com um acelerômetro atingisse os últimos três graus parcialmente, já que acelerômetros em smartphones permitem uma movimentação de eixo limitada se comparado a sensores mais robustos presentes em dispositivos como o HTC Vive.

4.3 Otimização de modelos 3D

Ao desenvolver uma aplicação para dispositivos mobile a otimização dos modelos 3D é de grande importância, ao se utilizar recursos pré-prontos muitas vezes os modelos tridimensionalmente assumem níveis de detalhe muito alto, gerando perda de performance, sendo necessário a redução de número de polígonos, onde realizar esta operação manualmente pode ser inviável em modelos complexos.

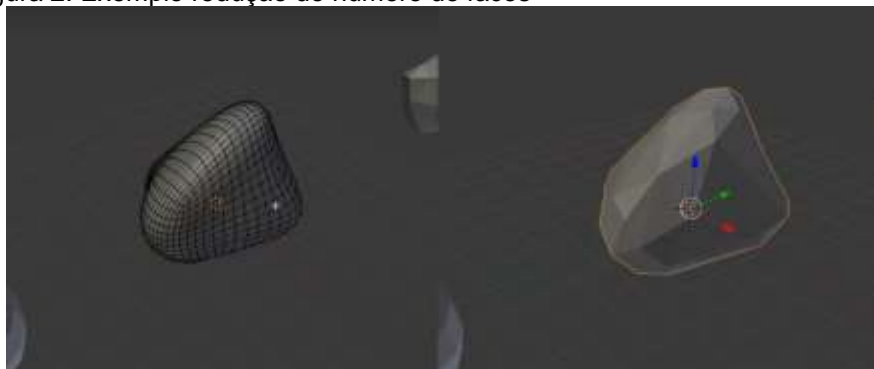
Há vários métodos de otimização de modelos 3D, uma delas é o algoritmo de redução de polígonos que cria um modelo otimizado com pouca quantidade de polígonos (*low-poly*) que é visualmente similar ao modelo original (*high-poly*). Este algoritmo reduz a complexidade do

modelo pelo uso repetido da operação de colapso da borda (um elemento do polígono), reduzindo assim o número de triângulos (outro elemento do polígono) que são necessários para modelar um determinado objeto. Usando a topologia local o algoritmo remove os vértices, revendo a geometria triangular do modelo várias vezes (MELAX, 1998). Para utilizar este algoritmo o software de modelagem Blender oferece algumas ferramentas de otimização nativas, ou pode ser utilizada uma ferramenta externa como os softwares simplygon e atangeo.

A utilização do estilo artístico *low-poly* permite que os modelos tridimensionais tenham formatos menos arredondados e por sua vez com menor número de faces, durante o desenvolvimento do projeto foi utilizado o software Blender para otimizar os modelos selecionados. A principal ferramenta empregada foi o modificador *decimate* que permite reduzir a contagem de vértices e faces de uma malha com alterações mínimas na forma ou intencionalmente indo além do limite que não altera o formato do modelo, apresentando um visual de baixo número de polígonos como é proposto pelo projeto. Esse modificador geralmente não é usado em modelos criados por modelagem econômica e cuidadosa (onde todos os vértices e faces são necessários para definir corretamente a sua forma). Mas se a malha é o resultado de modelagem complexa, o Decimate pode ser usado para reduzir a contagem de polígonos para um aumento de desempenho ou simplesmente remover vértices e arestas desnecessárias (BLENDER, 2019).

Na figura 2 visualiza-se a mudança que o modificar *decimate* tem sobre o formato de um objeto exemplo, onde inicialmente apresentava 1204 faces e após a otimização foram reduzidos para 141 faces:

Figura 2. Exemplo redução de número de faces



5 Trabalhos Correlatos

Para realizar a construção do trabalho foram encontrados projetos semelhantes ao produzido, que serviram de inspiração e auxílio em detalhes já pesquisados:

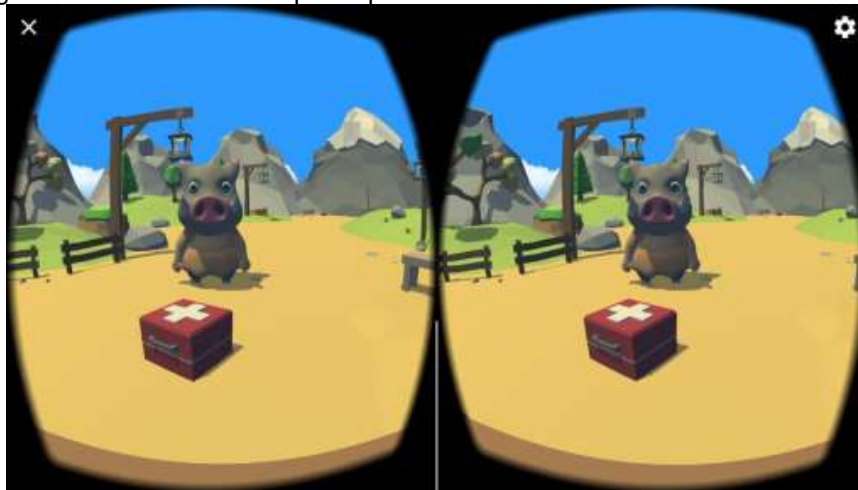
O artigo realidade virtual na gestão da dor e ansiedade em crianças foi desenvolvido por Karen Arane, Amir Behboudi e Ran D. Goldman no ano de 2017 onde explora o uso de RV com pacientes pediátricos submetidos a procedimentos que vão desde vacinas e injeções. Interagir com a RV imersiva pode desviar a atenção, levando a uma resposta mais lenta aos sinais de dor nos mesmos. Os resultados preliminares mostraram que a RV é eficaz, isoladamente ou em combinação com o tratamento padrão, na redução da dor e ansiedade que os pacientes experimentam em comparação com os cuidados padrão ou outros métodos de distração (ARANE; BEHBOUDI; GOLDMAN, 2017)

No artigo “Otimização de malhas triangulares em ambientes planos” de Thomas Wiemann, Kai Lingemann e Joachim Hertzberg é apresentado e avaliado um algoritmo de otimização de malha que foi especialmente projetado para explorar a estrutura plana de ambientes internos. Um dos métodos de otimização de modelos 3D mais comum, é onde triângulos são removidos da malha até que um determinado limite de qualidade seja violado ou um tamanho de malha pré-definido seja atingido. A abordagem do artigo é diferente desse método, uma vez que se baseia na otimização de regiões planas (WIEMANN et al, 2016).

6. A Aplicação

O prototipo que tem como alvo crianças, se inicia já em realidade virtual, não existe configuração por meio de menus ou interfaces via touchscreen, fazendo uso das zonas de conteúdo descritas no capítulo 3.5, toda a interação é contida a frente e ao alcance visual do usuário. Ao iniciar a aplicação o usuário é saudado com o personagem principal que irá guiá-lo pelo processo, o mesmo faz perguntas para definir o quão confortável o utilizador está com a aplicação, na figura 3 temos a primeira cena que é apresentada a criança:

Figura 3. Primeira cena do prototipo



No caso da criança ser uma utilizadora recorrente o processo de coleta de sangue já poderá ser iniciado imediatamente, onde o personagem irá instruir a criança que o mesmo “precisa de sua ajuda” e que irá sentir uma “picada” para ajudá-lo. A segunda opção é para utilizadores que não estão confortáveis com o procedimento de coleta de sangue ou vacina, onde será guiado e acalmado em uma cena de barco até outro local de coleta conforme demonstra a figura 4, Na cena final ao chegar no destino do barco, a coleta de sangue ou vacinação começam, onde como na primeira cena a criança é instruída sobre o que irá acontecer com a mesma

Figura 4. Navegação de barco



6.1 Interação com a cena

Toda interação do usuário com o ambiente virtual é feita através do movimento da cabeça que são captados pelos sensores inerciais presentes no dispositivo em que a aplicação está sendo executada, existem dois tipos de interações presentes no protótipo, o de olhar na direção de um objeto na cena, assim como o movimento de aceitação e negação, ao qual o usuário respectivamente move a cabeça para cima e para baixo ou da esquerda para direita para realizar ambas ações

A função raycast é a responsável por realizar a seleção de objetos na cena, uma linha invisível é projetada do meio da câmera na direção atual que o usuário está visualizando, representando o que está sendo observado no momento, e retorna qual objeto está sendo selecionado apenas se o mesmo dispôr da Tag “Selecionavel”, que é atribuída na interface do motor gráfico nos objetos que se deseja interagir:

Durante o uso da aplicação o usuário irá também responder a perguntas feitas pelo personagem, com sim, ou não, inicialmente é verificado o ângulo que a câmera do usuário está atualmente e em seguida se houve um movimento de cima para baixo ou esquerda para direita, contudo não será valido se o utilizador se mover além de um eixo, por exemplo, se o usuário estiver fazendo o movimento de “sim” mas ao mesmo tempo mover a cabeça para a direita, a verificação retornara como invalida:

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

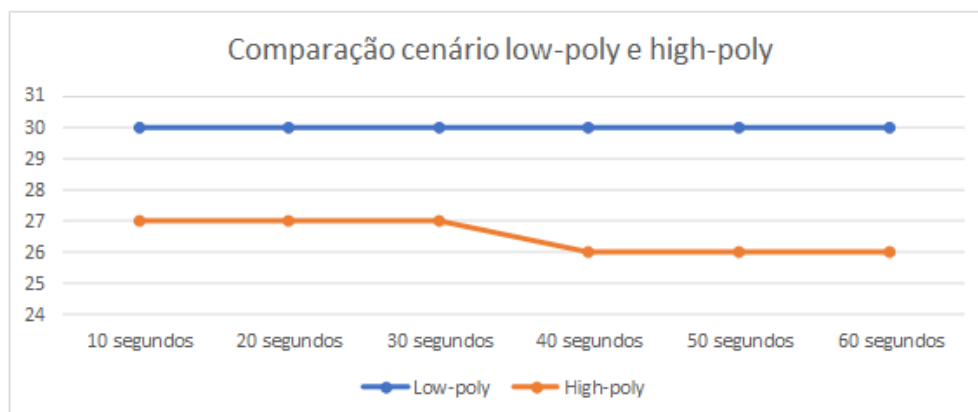
A performance de uma aplicação depende do processador, memória RAM e memória de vídeo presentes no dispositivo em que a mesma está sendo executada, quanto mais complexa uma cena se torna, mais memória e poder de processamento serão necessários do dispositivos, durante o desenvolvimento da aplicação é necessário analisar qual a capacidade do dispositivo alvo a aplicação pretende suportar (LINARES-VÁSQUEZ, 2015). Em especial, uma aplicação em realidade virtual necessita de especificações ainda maiores se compara a mesma aplicação sem RV, já que para fornecer o efeito de imersão o cenário é renderizado duas vezes na tela.

Durante o desenvolvimento da aplicação manter os quadros por segundo altos pode ser considerado a variante mais importante para que o aplicativo se torne ideal. De acordo com a

Iris VR, uma empresa de jogos em RV, 90 quadros por segundo é o recomendado para uso prolongado de aplicativos em RV, apesar disso para uso em curtos espaços de tempo como no protótipo desenvolvido em que a média é de dois a cinco minutos, 30 quadros por segundo pode ser considerado o suficiente, contudo uma quantidade menor que a recomendada pode causar enjoo e o usuário ficar desorientado. Visto que os quadros por segundo influenciam diretamente no uso da aplicação e frames maiores geram a melhor experiência de uso, esta variável foi utilizada para verificar a qualidade e usabilidade do protótipo, sendo utilizado o software KFMarks para realizar as verificações. O dispositivo empregado para os testes é composto por um processador de 8 cores 1.4 GHZ, 2GB de RAM e resolução de tela de 1080 x 1920.

Inicialmente foi verificado a efetividade do modificador *decimate*, que otimiza modelos 3D semelhante ao trabalho correlato “Otimização de malhas triangulares em ambientes planos”, foi verificado a melhora na performance com a redução da quantidade de triângulos presentes na cena, como descrito anteriormente o cenário da aplicação que contava com 70,548 triângulos foi otimizado para 17,637 triângulos, na figura 25 é demonstrado a variação de frames durante um minuto com o cenário *low-poly* e *high-poly*, o teste foi realizado cinco vezes e gerado uma média onde notasse uma pequena, mas consistente melhora na quantidade de quadros por segundo no cenário otimizado com o *decimate*:

Figura 25 – Comparação cenário low-poly e high-poly



O motor Unity permite que a mesma aplicação desenvolvida em apenas um linguagem seja exportada para uma variedade de plataformas, considerando esta liberdade, se realizou teste de performance para verificar o impacto real da realidade virtual na aplicação gerando um protótipo de teste sem as funções de RV, que em média o RV apresenta um impacto de cinco frames na aplicação desenvolvida.

Ainda se verificou o impacto das funções de captação de movimento descritas anteriormente, onde não se observou impacto na performance da aplicação

Por último se comparou o protótipo com outras alternativas de aplicativos de interação em realidade virtual disponíveis no mercado, um deles foi a aplicação Safari Tour da empresa Tulip Apps, desenvolvedora de jogos RV para dispositivos de baixa performance, se comparado ao protótipo, observasse que a mesma tem dificuldade em manter a quantidade de quadros por segundo em alta quantidade.

O segundo aplicativo comparado foi Trail World VR, desenvolvido pela No Pressure Studios, o mesmo conta com estilo gráfico *low-poly* similar ao do protótipo, e apresenta performance muito semelhante a aplicação desenvolvida.

Analisando os resultados é possível observar estabilidade quanto a quantidade de quadros por segundo no protótipo desenvolvido, demonstrando a efetividade das otimizações de modelos 3D empregados nas cenas desenvolvidas, observasse ainda um grande impacto na performance devido a própria tecnologia de realidade virtual, que necessita a renderização de duas perspectivas ao mesmo tempo, contudo nenhum impacto negativo relevante foi notado na utilização dos sensores inerciais.

9. CONCLUSÃO

Aplicar um protótipo em realidade virtual requer que diversos métodos de programação sejam repensados para o contexto RV, apesar de o motor Unity providenciar uma variedade de facilidades no desenvolvimento, por ainda ser uma tecnologia recente algumas funções disponíveis em uma aplicação Android normalmente, precisam ser recriadas em RV.

Por meio dos conhecimentos adquiridos foram esclarecidas diversas dúvidas, como o capítulo sobre zonas de conteúdo, que instruiu o correto posicionamento dos elementos para uma aplicação produzida em realidade virtual, permitindo que a sua utilização seja a mais confortável possível. Ademais o conhecimento sobre sensores inerciais permitiu o desenvolvimento mais a fundo das interações do usuário com o cenário, assim como os processos de otimização de modelos 3D que auxiliaram a tornar a aplicação mais leve. Outros conhecimentos não especificados no projeto também foram buscados e se tornaram fundamentais na criação do protótipo, como a modelagem de modelos 3D, rigging, animação de personagens e edição de áudio.

Durante o desenvolvimento se questionou ainda o uso de otimizações, como exemplo a utilização da tecnologia de Nível de Detalhe (do inglês Level of Detail, LOD), técnica esta que permite várias representações para um objeto gráfico que vão sendo ativadas de acordo com as diferentes distâncias a que o utilizador se encontra. Contudo como os modelos empregados já são otimizados, e os cenários presentes na aplicação não são amplos o bastante, o uso dessa tecnologia não foi viável.

Os temas não pertencentes a realidade virtual, e relacionados aos procedimentos de exames laboratoriais garantiram que a aplicação decorresse de tal modo que não distorba o processo de coleta de sangue ou vacinação realizado por um profissional da área. Além disso o artigo desenvolvido por Karen Arane, Amir Behboudi e Ran D. Goldman serviu como base para desenvolver o, no mesmo é teorizado que o papel da realidade virtual na redução da dor e não apenas da ansiedade está relacionada à capacidade de atenção limitada que os humanos têm. A dor requer atenção, e se alguma dessa atenção puder ser desviada (por exemplo, interagindo com RV), o paciente terá uma resposta mais lenta aos sinais de dor.

Quanto aos objetivos propostos, apenas um dos mesmos foi encontrado dificuldade na sua realização, dentre todas metas o processo de coleta de sangue e vacinação infantil foram descritos e ludificados no projeto, se definiu a API Android de nível 19 por sua compatibilidade com o maior número de usuários do mercado e foi desenvolvido o protótipo em realidade virtual capaz de reproduzir interações 3D na Unity, assim como foi avaliado limitações presentes na realidade virtual e soluções para os mesmos, contudo não foi possível contato com laboratórios que já utilizam aplicativos em realidade virtual, logo não foi possível utilizar os softwares específicos que as mesmas fazem uso, sendo assim se utilizou alternativas similares disponíveis online e avaliado os resultados obtidos, alcançando um resultado satisfatório.

Após obtido os objetivos propostos, consolidando a performance e faixa de dispositivo necessária na utilização do projeto desenvolvido, observasse a necessidade de validação da efetividade do protótipo em casos reais de venopunção, dando continuidade ao projeto e gerando novas pesquisas na área.

Referências

- Arane, Karen; Behboudi, Amir (2017). Virtual reality for pain and anxiety management in children, <https://www.cfp.ca/content/cfp/63/12/932.full.pdf>
- Blender Foundation. Developer Documentation, https://wiki.blender.org/wiki/Main_Page
- Chu, A. (2014). VR Design: Transitioning from a 2D to a 3D Design Paradigm, <http://cargocollective.com/alexchu/Presentation-VR-Design-Transitioning-from-a-2D-to-a-3D-Design-Paradigm>
- Moura, Rafael Santos. Desenvolvimento De Um Sistema De Orientação Espacial Inercial. 2013. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de engenharia elétrica e de computação, Universidade De São Paulo Escola De Engenharia De São Carlos, São Carlos, 2013, <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-06022014-144125/>.
- Melax, Stan (1998). A Simple, Fast, and Effective Polygon Reduction Algorith, <https://dev.gameres.com/program/Visual/3D/PolygonReduction.pdf>
- Pinho, Márcio Serolli. Tecnologias de Rastreamento e Captura de Movimento, <https://www.inf.pucrs.br/~pinho/TCG/Docs/Aula4-Rastreamento.doc.pdf>
- Wiemann, Thomas et al. (2016) Optimizing Triangle Mesh Reconstructions of Planar Environment, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316310114>