

Alexandre de Carvalho Araújo

**Interação gestual usando o Leap Motion para  
visualização em realidade aumentada através do  
Meta 2**

São Luís

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

de Carvalho Araújo, Alexandre.

Interação gestual usando o Leap Motion para  
visualização em realidade aumentada através do Meta 2 /  
Alexandre de Carvalho Araújo. - 2018.

32 f.

Coorientador(a): Anselmo Cardoso de Paiva.

Orientador(a): Giovanni Lucca França da Silva.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciência da  
Computação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís -  
MA, 2018.

1. Dispositivos para RA. 2. Interação Gestual. 3.  
Leap Motion. 4. Meta 2. 5. Sistemas em RA. I. Cardoso  
de Paiva, Anselmo. II. Lucca França da Silva, Giovanni.  
III. Título.

Alexandre de Carvalho Araújo

# **Interação gestual usando o Leap Motion para visualização em realidade aumentada através do Meta 2**

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Curso de Ciência da Computação

UFMA

Orientador: Prof. Msc. Giovanni Lucca França da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva

São Luís

2018

Alexandre de Carvalho Araújo

## Interação gestual usando o Leap Motion para visualização em realidade aumentada através do Meta 2

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em

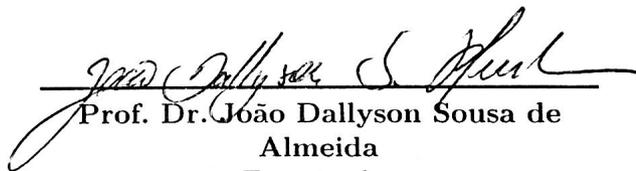


Prof. Msc. Giovanni Lucca França da  
Silva

Orientador



Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva  
Coorientador



Prof. Dr. João Dallyson Sousa de  
Almeida

Examinador



Prof. Msc. Caio Eduardo Falcão  
Matos

Examinador

São Luís

2018

# Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Mario do Socorro e José Bernardo, por todo o suporte e ajuda que me deram durante minha vida e , principalmente, durante minha graduação.

A todos da minha família, vocês contribuíram para que eu me tornasse quem sou hoje.

Aos amigos que fiz durante minha graduação. Suas presenças sempre ajudaram a aliviar as dificuldades que passamos neste curso.

A todos aqueles que me ajudaram com caronas, elas ajudaram a diminuir o estresse causado pelos problemas encontrados nesses 5 anos.

A Giovanni Lucca França da Silva e Anselmo Cardoso de Paiva, por serem meus orientadores e me ajudarem a concluir esta etapa final.

Aos professores Alexandre César Muniz de Oliveira, Geraldo Braz Júnior e Tiago Bonini Borchardt, pela tutoria nos respectivos programas de pesquisa no qual participei.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de alguma maneira moldaram quem eu sou hoje que não foram ainda contemplados.

*"A man chooses...a slave obeys."  
(Andrew Ryan, Bioshock)*

## Resumo

Realidade aumentada é um campo que atualmente vem ganhando muito destaque pela sua capacidade de aumentar a percepção humana. Porém, uma dificuldade encontrada neste tipo de aplicação é na interação humano-computador, na qual o usuário pode sentir desconforto ou precisar de algum tipo de treinamento. Esse trabalho propõe a combinação de duas tecnologias, o Meta 2 e o Leap Motion, para proporcionar uma experiência de uso mais intuitiva e confortável a partir de gestos manuais, além de facilitar a integração, por parte dos desenvolvedores, em aplicações de Realidade Aumentada (RA). O Meta 2 é um dispositivo de visualização do ambiente de RA e o Leap Motion é um dispositivo capaz de obter dados das mãos. Para prova de conceito foi feita uma visualização com interação gestual de uma simulação computacional de um parto.

**Palavras-chave:** Sistemas em RA, dispositivos para RA, interação gestual, Meta 2 e Leap Motion.

# Abstract

Augmented Reality is a research field that has been getting attention due to its ability to increase human perception. However, one of the difficulties found is human-computer interaction, which can cause discomfort or require training. Therefore, this work proposes the combination of two technologies, Meta 2 and Leap Motion, to present a more comfortable and intuitive user experience through hand gestures , as well as provide a easy way for developers to implement hand gestures in their applications. Meta 2 is a head mounted display for augmented reality and Leap Motion is a free-hand sensor. As a proof of concept, visualization of a computational simulation of childbirth has been made.

**Keywords:** Augmented reality system, augmented reality device, gesture interaction, Meta 2 and Leap Motion.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Diferença entre RA e RV . . . . .	11
Figura 2 – Treinamento de soldagem . . . . .	12
Figura 3 – Exemplo de aplicação RA baseada em monitor . . . . .	16
Figura 4 – Objeto real sendo coberto e cobrindo por um objeto virtual . . . . .	17
Figura 5 – HMD de visualização por vídeo . . . . .	18
Figura 6 – Tipos de gestos . . . . .	19
Figura 7 – Taxonomia de representações de gestos . . . . .	19
Figura 8 – Ambiente de desenvolvimento da Unity . . . . .	20
Figura 9 – Sistemas de coordenadas do Leap Motion. . . . .	21
Figura 10 – Dispositivo Meta 2 . . . . .	22
Figura 11 – Cena <i>EasyM</i> . . . . .	23
Figura 12 – Interface de cadastro de gesto . . . . .	24
Figura 13 – Visualizador . . . . .	25
Figura 14 – Combinação dos dispositivos. . . . .	26
Figura 15 – Objeto virtual superimposto na ambiente real. Ponto de vista da tela do computador e do Meta 2. . . . .	26
Figura 16 – Gestos cadastrados e as ações associadas a eles. . . . .	27
Figura 17 – Gesto "Right"sendo reconhecido pela aplicação. . . . .	28
Figura 18 – Usuário utilizando a aplicação . . . . .	28

## Lista de abreviaturas e siglas

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
AI	Amplificação de Inteligência
API	Interface de Programação de Aplicação
AVC	Acidente Vascular Cerebral
HMD	<i>Head Mounted Display</i>
IHC	Interação Humano-Computador
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>11</b>
1.1	Objetivos . . . . .	12
1.2	Organização do trabalho . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Fundamentação Teórica</b> . . . . .	<b>16</b>
3.1	Realidade Aumentada . . . . .	16
3.2	Interação Gestual . . . . .	17
3.3	Tecnologias utilizadas . . . . .	19
3.3.1	Unity . . . . .	19
3.3.2	Leap Motion . . . . .	20
3.3.3	Meta 2 . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento do framework</b> . . . . .	<b>22</b>
4.1	Cadastro de gestos . . . . .	22
4.2	Visualizador . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Resultados e Discussão</b> . . . . .	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão</b> . . . . .	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>30</b>

# 1 Introdução

É importante diferenciar RA de Realidade Virtual (RV), campos que são comumente confundidos. O ponto de maior de diferença entre esses campos é onde serão apresentados objetos virtuais. Em RA os objetos sobrepõe o mundo real, enquanto em RV os objetos virtuais existem em um mundo também virtual onde o usuário é imerso. Essa diferença fica clara na figura 1, onde vemos os dados, objetos virtuais, tanto em um ambiente de RA quanto e um ambiente de RV

Figura 1 – Diferença entre RA e RV



Fonte: Criada pelo autor

Aplicações de realidade aumentada (RA) têm se tornado populares devido a sua capacidade de auxiliar usuários na realização de tarefas do mundo real, contribuindo para a melhoria de seu desempenho. Por oferecerem informações que o usuário não consegue detectar automaticamente com seus próprios sentidos, tais aplicações podem melhorar a percepção que o mesmo tem do ambiente ao seu redor, bem como sua interação com o ambiente (AZUMA, 1997). Um tipo muito comum de aplicação dessa área é no treinamento de processos. Vantagens que RA apresenta nesse tipo de aplicações são redução de custo em materiais e aumento da segurança do usuário, como por exemplo no treinamento de soldagem visto na figura 2, onde o uso de RA permite uma experiência próxima do real, sem expor o usuário à riscos provindos da soldagem, além de economizar nos materiais que seriam gastos caso contrário.

A forma que o usuário interage com a aplicação e com as informações superimpostas no ambiente real, entretanto, é um dos problemas que envolvem o desenvolvimento de aplicações de RA (AZUMA et al., 2001). A interação através de gestos manuais proporciona uma forma natural e conveniente de interação humano-computador (IHC), sendo uma das formas de interação mais utilizadas quando se deseja reduzir a barreira entre o usuário e a aplicação, replicar a forma que as pessoas interagem com as coisas em suas atividades diárias e quando se requer o mínimo de treinamento da parte dos usuários (STEINBERG, 2012). A interação gestual tem sido usada em vários tipos de aplicações, como modelagem 3D em ambientes imersivos (KIM et al., 2005), escrita e desenho (VI-

Figura 2 – Treinamento de soldagem



Fonte: (INTELITEK, 2019)

KRAM; LI; RUSSELL, 2013), videogames e em aplicações de RA (DATCU; LUKOSCH, 2013).

## 1.1 Objetivos

Tendo em vista o potencial de aplicações em RA e a praticidade advinda da interação através de gestos, o objetivo deste trabalho é desenvolver um framework para interação gestual em RA.

São então tomados como objetivos específicos:

- Reconhecimento dos gestos em tempo real usando o Leap Motion.
- Visualização em RA através do Meta 2.
- Personalização dos gestos.

## 1.2 Organização do trabalho

O presente trabalho está dividido em 6 capítulos, onde o capítulo atual é o capítulo introdutório.

Em seguida, no Capítulo 2 são apresentados os trabalhos publicados na literatura que lidam com interação gestual e interação em RA.

No Capítulo 3 são apresentados os conceitos fundamentais para o entendimento e a realização deste trabalho. Este capítulo é dividido em três seções: na primeira são explanados os conceitos sobre a RA, na segunda são abordados os conceitos sobre a interação gestual e por último são apresentados as tecnologias utilizados.

Após demonstrar a fundamentação teórica necessária, é demonstrada o framework objetivo deste trabalho.

Por fim, no Capítulo 5, são feitas as considerações finais sobre o trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 Trabalhos Relacionados

Com o crescente aumento da importância dos computadores na sociedade, e portanto da usabilidade de RA, evoluir IHC se torna uma tarefa cada vez mais necessária, mas as técnicas existentes podem acabar se tornando um gargalo nesse processo (RAUTARAY; AGRAWAL, 2015). Neste capítulo são apresentados trabalhos que lidam com interação gestual ou interação para Realidade Aumentada.

De acordo com o levantamento da literatura realizado por (AKÇAYIR; AKÇAYIR, 2017), RA tem se provado uma ferramentada educacional eficaz para aumentar o interesse do aluno no assunto estudado. Em áreas como química (CAI; WANG; CHIANG, 2014) e física (ENYEDY et al., 2012), onde a visualização de certos objetos de estudo são difíceis, os estudos realizados mostram que RA facilita o entendimento e aumenta o aprendizado dos alunos. Existem, no entanto, alguns obstáculos. Em (LIN et al., 2011), apesar dos resultados positivos no aprendizado, foi relatado que alguns dos estudantes que usaram o sistema proposto acharam o uso do mesmo complexo e pouco intuitivo, logo é necessário que a utilização de sistemas de RA seja o mais natural e intuitiva possível.

Em (REGENBRECHT; COLLINS; HOERMANN, 2013) a interação é feita através da reconstrução do dedo do usuário como um objeto virtual que interage com os outros objetos virtuais. Algumas das restrições apresentadas nesse trabalho são a necessidade de que o fundo, ou mundo real, seja conhecido de maneira parcial ou total e que a câmera que captura o ambiente esteja numa posição fixa. O ganho gerado por essas limitações é que depois de montar o esquema descrito, não é necessário nenhuma recalibração ou personalização para se adequar ao usuário.

O trabalho proposto em (HÜRST; WEZEL, 2013) apresenta três métodos para interação em realidade aumentada através de dispositivos móveis, o *Touch Screen-Based*, *Device-Based* e *Finger-Based*. O primeiro método é considerado simples e intuitivo, devido à sua similaridade com o uso normal de dispositivos móveis, onde usa-se apenas o toque na tela do dispositivo como método de interação. O segundo método utiliza o acelerômetro do *smartphone* para determinar o foco da câmera, a fim de selecionar o objeto virtual com que se deseja interagir. O último método utiliza marcadores fiduciais na ponta dos dedos para facilitar o *tracking* dos mesmos, a fim de identificar suas posições no mundo virtual e realizar a interação com os objetos virtuais da cena.

Nesse processo de desenvolvimento de novas técnicas de IHC, a interação gestual tem se destacado em alcançar a facilidade e naturalidade desejada para IHC aplicada à RA devido à maior parte da interação gestual consciente entre humanos se dá através de gestos manuais (KARAM, 2006).

No método desenvolvido por (LV et al., 2015) os gestos usados pela aplicação são movimentos específicos da mão, como movê-la para a esquerda rapidamente, onde usa-se

a pose da mão para manter o *tracking* durante o movimento. A movimentação da mão de acordo com uma determinada pose representa os gestos que são usados para interação com objetos virtuais. A limitação imposta pelo método no entanto é que a interação se limita à pose predefinida.

O Leap Motion é um dispositivo muito usado para gestos manuais devido à sua sensibilidade e tempo de resposta(VASUDEVAN; VIVEK; SRIVATHSAN, 2015). O dispositivo é essencial em aplicações que requerem alta precisão quanto a postura da mão, como a desenvolvida por (KHADEMI et al., 2014), onde o dispositivo é usado para ajudar na reabilitação de Acidente Vascular Cerebral. Outro exemplo é visto em (POTTER; ARAULLO; CARTER, 2013), onde é feita uma aplicação para reconhecimento da linguagem de gestos australiana.

O framework proposto neste trabalho foca em gestos manuais para a interação com os objetos virtuais. Não há necessidade de um conhecimento prévio do ambiente ou qualquer tipo de marcador que ajude no processo de reconhecimento dos gestos. O framework visa aprimorar a interação com o ambiente que o Meta 2 disponibiliza. Enquanto os trabalhos apresentados tem gestos fixos para a interação, o framework proposto permite a personalização dos gestos utilizados na aplicação.

### 3 Fundamentação Teórica

Neste capítulo são apresentados os tópicos mais importantes para o entendimento deste trabalho, assim como as tecnologias utilizadas.

#### 3.1 Realidade Aumentada

Realidade Aumentada é um sistema onde objetos virtuais coexistem com o mundo real. Diferentemente da Realidade Virtual, onde o usuário é inserido em um mundo completamente virtual, RA complementa o mundo real. De acordo com (AZUMA et al., 2001), um sistema de RA tem as seguintes propriedades:

- Combina objetos virtuais e reais em um mesmo ambiente.
- Interatividade em tempo real.
- registra e alinha objetos virtuais e reais uns com os outros.

Essas propriedades conseguem expandir o campo de possibilidades de RA para além de tecnologias de *Head-Mounted Display* (HMD), sem perder sua essência. partindo dessas propriedades, podemos classificar como não sendo RA, por exemplo, filmes que usam objetos gerados por computador, pois não há interatividade em tempo real. No entanto, podemos classificar aplicações baseadas em monitores como RA, como na figura 3, abrangido o escopo dessa área(AZUMA, 1997).

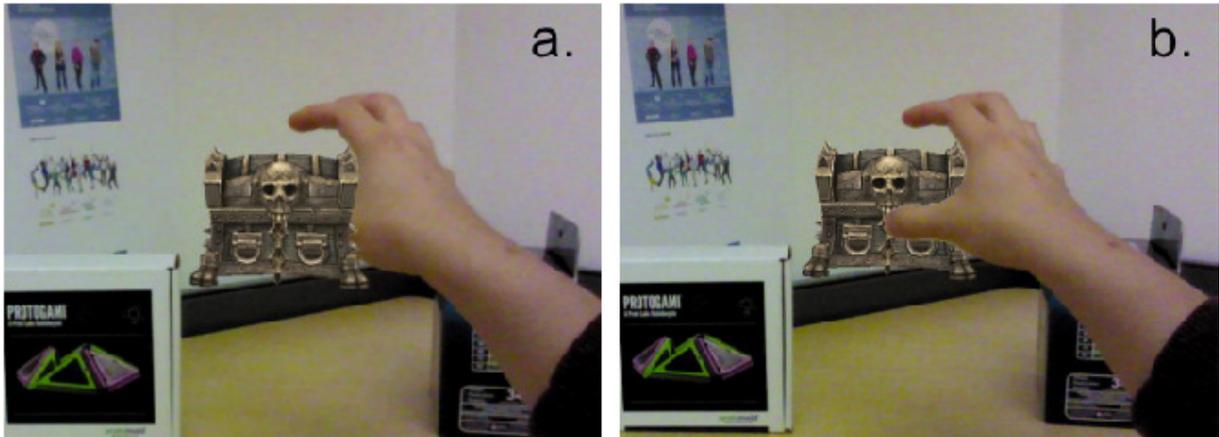
Figura 3 – Exemplo de aplicação RA baseada em monitor



Fonte: (REGENBRECHT; COLLINS; HOERMANN, 2013)

RA não é, no entanto, limitada somente à adição de elementos virtuais na realidade. Extrair um elemento da realidade e colocar em seu lugar um objeto virtual é um dos campos de pesquisa dentro dessa área. Na figura 4, uma exemplificação, onde um objeto virtual tanto pode cobrir um objeto real quanto ser coberto por ele.

Figura 4 – Objeto real sendo coberto e cobrindo por um objeto virtual



Fonte: (KASPERI; EDWARDSSON; ROMERO, 2017)

Um passo importante quando se quer construir uma aplicação de RA é decidir como a combinação entre real e virtual será feita. As duas grandes vertentes são: Tecnologias óticas e de vídeo. As tecnologias óticas são definidas como aquelas que permitem observar o mundo real diretamente. O Meta 2 é um exemplo de HMD de visualização ótica. Uma desvantagem desse tipo de visualização é que, como a composição é feita através de telas semi-transparentes que ficam na frente dos olhos do usuário, uma parte da luz que do mundo real é bloqueada. Os dispositivos que usam uma visualização por vídeo geralmente usam uma câmera para captação do mundo real e então compõe a visualização digitalmente para exibir em uma tela. A figura 5 demonstra um HMD de visualização por vídeo.

### 3.2 Interação Gestual

Gestos agem como um meio de comunicação não vocal que pode ou não estar acompanhado de comunicação vocal. Eles podem ser feitos com qualquer parte do corpo, de acenar com a cabeça para concordar com algo, até mostrar o dedo indicador para indicar algo importante para a comunicação que está sendo feita.

Pode-se dividir interação com gestos manuais em dois tipos: estática e dinâmica. Interação Estática se define a partir da orientação e posição da mão em um intervalo de tempo sem que haja movimento no espaço. A interação dinâmica difere somente em haver movimentação dentro de um intervalo de tempo (RAUTARAY; AGRAWAL, 2015). De acordo com (HALL et al., 1959), 65% da comunicação humana se dá a partir de gestos.

Figura 5 – HMD de visualização por vídeo



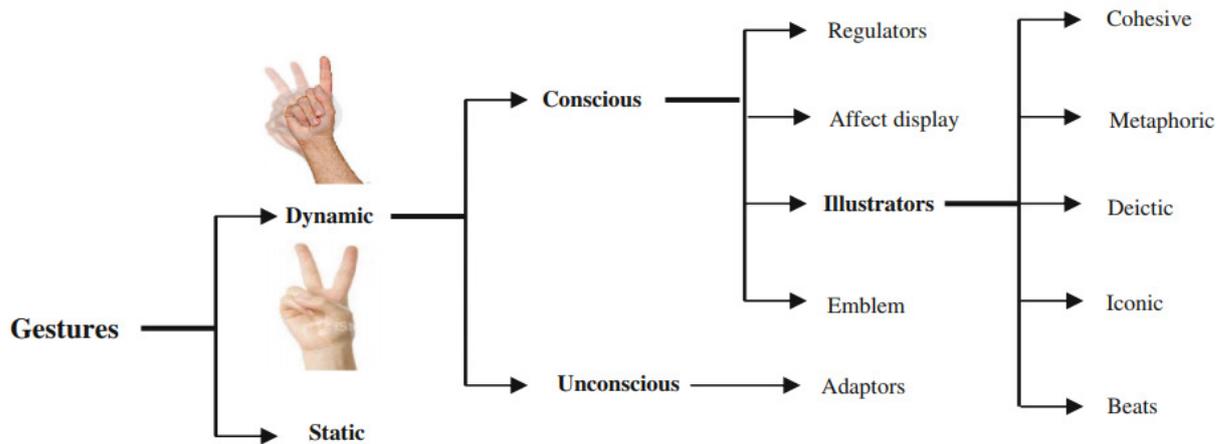
Fonte: (CORSO; HAGER, 2002)

O trabalho proposto por (OTTENHEIMER, 2008) categoriza gestos em 5 tipos: Emblemáticos, demonstradores de afeto, reguladores, adaptadores e ilustradores. Gestos emblemáticos são gestos que substituem pequenas comunicações verbais, como acenar com a mão para dizer adeus. Esses gestos são específicos de cada cultura. Gestos demonstradores de afeto, são aqueles que demonstram emoção ou intenção. Gestos que controlam interações são chamados de reguladores. Gestos que permitem ao corpo relaxar, como balançar a perna quando se está nervoso são chamados de gestos adaptadores. Esses gestos geralmente não são gestos conscientes. Por último, os gestos ilustradores são aqueles que dão ênfase nos pontos principais da comunicação, e portanto são dependentes de comunicação verbal. Uma taxonomia pode ser visualizada na Figura 6

Um último ponto importante a se falar são os tipos de representação das mãos em aplicações de reconhecimento de gestos manuais. Pode-se dividir as representações em duas vertentes principais, baseados em modelos 3D, ou baseados na aparência (BOURKE; O'BRIEN; LYONS, 2007)

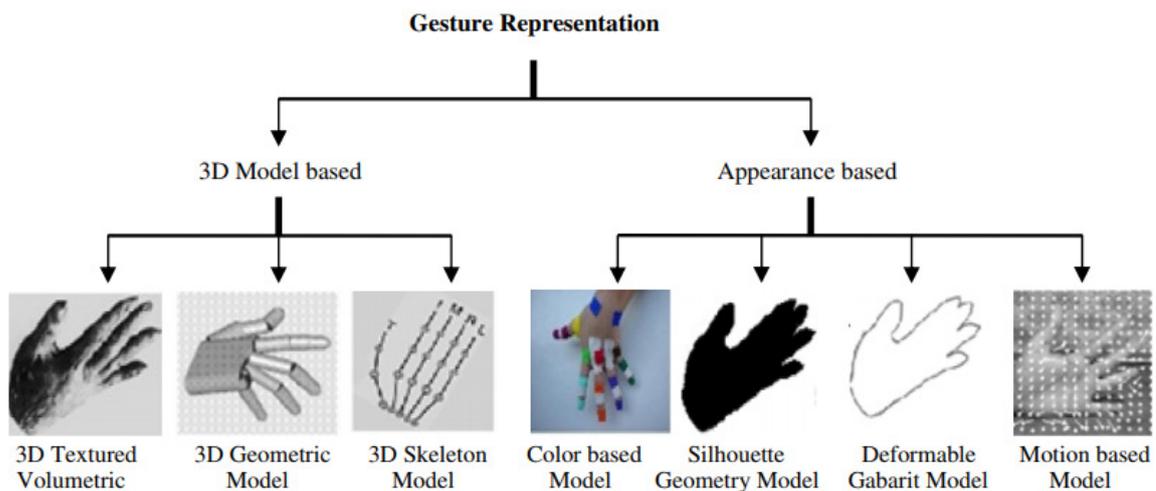
Modelos 3D definem descrições espaciais para representação da mão com aspectos temporais que são manejados por automação. Em seu trabalho, (MCNEILL, 1992) divide um gesto manual em três fases: Preparação, núcleo e retração. Cada fase consiste de uma

Figura 6 – Tipos de gestos



Fonte: (KAÂNICHE, 2009)

Figura 7 – Taxonomia de representações de gestos



Fonte: (BOURKE; O'BRIEN; LYONS, 2007)

ou mais transições de estados espaciais. Uma ou mais câmeras focam na mão e computam parâmetros para fazer *matching* espacial e poder seguir a mão enquanto ela se movimenta. A vantagem que isso gera é um reconhecimento preciso dos gestos, apesar do aumento de poder computacional necessário.

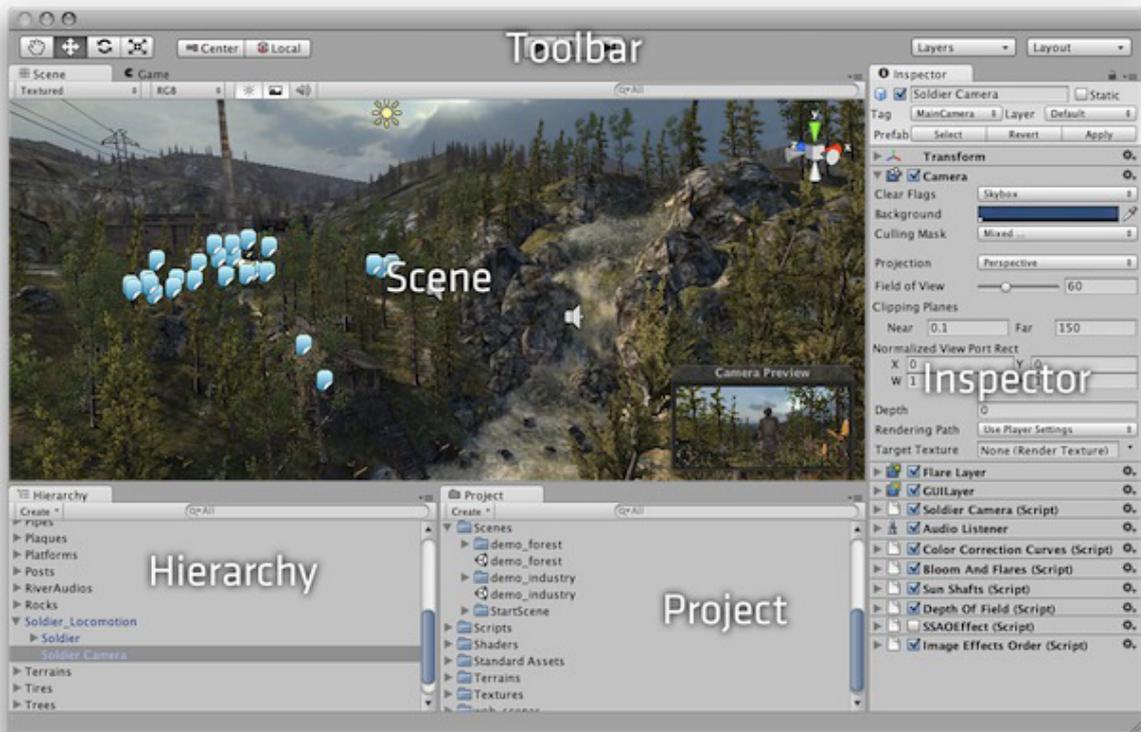
### 3.3 Tecnologias utilizadas

#### 3.3.1 Unity

A Unity é um software de desenvolvimento de jogos 2D e 3D. Metade dos jogos de nível mundial são desenvolvidos utilizando-a. O software permite a visualização de

uma simulação da versão final através do modo *Play*, onde além de ver, é possível alterar valores, elementos, scripts, entre outros, e ver os resultados imediatamente. Através de API's, a extensividade que a ferramenta possui é poderosa, permitindo uma versatilidade muito grande no desenvolvimento de aplicações(TECHNOLOGIES, 2018b).

Figura 8 – Ambiente de desenvolvimento da Unity



Fonte: (TECHNOLOGIES, 2018a)

Temos na interface apresentada na figura 8, o *Inspector*, que mostra todas as propriedades de um dado *GameObject*. *GameObjects* são todos os objetos da *Scene* ou cena. No *Project* temos todos os arquivos que compõe o projeto e no *Hierarchy* vemos as associações entre os *GameObjects*.

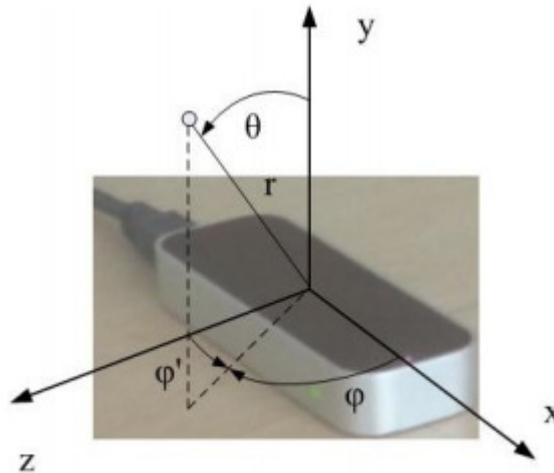
Apesar de nosso objetivo ser uma framework e não um jogo, a Unity é utilizada por permitir uma fácil integração do software de ambos os dispositivos em um mesmo ambiente, além de facilitar o uso do framework por ser uma ferramenta onde muitas aplicações de RA são desenvolvidas.

### 3.3.2 Leap Motion

O Leap Motion é um dispositivo criado com o objetivo de obter informação precisa das mãos. Utilizando apenas um cabo USB, o dispositivo processa, através de um software

proprietário chamado *Leap Motion Service*, as informações obtidas por 2 câmeras e 3 LED's infravermelhos para adquirir dados das mãos.

Figura 9 – Sistemas de coordenadas do Leap Motion.



Fonte: (GUNA et al., 2014)

Na Figura 9 é demonstrado o espaço sensorial do dispositivo, que usa coordenadas cartesianas e esféricas para descrever posições. Seu espaço sensorial é definido como uma pirâmide invertida formada a partir dos sensores, que tem alcance efetivo de 25 a 600 milímetros e ângulo de abertura de  $120^\circ$  (MOTION, 2018). O LeapMotion é utilizado para captura das mãos pois sua precisão é alta e a quantidade de informações disponibilizadas permite uma boa representação da mão.

### 3.3.3 Meta 2

O Meta 2 é um HMD para Realidade Aumentada que contém uma tela transparente na qual os objetos virtuais são projetados. Como apresentado na figura 10, a tela do dispositivo é composta de prata semi-refletiva, o que permite a visualização do mundo real e a superimposição de objetos virtuais no ambiente ao mesmo tempo. O dispositivo utiliza duas câmeras de profundidade e uma câmera de vídeo para fazer reconhecimento das mãos e o mapeamento do mundo real, respectivamente, construindo a nuvem de pontos de todo o ambiente capturado (VISION, 2018a). Devido às limitações da API, não foram utilizados os dados das mãos que o Meta 2 disponibiliza, já que a informação por ele informada restringe-se à posição da palma da mão e a posição do dedo mais distante da palma (VISION, 2018b).

Figura 10 – Dispositivo Meta 2



Fonte: (VISION, 2018a)

## 4 Desenvolvimento do framework

Neste capítulo é apresentado o framework objetivo deste trabalho. Ele visa permitir tanto reconhecimento, quanto personalização de gestos a serem usados em outras aplicações.

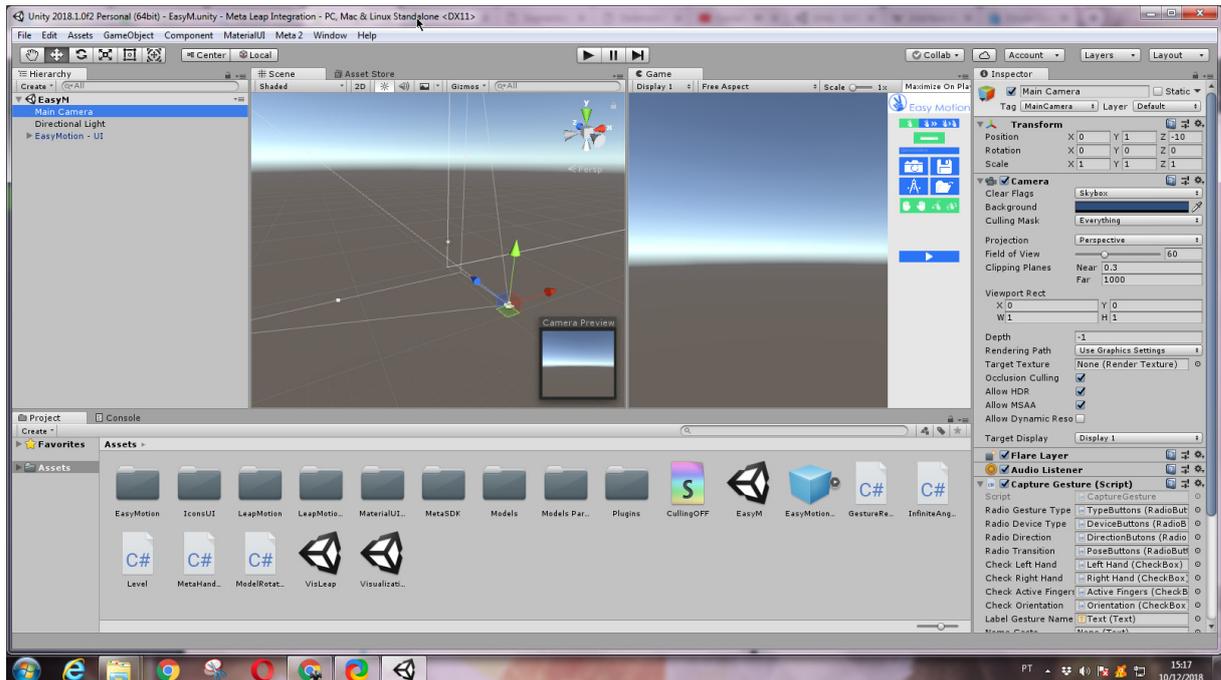
Neste framework, temos dois módulos, o cadastro de gestos e o visualizador. O primeiro é responsável por permitir que os gestos necessários sejam salvos para construção de uma base de gestos para a aplicação desejada. O segundo permite a visualização da aplicação em RA através do Meta 2, assim como reconhecimento dos gestos cadastrados.

### 4.1 Cadastro de gestos

Esse é o módulo de registro de gestos como proposto em (RIBEIRO et al., 2016). Ele contém somente a câmera principal e o módulo de cadastro, como demonstrado na Figura 11.

Dados como lado e orientação da mão, quantidade de dedos ativos (dedos não dobrados) e quais eles são, posição da palma da mão e a posição da ponta dos dedos são capturados e usadas para caracterizar cada gesto e reconhecê-los futuramente. Para que um gesto cadastrado por uma pessoa possa ser reconhecido quando feito por outra pessoa com mãos de tamanho diferente, é recomendado calibrar a mão, mas não obrigatório. Há três tipos de gestos suportados pelo *framework* utilizado:

Figura 11 – Cena EasyM.



Fonte: Criada pelo autor

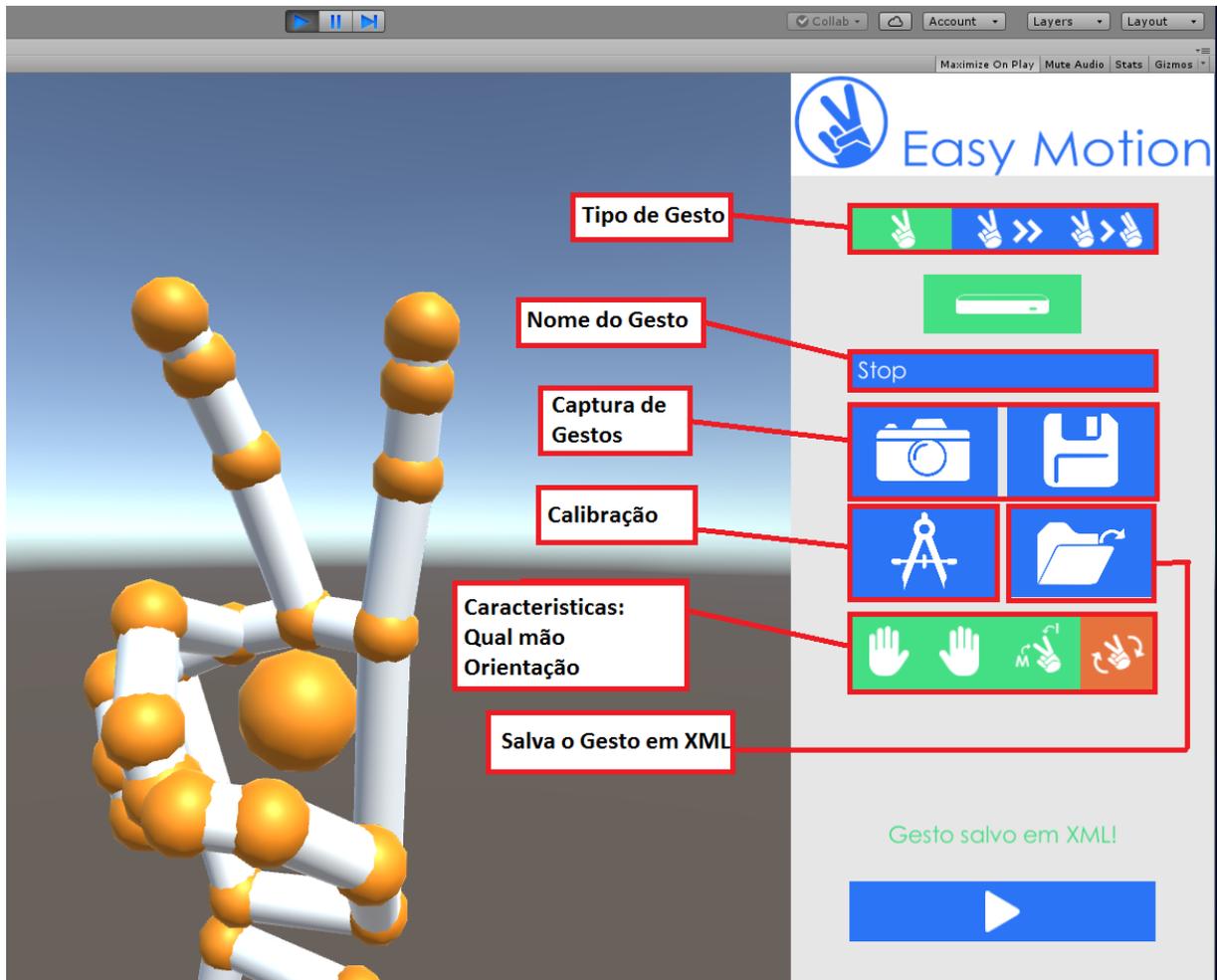
- Estático: tipo de gesto mais básico e consiste em apenas uma pose, um gesto capturado em apenas um *frame*.
- Dinâmico: é definido por um gesto estático e a translação da mão para cima, para baixo, para a esquerda ou para a direita. Para reconhecer esse gesto, inicialmente reconhece-se a pose e uma janela de tempo é aberta para verificar se haverá movimentação da mão e se a mesma é correspondente com o tipo de movimento cadastrado.
- De Transição: esse tipo de gesto é composto por duas poses, dois gestos estáticos. Quando a primeira pose é reconhecida, uma janela de tempo é aberta para aguardar a segunda.

Para cadastrar o gesto temos que:

- Selecionar tipo do gesto.
- Nomear o gesto.
- Capturar uma pose ou mais, no caso de gestos de transição.
- Selecionar quais mãos vão fazer o gesto e dizer se a orientação da mão importa ou não para o gesto.

Ao cadastrar um gesto, é possível salvá-lo como um arquivo *.xml* e assim formar um banco de dados de gestos, e usar apenas o módulo de reconhecimento de gestos do *framework*. Na Figura 12 temos a interface de cadastro dos gestos.

Figura 12 – Interface de cadastro de gesto



Fonte: Criada pelo autor

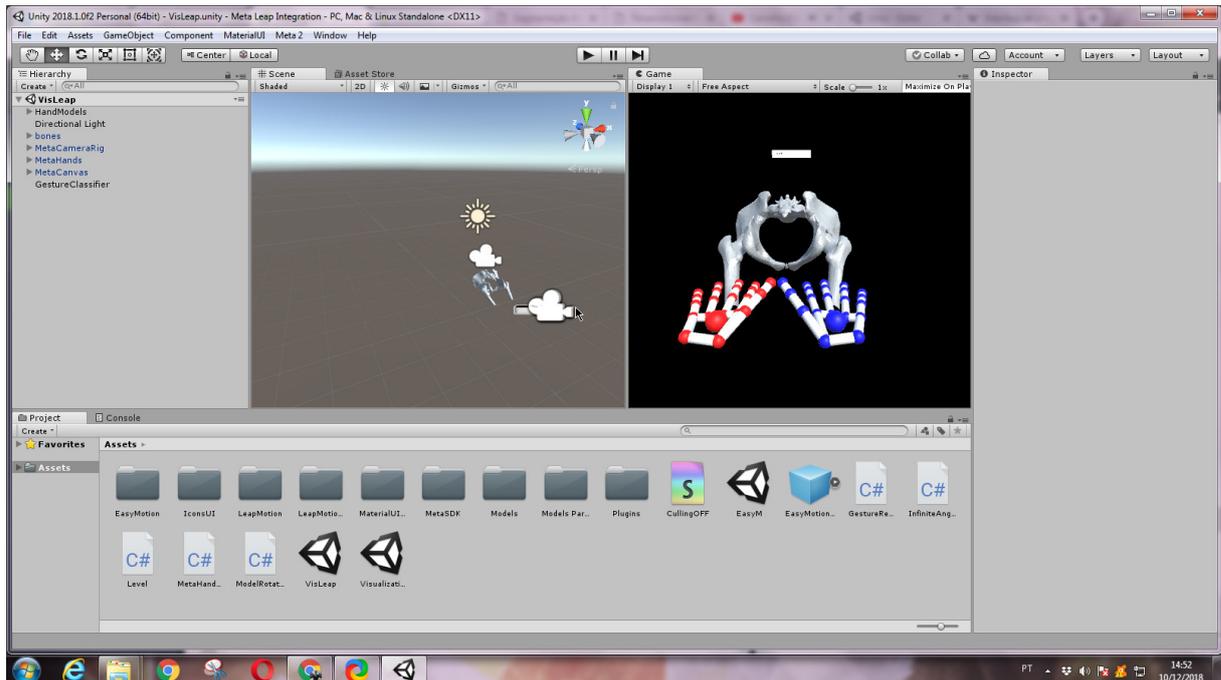
## 4.2 Visualizador

Para a visualização foram carregadas ambas as API's e a usual câmera principal da Unity foi substituída por *MetaCameraRig*, a representação da câmera do Meta 2 na Unity como demonstrado na Figura 13.

Ainda neste módulo encontra-se:

- *GestureClassifier*, *GameObject* que contem o script responsável pelo reconhecimento dos gestos.
- *Bones*, Objeto responsável pela simulação computacional que será visualizada.

Figura 13 – Visualizador



Fonte: Criada pelo autor

- *HandModels*, Modelo de visualização dos dados da mão do Leap Motion para fins de teste da aplicação.

Colocou-se o controlador do Leap Motion para ter como foco as câmeras do Meta 2. Dessa forma, o *offset* causado pela diferença de pontos de vista de cada câmera devido a maneira como os dispositivos foram combinados fisicamente, demonstrado na figura 14, foi diminuído, e as mãos virtuais superimpostas no ambiente real acompanham o movimento da cabeça do usuário. O modelo de mão fornecido pelo Leap Motion já possui colidores e interage de forma semelhante a uma mão real. Dessa forma, é possível tocar e mover elementos virtuais usando as mãos.

Figura 14 – Combinação dos dispositivos.

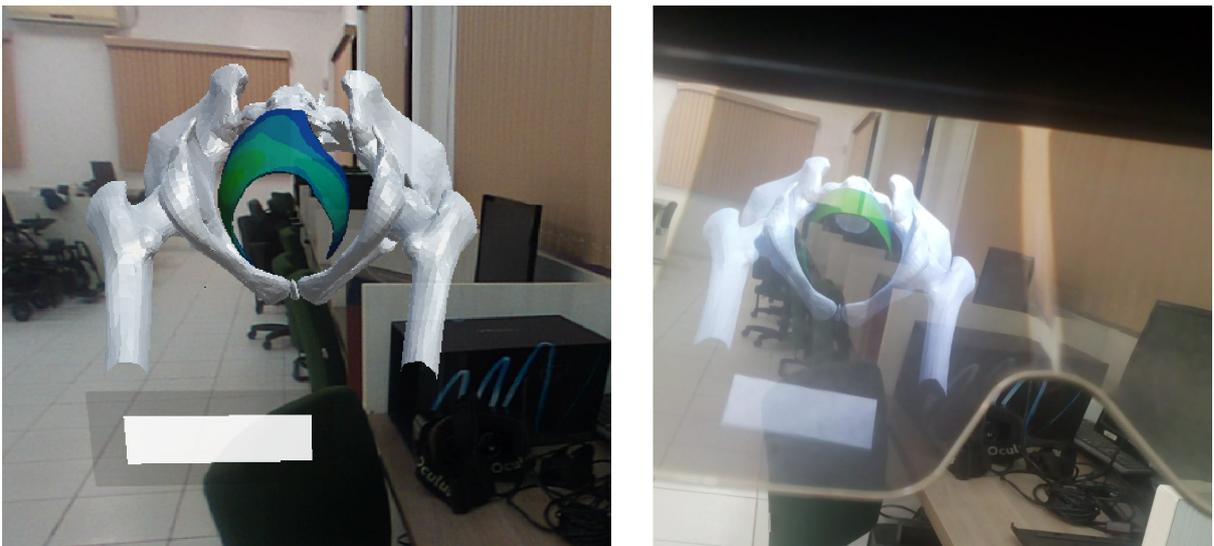


Fonte: Criada pelo autor.

## 5 Resultados e Discussão

A fim de testar a interação gestual em aplicações de RA, utilizou-se a simulação computacional apresentada em (PINTO et al., 2017) como elemento virtual a ser visualizado através do Meta 2 e controlado por gestos. A Figura 15 mostra qual objeto virtual foi projetado no Meta 2, bem como a visualização do objeto através da lente do próprio óculos.

Figura 15 – Objeto virtual superimposto na ambiente real. Ponto de vista da tela do computador e do Meta 2.

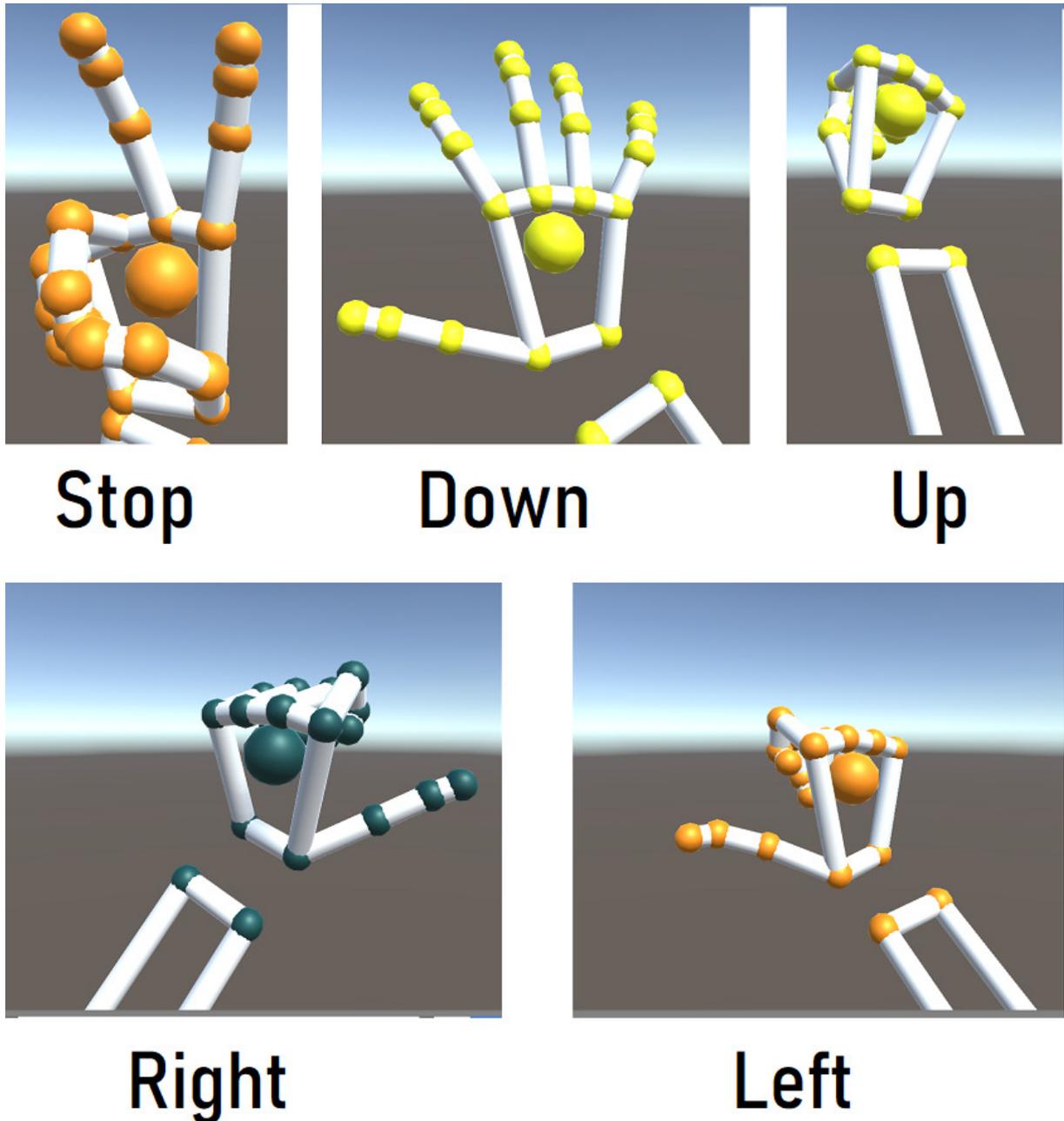


Fonte: Criada pelo autor

O elemento virtual visualizado consiste em uma simulação de deformidades físicas causadas ao assoalho pélvico durante o processo de parto, que é representado por uma animação. A fim de controlar o elemento virtual (pélvis) apresentado em RA, gestos foram

cadastrados por meio do *framework* utilizado. Os controles possíveis são: rotacionar o modelo 3D para cima, para baixo, para a direita e esquerda, bem como deixá-lo parado. A Figura 16 mostra quais gestos foram usados e qual rotação está associada a eles.

Figura 16 – Gestos cadastrados e as ações associadas a eles.

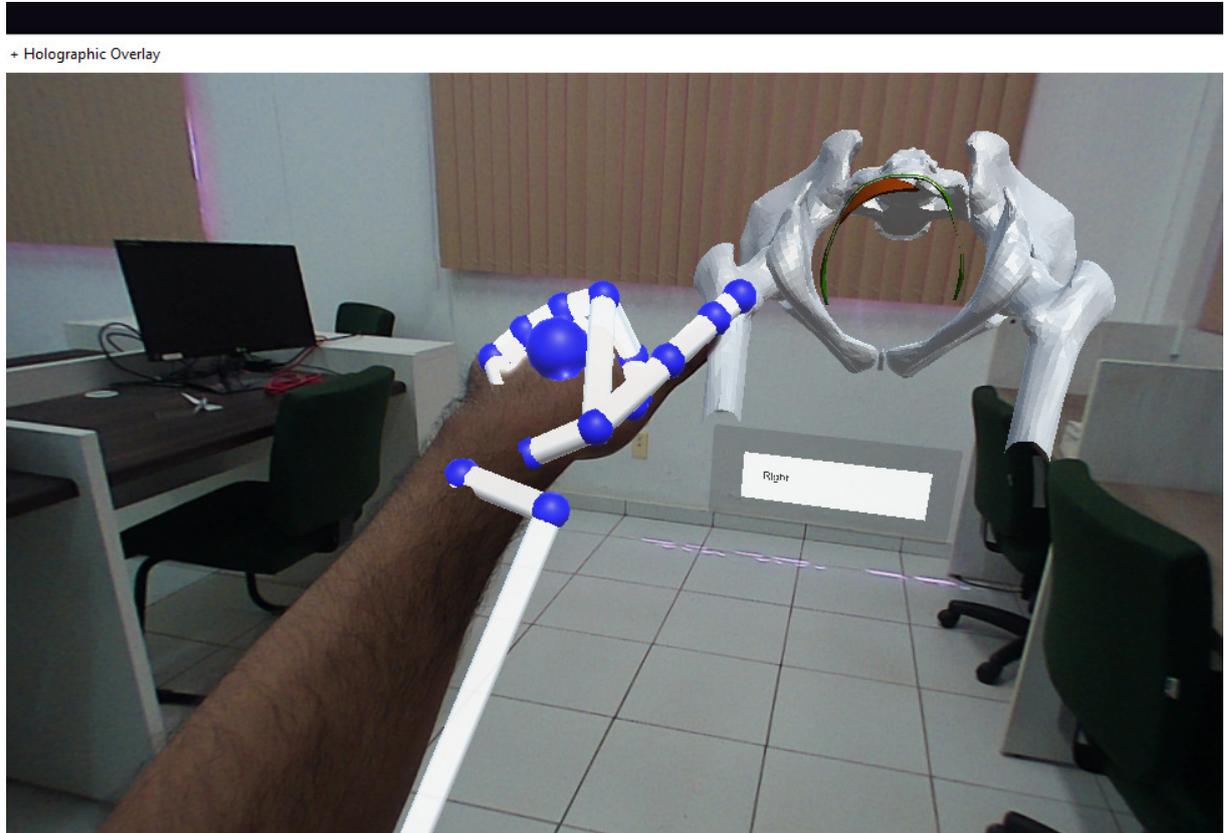


Fonte: Criada pelo autor

Ao iniciar a visualização da animação do parto, é recomendado calibrar a mão do usuário a fim de que os gestos cadastrados sejam reconhecidos precisamente. Apenas o módulo de reconhecimento de gestos do *framework* é utilizado nessa fase. A associação de gestos com ações foi feita através de *scripts*, usando a identificação de cada gesto. Sempre que um gesto é reconhecido, o seu respectivo nome é mostrado em uma caixa de texto que

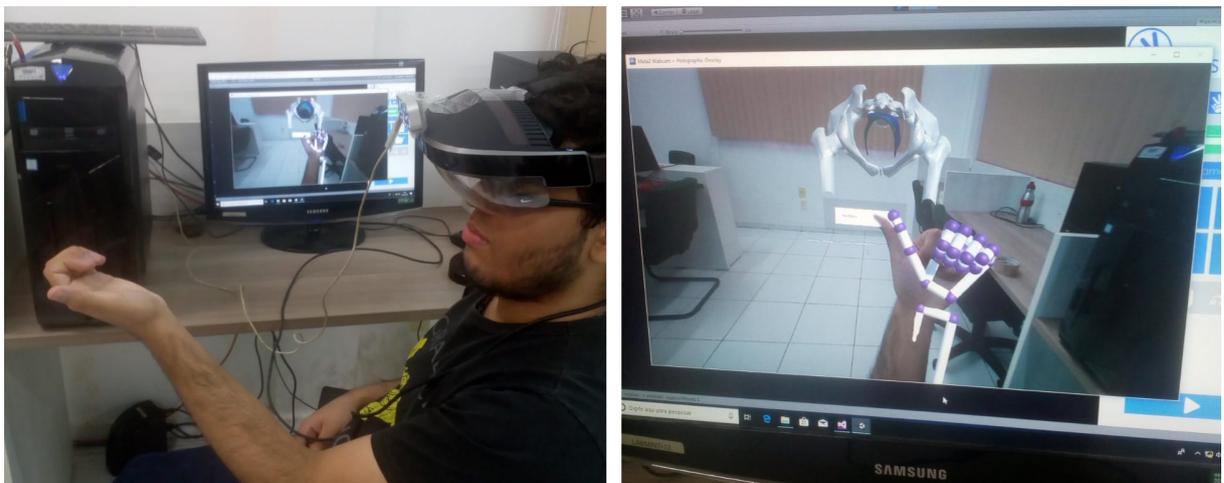
fica logo abaixo dos modelos 3D, como mostra a Figura 17, e sua identificação é usada para disparar a ação correspondente. A Figura 18 mostra um usuário usando a aplicação.

Figura 17 – Gesto "Right" sendo reconhecido pela aplicação.



Fonte: Criada pelo autor

Figura 18 – Usuário utilizando a aplicação



Fonte: Criada pelo autor

## 6 Conclusão

O trabalho apresentado visou proporcionar uma melhor experiência para o usuário em aplicações de RA. Isso é possível através do uso do Meta 2 como dispositivo de visualização de RA em conjunto com o Leap Motion como dispositivo de captura dos gestos. Esses dois dispositivos foram combinados a fim de suprir a limitação do Meta 2 em relação à interação com o ambiente visualizado.

A capacidade de criar, guardar e usar gestos personalizados permite aos desenvolvedores criar aplicações mais interativas e que sejam mais intuitivas e convenientes para o usuário. Entretanto, a necessidade de usar outro dispositivo para captura de informações da mão pode ser um obstáculo para os desenvolvedores.

Como trabalho futuro, planeja-se utilizar somente o Meta 2 para ambas as tarefas de visualização e de interação. Utilizando a nuvem de pontos disponibilizada na versão mais atualizada da API, seria possível realizar a construção de um modelo 3D das mãos semelhante ao Leap Motion o que, se realizado com sucesso, permitiria um aumento da facilidade tanto para desenvolvedores, que teriam que manejar somente um dispositivo.

## Referências

- AKÇAYIR, M.; AKÇAYIR, G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, Elsevier, v. 20, p. 1–11, 2017. Citado na página 14.
- AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, IEEE, v. 21, n. 6, p. 34–47, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 16.
- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, MIT Press, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 16.
- BOURKE, A.; O'BRIEN, J.; LYONS, G. Evaluation of a threshold-based tri-axial accelerometer fall detection algorithm. *Gait & posture*, Elsevier, v. 26, n. 2, p. 194–199, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- CAI, S.; WANG, X.; CHIANG, F.-K. A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 37, p. 31–40, 2014. Citado na página 14.
- CORSO, J.; HAGER, G. D. *Planar surface tracking using direct stereo*. [S.l.], 2002. Citado na página 18.
- DATCU, D.; LUKOSCH, S. Free-hands interaction in augmented reality. In: *Proceedings of the 1st Symposium on Spatial User Interaction*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (SUI '13), p. 33–40. ISBN 978-1-4503-2141-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2491367.2491370>>. Citado na página 12.
- ENYEDY, N. et al. Learning physics through play in an augmented reality environment. *International journal of computer-supported collaborative learning*, Springer, v. 7, n. 3, p. 347–378, 2012. Citado na página 14.
- GUNA, J. et al. An analysis of the precision and reliability of the leap motion sensor and its suitability for static and dynamic tracking. *Sensors*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 14, n. 2, p. 3702–3720, 2014. Citado na página 21.
- HALL, E. T. et al. *The silent language*. [S.l.]: Doubleday New York, 1959. v. 3. Citado na página 17.
- HÜRST, W.; WEZEL, C. V. Gesture-based interaction via finger tracking for mobile augmented reality. *Multimedia Tools and Applications*, Springer, v. 62, n. 1, p. 233–258, 2013. Citado na página 14.
- INTELITEK. 2019. Acessado em 07 de janeiro de 2019. Disponível em: <<https://www.intelitek.com/advanced-manufacturing/welding-augmented-training-technology/>>. Citado na página 12.
- KAÂNICHE, M. *Gesture recognition from video sequences*. Tese (Doutorado) — Université Nice Sophia Antipolis, 2009. Citado na página 19.

- KARAM, M. *A framework for research and design of gesture-based human-computer interactions*. Tese (Doutorado) — University of Southampton, 2006. Citado na página 14.
- KASPERI, J.; EDWARDSSON, M. P.; ROMERO, M. Occlusion in outdoor augmented reality using geospatial building data. In: *VRST*. [S.l.: s.n.], 2017. Citado na página 17.
- KHADEMI, M. et al. Free-hand interaction with leap motion controller for stroke rehabilitation. In: ACM. *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2014. p. 1663–1668. Citado na página 15.
- KIM, H. et al. Tangible 3d: Hand gesture interaction for immersive 3d modeling. In: *Proceedings of the 11th Eurographics Conference on Virtual Environments*. Aire-la-Ville, Switzerland, Switzerland: Eurographics Association, 2005. (EGVE'05), p. 191–199. ISBN 3-905673-21-5. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.2312/EGVE/IPT\\_EGVE2005/191-199](http://dx.doi.org/10.2312/EGVE/IPT_EGVE2005/191-199)>. Citado na página 11.
- LIN, H.-C. K. et al. Establishment and usability evaluation of an interactive ar learning system on conservation of fish. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, ERIC, v. 10, n. 4, p. 181–187, 2011. Citado na página 14.
- LV, Z. et al. Touch-less interactive augmented reality game on vision-based wearable device. *Personal and Ubiquitous Computing*, Springer-Verlag, v. 19, n. 3-4, p. 551–567, 2015. Citado na página 14.
- MCNEILL, D. *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. [S.l.]: University of Chicago press, 1992. Citado na página 18.
- MOTION, L. *API Overview*. 2018. Acessado em 10 de Dezembro de 2018. Disponível em: <<https://developer-archive.leapmotion.com/documentation/>>. Citado na página 21.
- OTTENHEIMER, H. J. *The anthropology of language: an introduction to linguistic anthropology*. [S.l.]: Cengage Learning, 2008. Citado na página 18.
- PINTO, S. et al. Application of virtual reality techniques to a birth simulation. In: IEEE. *Experiment@ International Conference (exp. at'17), 2017 4th*. [S.l.], 2017. p. 125–126. Citado na página 26.
- POTTER, L. E.; ARAULLO, J.; CARTER, L. The leap motion controller: a view on sign language. In: ACM. *Proceedings of the 25th Australian computer-human interaction conference: augmentation, application, innovation, collaboration*. [S.l.], 2013. p. 175–178. Citado na página 15.
- RAUTARAY, S. S.; AGRAWAL, A. Vision based hand gesture recognition for human computer interaction: a survey. *Artificial Intelligence Review*, Springer, v. 43, n. 1, p. 1–54, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 17.
- REGENBRECHT, H.; COLLINS, J.; HOERMANN, S. A leap-supported, hybrid ar interface approach. In: ACM. *Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration*. [S.l.], 2013. p. 281–284. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 16.

RIBEIRO, T. R. et al. Framework for registration and recognition of free-hand gestures in digital games. 2016. Citado na página 22.

STEINBERG, G. Natural user interfaces. In: *ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2012. Citado na página 11.

TECHNOLOGIES, U. *Learning the Interface*. 2018. Acessado em 10 de Dezembro de 2018. Disponível em: <<https://docs.unity3d.com/510/Documentation/Manual/LearningtheInterface.html/>>. Citado na página 20.

TECHNOLOGIES, U. *The world's leading real-time engine*. 2018. Acessado em 10 de Dezembro de 2018. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Citado na página 20.

VASUDEVAN, S. K.; VIVEK, C.; SRIVATHSAN, S. An intelligent boxing application through augmented reality for two users—human computer interaction attempt. *Indian Journal of Science and Technology*, v. 8, n. 34, 2015. Citado na página 15.

VIKRAM, S.; LI, L.; RUSSELL, S. Writing and sketching in the air, recognizing and controlling on the fly. In: *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (CHI EA '13), p. 1179–1184. ISBN 978-1-4503-1952-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2468356.2468567>>. Citado na página 12.

VISION, M. *The Meta 2: Made for AR App Development*. 2018. Acessado em 10 de Dezembro de 2018. Disponível em: <<https://buy.metavision.com/#specifications>>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

VISION, M. *Meta SDK2 Beta*. 2018. Acessado em 10 de Dezembro de 2018. Disponível em: <[https://docs.metavision.com/external/doc/latest/SDK\\_Guide](https://docs.metavision.com/external/doc/latest/SDK_Guide)>. Citado na página 21.