

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Clayton Mendonça Feliciano

**Ambientes de Realidade Virtual:
Novas Possibilidades**

Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

São Paulo
2018

Clayton Mendonça Feliciano

**Ambientes de Realidade Virtual:
Novas Possibilidades**

Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Tecnologias da Inteligência e Design Digital – área de concentração em Processos Cognitivos em Ambientes Digitais, sob orientação do professor Dr. Nelson Brissac Peixoto.

São Paulo

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a Deus, por ter guardado a minha vida nos momentos difíceis nesta caminhada realizada até o presente momento. Sempre me fortaleceu e cuidou de todos os meus caminhos. O impossível se tornou possível em suas mãos, sou prova viva disso.

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar a Deus por toda caminhada realizada até aqui, a minha esposa Andreia Caley pela dedicação e confiança que me foi depositada.

Agradeço aos meus pais que tiveram um papel muito importante em minha criação, principalmente a minha mãe Carmelita Mendonça Feliciano que também sempre acreditou em meu potencial e foi referência profissional para que optasse em seguir a carreira acadêmica com muito orgulho e esmero.

Ao meu pai Reinaldo Silva Feliciano, que sempre trouxe ensinamentos a respeito da vida, retidão, hombridade e dignidade de percorrer a estrada da vida de forma correta e por seu exemplo de honestidade e sua postura ética e profissional.

Agradeço aos meus filhos Victória Mendonça Feliciano e Augusto Henrique Mendonça Feliciano pela compreensão e pela paciência que teve com este pai.

Agradeço aos meus irmãos Robson Mendonça Feliciano e Priscilla Mendonça Feliciano por apoiarem nessa nova etapa da minha vida.

E agradeço principalmente ao Prof. Dr. Nelson Brissac Peixoto o qual tive o privilégio em conhecer e ter como orientador da minha dissertação de mestrado e também meus agradecimentos vão para a Edna Conti, que com paciência e muito amor pela profissão, acolhia, orientava e também puxava a orelha quando precisava.

E agradeço a Pontifícia Universidade Católica pela oportunidade em concluir essa etapa para o início de um novo caminhar dentro do meio acadêmico.

*“Tente aprender alguma coisa
sobre tudo e tudo sobre alguma coisa”
Thomas Henry Huxley*

RESUMO

A realidade virtual (RV) e as formas de interações com este ambiente evoluíram e avançaram muito nas últimas décadas. Paralelamente ao avanço da criação e modelagem de ambientes tridimensionais (3D), novas possibilidades surgem. Partindo do princípio que o ambiente virtual permite (re)criar cenários com detalhes e riquezas arquitetônicas, a proposta deste trabalho está voltada ao desenvolvimento de ambiente 3D e sua aplicação no ambiente Web, tendo como objeto de estudo a Praça da Sé, ponto turístico da cidade de São Paulo. Levantamentos bibliográficos foram feitos para agregar conhecimento histórico e cultural, visitas *in locus* para criação do acervo fotográfico e desenvolvimento virtual tridimensional. A elaboração do cenário virtual foi feita por meio de softwares de modelagem Sketchup e Unity3D. Dentro do que foi proposto obteve-se sucesso tanto na parte de modelagem quanto na parte de integração ao ambiente Web.

Palavras chaves: Realidade Virtual, Ambiente Virtual, Interatividade, 3D, Web.

ABSTRACT

Virtual reality (VR) and the forms of interactions with this environment have evolved and advanced a great deal in recent decades. Parallel to the advance of the creation and modeling of three-dimensional (3D) environments, new possibilities arise. Assuming that the virtual environment allows creating scenarios with details and architectural richness, the proposal of this work is focused on the development of a 3D environment and its application in the Web environment, having as object of study the Square Sé, Sao Paulo City. Bibliographical surveys were made to aggregate historical and cultural knowledge, as well as visits in locus for creation of the photographic collection and three-dimensional virtual development. The elaboration of the virtual scenario was made using Sketchup and Unity3D modeling software. Within what was proposed, both the modeling part and the integration part of the Web environment were successful.

Key words: Virtual Reality, Virtual Environment, Interactivity, 3D, Web.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Realidade Virtual de forma imersiva.....	17
Figura 2: Realidade Virtual de forma não imersiva.....	17
Figura 3: Ambiente gerado no Blender.....	19
Figura 4: Aplicação em RA.....	20
Figura 5: Simulação de cirurgia em RV.....	21
Figura 6: Tratamento fobias com RV.....	21
Figura 7: Star Wars Battlefront.	22
Figura 8: Tela multitoque da UFMG.	26
Figura 9: Exemplo da utilização do kinect em ambiente cirúrgico.	27
Figura 10: Largo da Sé.....	28
Figura 11: Maquete da Catedral da Sé.	29
Figura 12: Catedral da Sé, 1939.	30
Figura 13: Fachada da Catedral da Sé.	30
Figura 14: Inauguração do Marco Zero.	31
Figura 15: Faces do Marco Zero.	32
Figura 16: Parte da modelagem do cenário da Praça da Sé no SketchUp.	34
Figura 17: Depósito de imagens 3D Warehouse do SeketchUP.....	35
Figura 18: Parte da modelagem do cenário da Praça da Sé.....	35
Figura 19: Marco Zero em detalhe com texturização e sombras aplicadas.	36
Figura 20: Unity3D com aplicação da modelagem do SketchUp.....	36
Figura 21: Visão frontal da Catedral no Unity3D.	37
Figura 22: Marco Zero.....	38
Figura 23: Texturas do Marco Zero.	38
Figura 24: Topo de bronze do Marco Zero.	39
Figura 25: Coqueiros e prédios próximo a Catedral da Sé.....	39
Figura 26: Portal texturizado.	40
Figura 27: Catedral da Sé.	40
Figura 28: Imagens da Catedral da Sé e Marco Zero.	41
Figura 29: Navegação no ambiente 3D.....	41
Figura 30: Ambiente virtual criado.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Padrão de gestos <i>touch screen</i>	24
Quadro 2: Padrão de interações gestuais	25

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REALIDADE VIRTUAL (RV)	15
2.1	Fundamentos e Definições	15
2.2	Classificações	16
2.3	Aplicações	18
2.4	Desenvolvimento 3D.....	18
2.5	Realidade Aumentada	19
2.6	Aplicações Médicas	20
2.7	Jogos e Entretenimentos	22
3.	INTERFACES GESTUAIS.....	23
3.1	Definições	23
3.2	Classificações.....	24
3.3	Interações por Toque (<i>Touch Screen</i>)	24
3.4	Interações de Forma Livre	25
3.5	Aplicações	26
3.6	Aplicações Touch Screen na Educação	26
3.7	Aplicações de Forma Livre na Saúde	27
4.	Praça da Sé	28
4.1	A história da praça.....	28
4.2	Marco Zero	31
5.	ELABORAÇÃO DO PROJETO.....	33
5.1	Materiais e Método	33
5.2	Recursos Tecnológicos.....	33
5.3	Ferramentas de Desenvolvimento Gráfico.....	34
5.3.1	SketchUp	34

5.3.2	Unity3D	36
5.4	Cenários Virtuais da Praça da Sé	37
5.5	Formas de interação	41
CONCLUSÕES		44

1. INTRODUÇÃO

A realidade virtual (RV) e as formas de interações com este ambiente, evoluíram muito nas últimas décadas. Os ambientes tridimensionais (3D) são utilizados com maior frequência, cada vez mais estamos conectados com essa tecnologia, integrando, mudando e diversificando as formas de trabalho e diversão.

Voltada à área educacional, a realidade virtual possibilita melhorias no ensino, contribuindo para ampliação do conhecimento. Para Shimidt e Cohen (2013) as limitações impostas pela lei da física no mundo real podem ser quebradas ou estudadas dentro de um ambiente totalmente controlado. Canalizando a aprendizagem, o usuário ao interagir e manipular objetos virtuais vão além das interações e execuções de tarefas com objetos 3D (GOBBETTI e SCATENI, 1998).

Ao que se justifica como gatilho para o conhecimento, e tendo como espolata a curiosidade humana para conhecer lugares diferentes, nesta caminhada digital de interação virtual, o usuário poderia (re)conhecer locais e marcos históricos com maior facilidade, por meio de resumos históricos em uma página web e ao mesmo tempo realizar uma navegação tridimensional do local visitado, tendo mais autonomia e mais liberdade na locomoção por associação do ambiente tridimensional com o real.

Referente a locomoção, os mapas digitais possibilitam checar determinado endereço e definir o melhor caminho a percorrer, no entanto, ao se tratar de explorar o local em si, como calçadão ou mesmo informações a respeito de obra, o mapa digital não ajuda muito. O uso de ambiente 3D possibilita essa contribuição, principalmente a usuários não familiarizados com a cidade e o local que pretende visitar, ou mesmo que tenha algum problema como, locomoção física, não falar o mesmo idioma ou fiquem acanhados em perguntar, seria facilitado pela interatividade do ambiente tridimensional do local onde visita.

E porque não agregar a essa forma de interatividade 3D, como forma de obter mais conhecimento e informações de forma prática e rápida, despertando assim o interesse dos usuários para visitarem outros pontos turísticos da cidade. Partindo do princípio que o ambiente virtual permite (re)criar cenários com detalhes e riquezas arquitetônicas, a proposta deste trabalho está voltada ao desenvolvimento de ambiente 3D e sua aplicação em ambiente Web, tendo como objeto de estudo a Praça da Sé, ponto turístico da cidade de São Paulo, afim de agregar enriquecimento cultural

por meio do ambiente virtual sem a necessidade de locomoção física do usuário ao local.

A organização desta dissertação está distribuída em cinco capítulos, sendo que o **primeiro capítulo** se refere ao levantamento teórico sobre a realidade virtual, seus conceitos e formas de aplicações (imersivas, não imersivas, aumentadas) e os tipos de softwares utilizados.

O **segundo capítulo** aborda as formas de interações com o ambiente de realidade virtual, as formas de manipular objetos virtuais e os dispositivos que possibilitam a interação.

No **terceiro capítulo** é exposto o levantamento bibliográfico sobre a Praça da Sé em seu delinear histórico.

O **quarto capítulo** descreve a construção do ambiente tridimensional da Praça da Sé, aonde é elencando as características a serem valorizadas na hora da elaboração e construção do cenário 3D.

No **quinto capítulo** está exposto o resultado final do trabalho e são descritas as dificuldades encontradas na elaboração, assim como as propostas futuras para este projeto.

2. REALIDADE VIRTUAL (RV)

2.1 Fundamentos e Definições

O imaginário faz parte do ser humano, desde épocas remotas onde os desenhos e pinturas primitivas acompanharam a evolução humana, como forma de expressão e registros históricos. As várias formas artísticas, que convergiram de forma mais refinada, com o surgimento tecnológico dos computadores, viabilizando a multimídia (textos, sons, imagens, animações, vídeos) e recentemente a hipermídia onde a forma de navegar não linear e as interações multimídias (jogos eletrônicos), teve ganho surpreendente nas formas tecnológicas de interações, em ambientes tridimensionais em tempo real pela realidade virtual (TORI et al. 2006).

Ao passar dos anos a realidade virtual vem amadurecendo e ganhando popularidade, equipamentos como computadores, celulares entre outros dispositivos eletrônicos, vem surgindo com o propósito de facilitar essa interação com o virtual (PARISI, 2015).

As imagens passaram a constituir elas próprias a realidade. Não se pode mais trabalhar com o conceito tradicional de representação, quando a própria noção de realidade contém no seu interior o que deveria representa-la. Torna-se difícil distinguir o que é real e o que não é. Neste universo feito de imagens, o real não tem mais origem nem realidade. (PEIXOTO, 1988).

A realidade virtual evoluiu de tal forma que as imagens e objetos gerados nos ambientes tridimensionais na maioria dos casos são quase confundidos com o mundo real. (SCHMALSTIEG, 2016)

A definição de realidade virtual (RV) é a forma de interação homem e máquina ao permitir que o usuário interaja e navegue em ambiente tridimensional (ARAUJO, 1996). A navegação acontece ao passo que o usuário começa a interagir com ambiente tridimensional, por meio de dispositivos, mouse, teclado ou por dispositivos de captura de gestos.

Segundo TORI et al. (2006) a realidade virtual é uma forma de expandir e ampliar a imaginação do ser humano, também pode ser definida como simulações animadas, onde se exibe um objeto em três dimensões e altera a perspectiva de visão deste objeto, interagindo e manipulando esses objetos ou fazendo com que eles interajam com os demais objetos criados.

O ambiente virtual pode simular as mais diversas situações em grau de complexidade ou de realidade, que vão de acordo com o tipo de hardware e software disponível. Alguns sistemas de interação virtual permitem a simulação de partes do corpo como, por exemplo, uma mão para interagir com o objeto virtual, oferecendo mais naturalidade na interação do usuário com o objeto.

Ao utilizar a realidade virtual a pessoa permite ser transportada a um lugar diferente de forma imersa e assim, ter a experiência de sentir que esteve neste lugar e poder além de tudo, ter experiências inimagináveis de interação e comunicação (PARISI, 2015).

A facilidade da utilização de uma interface tridimensional está ligada ao conhecimento e habilidade do uso intuitivo do usuário ao conseguir manipular os objetos virtuais, para isso, pode utilizar dispositivos convencionais (teclado, mouse, monitor etc.) e não convencionais (capacetes de visualização, luvas, sensores diversos, gestos ou comandos realizados por voz) (TORI et al. 2007). O importante é que o usuário tenha a sensação motora de estar em um ambiente virtual e interagindo com ele, de diversas formas como, apontar, pegar, realizar ações com e de forma confortável (LEVY, 2003).

2.2 Classificações

Não há uma, mas várias formas e tipos de tarefas e interações 3D a forma de categorizar estes tipos de interações tem como propósito a melhor compreensão da forma de interagir com o ambiente tridimensional (PARISI, 2015).

A classificação da Realidade Virtual segundo TORI et al. (2006) vai de acordo a forma de utilização do usuário e a forma que este se insere no ambiente virtual, podendo ser imersiva ou não-imersiva. A realidade virtual de forma imersiva (Figura 1), seria a forma que leva o usuário para dentro da aplicação, em que ele tem a sensação de ser transportado para dentro do ambiente virtual por meio de dispositivos multissensoriais de captura como capacete, cave, luvas, onde esses dispositivos realizam a leitura dos movimentos levando-o a uma sensação de estar dentro de um mundo virtual.

Figura 1: Realidade Virtual de forma imersiva.



Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/LzqR7JsVVoY/maxresdefault.jpg>.

Na forma não-imersiva (Figura 2), o usuário é levado parcialmente ao mundo virtual, sendo pelo monitor ou pela imagem projetada, entretanto ele pode visualizar o mundo real a sua volta.

Figura 2: Realidade Virtual de forma não imersiva.



Fonte: <http://www.easypublish.com/2014/01/how-to-make-life-a-little-more-like-a-computer-games/>.

2.3 Aplicações

A abundância de aplicações em realidade virtual principalmente na área militar, onde sua utilização é mais frequente, oferece simulações de extrema exatidão de forma muito real em um ambiente controlado e seguro. Segundo ao site da Revista Exame (2011) no setor aéreo o uso de simuladores é muito frequente, com crescimento de 23,47% no ano de 2011 comparado à 2010.

Para um piloto conseguir licença é preciso que o profissional graduado tenha, no mínimo 500 horas de voo para serem aptos a exercer a profissão, em 408 horas de voo 80 horas são de voos reais e 328 horas em simuladores. É fato que as simulações não substituem a realidade, mas melhora e prepara de forma relevante o piloto.

Fora o setor militar e aeronáutico tem diversas outras áreas onde a RV está presente como: Desenvolvimento 3D, Realidade Aumentada, Aplicações Médicas e Jogos e Entretenimentos.

Laboratórios como Hermes e Pardini utilizam a realidade virtual para o tratamento de crianças, diminuindo o trauma na hora da vacinação. Com o nome de “VR Vacina”, por meio de histórias contadas com óculos de realidade virtual, levando um mundo lúdico a criança, fazendo que ela tenha a sensação de estar participando junto com um personagem virtual. O qual a criança ganha poderes especiais no braço onde é aplicado a vacina, de forma que a experiência acaba sendo divertida por meio desta interação e menos traumática, e mais tranquila para as crianças e os profissionais envolvidos (ADNEWS, 2017).

2.4 Desenvolvimento 3D

Existem diversas ferramentas que permitem ao usuário realizar modelagens em ambientes virtuais como VRML - *Virtual Reality Modeling Language*, além dessa ferramenta existem outras como Blender* e o Unity** que permitem ao usuário a

* Aplicativo também conhecido como Blender3D, é um programa de código aberto, desenvolvido pela Blender Foundation, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D.

**Conhecido como Unity 3D, é um motor de jogo 3D proprietário e uma IDE criado pela Unity Technologies. É similar ao Blender, é uma Game Engine que permite a criação de ambientes e jogos 3D.

visualização tridimensional do ambiente (Figura 3) e a interação e a manipulação de objetos.

Figura 3: Ambiente gerado no Blender.



Fonte: <http://www.cgarchitect.com/2013/12/modern-house38>.

O aspecto mais importante da interação do usuário junto ao ambiente virtual está relacionado de acordo com a capacidade do poder de processamento do computador para realizar alterações na aplicação ao detectar tipos de reações e ações realizadas pelo usuário (BOWMAN, 2005). O usuário pode interagir em tempo real dentro de um ambiente virtual, ao passo que pode acompanhar as mudanças do cenário, conforme sua interação é realizada por meio de uma navegação simples e realista.

2.5 Realidade Aumentada

Realidade Aumentada ou RA de diversas formas, como por exemplo, a forma de enriquecer o ambiente real por meio de objetos virtuais com o uso da tecnologia em tempo real (KIRNER e SISCOOTTO, 2007). É aprimorar a visualização do mundo real por meio de objetos virtuais, misturando o real com o virtual e fazendo com que esses mundos se conectem combinando objetos virtuais com o mundo real (Figura 4) proporcionando novas experiências impactando a forma de visualizar, comunicar e interagir (BOWMAN, 2005).

Figura 4: Aplicação em RA.



Fonte: <https://www.tibco.com/blog/2016/09/07/tibbr-geo-augmented-reality-that-helps-you-collect-intelligence-not-monsters/>.

O usuário ao utilizar a realidade aumentada tem sensação de presença do objeto virtual no mundo real e a liberdade em sua volta ao visualizar e interagir com o objeto, ao passo que na RV essa sensação é o sistema que controla e necessita de um mecanismo para integrar o usuário ao ambiente virtual (KIRNER e KIRNER, 2011).

2.6 Aplicações Médicas

A medicina é uma área que vem utilizando a realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA) tanto para diagnosticar, tratar, estudar ou simular tratamentos cirúrgicos. A realidade aumentada por possuir características próprias de visualização tridimensional em tempo real, permite realizar aplicações de forma inovadora nos treinamentos que antes não poderiam ser realizadas (KIRNER e SISCOOTTO, 2007).

Entre as principais aplicações da realidade virtual na medicina tem sido destacam-se o treinamento de novos médicos e outros profissionais da saúde (Figura 5). O uso desta tecnologia torna-se uma ferramenta poderosa no processo de aprendizado, propiciando um ambiente seguro de estudo, aonde os futuros médicos e cirurgiões podem visualizar conceitos, explorar detalhadamente o corpo humano e treinar seus procedimentos de forma imersiva e realista, sem colocar em risco a vida dos pacientes.

Figura 5: Simulação de cirurgia em RV.



Fonte: <http://blog.iclinic.com.br/como-funciona-a-realidade-virtual-na-medicina/>.

Em vários países a realidade virtual é muito utilizada no estudo do corpo humano, seja em treinamento operatório ou no tratamento de fobias (Figura 6) como medo de aranhas, altura, avião entre outros fatores.

Figura 6: Tratamento fobias com RV.



Fonte: <http://ofuturodascoisas.com/realidade-virtual-para-aliviar-dores-fisicas-e-tratar-fobias-e-disturbios/>.

2.7 Jogos e Entretenimentos

Segundo Tori et al. (2007) é evidente que o uso da realidade virtual se estende a diversos setores e profissões, ajuda a construir o conhecimento e buscar informações, traz motivação e melhora o processo de aprendizagem do profissional de forma eficaz. Tais benefícios não se dão especificamente pelo fato de utilizar uma tecnologia, mas em fazer com que essa tecnologia seja utilizada em conjunto com outras tecnologias como suporte a novas pesquisas.

Os jogos eletrônicos e a realidade virtual tiveram seu início na década de 1960, ao ponto que seu desenvolvimento veio de forma independente, visto que houve uma enorme evolução no quadro tecnológico dos jogos tanto em melhoria gráfica, hardware e interatividade (Figura 7).

Figura 7: Star Wars Battlefront.



Fonte: <https://www.kotaku.com.au/2015/11/graphics-mod-makes-new-star-wars-game-look-like-a-new-star-wars-movie/>.

Os jogos eletrônicos tornaram referência para o desenvolvimento de computadores com capacidade gráfica elevada próximo ao realismo, o que leva sempre na melhoria do desenvolvimento de ambientes virtuais voltados não somente para a diversão, mas também para a educação.

3. INTERFACES GESTUAIS

3.1 Definições

Segundo Levy (2003) a realidade virtual é mais que apenas imagens é algo quase real, pois os objetos contidos nestes ambientes, quando realizada alguma ação pode afetar ou modificar os demais objetos a sua volta, é como fosse a extensão do nosso corpo que ao manipular o objeto o realizamos transferindo nossa ação do corpo de forma motora por meio de sensores em tempo real, seja a qualquer distância pode ser feito de forma complexa e bem controlada.

A origem da interface gestual surgiu pela forma natural das pessoas interagirem umas com as outras, cuja comunicação entre duas pessoas pode ser feita por sinais. Os gestos são as expressões do corpo, como o movimento de caminhar, olhar, piscar, movimentar a cabeça para os lados, abaixar ou acenar com a mão (CABREIRA e MÜLLING, 2012). Para Saffer (2008) a interação com o mundo real já existia, por meio de gestos como, aproximar a mão de um objeto como uma torneira ou a maçaneta de uma porta para abrir, o corpo é utilizado para interagir.

Existem áreas que estudam e interpretam as expressões do corpo humano por meio de algoritmos e os gestos ou qualquer tipo de movimento físico que possam ser detectados digitalmente por sensores, o sistema responde de acordo com a ação expressada, sem a utilização de *mouses* e/ou teclados (CABREIRA e MÜLLING, 2012).

Os sensores de reconhecimento gestuais têm a capacidade de interpretação e leitura da linguagem corporal humana, um bom exemplo são os aparelhos celulares, que por sua vez oferecem uma junção de várias tarefas executadas, palavras, reconhecimento facial e gestos simples que são reconhecidos e traduzidos pelo o sistema operacional do aparelho (TIDWELL, 2010)

Outro exemplo de dispositivo de interação gestual, mas de forma livre segundo Saffer (2009) é o Kinect, um dispositivo criado pela *Microsoft* que faz a leitura do corpo humano e realiza as ações nos jogos de acordo com os gestos realizados. O ser humano gosta de interagir de forma direta com objetos e utilizar gestos como meio de interação com o computador permite que usuários realizem de forma natural essa interatividade com objetos digitais da mesma forma que realizaria com objetos reais.

3.2 Classificações

A interação gestual está incluída no contexto comunicacional por se tratar de uma forma natural de expressão humana. De acordo com sua função ela pode ser classificada em segundo CADOZ (1994): a) semióticos: quando comunica informação significativa, b) manuais: usado para manipular e criar artefatos físicos, c) epistêmicos: utilizado para aprender com o ambiente por meio da exploração por toque.

O papel da percepção por meio da virtualização do corpo é trazer o agora diante da pessoa, isso já era feito por meio do rádio e da televisão, e hoje por meio da virtualização pode-se utilizar o tato para a interação motora (LEVY, 2003).

3.3 Interações por Toque (*Touch Screen*)

Nessa interação gestual o usuário toca diretamente a superfície da tela do aparelho para interagir e executar as tarefas por meios de aplicativos instalados seja em aparelhos celulares ou terminais bancários. A forma e o modo de interagir por meio dos dedos em uma tela, aumentaram os recursos de aplicações (CABREIRA e MÜLLING, 2012), sendo necessário a construção de um padrão de gestos (Quadro 1) utilizados para interações por toques.

Quadro 1: Padrão de gestos *touch screen*

	"Tap", Toque para selecionar objeto		Toque duplo para selecionar/ativar objeto
	Arrastar para mover objeto		Deslizar para trocar de estado (<i>on/off</i>)
	Selecione para riscar ou rolar		Segurar/pressionar para selecionar
	Estender para esticar ou dar <i>zoom in</i>		Comprimir para dar <i>zoom out</i>
	Pressionar e arrastar com uma ou duas mãos		Rotacionar com uma ou duas mãos

Fonte: Adaptação de CABREIRA e MÜLLING, 2012.

3.4 Interações de Forma Livre

As interações por gestos livres permitem a interatividade utilizando o próprio corpo humano como dispositivo de entrada, por meio de sensores digitais, podendo configurar os gestos e construir movimentos, permitindo uma imersão maior que as *interfaces* habituais existentes, fazendo com que o usuário possa interagir de forma natural sem utilizar dispositivos mecânicos.

Para se destacar das interfaces tradicionais, as interfaces gestuais livres (Quadro 2) devem apresentar características determinadas, tornando mais próxima do usuário e auxiliando no pensamento e na utilização de forma intuitiva e mais imersiva (SAFFER, 2008).

Quadro 2: Padrão de interações gestuais

	Acenar para mover objetos, rolar ou ativar
	Aproximar as mãos para dar <i>zoom out</i>
	Permanecer com os braços para baixo para desativar
	Polegar para cima para confirmar seleção
	Mãos na cintura para pausar
	Afastar as mãos para dar <i>zoom in</i>
	Bater palmas para ativar ou selecionar

Fonte: CABREIRA e MÜLLING, 2012.

3.5 Aplicações

Alguns estudos das interações gestuais têm como foco o reconhecimento das mãos (dedos) e expressões faciais. A sensibilidade do reconhecimento *multi touch* torna as tarefas mais simples, seja realizando movimentos em uma tela *touch screen* para ampliar ou diminuir imagens, ou arrastando arquivos de uma pasta. Empresas bancárias utilizam o sistema de *touch screen* em seus terminais eletrônicos. A chegada de tablets, *notebooks* e computadores com telas sensíveis a toques popularizou a utilização de recursos *multi touch* (SIQUEIRA, 2008).

O reconhecimento de gestos já é uma realidade, o *Kinect* da *Microsoft* é um sensor de reconhecimento gestual do videogame *Xbox360* que captura e integra os movimentos do usuário para interagir com os jogos, essas *interfaces* gestuais já estão ultrapassando os territórios dos jogos e entretenimento e alcançando áreas mais funcionais (SHIMIDT, 2013).

3.6 Aplicações Touch Screen na Educação

Existem grandes variedade de aplicações voltadas para área de pesquisa, educação e entretenimento que utilizam as interações gestuais. A empresa AQUA é um exemplo onde produzem diversos equipamentos e aplicativos *touch screen*, multi touch desde 2007, em parceria com a UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, no ano de 2010 implantou uma tela de 52 polegadas em seu laboratório de pesquisa (Figura 8), onde usuários criam diferentes tipos de organismos virtuais e interagem com o aplicativo que simulam um ecossistema tornando a experiência dinâmica e divertida (AQUA, 2009).

Figura 8: Tela multitoque da UFMG.



Fonte: <http://www.aqua.com.br/noticias/aqua-produz-tela-multitoque-para-espaco-tim-ufmg-do-conhecimento/>.

3.7 Aplicações de Forma Livre na Saúde

O Kinect da Microsoft vem sendo utilizado para aplicações em diversas áreas, devido aos interesses em outros setores, além dos jogos, o que vem ocasionando soluções principalmente na medicina ao utilizar a interface gestual, visto que colabora para minimizar o risco de infecções hospitalares.

O primeiro centro médico brasileiro a desenvolver um método que utiliza o Kinect em salas de cirurgia foi em Londrina no Paraná, com um investimento de baixo custo e uma equipe de médicos que desenvolveu o projeto chamado Intera, onde o médico utiliza o Kinect para reconhecer os gestos das mãos para interagir e observar os exames e chapas de radiografias digitalizadas.

Uma vez que todo material digital é jogado no pendrive, o mesmo é encaminhado para a sala de cirurgia e plugado ao sistema para a leitura dos arquivos, diminuindo o tempo de revelação de uma chapa radiográfica, o risco de infecção sem a necessidade do médico se ausentar da sala de cirurgia e sem precisar entrar em contato com o negativo e a intervenção de assistentes o que diminui o estresse (EXAME, 2011), conforme a ilustração a seguir (Figura 9).

Figura 9: Exemplo da utilização do kinect em ambiente cirúrgico.



Fonte: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/hospital-brasileiro-usa-kinect-para-fazer-cirurgias?page=1>.

4. Praça da Sé

4.1 A história da praça

No coração da cidade de São Paulo, em 1591 surge a igreja matriz da vila de São Paulo do Campo ou de Piratininga (Figura 10), como era conhecida na época. Com esmero foi a escolha do terreno por Tibiriçá, um importante personagem histórico de São Paulo, onde sua construção em taipa de pilão foi dedicada a Nossa Senhora Assunção (SANTOS, 2014).

Figura 10: Largo da Sé.



Fonte: Foto Aurélio Becherini – Acesso: www.saopauloinfoco.com.br/catedral-da-se-2/.

O ano aproximado era 1588, moradores da vila de São Paulo do Campo ou Piratininga, como era conhecida na época, pleiteavam com os jesuítas o domínio para erguer uma igreja. Apenas na data de 1591 foi dada a autorização da construção do molde matriz da igreja, que deu seu início em 1598 com término em 1612 (SANTOS, 2014).

Em 1828 correram mudanças na arquitetura dos prédios, comércio e casas de São Paulo, que vinham aos moldes da era colonial e já não condiziam com as mudanças e o crescimento rápido da cidade, devido à grande demanda de venda do café e as primeiras ferrovias, motivou a vinda de inúmeros imigrantes e com isso vários fazendeiros abastados, com a ajuda de empreiteiros italianos e arquitetos, edificaram diversos tipos de prédios e casas monumentais que davam contraste a velha arquitetura portuguesa em 1875 (BRUNO, 1954).

São Paulo possuía menos de 3 mil prédios construídos e após 11 anos possuía mais de 7 mil prédios edificadas e as velhas igrejas e conventos vinham continuamente tendo reformas e aos poucos sendo demolidas dando lugar a novas construções. Em 1908 o antigo convento jesuítico deu lugar ao novo palácio do governo, em sequência a igreja da Misericórdia e de São Pedro, e pouco tempo depois veio a demolição da antiga igreja da Sé (Figura 10) em 1912 (BRUNO, 1954).

Sua construção (Figura 11) iniciou no ano de 1913 sendo finalizada em 1954 no dia 25 de janeiro, data do dia de sua demolição em 1912 e curiosamente aniversário da cidade de São Paulo (OLIVEIRA, 2013).

Figura 11: Maquete da Catedral da Sé.

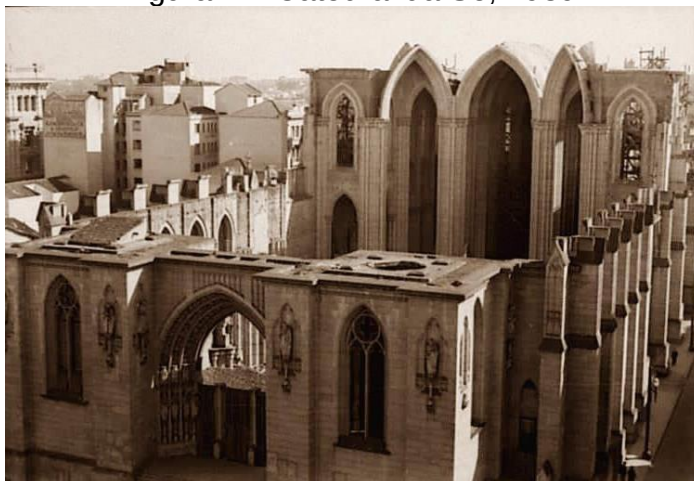


Fonte: BRUNO, 1954.

Em 1960 houve nova transformação estrutural na Praça da Sé, tanto ao termino da nova catedral quanto a ampliação do comércio em sua volta. Estas mudanças não impediram que as camadas de alta renda se afastassem dando lugar para as camadas populares e com isso o centro que era novo, deu lugar ao centro velho como é conhecido (VILLAÇA, 1998).

Apesar de não ter as duas torres principais concluídas (Figura 12), sua inauguração foi realizada pelo arcebispo de São Paulo, Dom Carlos Carmelo de Vasconcelos por uma mensagem enviada pelo Papa Pio XII na comemoração dos 400 anos da cidade, e o termino da catedral ocorreu nos anos 70 somente (OLIVEIRA, 2013).

Figura 12: Catedral da Sé, 1939.



Fonte: www.saopauloinfoco.com.br/catedral-da-se-2/.

A Catedral da Sé é considerada uma referência mundial como templo neogótico (SANTOS, 2014). Possui 112 metros de comprimento por 47 de largura (Figura 13), em granito maciço além de 800 toneladas de mármore utilizado em diversos detalhes no interior da Catedral.

Figura 13: Fachada da Catedral da Sé.



Fonte: Foto Cedida por Alexandre Gonçalves.

4.2 Marco Zero

A inauguração do Marco Zero (Figura 14) ocorreu em meados de setembro do ano de 1934. A ideia original surgiu muito antes desta data, quando o local era conhecido como o popular “Largo da Catedral” (NASCIMENTO, 2017).



Fonte: www.saopauloantiga.com.br/marco-zero/.

No dia 18 de setembro às 14 horas o Prefeito de São Paulo Fábio da Silva Prado participa da inauguração do Marco Zero da cidade de São Paulo, onde que, à partir daquele momento o monumento indicava o ponto central da cidade, essa escolha do ponto central, veio de uma tradição histórica desde a era colonial onde os paulistanos usavam como orientação a porta do templo que havia no “largo da sé” na época antes da construção da catedral da Sé para se orientarem acerca das distâncias a percorrer (SACONI, 2017).

O idealizador do projeto foi o Dr. Américo Netto, jornalista e diretor da Associação Paulista de Boas Estradas (organização já extinta no fim dos anos 20), por um tempo esteve esquecido, porém no fim de 1933 o Marco Zero voltou a ser discutido e logo foi aceita sua instalação, mas foi em 2007 que o Marco Zero foi tombado como patrimônio histórico (NASCIMENTO, 2017).

O Marco Zero (Figura 15) possui seis faces onde cada face demarcada indica a localização de uma região importante no Brasil: Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santos e Paraná (ARAUJO, 2017).

Figura 15: Faces do Marco Zero.



Fonte: <http://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,marco-zero-de-sao-paulo-completa-80-anos>.

Uma curiosidade é que, o Marco Zero encontrado na Praça da Sé é o quarto marco de uma série de outras tentativas em se marcar um ponto central na cidade de São Paulo, o primeiro marco ficava bem em frente a primeira igreja da Sé, os demais não eram tão específicos, era muito comum utilizar as igrejas como demarcações centrais das cidades, a criação do marco, retira da igreja essa função de marcar a centralidade urbana, houve diversas mudanças ao longo destes anos que foi desde a demolição da antiga igreja da sé e dos prédios a sua volta e novas construções, São Paulo deixou de ter um ponto central específico na época o que foi restituído com a criação deste marco em 1934 expressando toda ideologia e sentimento paulista como referência e valor simbólico (SARAGIOTTO, 2017).

5. ELABORAÇÃO DO PROJETO

5.1 Materiais e Método

No desenvolvimento deste trabalho foi realizado o estudo da realidade virtual em sua forma mais usual por meio de teclado e mouse para realizar interatividade com o ambiente virtual da Praça da Sé, a construção do conhecimento sobre a utilização de ambientes tridimensionais como forma de reconhecimento de ambientes reais, levou a ampliar a pesquisa aplicando toda a parte de construção 3D em um ambiente Web onde contém a informação histórica e a interação 3D com o objeto de estudo a Praça da Sé.

Para a modelagem foram realizadas visitas no local de estudo (Praça da Sé), e pesquisas a respeito de sua história e da região central de São Paulo. Utilizou fotos aéreas do local e fotos além das que foram tiradas as divulgadas em sites, e programas como o Google Earth e Google Maps para observar partes como quadras e vegetação e ruas em volta da praça e sua localização.

Foi feito o levantamento bibliográfico a respeito da Catedral da Sé e do Marco Zero, e o estudo das ferramentas de desenvolvimento 3D (SketchUp e Unity3D) para gerar, modelar e aplicar as texturas tanto no ambiente quanto nos objetos tridimensionais modelados.

5.2 Recursos Tecnológicos

O presente projeto contempla a forma de interação básica (mouse e teclado) por meio do ambiente virtual da Praça da Sé integrado ao ambiente Web. Para o desenvolvimento do projeto utilizou recursos de hardware com as seguintes configurações:

- AMD FX-4300;
- Memória de 8GB DDR3;
- Placa de Vídeo GeForce GTX 1050 Ti;
- Notebook CCE Win Intel Core i7-480M, Memória 6GB DDR3.

A parte de software era composta do sistema operacional Windows 10 e Windows 7, e as ferramentas para o desenvolvimento do projeto foi utilizado:

- SketchUp 2017 PRO;
- Unity3D 2017 v.17;

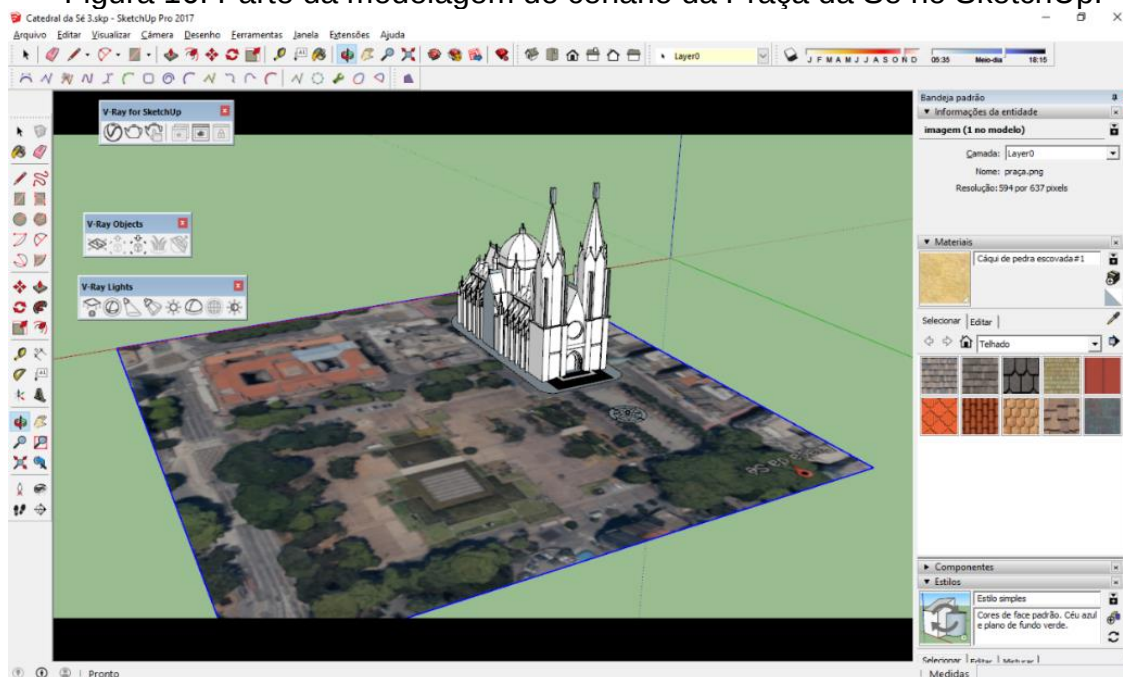
5.3 Ferramentas de Desenvolvimento Gráfico

5.3.1 SketchUp

O SketchUp é utilizado para produção de objetos tridimensionais de forma rápida e fácil. A interface de criação da ferramenta é singular, sua forma de interagir com os objetos é diferente e mais simplificada em relação aos demais softwares de construção de objetos 3D (GASPAR, 2009).

A versão utilizada para a modelagem da Praça da Sé foi a gratuita SketchUp 2017, v.17.01. Nesta parte do projeto é realizado a parte de construção e texturização dos objetos tridimensionais (Figura 16).

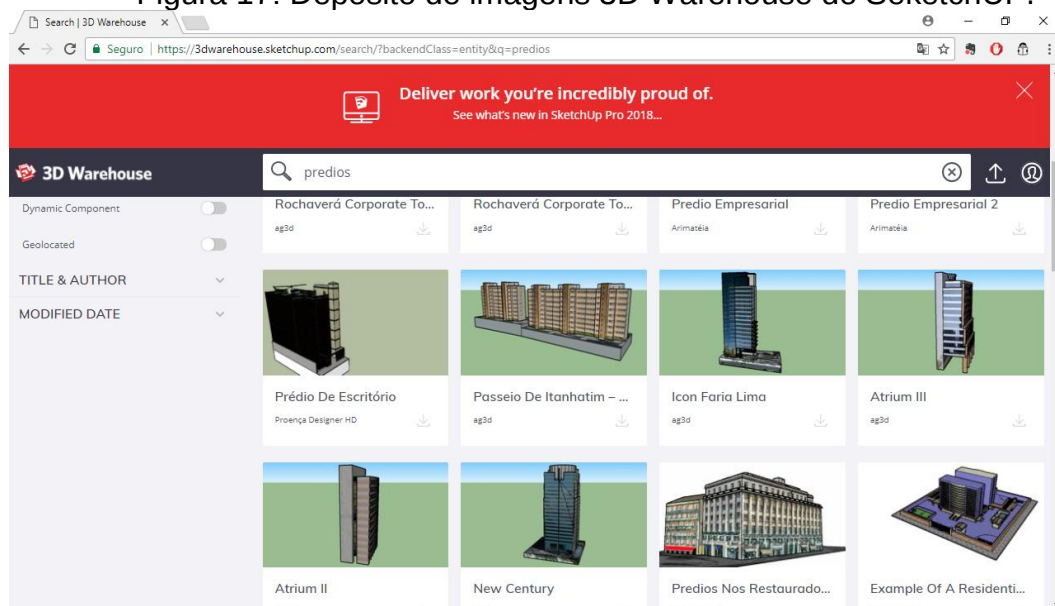
Figura 16: Parte da modelagem do cenário da Praça da Sé no SketchUp.



Fonte: Arquivo pessoal.

Aos poucos foi construído o cenário, com auxílio de imagens sobrepostas do satélite do Google Earth, para realizar o posicionamento tanto dos moldes das calçadas como dos prédios em volta da Catedral da Sé, utilizando a biblioteca do 3D Warehouse (Figura 17).

Figura 17: Depósito de imagens 3D Warehouse do SketchUP.



Fonte: Arquivo pessoal.

Com a sobreposição das imagens é possível criar a figuração necessária para a praça e ruas em torno da catedral, chegando a um resultado muito próximo ao que se vê no centro da cidade como o demonstrado a seguir (Figura 18 e Figura 19).

Figura 18: Parte da modelagem do cenário da Praça da Sé.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 19: Marco Zero em detalhe com texturização e sombras aplicadas.

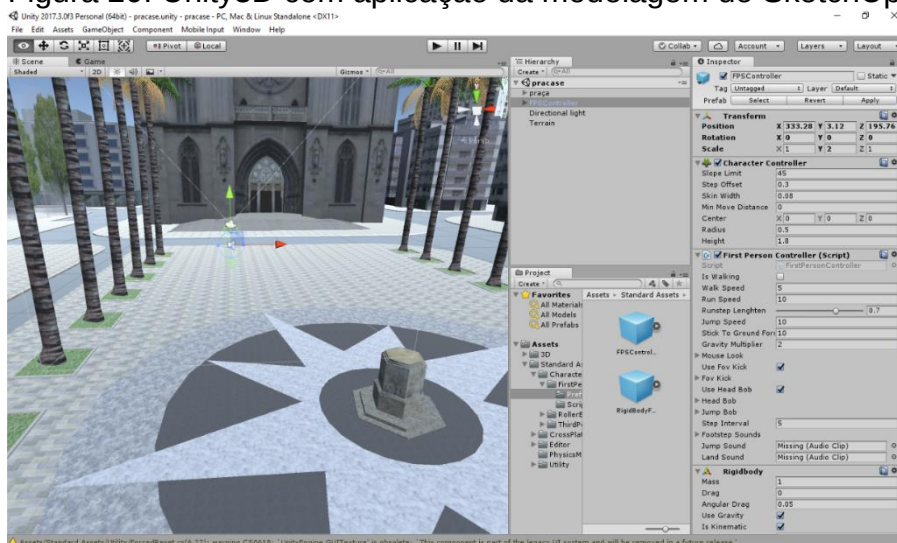


Fonte: Arquivo pessoal.

5.3.2 Unity3D

A Unity3D é um software proprietário desenvolvido pela Unity Technologies, é muito utilizado nesta parte de criação de jogos tanto em realidade virtual, quanto aumentada (UNITY3D, 2017). Após realizar a modelagem dentro do Sketchup e aplicar as texturas, foi utilizado a Unity3D para a aplicação da física e ambiente do projeto (Figura 20).

Figura 20: Unity3D com aplicação da modelagem do SketchUp.



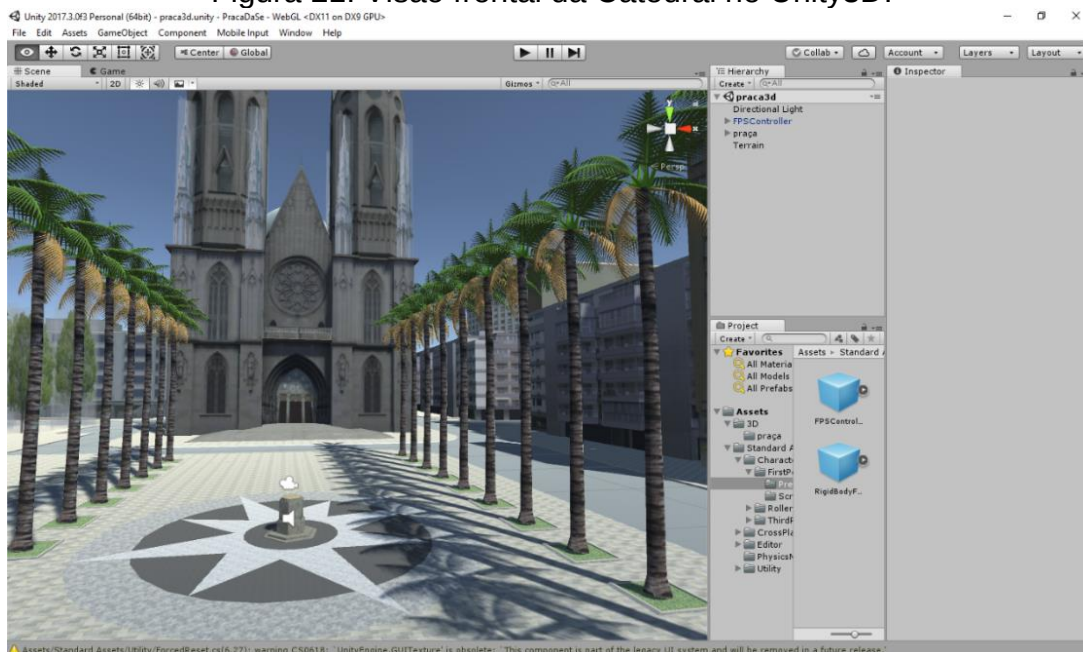
Fonte: Arquivo pessoal.

Após a integração dos objetos criados no SketchUp com o ambiente do cenário virtual da Unity3D, percebeu-se um leve ganho de detalhes e uma textura mais suave

dos objetos. Neste momento foi gerado um FPS (*First Person Character*), personagem virtual para interação com o ambiente 3D, e aplicado os efeitos de colisões o *MeshColider* e *CapsuleColider* nos objetos para que não possa ser atravessado, dando mais realismo ao cenário.

Na Figura 21 temos o resultado do tratamento dos objetos dentro da Unity3D, com as colisões aplicadas, parte de acabamento e sombreado gerado pelo *Directional Light* ou Luz Direcional, que causa o efeito de sombreado e iluminação no objeto, como visto nos coqueiros abaixo.

Figura 21: Visão frontal da Catedral no Unity3D.



Fonte: Arquivo pessoal.

5.4 Cenários Virtuais da Praça da Sé

Foi utilizado modelo da Catedral da Sé elaborado por Marcos David e disponibilizado para a comunidade na biblioteca virtual do SkechUp (3D Warehouse), onde foi adaptado ao projeto da Praça da Sé, melhorando a texturização das portas e escadarias (Figura 22). Devido à grande riqueza de detalhes do local o desenvolvimento foi focado na praça e em volta da Catedral da Sé, omitindo o acesso ao metro e escadarias do metro, apenas a parte do Marco Zero e ao quarteirão da catedral e ruas e edifícios.

Figura 22: Marco Zero.



Fonte: Arquivo pessoal.

Teve-se a preocupação com detalhes com a texturização de cimento os blocos e as pedras (Figura 23).

Figura 23: Texturas do Marco Zero.



Fonte: Arquivo pessoal.

A imagem a cima mostra o marco totalmente com a textura finalizada próximo a real, já a segunda foto mostra em detalhe a placa de bronze (Figura 24), os detalhes são encontrados na calçada próximo ao marco central.

Figura 24: Topo de bronze do Marco Zero.



Fonte: Arquivo pessoal.

Foi reproduzida a área em torno da Catedral (Figura 25). A modelagem procurou valorizar os detalhes como a porta de entrada da catedral, justamente para o usuário ter a sensação que realmente está em um ambiente que se assemelha com o real.

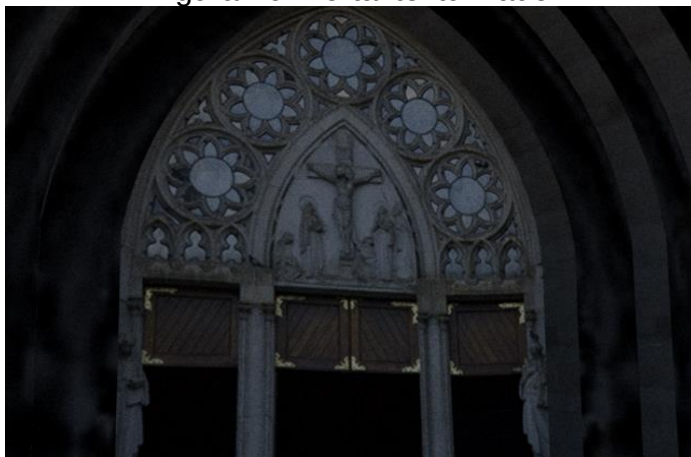
Figura 25: Coqueiros e prédios próximo a Catedral da Sé.



Fonte: Arquivo pessoal.

É de grande importância as fotos pois, a partir delas pode extrair o material de textura o que acaba realçando e dando mais qualidade e realidade quando aplicada essas texturas nos objetos, como podemos observar na porta de entrada da Catedral da Sé (Figura 26).

Figura 26: Portal texturizado.



Fonte: Arquivo pessoal.

A preocupação em passar a sensação de estar realmente dentro de um ambiente próximo ao real, contribuiu na realização de várias visitas e uma série de fotos do local, para que fosse comparado durante toda a construção do cenário virtual (Figuras 27 e Figura 28).

Figura 27: Catedral da Sé.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 28: Imagens da Catedral da Sé e Marco Zero.



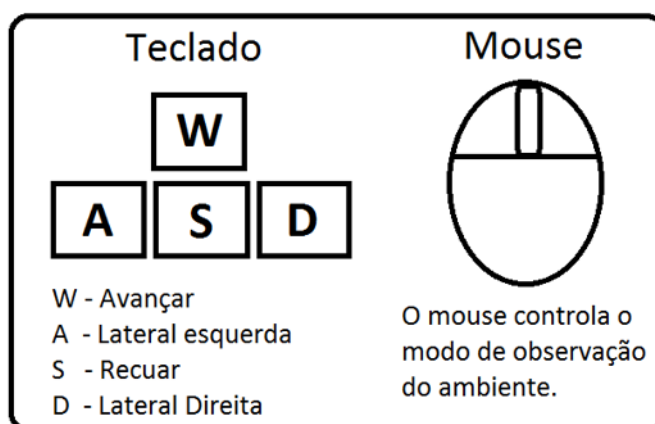
Fonte: Arquivo pessoal.

5.5 Formas de interação

A forma de interação com o ambiente virtual da Praça da Sé pelo ambiente Web é muito simples, visto que, qualquer consegue interagir, e ao mesmo que realiza a interatividade com o ambiente 3D, o usuário conhece a parte histórica da praça descrita no corpo da página de internet.

Por meio de movimentos com o mouse para gerar observação do ambiente virtual da Praça da Sé e o teclado para movimentar dentro do ambiente, o usuário navega pelo cenário utilizando as teclas de setas direcionais ou as teclas de letras, para movimentar para os lados direito ou esquerdo use as teclas A e D para movimento de andar ou recuar, usa as teclas W e S e posicionando a mão no mouse e o movimentando, o usuário poderá observar o ambiente a sua volta (Figura 29).

Figura 29: Navegação no ambiente 3D.



Fonte: Arquivo pessoal

A próxima imagem (Figura 30) representa o projeto na íntegra com as junções de modelagem 3D com o ambiente Web e a interatividade com a modelagem e a informação acerca do objeto de estudo.

Figura 30: Ambiente virtual criado.



Fonte: Arquivo pessoal.

Nele temos a parte de navegação do ambiente virtual, basta mover o ponteiro do mouse que o ambiente 3D irá movimentar automaticamente, e abaixo tem a parte histórica da Praça da Sé e algumas curiosidades a respeito do mesmo. O que vale ressaltar é que além de prover informação a respeito do local histórico a pessoa

irá interagir de uma forma diferente a navegação web habitual, principalmente aquelas que não tem a oportunidade em conhecer lugares históricos pessoalmente.

CONCLUSÕES

Com base na proposta, foi desenvolvido o ambiente virtual da Praça da Sé para a interatividade virtual, foi criada uma estrutura em volta da catedral conforme as pesquisas realizadas por visitas no local e levantamento de material como fotos e mapas tanto nestas visitas quanto pela internet. Detalhes como: Automóveis, pessoas, estatuas, e alguns prédios em volta da praça. Devido ao alto de riqueza de detalhes observado no objeto de estudo, não foi possível chegar ao grau de realismo desejado para o desenvolvimento de todo projeto e a conclusão da própria praça. O grau de elaboração por conter detalhes em demasia, poderia ocasionar problemas tanto na texturização e na parte da modelagem o que ao princípio foi detectado um início de sobrecarga no processamento destas imagens e nas renderizações isso foi amenizado ao eliminar grande quantidade vértices e simplificar boa parte da modelagem para dar leveza e realizar interatividade suave pelo ambiente tridimensional gerado pelo Unity3D. Os objetivos levantados para o projeto foram concluídos, a interação com o ambiente virtual da Praça da Sé e a inclusão deste cenário em um ambiente Web, o que mostra ser viável para fins interativos e educativos. O projeto tem potencial que pode ser explorado como a elaboração da parte interna da Catedral da Sé e a realização de outros ambientes tridimensionais e de pontos históricos da cidade de São Paulo.

Trabalhos futuros contribuirão para a utilização da realidade virtual em projetos semelhantes, neste sentido e visando o andamento deste trabalho propõem-se:

- Ampliar o ambiente Web com os novos pontos turísticos;
- Melhorar a interatividade com o ambiente virtual, adicionar carros e animações do ambiente 3D;
- Realizar a modelagem interna da Catedral da Sé.
- Explorar novas formas de interatividade por meio de gestos ou por toques seja na navegação pelo tablet ou celular;
- Colocar o projeto a disposição do público em um endereço eletrônico para a navegação do ambiente Web.

Partes do trabalho como as imagens e o link do vídeo gerado a respeito do projeto, estará disponível no endereço eletrônico: www.pracadase.updn.com.br.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUA, Empresa: **Tela touch screen multitoque da Aqua é destaque no jornal O Tempo**, Disponível em: <<http://www.aqua.com.br/noticias/aqua-produz-tela-multitoque-para-espaco-tim-ufmg-do-conhecimento/>>. Acesso em 29 de mai 2017.

ADNEWS: **Realidade virtual transforma a experiência da vacinação infantil**. Disponível em: <<http://adnews.com.br/tecnologia/realidade-virtual-transforma-experiencia-da-vacinacao-infantil.html>>. Acesso em: 04 de jun. 2017.

ARAÚJO, R. B. **Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual**. 1996. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, Felipe. **Marco Zero da Cidade de São Paulo**, Disponível para acesso em:< <https://www.infoescola.com/sao-paulo/marco-zero-da-cidade-de-sao-paulo/>>, Acesso em 03 de setembro de 2017

BOWMAN, D. A; KRUIJFF, E.; LaViola JR, J. J.; POUPYREV, I. **3D user interfaces: theory and practice**. Boston: Addison Wesley, 2005.

BRUNO, Ernani Silva. **Histórias e tradições da cidade de São Paulo. 1954**. Livraria José Olympio Editora, Rua do Ouvidor, 110 – Rio de Janeiro - 1954

CABREIRA, A. T.; MÜLLING, T. **Perspectivas para novas interfaces: Knect e interações gestuais sob o panorama de interfaces naturais do usuário**. In: **IV Congresso Sul Americano de Design de Interação, Anais....** São Paulo - SP, 2012.

CADOZ, Claude. Le geste canal de communication homme/machine: la communication" instrumentale". **Technique et science informatiques**, v. 13, n. 1, p. 31-61, 1994.

EXAME, Revista.: **Hospital brasileiro usa Kinect para fazer cirurgias**, disponível para acesso em: < <https://exame.abril.com.br/ciencia/hospital-brasileiro-usa-kinect-para-fazer-cirurgias/>>. Acessado na data: 28/09/2017

EXAME, Revista: **Pilotos farão treinamento em simuladores de voo**, disponível para acesso em: < <https://exame.abril.com.br/carreira/pilotos-farao-treinamento-em-simuladores-de-voo/>>. Acessado na data: 27/09/2017

GASPAR, João. **Google SketchUp Pro 9 passo a passo**. ProBooks, 2009.

GASPAR, João. **SketchUp Pro 2014-New features**. GetProBooks, 2014.

GOBBETTI, E.; SCATENI, R. Virtual reality: past, present and future. **Studies in health technology and informatics**, 1998. Disponível para acesso em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10350926>>. Acesso em: 29 de mai. 2017.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. In: **IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Anais...** Petrópolis – RJ, 2007.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. **Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada**. IN: **XIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada e Pré-Simpósio SVR. Anais....** Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências, Uberlândia, 2011.

LÉVY, P. **O que é o Virtual?** Editora 34, 2003.

NASCIMENTO, Douglas. **Marco Zero de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.saopauloantiga.com.br/marco-zero/>> Acesso em 04 de setembro de 2017.

NETTO, A. V.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. **Realidade Virtual: Definições, Dispositivos e Aplicações**. Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC. Ano II, v.II, n.2, 2002.

OLIVEIRA, Abrahão de. **A Igreja Mais Famosa de São Paulo – A Catedral da Sé, 2013**. Disponível em: <<http://www.saopauloinfoco.com.br/catedral-da-se-2/>> Acesso em 05 de agosto de 2017

PARISI, Tony. **Learning virtual reality: developing immersive experiences and applications for desktop, web, and mobile**. " O'Reilly Media, Inc.", 2015.

PEIXOTO, Nelson Brissac. O olhar do estrangeiro. **O olhar. São Paulo: Companhia das Letras**, 1988.

SACONI, Rose. **Marco Zero de São Paulo completa 80 anos**. Disponível para acesso em: < <http://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,marco-zero-de-sao-paulo-completa-80-anos,10442,0.htm>>, Acesso em 03 de setembro de 2017.

SAFFER, D. **Designing Gestural Interfaces**. I Ed., O'Reilly Media, Inc., Canada - CA, 2008.

SANTOS, Marcos Eduardo Melo dos. **A Catedral Metropolitana de São Paulo por Maximilian Emil Hehl : História, arte e ecletismo na arquitetura sacra paulistana**. Revista de Teologia. Issn, 2014.

SARAGIOTTO, Chico. **Marco Zero – Obras de Arte em Logradouros Públicos da Cidade de São Paulo**. Disponível para acesso em: <<http://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,marco-zero-de-sao-paulo-completa-80-anos,10442,0.htm>>, Acesso em 29 de agosto de 2017.

SIQUEIRA, E. **Para Compreender o Mundo Digital**, I ed., Editora Globo S.A., São Paulo – SP, 2008.

SHIMIDT, E.; COHEN, J. **A Nova Era Digital – Como será o futuro das pessoas, das nações e dos negócios.** Editora Intrínseca Ltda., Rio de Janeiro – RJ, 2013.

SCHMALSTIEG, Dieter; HOLLERER, Tobias. **Augmented reality: principles and practice.** Addison-Wesley Professional, 2016.

TIDWELL, Jenifer. **Designing interfaces: Patterns for effective interaction design.** " O'Reilly Media, Inc.", 2010.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006.

TORI, R.; NAKAMURA, R.; BERNARDES JR, J. L.; BIANCHINI, C.; JACOBBER, E. C.; CALIFE, D.; TOMOYOSE, A. N. **Jogos e Entretenimento com Realidade Virtual e Aumentada. In: Pré-Simpósio - IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Anais...** Petrópolis - RJ, 2007.

UNITY3D – **Unity: A engine de criação de jogos líder mundial. 2017** Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Acessado em 05 de julho de 2017.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** Studio Nobel, 1998.