

MATHEUS GONÇALVES FERREIRA

Orientador: Saul Emanuel Delabrida
Co-orientador: Gabriela Guerra Leal de Souza

**INSERÇÃO EM REALIDADE VIRTUAL COMO
ALTERNATIVA NO ESTUDO DA ELETROMIOGRAFIA
FACIAL E CENAS EMOCIONAIS**

Ouro Preto - MG
Julho de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**INSERÇÃO EM REALIDADE VIRTUAL COMO
ALTERNATIVA NO ESTUDO DA ELETROMIOGRAFIA
FACIAL E CENAS EMOCIONAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

MATHEUS GONÇALVES FERREIRA

Ouro Preto - MG
Julho de 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Inserção em realidade virtual como alternativa no estudo da
eletromiografia facial e cenas emocionais

MATHEUS GONÇALVES FERREIRA

Monografia defendida e aprovada pela banca examinadora constituída por:

Dr. SAUL EMANUEL DELABRIDA – Orientador
Universidade Federal de Ouro Preto

Dr. GABRIELA GUERRA LEAL DE SOUZA – Co-orientador
Universidade Federal de Ouro Preto

Dr . AMANDA SÁVIO NASCIMENTO E SILVA
Universidade Federal de Ouro Preto

Me. ELTON JOSÉ DA SILVA
Universidade Federal de Ouro Preto

Ouro Preto - MG, Julho de 2019

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Organização do trabalho	2
2	Referencial Téorico	3
2.1	Neurobiologia das emoções	3
2.2	Realidade mista	6
2.2.1	Realidade aumentada	7
2.2.2	Realidade Virtual	9
2.2.3	Virtualidade Aumentada	13
2.3	Tecnologias de Desenvolvimento	14
2.3.1	Unity	14
2.3.2	Blender	15
2.3.3	Ferramentas Escolhidas	18
2.4	IHC em Realidade Virtual	18
3	Desenvolvimento	20
3.1	Requisitos da ferramenta	20
3.2	Parâmetros da ferramenta	20
3.3	Mockup da ferramenta	21
3.4	Modelagem dos Personagens	22
3.5	Esboço de Cena	23
4	Continuação do trabalho	24
4.1	Próximos passos	24
4.2	Cronograma	25
	Referências Bibliográficas	26

Lista de Figuras

2.1	Estruturas do círculo de Papez	4
2.2	Imagens utilizadas nos experimentos de Silva et al. (2017)	5
2.3	Representação simples da "virtuality continuum" proposta por Milgram e Kishino (1994).	6
2.4	Captura de Tela de vídeo divulgado pela Qualcomm mostrando o reconhecimento de marcador do SDK Vuforia.	8
2.5	Utilização de realidade virtual para treinamento de militares	10
2.6	Simulador de voo da FAB aeronave C-105 Amazonas	11
2.7	Imagen capturada de video divulgado no Youtube da Beat Saber onde mostra um usuário jogando no Cube VR da empresa LIV.	12
2.8	The world's first head-mounted display with the “Sword of Damocles” (Sutherland, 1968).	13
2.9	Imagen do jogo PUBG monstrando a diferença de tamanho em graus do campo de visão	14
2.10	Captura de tela do Unity mostrando sua interface	15
2.11	Aba de modificadores do software Blender	16
2.12	Captura de tela do blender mostrando as extensões possíveis para importação.	17
2.13	Captura de tela do blender mostrando as extensões possíveis para exportação.	17
3.1	Captura de tela do celular com protótipo de visualização em 2 dimensões desenvolvido no unity	22
3.2	Modelagem do rosto em 3D sendo realizada no Blender	22
3.3	Esboço da cena 3D com interação baseada na imagem a esquerda	23
3.4	Esboço da cena 3D sem interação baseada na imagem a esquerda	23

Lista de Tabelas

4.1 Cronograma	25
--------------------------	----

Capítulo 1

Introdução

A realidade virtual tornou-se muito popular ultimamente principalmente em jogos dos mais variados estilos, onde os jogadores ficam imersos no cenário e interagem com a aplicação, todavia essa tecnologia também é utilizada na educação, saúde, tratamento psicológico de traumas e fobias, treinamento de militares, entre outras.

A neurobiologia das emoções busca identificar as estruturas do cérebro humano que estão ligadas as emoções e seu funcionamento, a fim de entender como as emoções se manifestam e quais estruturas são responsáveis por cada tipo de emoção.

Com a intenção de avaliar a valência hedônica (agradável/desagradável) e a excitação emocional, pesquisadores da área de neurobiologia das emoções aferem com precisão os sinais eletromiográficos de participantes ao serem submetidos a estímulos visuais (imagens), com interação social e sem interação social entre as pessoas presentes cena. Atualmente esses pesquisadores utilizam imagens em 2 dimensões projetadas em um monitor para realização dos testes.

Com a popularização dos óculos de realidade virtual, percebemos a oportunidade de entender se os sinais eletromiográficos coletados nos experimentos são afetados pelo uso de Realidade Virtual para efeitos de imersão e imagens em 3 dimensões.

A validação de protótipo em realidade virtual como ferramenta na pesquisa de neurobiologia das emoções poderá auxiliar os pesquisadores da área na percepção de emoções sentidas pelos usuários, pelo fato dos mesmos estarem imersos na cena tridimensional as emoções podem se aflorar de forma mais intensa. Caso identifiquemos que a percepção do usuário pode ser afetada, podemos sugerir novas formas de realizar os experimentos realizados pelos pesquisadores.

A avaliação do protótipo será feita pela comparação de seus resultados com os resultados do método atual tendo como parâmetros as variáveis independentes e dependentes descritas na Seção 3.2.

Com os resultados dos testes que serão realizados no presente trabalho, buscamos responder se imersão do usuário em equipamentos de realidade virtual muda a manifestação de emoções,

aumentando a atividade do músculo zígomático maior (responsável pelo sorriso), da valência e da atividade emocional a cenas de pessoas interagindo socialmente.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um protótipo de realidade virtual em ambiente tridimensional como uma alternativa mais potente em gerar respostas emocionais a cenas de pessoas interagindo socialmente em comparação com cenas sem interação.

1.1 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte maneira, no Capítulo 2 contém uma breve Fundamentação Teórica, no Capítulo 3 está a descrição do protótipo proposto e no Capítulo 4 os próximos passos a serem seguidos para conclusão do trabalho.

Capítulo 2

Referencial Tórico

O desenvolvimento de uma interface em realidade virtual e realidade aumentada no estudo da eletromiografia facial e cenas emocionais requer a aplicação de diversos conceitos como: realidade mista , realidade virtual, realidade aumentada, virtualidade aumentada, interação humano-computador(IHC) e neurobiologia das emoções. Além disso, algumas ferramentas também são necessárias, como Unity, Blender, Unreal, Vuforia, Arcore e Arkit.

A seguir, cada um desses conceitos e ferramentas listados anteriormente são explicados em mais detalhes.

2.1 Neurobiologia das emoções

Para Oliveira et al. (2008) as emoções em seres humanos podem ser consideradas resultado da ativação de uma rede neural complexa e elaborada cujo o acionamento promove um repertório bastante variado de respostas comportamentais. O estudo do processamento das emoções no cérebro humano é importante tanto para o entendimento da neurofisiologia das emoções tanto para compreender várias patologias mentais.

A emoção do ponto de vista biológico pode ser definida como um conjunto de reações neurais e químicas implícitas a respostas comportamentais básicas e de sobrevivência dos animais.

Existem várias teorias criadas para explicar as emoções e como elas são geradas, a teoria proposta por Willian James e Carl Langue diz que as emoções são experimentadas a partir da percepção de alterações fisiológicas em nosso corpo. Basicamente sugere que alterações corporais como suor, contração muscular e taquicardia é que nos levaria a sentir determinada emoção, um exemplo seria sentir medo ao correr um animal bravo e não correr porque nos sentimos com medo.

Já para o fisiologista americano Walter Cannon a teoria James-Langue não está correta, pois podemos vivenciar emoções mesmo sem produzir mudanças fisiológicas, nesse caso a ativação corporal não contribuiria muito para as sensações emocionais.

Durante o século 20 diversos pesquisadores começaram a investigar mais ao fundo as regiões cerebrais que estariam ligadas às emoções. Pierre Paul Broca propôs o primeiro mapeamento das funções cerebrais a partir da observação de pacientes com danos cerebrais e identificou o lobo límbico que é um anel composto por estruturas corticais situadas na face medial e inferior do cérebro.

Como vemos em Esperidião-Antônio et al. (2008) um grande avanço para a compreensão dos fenômenos neurobiológicos relacionados à emoção foi alcançado por James Papez anatomista estadunidense que desviou o olhar de uma perspectiva de centros emocionais, substituindo-a por uma concepção de sistema.

Papez demonstrou que as diferentes porções do lobo límbico descrito por Broca estavam unidas e coordenadas entre si, formando um circuito, o qual incluía o córtex cingulado, o hipocampo, o hipotálamo e os núcleos anteriores do tálamo.

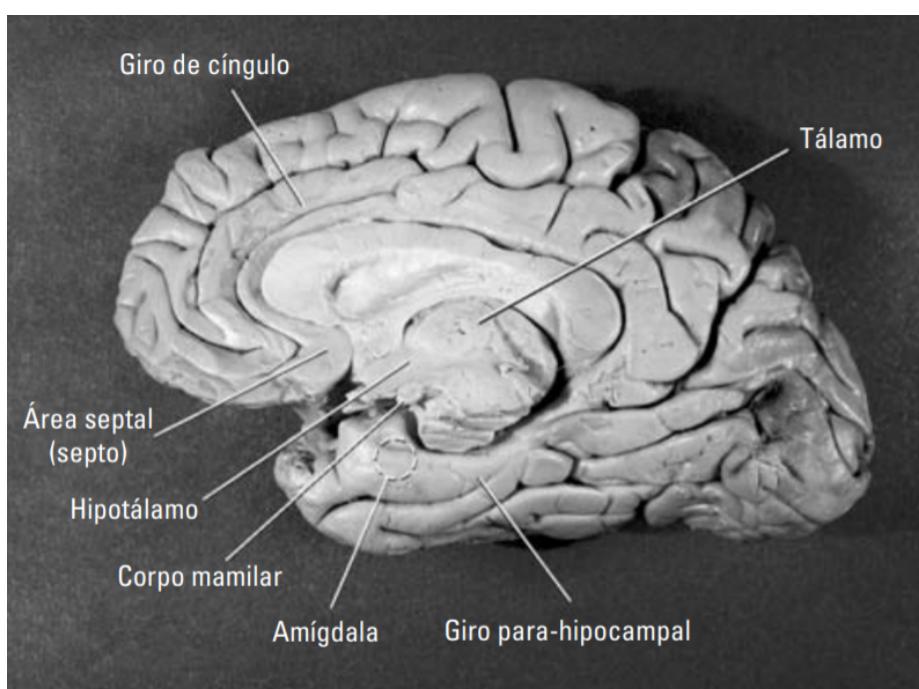


Figura 2.1: Estruturas do círculo de Papez.

Experimentos realizados posteriormente permitiram a revisão das estruturas pertencentes ao circuito proposto por Papez, um deles foi de Paul Maclean que em 1952 introduziu o conceito de sistema límbico que incluía as estruturas do circuito de Papez visto na Figura 2.1 e outras regiões como a amígdala, o septo e cortex pré-frontal.

A expressão sistema límbico continua sendo usada para se referir ao conjunto de estruturas do sistema nervoso central que se relacionam com às emoções, entretanto estruturas ainda incluídas nesse sistema exercem influência significativa em outras funções e podem estar pouco realacionadas às emoções. Uma dessas estruturas é o hipocampo, que está amplamente

relacionado a memória, enquanto sua função para as emoções não está esclarecida.

A visualização de imagens afetivas impulsiona atividade de redes cerebrais e impactam o comportamento humano Pereira et al. (2006).

Estudos recentes propuseram que as reações emocionais são organizadas em torno de dois estados motivacionais (apetitivo e defensivo) que evoluíram para promover a sobrevivência das espécies. O estado apetitivo está relacionado a emoções de prazer e satisfação, enquanto o estado defensivo diz respeito ao medo e a tensão.

Exposição a fotos exibindo cenas eróticas, natureza, famílias, comida e esportes promovem a ativação de sistemas apetitivos, enquanto a exposição a aqueles que representam cenas de ameaça e mutilações promovem ativação de sistemas defensivos (Bradley et al. (2001)).

Para a realização dos testes é utilizado o catálogo *International Affective Picture System* desenvolvido por Bradley e Lang (1994) que contém 100 imagens emocionais e imagens neutras. Para comparação dos resultados obtidos nos testes é utilizado a escala *Self-Assessment Manikin (SAM)* que consiste nas escalas de valência hedônica (agradável / desagradável) e ativação emocional (calma / excitação) Lang et al. (2005).



Figura 2.2: Imagens utilizadas nos experimentos de Silva et al. (2017)

Com intuito de fornecer uma ferramenta precisa no estudo de interação social o experimento de Silva et al. (2017) utilizou a combinação de pares: imagens com duplas de pessoas interagindo e imagens de controle sem interação. A Figura 2.2 mostra algumas das imagens utilizadas, das quais obedecem os seguintes parâmetros:

- cada par é retratado pelos mesmos indivíduos.
- o par é fotografado com o mesmo plano de fundo.
- todas as fotos contêm pelo menos uma criança.

Esses parâmetros foram definidos para garantir que a interação seria o único fator diferenciando os pares com interação e controle sem interação.

2.2 Realidade mista

O termo realidade mista foi originalmente introduzido por Milgram e Kishino (1994). Os sistemas de Realidade Mista criam interfaces de usuário e ambientes avançados, nos quais objetos virtuais interativos são sobrepostos no ambiente físico 3D, misturando-se naturalmente com ele em tempo real (Azuma, 1997; Milgram, Takemura, Utsumi, et al., 1994).

Para Milgram e Kishino (1994) o conceito de "virtualidade contínua" se relaciona com a mistura de classes de objetos, como mostrado na Figura 2.3, onde o ambiente virtual está em uma ponta do continuum e o ambiente real na outra.



Figura 2.3: Representação simples da "virtuality continuum" proposta por Milgram e Kishino (1994).

A realidade mista pode ser definida como uma subclasse da realidade virtual onde os objetos reais e virtuais são apresentados juntos na mesma exibição, ou seja, a realidade mista pode ser definida em qualquer lugar entre os extremos do continuum. Diferente da realidade virtual, uma aplicação em realidade mista não retira o usuário de seu ambiente real, permitindo que ele possa se ver e interagir com a aplicação.

A realidade aumentada e a realidade virtual Bimber et al. (2004) podem ser comparadas da seguinte forma:

- a realidade aumentada enriquece a cena do mundo real com objetos virtuais, enquanto a realidade virtual é totalmente gerada por computador;
- no ambiente de realidade aumentada, o usuário mantém o sentido de presença no mundo real, enquanto que na realidade virtual, a sensação visual é controlada pelo sistema;
- a realidade aumentada precisa de um mecanismo para combinar o real e o virtual, enquanto que a realidade virtual precisa de um mecanismo para integrar o usuário ao mundo virtual.

2.2.1 Realidade aumentada

De acordo com Azuma (1997) um sistema em realidade aumentada combina objetos reais e virtuais em um ambiente real, alinhando esses objetos entre si de forma interativa, em 3 dimensões e em tempo real. Sua definição não se restringe apenas a visão, a realidade aumentada pode ser aplicada a diversos sentidos, incluindo tato, audição e olfato.

Aplicações em realidade aumentada são comumente visualizadas através de Head Mounted Displays(HMDs), entretanto se estendem a outros tipos de displays, tais como dispositivos móveis e hologramas.

Existem dois tipos básicos de realidade aumentada, a primeira baseada em marcadores (do inglês, *marker-based*) e a segunda em reconhecimento do ambiente, abaixo os dois tipos serão melhor definidos.

2.2.1.1 Baseada em Marcadores

Marcadores são imagens que são detectadas pelas câmeras através de *softwares* de reconhecimento para se obter a localização onde o objeto virtual deve ser colocado e/ou uma aplicação deve ser iniciada.

Um dos *softwares* líderes no mercado de desenvolvimento para realidade aumentada é o Vuforia. O Vuforia é um SDK (*software development kit*) que utiliza rastreamento e reconhecimento de marcadores para posicionar os objetos virtuais 2D ou 3D no ambiente real.

Criado pela empresa americana Qualcomm, o Vuforia permite o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis Android e IOS, além de ter suporte para Unity 3D. O suporte para Unity se dá através de uma extensão que pode ser instalada juntamente com a *engines* ou importada após a instalação.

O reconhecimento dos marcadores em tempo real é feito através da câmera do dispositivo que está sendo utilizado, como visto na Figura 2.4 para isso o marcador deve estar hospedado no banco de dados do vuforia. A ferramenta permite gratuitamente o gerenciamento e hospedagem de até 1000 marcadores.



Figura 2.4: Captura de Tela de vídeo divulgado pela Qualcomm mostrando o reconhecimento de marcador do SDK Vuforia.

2.2.1.2 Identificação do Ambiente

Arcore e Arkit são dois SDKs de reconhecimento de ambiente para utilização em realidade aumentada, o primeiro desenvolvido pela Google para smartphones Andoid e o segundo desenvolvido pela Apple para sistema Ios.

ARCore foi lançado em 29 de Agosto de 2017 pela Google com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada. Utilizando três recursos principais, o rastreamento de movimento, compreensão do ambiente e estimativa de luz o Arcore consegue integrar objetos virtuais ao mundo real em tempo real.

Através da câmera do dispositivo o Arcore identifica pontos principais no ambiente e rastreia a movimentação desses pontos em tempo real. Combinando a movimentação desses pontos com leituras dos sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio) do dispositivo o Arcore consegue determinar a posição e orientação do dispositivo em relação ao ambiente em tempo real.

O processo de compreensão do ambiente se inicia com pontos principais, da mesma forma que é feito no rastreamento de movimento, através da câmera do dispositivo o Arcore identifica conjuntos de pontos principais ao longo da superfície a fim de detectar planos e seus limites. Planos como mesas, paredes e piso podem ser identificados dessa maneira e utilizados para posicionar objetos virtuais.

Outro recurso interessante é a estimativa de luz, o Arcore consegue identificar informações sobre a iluminação do ambiente, permitindo que objetos virtuais possam ser inseridos com a mesma intensidade de luz que o ambiente ao seu redor, aumentando o realismo.

Basicamente o rastreamento de movimento permite que o usuário se movimente ao redor do ambiente e visualize os objetos virtuais de qualquer ângulo e a compreensão do ambiente permite identificar superfícies onde serão projetados os objetos virtuais.

Uma das principais vantagens do Arcore é o suporte para diversos modelos de dispositivos

Android. Necessita apenas de sistema android 7.0 ou mais recente e pode ser baixado através da Google play Store.

2.2.2 Realidade Virtual

O termo realidade virtual foi criado em 1938 pelo autor Antonin Artraud em seu livro “Le Théâtre et son double” ao sugerir um teatro onde “a ilusão natural de personagens e objetos criavam uma realidade virtual”.

A realidade virtual pode ser descrita como o uso de tecnologia computacional para criar ambientes simulados, a imersão do usuário possibilita sua interação com o mundo virtual. Além da visão e do tato os sentidos de audição e até mesmo o cheiro podem ser combinados para aumentar a imersão do usuário, a realidade virtual se limita apenas a disponibilidade de conteúdo e poder computacional necessário para rodar as aplicações.

Segundo Sherman e Craig (2019) uma experiência em realidade virtual contém 5 elementos chaves: o mundo virtual, a imersão do usuário, o usuário, os desenvolvedores e a interatividade.

Um dos principais elementos de uma experiência em realidade virtual é o usuário, cada pessoa reage de uma forma diferente e tem sua própria interpretação do mundo virtual. Em alguns usuários a experiência em realidade virtual pode causar alguns efeitos colaterais como náuseas, desorientação e perca de equilíbrio.

O mundo virtual pode ser descrito como o conjunto de objetos virtuais criados por computador, quando esse mundo é apresentado através de algum dispositivo de imersão e de forma interativa tem-se a experiência em realidade virtual.

A imersão do usuário em realidade virtual é a percepção de estar fisicamente presente em um mundo não real. Através do sentido de presença o cérebro humano acredita que está em um lugar quando na verdade não está. A imersão pode ser puramente mental e /ou física.

A imersão mental é um estado profundo de engajamento ligado a imaginação, esse tipo de imersão também pode ser obtido ao ler um livro ou assistir um filme. A imersão física utiliza a combinação de sentidos (visão, audição, tato) para promover um engajamento físico do usuário com o ambiente virtual, aumentando a sua percepção do ambiente como a realidade.

Os diferentes tipos de aplicações em realidade virtual se diferem pelo nível de imersão, existem 3 tipos básicos: simulações sem imersão, simulações semi-imersivas e totalmente imersivas.

Por fim a interatividade é a possibilidade de ações do usuário modificarem o ambiente virtual, a interação pode ser feita pela movimentação do usuário e movimentação de elementos do ambiente. Algumas aplicações em realidade virtual são construídas com mundo estático, entretanto, aplicações interativas propiciam uma experiência mais dinâmica para o usuário, tornando sua imersão no ambiente virtual mais completa e prazerosa.

A realidade virtual se expandiu em várias áreas a partir do século 21 entre elas é importante destacar:

- Jogos e entretenimento.



Figura 2.5: Utilização de realidade virtual para treinamento de militares

- Simulação e treino de pilotos de avião.
- Arquitetura e urbanismo, interação e imersão em espaços arquitetônicos.
- Engenharia Mecânica através do desenvolvimento de peças mecânicas virtuais
- Treinamento de Militares (Como visto na Figura 2.5)
- Tratamento de transtorno do pânico, agorafobia e outras fobias.

2.2.2.1 Simuladores

Simulação em realidade virtual é a utilização de ambientes virtuais a fim de criar uma experiência imersiva e engajada no aprendizado de determinadas habilidades. Simulando experiências reais os simuladores em realidade virtual são capazes de transmitir e avaliar o conhecimento dos usuários de forma prática, imersiva e interativa, sem que possíveis erros possam causar qualquer tipo de dano que causariam caso fossem cometidos no mundo real.

Dois dos simuladores para treinamento mais utilizados atualmente são o simulador de voo e o simulador de cirurgias.

Como visto na Figura 2.6 o simulador de voo contém todas as especificidades da aeronave real, os monitores simulam através de um ambiente virtual modelado por computador a visão dos pilotos de dentro da cabine da aeronave.

A imersão do usuário é feita pela junção dos controles físicos que realizam as funções da aeronave e da visão do ambiente virtual através dos monitores. Essa imersão simula o controle



Figura 2.6: Simulador de voo da FAB aeronave C-105 Amazonas

de uma aeronave real em situações reais, possibilitando o treinamento de um voo em situações normais ou até situações extremas.

Como vemos em Yiannakopoulou et al. (2015) simuladores de cirurgia tais como MIST-VR, LaSim, Simsurgery, Lap-Mentor permitem o ensino de habilidades básicas em cirurgia laparoscópica, treinamento básico de habilidades em cirurgia robótica, treinamento em colecistectomia laparoscópica, ensino e treinamento de técnicas cirúrgicas minimamente invasivas. Para serem utilizados como forma de avaliação dos estudantes no treino dessas habilidades e substituir o uso de cadáveres ou pacientes reais esses simuladores necessitam ser validados.

Vários estudos publicados buscam validar os simuladores de cirurgia como ferramenta de avaliação, existem dados limitados sobre o efeito do treinamento em simuladores na aquisição de habilidades não técnicas, como percepção visual espacial e habilidades psicomotoras, ou seja, de enfrentamento do estresse no momento do procedimento.

Em Iwata et al. (2011) o desempenho em simuladores de realidade virtual distingue os cirurgiões experientes e inexperientes. No entanto, não há padrões objetivos para diferenciar os novatos experimentados.

Embora existam dados limitados e contraditórios, quando comparado aos métodos de treinamento tradicionais, o efeito do treinamento em simuladores de realidade virtual para aquisição de habilidades cirúrgicas básicas não foi comprovado como inferior.

2.2.2.2 Cube VR

Assim como o ambiente virtual de caverna automática (do inglês, *cave automatic virtual environment*(CAVE)) Cruz-Neira et al. (1992), o *Cube Vr* é um dispositivo imersivo em reali-

dade virtual onde o ambiente é projetado de forma panorâmica e em 360°. O ambiente virtual pode ser projetado em 3 ou 6 telas incluindo o chão e o teto criando um cubo totalmente imersivo. A maioria dos cubes VR's utilizam projetores de alta definição para prover maior qualidade ao ambiente projetado, aumentando a sensação de realidade.

A aplicação pode ser utilizada com ou sem HMD's e pode ser interativa ou não interativa, no caso de sistemas interativos o usuário realiza movimentos que modificam o ambiente virtual, esses movimentos são capturados através de *joysticks*. Em ambientes não interativos podem ser reproduzidos vídeos, imagens ou apresentações em 360° de forma totalmente imersiva.

A utilização do *Cube VR* com HMD's se baseia nos jogos, com a intenção de reproduzir aos espectadores a mesma interação que o usuário que esta praticando o jogo. Um exemplo desta utilização pode ser visto na Figura 2.7 onde o VR *Cube* da empresa LIV está sendo utilizado para jogar o jogo Beat Saber.



Figura 2.7: Imagem capturada de vídeo divulgado no Youtube da Beat Saber onde mostra um usuário jogando no Cube VR da empresa LIV.

2.2.2.3 Óculos de imersão (HMDs)

Head-mounted displays são tipos de dispositivos para exibição utilizados em óculos ou como parte de um capacete, compostos de uma ou mais telas que estão embutidas em lentes inseridas no equipamento que as comporta.

Os HMDs podem exibir imagens do mundo real onde se encontra o usuário, imagens virtuais geradas por computador, e uma combinação das duas. A combinação das imagens virtuais com a visualização do mundo real cria interfaces de realidade aumentada.

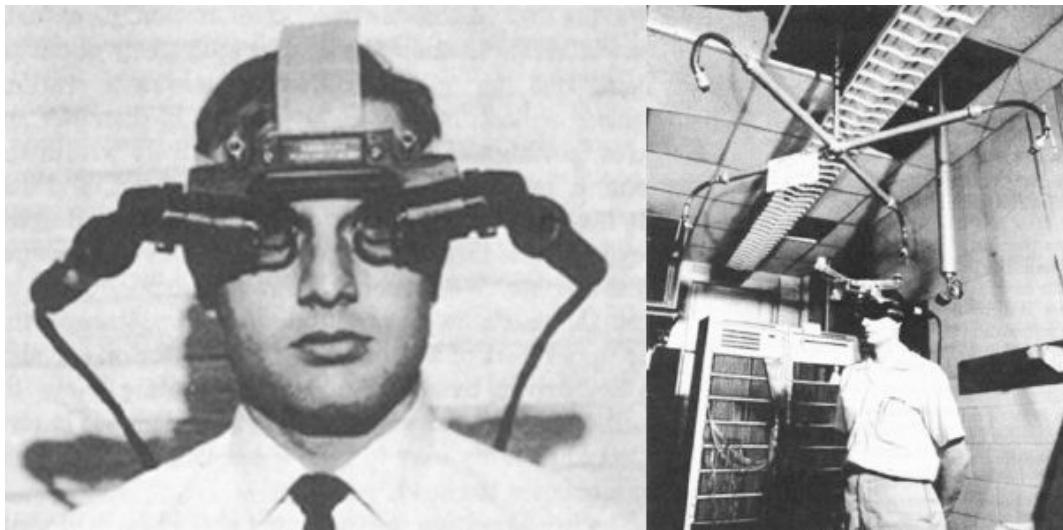


Figura 2.8: The world's first head-mounted display with the "Sword of Damocles" (Sutherland, 1968).

A Figura 2.8 mostra o primeiro protótipo em realidade aumentada criado por Ivan Sutherland e seu aluno na Universidade de Harvard, com utilização de um HMD transparente para mostrar gráficos em 3D (Sutherland, 1968).

As características de um HMD são avaliadas de acordo com algumas propriedades como: a resolução, o *depth of field* (profundidade do campo) e o *field of view* (campo de visão). A resolução deve conter uma alta qualidade, pois baixas resoluções podem fazer com que o usuário veja pixels na tela. Para que uma imagem virtual fosse igual a imagem real seria necessário uma resolução de 12.000 x 7.200 pixels, o que não é possível com a tecnologia existente.

A profundidade do campo é a distância entre a posição da câmera e um objeto que está focalizado dentro do campo de visão do usuário. O campo de visão é utilizado para mostrar o quanto ampla é a visão que o usuário consegue ter utilizando o equipamento. O tamanho do campo de visão é medido em graus, a Figura 2.9 mostra diferentes tamanhos do campo visão dentro do jogo PUGB.

2.2.3 Virtualidade Aumentada

A virtualidade aumentada pode ser definida como o inverso da realidade aumentada, onde o ambiente predominantemente virtual é aumentado por meio de objetos reais, tais como objetos físicos ou pessoas que podem interagir com a aplicação. A integração de objetos reais no ambiente virtual é dada através de algumas técnicas tais como digitalização de objetos tridimensionais e transmissão de vídeo em tempo real.



Figura 2.9: Imagem do jogo PUBG mostrando a diferença de tamanho em graus do campo de visão

2.3 Tecnologias de Desenvolvimento

2.3.1 Unity

Unity *engine* é uma plataforma de desenvolvimento de *games* 2D e 3D desenvolvida pela Unity Technologies cujo seus fundadores Nicholas Francis, Joaquim Ante e David Helgason tinham como objetivo criar uma plataforma de desenvolvimento de jogos que utilizasse ferramentas profissionais, mas que fosse acessível a desenvolvedores amadores.

Como vemos em Haas (2014) a versão inicial do Unity (1.0) foi criada em 6 de junho de 2005 na conferência mundial de desenvolvedores promovida pela Apple, essa primeira versão foi desenvolvida apenas para sistema operacional Mac Os X. Na versão seguinte 1.1 a *engine* passou a exportar projetos para rodar em Windows e navegadores web.

Uma das razões de ter se tornado muito popular ultimamente é a possibilidade de desenvolvimento para diversas plataformas, atualmente o Unity suporta 4 principais categorias. Desktop, mobile, web e consoles. No caso dos desktops, pode ser desenvolvido para Mac Os X, Windows e Linux, em arquitetura 32 ou 64 bits. Já para os celulares a *engine* suporta android, IOS, Blackberry e Windows Phone 8.

O Unity também é utilizado para criação de aplicações em Realidade Aumentada(AR) e Realidade Virtual(VR) com utilização de HMDs (*Head Mounted Displays*).

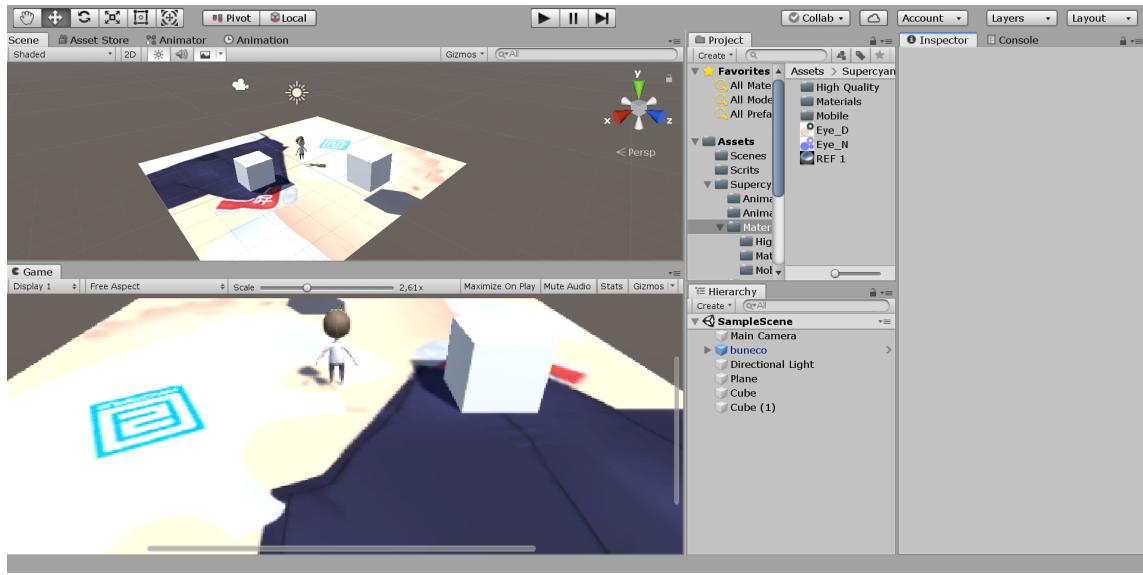


Figura 2.10: Captura de tela do Unity mostrando sua interface

2.3.2 Blender

Blender é um *software* gratuito e de código aberto (do inglês (*open source*)) fundado pela empresa holandesa *Blender Foudation* voltado para criação de modelos 3D. O software proporciona várias possibilidades envolvendo o desenvolvimento de modelos 3D, como modelagem, animação , renderização, criação de games através do *Blender Game Engine* e até mesmo edição de vídeos.

O Blender é um *software* multiplataforma e apresenta um bom desempenho em sistemas Linux, Windows ou Macintosh. Sua interface utiliza o OpenGL para fornecer uma experiência consistente. O OpenGL (Open Graphics Library) é uma API livre (do inglês, *Application Programming Interface*), ou seja, um programa de interface, usado para aplicações gráficas. Uma API é como uma biblioteca de rotinas e funções (nesse caso gráficas e de modelagem também) para a criação e desenvolvimento de aplicativos em determinadas linguagens de programação. Pereira et al. (2018).

Uma facilidade para os desenvolvedores que utilizam o Blender é que a programação dos objetos pode ser feita nas linguagens C, C++ e Python, são linguagens de fácil aprendizado e com material de estudo de fácil acesso.

O Blender apresenta diversos recursos, além de ser de uso gratuito para qualquer finalidade. A Blender Foundation em seu *website* (disponível em: <www.blender.org/features>) expõe um manual que documenta seus recursos, alguns deles serão destacados abaixo.

- **Modelagem facilitada:** Através de atalhos no teclado e ferramentas de modelagem o Blender facilita a criação, edição e modificação de modelos 3D. Formas primitivas como cubo, circulo, esfera, plano, cilindro entre outras podem ser inseridas através da

aba adicionar e modificadas através dos modificadores, facilitando a criação de modelos personalizados.

Os modificadores são operações automáticas que modificam um objeto sem modificar sua geometria básica. Na Figura 2.11 vemos uma série de opções de modificadores, podemos destacar o *mirror* que espelha o objeto no eixo escolhido. Outro modificador interessante é o *subdivision surface* que divide a superfície no tamanho desejado.

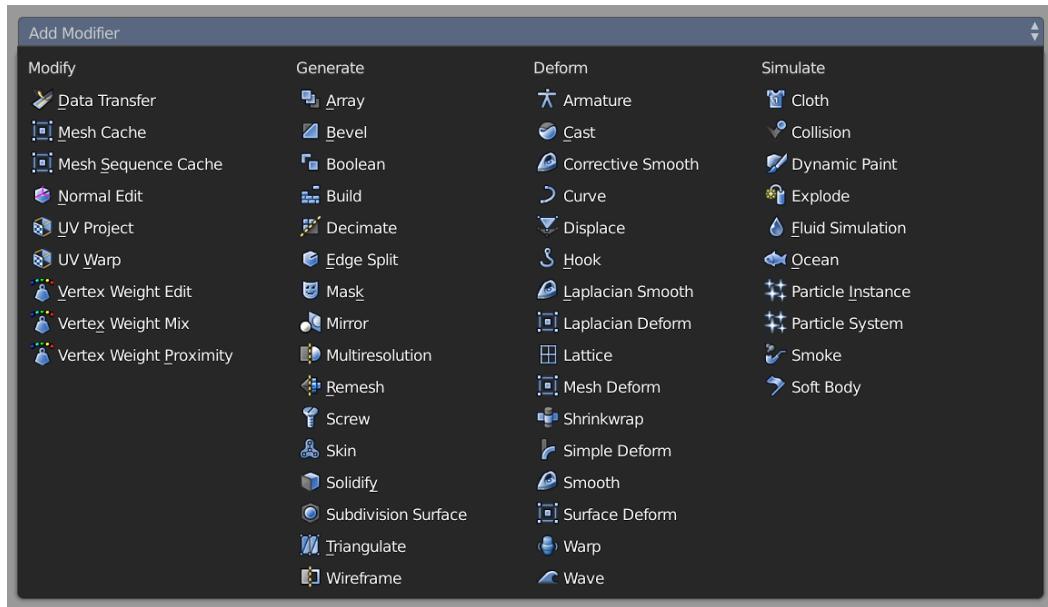


Figura 2.11: Aba de modificadores do software Blender

- **Conjunto de ferramentas para animação:** O conjunto de recursos de animação do Blender oferece automatização de animações cíclicas a partir de uma trajetória pré definida, editor de poses dos personagens (as partes do tornam-se objetos com funções de transformação, como *rotate* e *grab*), possibilidade de editar movimentos de partes do personagem individualmente através dos ossos da modelagem (NLA - *Non Linear Animation*)
- **Simulações:** O blender permite simulação de eventos físicos interessantes como:
 - Fumaça e fogo - chamas e ondulação de fumaça com interação com a cena.
 - Fluido - simulação realista de água e outros fluidos.
 - Cabelo - cabelo que sopra ao vento e pode colidir com outros objetos.
 - Pano - simulações de panos realistas para roupas e ambientes.
 - Corpos rígidos - torna os objetos destrutíveis e colidíveis aplicando as leis da física.
 - Partículas - possibilidade de criar simulações de chuva, estilhaço e faísca.

- **Diferentes formatos:** o Blender importa e exporta arquivos em diversos formatos de imagem, vídeo ou modelos 3D. Podemos ver nas Figuras 2.12 e 2.13 respectivamente as extensões possíveis para importação e exportação.

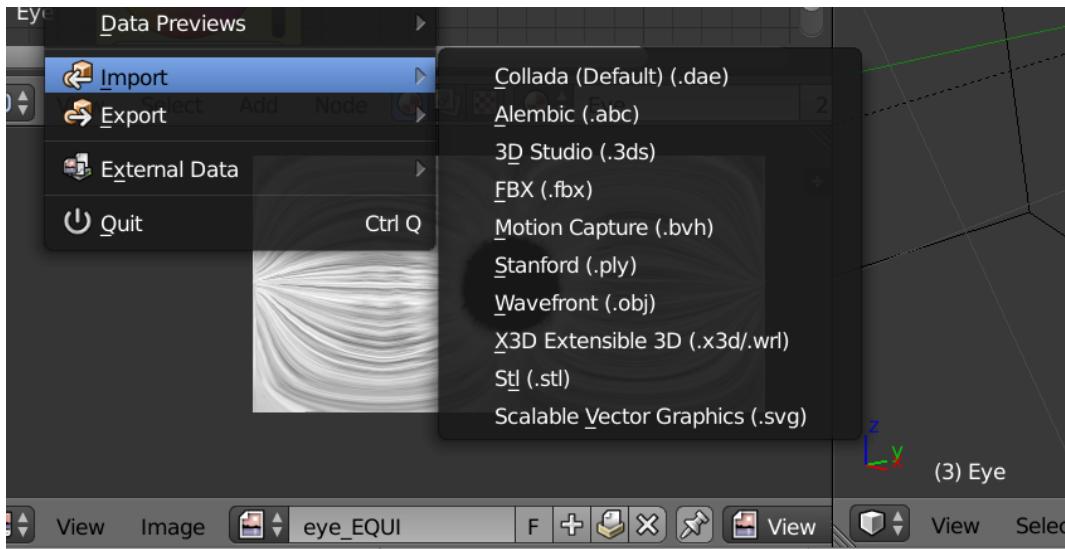


Figura 2.12: Captura de tela do blender mostrando as extensões possíveis para importação.

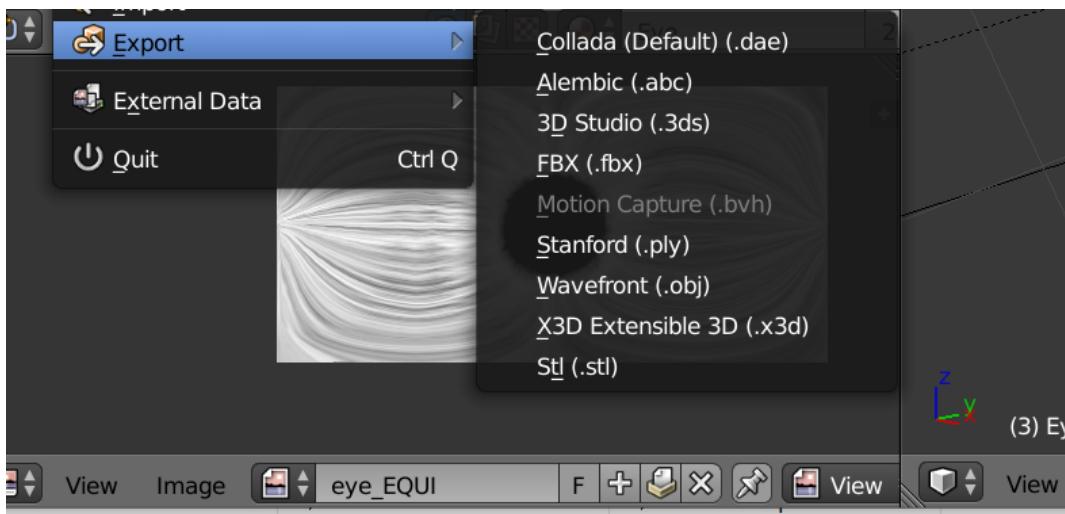


Figura 2.13: Captura de tela do blender mostrando as extensões possíveis para exportação.

- **Plataforma de Criação de games:** Chamada de Blender Game Engine, permite a criação de jogos dentro do próprio Blender. Inclui diversas funcionalidades como: API de codificação em Python, suporte para utilização de recursos do OpenGL, reprodução de jogos dentro do Blender sem compilar ou pré-processar, possibilidade de exportação de modelos para outras *engines* e aplicação de áudio tridimensional.

2.3.3 Ferramentas Escolhidas

A ferramenta escolhida para modelagem das pessoas em 3D foi o blender, o Unity foi utilizado para a criação do modelo de visualização em 2D das imagens e será utilizado para criação do ambiente virtual em 3D. Os modelos criados no blender serão importados para o Unity juntamente com suas texturas e serão manipulados para retratar a imagem pré-selecionada.

2.4 IHC em Realidade Virtual

A interação humano-computador foi primeiramente definida por Carlisle, James H. (1976) em seu livro "*Evaluating the impact of office automation on top management communication*", mas se tornou mais popular através de Stuart K. Card, Allen Newell, e Thomas P. Moran no livro, "*The Psychology of Human-Computer Interaction*".

De acordo com (Carroll, 1997) até o final dos anos 70, as únicas pessoas que interagiam com computadores eram profissionais de tecnologia da informação e entusiastas da área. Isso mudou drasticamente com o surgimento dos computadores pessoais no final da década de 1970.

A computação pessoal, incluindo *softwares* pessoais (aplicativos de produtividade, como editores de texto e planilhas eletrônicas, além de jogos) e plataformas de computadores (sistemas operacionais, linguagens de programação e hardware), tornaram todas as pessoas em potenciais usuários de computador, evidenciando as deficiências de usabilidade que os computadores tinham na época. A partir disso tornou-se necessário o estudo da interação humano-computador.

Nos dias atuais podemos definir a interação humano-computador em 2 partes, uma delas é a IHC como disciplina acadêmica que foca em estudar como as pessoas interagem com a tecnologia e suas experiências cognitivas; e o outro é a IHC como design de interação, que busca descobrir a melhor forma de desenvolver uma aplicação para que a interação com o usuário se torne a melhor possível baseada em 3 pontos principais:

- Utilidade - a aplicação deve ter uma utilidade bem definida, suprir alguma necessidade, ajudar os usuários de alguma forma.
- Usabilidade - a aplicação deve ser fácil de usar, agradável e fornecer uma boa experiência ao usuário.
- Utilizada - para que a aplicação seja utilizada é imprescindível que seja atrativa e acessível para os usuários, deve-se de alguma forma chamar a atenção das pessoas para usar a aplicação.

De nada adianta que os 2 primeiros pontos especificados acima sejam atendidos se as pessoas não tiverem acesso fácil e vontade de usar a aplicação. Antes das pessoas utilizarem e descobrirem que a aplicação é útil e fácil de usar é necessário convence-las de que é disso que elas precisam.

Capítulo 3

Desenvolvimento

3.1 Requisitos da ferramenta

Visto a necessidade de validar o protótipo como ferramenta no auxilio a pesquisa de neurobiologia das emoções, os requisitos abaixo foram levantados junto ao *stakeholder* (equipe da biologia liderada pela professora Gabriela Guerra):

- O tempo de exibição de cada imagem é de 10 segundos em cada tipo de visualização, de acordo com o parâmetro utilizado nos experimentos atuais.
- A ferramenta deve alternar de forma randômica os tipos de visualização de acordo com as variáveis independentes.
- No intervalo entre uma imagem e outra teremos uma tela preta com duração randômica entre 10 a 14 segundos para que os sinais fisiológicos voltem a linha de base.
- A ferramenta deve exibir os pares de imagens (com interação dos participantes e sem interação) de forma randômica.
- O modelo 3D deve retratar o mais fiel possível as imagens, mantendo a ideia de interação ou não interação entre as pessoas presentes na cena.

3.2 Parâmetros da ferramenta

Para desenvolvimento da ferramenta temos como parâmetros nossas variáveis independentes e as variáveis dependentes. Como variáveis independentes temos:

- Imersão em realidade virtual x não imersão
- Cena em 2 dimensões x 3 dimensões

Alternando entre as variáveis independentes temos os seguintes métodos de visualização:

- **Visualização em 2 dimensões sem imersão** - método atual utilizado na pesquisa com visualização das imagens projetadas em monitor.
- **Visualização em 2 dimensões com imersão** - visualização das imagens através de óculos de realidade virtual (HMD).
- **Visualização em 3 dimensões com imersão** - visualização através de oculos de realidade virtual do ambiente virtual criado no Unity com modelos humanos desenvolvidos no Blender mantendo a disposição das imagens 2D (com interação e sem interação).

Como variáveis dependentes temos:

- Sinais eletromiográficos do participante coletados pelos sensores de eletromiografia acoplados ao sistema de aquisição dos sinais eletromiográficos Biopac MP100:
 - **Músculo Zigomático** - Responsável pela expressão facial do sorriso.
 - **Músculo Corrugador** - Responsável por expressão facial de raiva.

O sinal bruto recebido pelo Biopac 100 sai em formato de gráfico e é convertido para valor numérico no *software* Matlab 7.0. Com esse valor poderemos comparar os resultados de utilização do protótipo em realidade virtual com o método atual.

- Resultados obtidos através de questionário realizado após os testes.

Outro parâmetro da ferramenta é quantidade de imagens a serem utilizadas. Foram escolhidas 6 imagens que pertencem a um banco de dados da pesquisadora e já são validadas e utilizadas no método atual. Dentre as 6 imagens temos 3 pares , em cada par temos uma imagem com interação e uma imagem sem interação sendo retratadas pelos mesmos indivíduos, as imagens retratam um adulto com uma crianças e duas crianças.

Cada par está presente na mesma cena, sendo a única diferença a interação ou não interação. Cada cena contém pelo menos uma criança.

Para validação do protótipo como ferramenta no estudo de neurobiologia das emoções precisamos comparar os resultados obtidos (variáveis dependentes) nos diferentes tipos de visualização (variáveis independentes) respeitando os parâmetros e requisitos acima definidos.

3.3 Mockup da ferramenta

Como dito anteriormente a ferramenta terá um modelo com visualização em 2D das imagens escolhidas. As imagens foram importadas à um projeto no software Unity, onde a câmera esta posicionada de frente para as imagens e um script em C # foi criado para realizar a transição de uma imagem para outra em 10 segundos como dito anteriormente. O Suporte para

realidade virtual foi adicionado ao projeto com a configuração para visualização em óculos virtual.

O projeto foi construído para Android com a versão mínima 5.1 "lollipop" ou versões superiores e necessita que o celular tenha suporte para realidade virtual.



Figura 3.1: Captura de tela do celular com protótipo de visualização em 2 dimensões desenvolvido no unity

Vemos na figura 3.1 uma das imagens utilizadas no modelo de visualização em 2D.

3.4 Modelagem dos Personagens

A modelagem dos personagens está sendo feita no Blender, são utilizadas 2 imagens da pessoa a ser modelada como referência para retratar as características do rosto. Uma das imagens mostra o rosto de frente e a outra do lado direito, possibilitando a construção de uma malha em 3D que seja fiel a foto original. A Figura 3.2 mostra essa malha sendo construída.

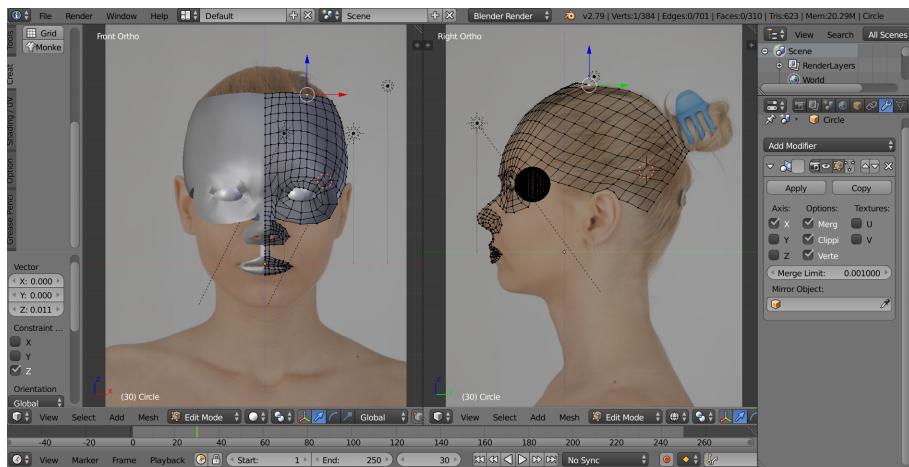


Figura 3.2: Modelagem do rosto em 3D sendo realizada no Blender

3.5 Esboço de Cena

Após a criação dos modelos 3D, foi necessária a adição de ossos a eles para a movimentação das partes do corpo. Os modelos foram importados ao Unity para criação da cena em realidade virtual.

As Figuras 3.3 e 3.4 representam respectivamente esboços de uma cena com interação e uma sem interação, a parte esquerda das figuras representa a foto original e a direita o esboço criado. Os modelos foram manipulados para recriar em 3 dimensões as cenas apresentadas nas fotos preservando a interação ou não interação dos participantes da cena.



Figura 3.3: Esboço da cena 3D com interação baseada na imagem a esquerda

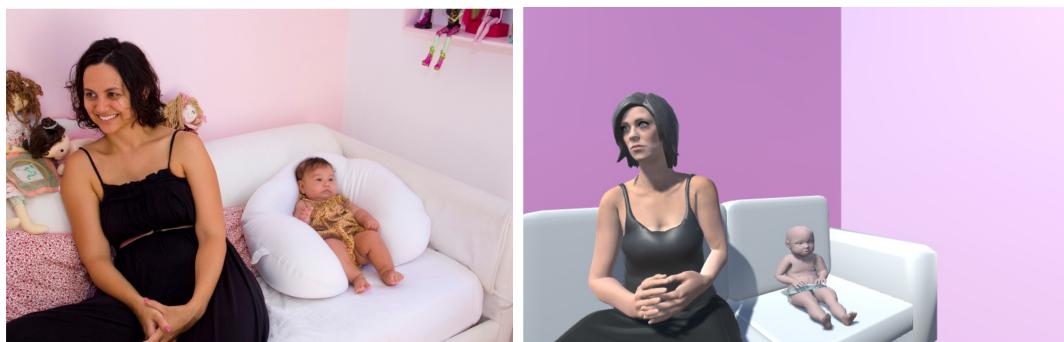


Figura 3.4: Esboço da cena 3D sem interação baseada na imagem a esquerda

Para melhor entendimento de como será a visualização das cenas em realidade virtual foi criado um protótipo em realidade aumentada no Unity com o esboço da Figura 3.3 utilizando o SDK Vuforia para reconhecimento de marcadores. A cena foi posicionada em cima do marcador e é projetada na tela após o reconhecimento. Um pequeno vídeo foi criado para visualização e esta disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=NzGMIVdYtt4&feature=youtu.be>

Capítulo 4

Continuação do trabalho

4.1 Próximos passos

Como próximos passos temos:

- Modelagem do restante das cenas.
- Criação do protótipo.
- Realização dos testes.
- Validação dos testes.
- Análise dos resultados.

4.2 Cronograma

A tabela abaixo apresenta o cronograma da Monografia.

Tabela 4.1: Cronograma

Referências Bibliográficas

- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4):355–385.
- Bimber, O.; Mohring, M.; Lessig, C. e Bimber, O. (2004). Video see-through ar on consumer cell-phones. In *Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, pp. 252–253.
- Bradley, M. M.; Codispoti, M.; Cuthbert, B. N. e Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation i: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1(3):276–298.
- Bradley, M. M. e Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1):49 – 59.
- Cruz-Neira, C.; Sandin, D. J.; DeFanti, T. A.; Kenyon, R. V. e Hart, J. C. (1992). The cave: Audio visual experience automatic virtual environment. *Commun. ACM*, 35(6):64–72.
- Esperidião-Antonio, V.; Majeski-Colombo, M.; Toledo-Monteverde, D.; Moraes-Martins, G.; Fernandes, J. J.; de Assis, M. B. e Siqueira-Batista, R. (2008). Neurobiologia das emoções. *International Journal of Surgery*, 13(3):55–65.
- Haas, J. K. (2014). A History of the Unity Game Engine. Worcester Polytechnic Institute.
- Iwata, N.; Fujiwara, M.; Kodera, Y.; Tanaka, C.; Ohashi, N.; Nakayama, G.; Koike, M. e Nakao, A. (2011). Construct validity of the lapvr virtual-reality surgical simulator. In *Surgical Endoscopy*, volume 25, pp. 1047–1051.
- Lang, P. J.; Bradley, M. M. e Cuthbert, B. N. (2005). International affective picture system (iaps): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-6. Gainesville, FL: University of Florida*, pp. 55–65.
- Milgram, P. e Kishino, F. (1994). Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery. *Transactions on Information System*, E77-D(12).

- Oliveira, L.; Pereira, M. G. e Volchan, E. (2008). Processamento emocional no cérebro humano. In *Neurociência da mente e do comportamento*, volume 1, pp. 253 – 269.
- Pereira, M. G.; Volchan, E.; de Souza, G. G. L.; Oliveira, L.; Campagnoli, R. R.; Pinheiro, W. M. e Pessoa, L. (2006). Sustained and transient modulation of performance induced by emotional picture viewing. In *Emotion*, volume 6, pp. 622–634.
- Pereira, P. F.; Lourenço, P. G. e Bergamaschi, M. P. (2018). Construct validity of the lapvr virtual-reality surgical simulator. *Unisanta Science and Technology*, 7(1):26–32.
- Sherman, W. R. e Craig, A. B. (2019). Chapter 1 - introduction to virtual reality. In *Understanding Virtual Reality*, The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics, pp. 4 – 58. Morgan Kaufmann, Boston, second edition ediÃ§Ã£o.
- Silva, H. D.; Campagnoli, R. R.; Mota, B. E. F.; Araújo, C. R. V.; Álvares, R. S. R.; Mocaiber, I.; Rocha-Rego, V.; Volchan, E. e Souza, G. G. L. (2017). Bonding pictures: Affective ratings are specifically associated to loneliness but not to empathy. *Frontiers in Psychology*, 8:1136.
- Yiannakopoulou, E.; Nikiteas, N.; Perrea, D. e Tsigris, C. (2015). Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery. *International Journal of Surgery*, 13(3):60–64.