

Projeto Colaborativo, Realidade Virtual e BIM: Uma experiencia de participação dos clientes nas decisões dos projetos de arquitetura

Collaborative project, Virtual Reality and BIM: An experience of customer participation in the decisions of architectural projects

Eduardo Nascimento Firme

Universidade Federal de Pernambuco
Eduardo.n.firme@gmail.com

Max Lira Veras Xavier de Andrade

Universidade Federal de Pernambuco
max.andrade@ufpe.br

Abstract

This paper presents an undergraduate work, still under development that discusses and implements a virtual reality based collaboration system to be used during the design stage of the architectural project. Tests are currently being developed to define the form of interaction in an immersive virtual environment. This system will enable the client to be immersed in a virtual environment and be able to change it according to their needs and tastes, effectively participating in the project process.

Keywords: Collaborative design; Virtual Reality; BIM; Immersive virtual environments, Architecture Design.

Introdução

A introdução do *Building Information Modeling* (BIM) na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) tem resultado em grandes mudanças na forma como o projeto é pensado, concebido e desenvolvido. Novas formas de colaboração e integração baseados em um fluxo da informação liso têm permitido que diferentes agentes da indústria da construção colaborem desde as etapas iniciais do processo de projeto. Do ponto de vista tecnológico o uso de servidores BIM, formatos abertos, como o Industry Foundation Classes (IFC) e formatos de colaboração como o BIM Collaboration Format (BCF) têm facilitado a colaboração e a integração dos diferentes profissionais no desenvolvimento do projeto. Ao mesmo tempo, novas técnicas de visualização e representação vêm facilitando a compreensão do projeto e a comunicação com os envolvidos. Técnicas como Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e mesmo o uso de Prototipagem Rápida (PR) têm permitido que clientes/usuários dialoguem com os projetistas de modo muito mais sistemático e efetivo, ainda durante o processo de projeto.

É dentro deste contexto que este artigo se insere. Este apresenta um trabalho de conclusão de curso de graduação, ainda em desenvolvimento. Este trabalho discute e propõe a implementação de um sistema de colaboração de projeto e RV, com a participação do usuário, na ótica do BIM, para ser usado durante a etapa de concepção do projeto arquitetônico. A ideia é inserir os usuários nas decisões de projeto, por meio de um sistema que facilite os mesmos compreenderem o projeto e escolherem as melhores opções, de modo automático.

Esse sistema tem como objetivo possibilitar que o cliente/usuário, dentro de um ambiente de RV, seja capaz de

alterar predefinições de projeto estabelecidas pelos projetistas, de acordo com seus gostos e necessidades. Isso tudo dentro de um ambiente de imersão e colaboração. Este ambiente proposto, ainda em desenvolvimento, caracteriza-se por um formato de game. Neste ambiente virtual, o cliente transita pelo espaço, visualiza o projeto em qualquer ângulo, e é capaz de alterar algumas definições de projeto como, por exemplo, o revestimento da parede, a posição de uma abertura de janela, o leiaute, etc. Cada uma das alterações solicitadas pelo cliente/usuário, durante o passeio virtual gera um código de dado em html que substitui a informação presente num arquivo IFC. Ao abrir o modelo BIM as alterações de projeto propostas pelo cliente são automaticamente carregadas. O que se espera desse trabalho é que, por meio do uso da RV o cliente/usuário possa participar efetivamente do processo de projeto, dialogando e intervindo de maneira automática e sem a perda de informação para o projeto.

O trabalho iniciou com uma revisão bibliográfica sobre RV, BIM, IFC e processo de projeto integrado. Em seguida foram feitos testes para definir aspectos fundamentais do sistema, como, por exemplo, a forma de locomoção neste ambiente virtual, a interface da plataforma, e os meios necessários para que a informação se insira em um sistema BIM. Entre os objetivos da proposta, busca-se desenvolver uma plataforma que seja acessível e interativa, tanto para o projetista quanto para o cliente, utilizando-se de uma interface de fácil uso, de experiência eficientes e tecnologias simples e baratas como o Google VR, junto aos smartphones que tenham suporte para tal tecnologia. Ou seja, que essa tecnologia seja acessível para qualquer smartphone com sistema operacional Android ou IOS.

Processo de projeto colaborativo

Na medida em que os projetos tornam-se maiores e mais complexos a quantidade de informações envolvidas no projeto cresce significativamente. O resultado é que vários problemas, como a dificuldade de colaboração e de compartilhamento da informação entre os participantes torna-se um problema estrutural. Para resolver esse problema uma série de tecnologias baseadas no BIM e aplicativos têm sido propostos (Zhang, Olbina, 2010). A maioria dessas tecnologias, todavia, não consideram a participação do usuário no processo de projeto.

BIM

BIM é “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”. (Estman *et al.*, 2008, p. 13. Apud Andrade *et al.*, 2009, p. 2). A partir desta definição, percebe-se que o conceito do BIM envolve principalmente tecnologia e processos essenciais na produção, comunicação e análise dos modelos de construção (Andrade *et al.*, 2009). Como objetivo, o BIM busca a prática do projeto integrado entre os atores do projeto, de modo que “estes convirjam seus esforços para a construção de um modelo integrado de edifício”. (Andrade *et al.*, 2009, p. 2).

As ferramentas de projeto que suportam a colaboração baseada no BIM devem fornecer funções que possibilitem a integração do projeto ao longo do processo de projeto. Além do mais, é importante que o fluxo da informação de projeto seja contínuo e com o mínimo de perdas, permitindo uma boa colaboração entre os diferentes participantes do projeto, o que resulta na melhoria da qualidade do projeto, na melhoria da produtividade e na redução dos retrabalhos (M. Oh *et al.*, 2015).

Todavia, o que se observa na prática é que as ferramentas comerciais baseadas no BIM pouco fornecem um ambiente de projeto que incentive a integração, sendo que a maioria dos estudos relacionados se baseia em sistemas de hospedagem e compartilhamento da informação de Projeto (V. Singh *et al.*, 2011).

As atuais práticas de colaboração em países da Europa, como o Reino Unido, usam sistemas extranets, que melhoram significativamente a colaboração de documentos, mas que não suportam requisitos complexos de colaboração BIM. Esses sistemas permitem criar modelos inteligentes de informação, que melhoram a visualização, coordenação e gerenciamento de informação do ciclo de vida da construção. Agentes da indústria construção que usam tais sistemas baseiam suas práticas em uma coordenação limitada à visualização e detecção de conflitos. Todavia, observam-se novas práticas com o surgimento de sistemas de colaboração baseados no modelo, como servidores de modelo, com capacidade de explorar e reutilizar informações, diretamente do modelo (Shafiq *et al.*, 2013).

Mesmo assim, o que se observa é que esses sistemas de servidores são tipos de sistemas de bancos de dados

construídos com base em um conjunto de aplicativos de servidores que hospedam dados de modelo e permite que vários usuários executem operações de colaboração em dados do modelo usando plataformas comuns. Para acessar esses aplicativos é necessário o mínimo de conhecimento técnico no uso das ferramentas computacionais voltados para o campo do conhecimento ligado à construção. Ou seja, são sistemas eficientes na prática de colaboração, mas, que não consideram para a colaboração os futuros usuários do edifício.

Realidade Virtual

Representar o real, e o imaginário, sempre foi parte da vida do ser humano, o permite expressar-se desde sua origem como espécie através de desenhos e pinturas primitivas até os dias de hoje, nas mais variadas expressões artísticas, como cinema, teatro, música, entre outras. (Tori, Kirner, 2006) O advento do computador potencializou exponencialmente o poder de criar e consumir tais representações, viabilizando inclusive a confusão das expressões, gerando as multimídias e hiperímídias. Com novas formas de se expressar e consumir, novas expressões foram criadas. Vale citar como exemplo os vídeo games, que possibilitou, e explorou, a interação direta do usuário com a arte (Tori; Kirner, 2006). Finalmente, todas essas tecnologias convergiram e, rompendo a barreira imposta pela tela do monitor, passassem a gerar ambientes tridimensionais interativos em tempo real, através da realidade virtual (Tori; Kirner, 2006).

Segundo Netto *et al.* (2002), “o termo Realidade Virtual é bastante abrangente, e acadêmicos, desenvolvedores de software e pesquisadores tendem a defini-lo com base em suas próprias experiências, gerando diversas definições na literatura”. Neste sentido, “pode-se dizer, de uma maneira simplificada, que RV é a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível” [Hancock, 1995 apud Netto *et al.*, 2002, p. 5]. Portanto, “trata-se de uma interface que simula um ambiente real e permite aos participantes interagirem com o mesmo” [Latta, 1994, apud Netto *et al.*, 2002, p. 5] “permitindo às pessoas visualizarem, manipular e interagirem com representações extremamente complexas” [Aukstakalnis, 1992, apud Netto *et al.*, 2002, p. 5]. “Ela é um paradigma pelo qual usa-se um computador para interagir com algo que não é real, mas que pode ser considerado real enquanto está sendo usado” [Hand, 1994, apud Netto *et al.*, 2002, p. 5].

Segundo Tori e Kirner (2006), mesmo havendo uma forte tendência na simulação do real nas aplicações de realidade virtual, a realização do imaginário tem imensa importância, quando se fala em comunicar conceitos e ideias inexistentes.

Tipos de Realidade Virtual

Tradicionalmente a Realidade Virtual é baseada no senso de presença do usuário, podendo ser Imersiva ou Não Imersiva. “A Realidade Virtual é imersiva quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, através de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimento, provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual.” (Tori; Kirner, 2006, p. 8). “Realidade Virtual é categorizada como Não Imersiva quando

o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, através de uma janela, como o monitor ou uma projeção, mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real.” (Tori; Kirner, 2006, p. 8).

A definição de realidade virtual está associada neste trabalho, àquele ambiente virtual imersivo em que o usuário aparece como um agente com total compreensão dos espaços proporcionados pelo projeto, podendo interagir, dialogar e alterar certos parâmetros do projeto.

Hardware

Como a Realidade Virtual se baseia principalmente no isolamento e estímulo dos sentidos da visão e da audição, a maioria dos hardwares servem para tal finalidade (Netto et al, 2002) Vale a pena citar os principais hardwares para realidade virtual, dentre eles o mais conhecido: o Head Mounted Display – ou *HMD*, capacetes de estímulo visual que detecta os movimentos do usuário. É “constituído basicamente de duas minúsculas telas de TV e um conjunto de lentes especiais. As lentes ajudam a focalizar imagens que estão a alguns milímetros dos olhos do usuário, ajudando também a ampliar o campo de visão do vídeo.” (Netto et al, 2002, p. 13). Também existe o Head Coupled Display, ou BOOM (Binocular Omni-Oriented Monitor), “consiste de um display montado sobre um braço mecânico com um contra-peso, fazendo com que o display possua peso zero”. (Netto et al, 2002, p. 14) “O formato do head-coupled display permite uma transição fácil entre a visualização do mundo virtual e a interação com teclados, monitores e outros dispositivos que possam estar controlando a simulação” (Netto et al, 2002, p. 14)

Formas de Interação em Ambientes Virtuais

O uso de interação em ambientes virtuais imersivos têm crescido muito nos últimos anos. Cada vez mais, novas áreas buscam nesta tecnologia um melhor suporte ao processo de interação entre homem e máquina. “Como por exemplo, a comunidade de arquitetura tem buscado formas, não só de visualizar os ambientes com imersão, mas de principalmente, interagir e projetar seus espaços em ambientes imersivos.” (Pinho; Rebelo, 2006, p. 149)

Existem várias técnicas de interação a fim de manipular objetos no ambiente, como Apontamento, Manipulação direta. WIN (World in Miniature), mas para buscar nossos objetivos vamos utilizar a técnica de Apontamento, visto que é a forma mais simples de interação, sem necessidade de hardwares além do HMD. A técnica de Apontamento permite ao usuário facilmente manipular um objeto apontando para ele. Tecnicamente, um vetor virtual, chamado de Ray Cast. Define a direção do apontamento e quando intercepta um objeto passivo à manipulação, ele poderá ser selecionado e, finalmente manipulado (Bastos et al, 2006). O apontamento via Ray Casting é o mais simples e eficiente meio de interação com o ambiente virtual, porém impreciso, na medida que estão mais distantes, ou que sejam muito pequenos, mais difícil será a interação. Dependendo da escala do espaço em que o usuário está imerso, outras técnicas de interação possam ser mais interessantes, como a técnica de *Image Plane*, onde a

mão do usuário, necessitando de hardware mais sofisticado, pode ajustar o vetor do *Ray Cast* emitido pelo olhar do usuário.

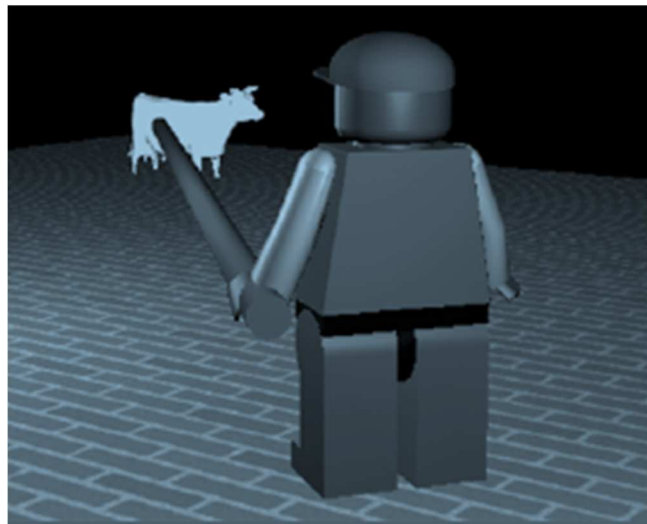


Figura 1: Uso do Ray Casting para selecionar o objeto virtual. Neste caso, o vetor parte de um controle na mão esquerda do usuário

Pinho, Rebelo, 2006, p. 161

Navegação em Ambientes Virtuais

Em um ambiente virtual imersivo, segundo Pinho e Rebelo (2006), “entende-se por navegação o processo de deslocamento, por parte do usuário, representado pelo seu avatar dentro do ambiente virtual.” (Pinho, Rebelo, 2016, p. 154) Este deslocamento deve compreender a mudança de sua posição, e as possibilidades de rotação do avatar, além de determinar o início, o fim e a velocidade do movimento. (Pinho; Rebelo, 2006)

Pinho e Rebelo (2006) categoriza a navegação em três categorias, com base em seus objetivos. A primeira é a Navegação Exploratória, quando não há um destino específico; a Navegação de Busca, quando o usuário está indo para uma posição específica, conhecida ou não, onde está a posição ativar a próxima tarefa; e a Navegação de Manobra, onde o objetivo do deslocamento é o posicionamento do usuário para a ativação da próxima tarefa, geralmente com movimentações programadas e precisas.

Mapear o movimento físico do usuário para o mundo virtual é umas das maneiras mais intuitivas para navegar no ambiente virtual: não requer ações especiais por parte do usuário, que é capaz ainda de manter um modelo mental de sua posição dentro do ambiente virtual com grande facilidade (Pinho, Rebelo, 2006). Entretanto, o alcance do movimento real do usuário depende diretamente da tecnologia do rastreamento da aplicação, que no geral é bastante imprecisa, caso contrário será necessário a aquisição de tecnologias mais caras para contornar este problema, além do que é difícil encontrar um ambiente real ideal, com espaço suficiente, para que o usuário possa se locomover sem restrições. Uma alternativa para o ambiente real seria a aplicação de Plataformas de Movimento, onde o usuário é capaz de

movimentar-se dentro do ambiente virtual estando estacionado no ambiente real, locomovendo-se sobre esteiras específicas e degraus moveis (Pinho, Rebelo, 2006). Mais uma vez, o alto custo e o aparelhamento pesado dessa tecnologia a torna inviável para muitas aplicações – como a que será proposta na pesquisa apresentada nesse artigo.

A partir dessas considerações fez-se necessário buscar outras alternativas que pudessem ser mais simples de usar e que fosse acessível ao usuário comum. Entre essas alternativas destacam-se: voos pelo ambiente, percursos determinados e tele transporte para posições estratégicas.

Motion Sickness

É possível que na interação com ambientes virtuais imersivos os usuários sintam sintomas desconfortáveis como, vista cansada, vertigens, tonturas e náuseas, que atrapalham a experiência virtual e fazem parte do chamado *Motion Sickness*, ou *cybersickness*. (Carvalho et al, 2011)

A documentação de referências do Unreal Engine lista algumas práticas que podem ajudar a evitar o Motion Sickness, como manter a taxa de quadros por segundo estável; evitar movimentações e efeitos de câmera que tomam o controle do usuário; nem usar exposições de luz ou saturação de cores que fogem da realidade.

Criação de um Ambiente de RV

A proposta apresentada parcialmente neste artigo é de um sistema de colaboração baseado na RV através de um ambiente virtual imersivo. A ideia é que esse ambiente possa ser usado por pessoas de todas as idades, sem restrições significativas em virtude capacidade técnicas, alto custo ou habilidades específicas.

Para atender a esses condicionantes é proposto um ambiente constituído por: (a) utilização de uma tecnologia VR acessível e fácil de usar, evitando dificuldades para o projetista e para o cliente no manuseio dos equipamentos e na configuração dos mesmos por parte dos arquitetos ou de outros projetistas; (b) considerar que pessoas de todas as idades e todas as afinidades com tecnologias devam manipular eficientemente todas as funções aplicáveis no sistema, logo, será utilizado um hardware simples e de fácil acesso, mantendo apenas o *HMD* para imersão, locomoção e manipulação de objetos baseada em *Ray Casting*, com uma interface (UI) simples e experiência agradável (UX). (Ainda nesse ponto, vale lembrar a importância de evitar o máximo possível o *Motion Sickness*.); (c) que o sistema seja capaz de dialogar com o usuário, permitindo ao mesmo interagir diretamente com o ambiente virtual imersivo; d) que as interações do usuário sejam registradas, de modo a permitir que a informação não se perca e seja registrada em um sistema BIM. (isso se dará através de registros dos dados alterados em um banco de dados baseados em um arquivo no formato IFC.)

Escolha da tecnologia RV

Atualmente, as mais conhecidas tecnologias RV disponíveis para o público de massa são o Gear VR e o Rift, desenvolvido

pela Oculus; o HTC Vive; e as soluções da Google, o Daydream e o Cardboard. O Rift e o HTC Vive são os *HDM* mais poderosos no mercado – e os mais caros. Estes não são independentes e são conectados a um computador. A vantagem de dependerem de um computador é que utilizam da capacidade de processamento do computador, reduzido eventuais limitações gráficas e de processamento com a imersão. Portanto, um computador de alto poder de processamento suportará, de forma diretamente proporcional, as mais complexas experiências imersivas. As desvantagens da utilização de uma ferramenta como essa são o alto custo necessário para adquirir estes hardwares e para montar um computador de alto poder de processamento; o fato de que, provavelmente, haverá a necessidade que as experiências imersivas sejam realizadas em lugares predefinidos, estando essas, limitadas a lugares específicos – mesmo que sejam usados notebooks potentes e leves o transporte e manuseio é limitado. Logo essa tecnologia não atende aos objetivos pretendidos neste trabalho e, portanto, foram descartadas.



Figura 2: Usuário com um Rift

Fonte: <http://www.independent.co.uk/news/business/news/facebook-oculus-rift-zenimax-dallas-texas-mark-zuckerberg-john-carmack-a7558326.html>

Outra tecnologia relacionada à RV está vinculada ao uso de *HDM* independentes, como o Gear VR, o Cardboard e o Daydream. Estes *HDM* necessitam apenas de um smartphone para funcionar. Dos *HMD* independentes listados, o Gear VR é o mais poderoso, pois os smartphones suportados são restritos aos aparelhos mais robustos da Samsung, como os aparelhos das linhas S6, S7, S8 e o Samsung Note 5, Note 6 e Note 7, todos estes aparelhos com alto poder de processamento. Assim, mesmo sendo tecnologias de baixo custo as limitações no uso de processadores mais potentes impostos pelo Gear VR, também tornou outro motivo pelo qual não serão aplicadas esta tecnologia nesta pesquisa.

O principal motivador para a escolha da tecnologia de RV para ser usado neste trabalho era que esta fosse de baixo custo e que pudesse ser utilizado com equipamentos pouco sofisticados, capazes de serem utilizados por um número maior de usuários, seja projetistas ou clientes.

Curiosamente, esta restrição ao uso de celulares mais robustos também será imposto à tecnologia mais sofisticada da Google, o Daydream, e mesmo suportando um número maior de marcas e modelos de celulares, muitos deles também são celulares mais robustos, e, portanto, mais caros, e vários desses modelos sequer são comercializados no

Brasil. O aparelho Moto Z, da Lenovo, é o único celular vendido no país que suporta o Daydream.



Figura 3: HMD da tecnologia Daydream

Fonte: <https://vr.google.com/daydream/>

Por fim, tem-se o Cardboard, a tecnologia RV mais barata da Google. Como o próprio texto do chamada do site oficial dita: “Conheça a realidade virtual de forma simples, divertida e barata.” A filosofia do Cardboard mostra que todos podem experimentar a realidade virtual. O HMD do Cardboard pode ser montado pelo próprio usuário – usando papelão – ou pode ser comprado com baixo custo de aquisição. Como o Gear VR e o Daydream, o HMD do Cardboard é independente do computador, utilizando o smartphone como dispositivo de entrada e de saída. O diferencial está no suporte do Cardboard para os celulares. Neste não há restrição quando a robustez do aparelho. De fato, todos os aparelhos Android ou IOS, podem funcionar com o Cardboard, já que esta tecnologia está limitada a apenas usar o Acelerômetro e o Giroscópio dos aparelhos, sensores comuns a quase todos os smartphones atuais. Da mesma forma que um HMD vinculado a um computador, o poder de processamento do celular está diretamente proporcional ao suporte à experiências imersivas mais complexas. Percebeu-se então que, no momento, o Cardboard é a tecnologia que melhor atende às diretrizes desta pesquisa, por ser barata, simples, móvel e suportado a uma gama maior de smartphones.



Figura 4: HMD da tecnologia Cardboard

Fonte: <http://www.virtual3000.com.br/eletronicos/google-cardboard-oculos-de-realidade-virtual-3d>

Escolha do ambiente de trabalho

Para a escolha do ambiente de trabalho e de compilação do código, decidiu-se por escolher um motor gráfico para vídeo

games, pelo fato dos pesquisadores estarem familiarizados com ambiente de trabalho de modelagem 3D e renderização, evitando necessitar exclusivamente de programar. Um motor gráfico, ou game engine, é um software que visa simplificar e abstrair o desenvolvimento de vídeo games e aplicativos com gráficos visualizados em tempo real. Na indústria, há vários motores gráficos, como o Fox Engine, o Source Engine, o Frostbite, entre outros, mas vale citar os mais comuns e acessíveis para o público em geral. São esses o Unity 3D, o Unreal Engine, e o Cryengine. Estes três motores são gratuitos para baixar e criar aplicações, lucrando apenas com royalties e subscrições mais interessante para empresas.

O Cryengine e o Unreal Engine são motores famosos por serem as plataformas de criação de jogos de alto nível. Mas apenas o Unity 3D possui suporte completo ao Cardboard, além de ter uma loja de extensões – assets – mais completa, e suportar scripts escritos em *C Sharp*, linguagem de alto nível familiar aos autores – apesar da dificuldade apresentada com relação à criação dos códigos.

Modelagem 3D do ambiente virtual

Para o teste, foi modelado um sala de estar e jantar, com mobiliário e paredes, de um apartamento padrão. Para esta experiência, foi usado o software de modelagem 3d Sketchup, da Trimble (No entanto propõe-se que a modelagem possa ser feita em softwares de autoria BIM, de modo que o modelo geométrico que será exportado seja o mesmo modelo de informação da construção, salvo no formato IFC). Então foi exportado cada objeto separadamente no formato FBX e, em seguida, importado para o Unity 3D, onde se deu início ao processo de criação dos shaders, iluminação, renderização e otimização para aparelhos *mobile*.

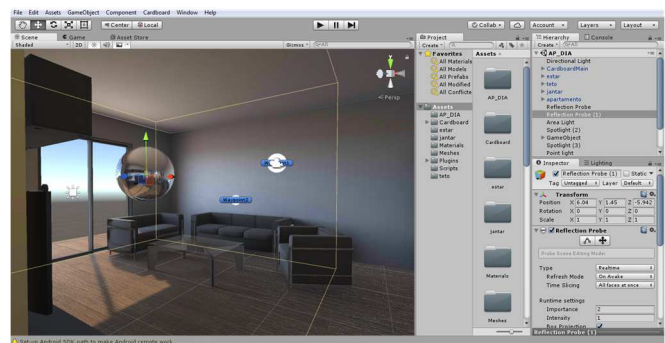


Figura 5: Interface do Unity 3D com o ambiente virtual

Autoria própria

Para fazer a configuração do Cardboard dentro do ambiente, é simples. O Google já disponibiliza um pacote completo de desenvolvimento para o Cardboard e para o Daydream, e não há necessidade de perder o projeto, apenas é atualizado.

Criação de ambiente de navegação

Para definir o tipo da interação e navegação do ambiente, foi escolhida a técnica de Apointamento via *Raycasting*, direcionado pelo olhar do usuário e selecionado pelo toque na tela, possibilidade pelo botão disponível do HMD.

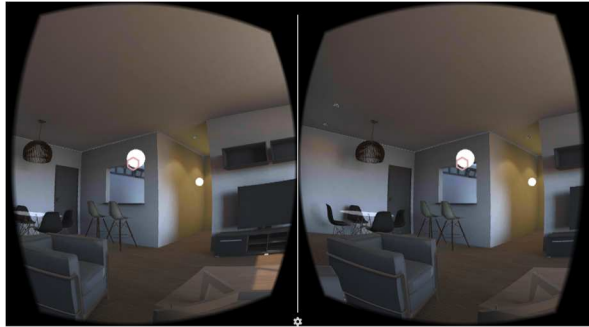


Figura 6: Screenshot da visão do ambiente virtual, detalhe para a ícone redondo branco, que indica uma posição para tele transporte.

Autoria Própria

Por padrão, o aplicativo é iniciado com toda a interface e interações desligadas, com essas configurações, o usuário pode observar, sem obstáculos, o projeto, sem se locomover. Apertando o botão uma vez, é ativado o Modo de Interação. Neste se abre uma interface minimalista para que o usuário possa interagir com o ambiente, seja para acender ou apagar uma lâmpada, seja para alterar o estofado do sofá. Ainda nesse modo, o usuário pode observar indicações no ambiente. Essas indicações servem para o tele transporte de sua posição para outra. Todos esses pontos de locomoção são estrategicamente posicionados para que o usuário apure o ambiente – portanto o projeto – da melhor forma possível. Caso queira desligar o Modo de Interação, basta apertar o botão sem que algum objeto esteja selecionado.

Os testes iniciais mostram que é possível alterar facilmente características dos ambientes por meio de um processo interativo e de fácil uso. Acredita-se que, por meio dessas técnicas, os usuários poderão mais facilmente interagir com o processo de projeto, compreendendo o espaço e interagindo de forma mais direta, sem a necessidade de intermediação dos profissionais de projeto.

Próximas etapas da pesquisa

Embora ainda muito preliminares, os primeiros testes mostram que existe efetivamente a possibilidade de alterar informações de projeto em um ambiente de RV e de modo fácil e rápido. Para os próximos testes serão realizadas alterações mais diretamente na morfologia do ambiente construído. As alterações propostas pelo usuário serão na posição da abertura da porta da sala e na altura do pé-direito. Com a viabilização desses dois exemplos, procurar-se-á mostrar que é possível a participação efetiva do cliente no processo de projeto, ainda em etapas iniciais do processo decisório.

A etapa final da pesquisa consistirá em extrair o dado de uma informação alterada no ambiente virtual. Para simplificar será usada a informação referente à cor da parede (RGB). O dado dessa informação será exportado para um arquivo xml que substituirá essa informação num arquivo IFC (IFCCOLOURRGB). Para essa conversão será criado um script que visa identificar a natureza do dado e enviar essa informação para ser substituído no arquivo IFC.

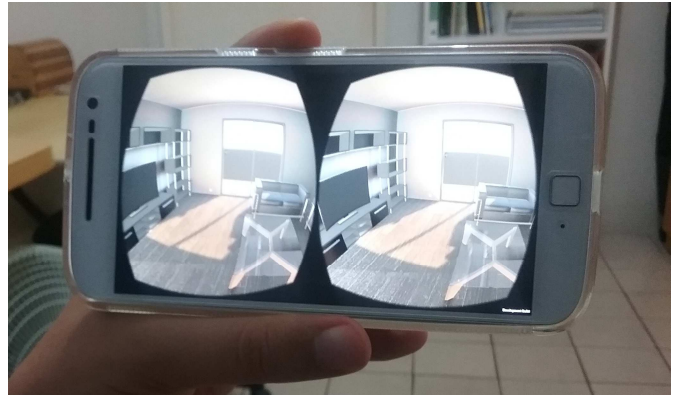


Figura 7: Demonstração da aplicação num smartphone, no caso um Moto G 4 Plus, da Lenovo

Autoria Própria

Resultados esperados

Embora ainda em desenvolvimento, espera-se que a pesquisa, parcialmente apresentada nesse artigo, permita contribuir com a discussão sobre projeto colaborativo e integração do projeto. Estas são questões fundamentais da prática contemporânea do projeto do edifício. A participação dos envolvidos no processo de projeto não deve limitar-se simplesmente aos profissionais de projeto e construção, mas deve ser ampliado ao usuário, que é aquele que vai usufruir diretamente do espaço produzido. As pesquisas em BIM que abordam a colaboração trazem avanços significativos na prática de projetos integrados, mas poucas incorporam nessa prática o usuário.

A experiência apresentada nesse artigo mostra que é possível incorporar o usuário na prática de projeto, de modo tal que as decisões de projeto também possam passar pelo senso crítico do usuário.

Mas, para isso, é fundamental que a informação produzida em um ambiente de RV possa ser reaproveitada de modo automático, de maneira tal que a informação flua com o mínimo de perdas, o que é fundamental para a eficiência do processo de projeto.

Discussões

A pesquisa apresentada neste artigo abordou uma experiência de implementação de um ambiente de colaboração baseada em RV. O objetivo desse ambiente é de permitir a participação do usuário do edifício nas decisões de projeto. Tudo isso dentro de um ambiente BIM. Os resultados iniciais da pesquisa, apresentadas nesse artigo, mostraram-se que existe a possibilidade da criação de um ambiente virtual de interação do usuário. Todavia, uma série de testes e experimentos ainda precisam ser feitos de modo a mostrar a viabilidade da escolha de melhores alternativas de projeto pelo cliente e que as informações oriundas dessas alterações seja automaticamente carregadas em um sistema BIM, a partir de um arquivo do formato IFC que traga consigo as informações do modelo BIM.

Mesmo ainda sendo muito preliminares, os primeiros resultados da pesquisa apontam para a viabilidade dessa implementação. Mesmo sabendo que a etapa mais difícil ainda não tenha sido realizada, que é a transferência da informação do Modelo RV para um arquivo IFC, acredita-se que a fomentação da discussão já trouxe ganhos importantes para essa área da pesquisa.

Caso a proposta apresentada nesse artigo seja efetivamente viável, propõe-se como trabalho futuro a utilização dessa prática baseada na realidade virtual em uma atividade de projeto, visando verificar os ganhos efetivos dessa proposta para uma prática de projeto efetivamente colaborativa.

Referências

- Andrade, M. L. V. X., & Ruschel, R. C. (2009). BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências.
- Coelho, S. S., & Novaes, C. C. (2008). Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In Anais do VIII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Paulo.
- Netto, A. V., Machado, L. D. S., & Oliveira, M. C. F. D. (2002). Realidade virtual-definições, dispositivos e aplicações. Revista Eletrônica de Iniciação Científica-REIC. Ano II, 2.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of communication*, 42(4), 73-93.
- Grilo, L., Monice, S., Santos, E. T., & Melhado, S. (2001). Possibilidades de aplicação e limitações da realidade virtual na Arquitetura e na construção civil. *Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização no Trabalho no Ambiente Construído*, 2.
- Tori, R., & Kirner, C. (2006). Fundamentos da Realidade Virtual. In R. Tori, C. Kirner, & R. Siscouto (Eds.), *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada* (pp. 2-21). Belém, PA: Editora SBC.
- Pinho, M. S., & Rebelo, I. B. (2006). Interação em Ambientes Virtuais Imersivos. In R. Tori, C. Kirner, & R. Siscouto (Eds.), *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada* (pp. 149-172). Belém, PA: Editora SBC.
- Bastos, N. C., Teichrieb, V., Kelner, J. (2006). Interação com Realidade Virtual e Aumentada. In R. Tori, C. Kirner, & R. Siscouto (Eds.), *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada* (pp. 129-148). Belém, PA: Editora SBC.
- Oh, Lee, Hong, Jeong. (2015). Integrated system for BIM-based collaborative design. In *Automation in Construction*, no. 58. Elsevier (pp.196-206)
- Singh V.; GU, n.; Wang, X. (2011) A Theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform. In: *Automation in Construction*, no. 20. Elsevier (pp.134-144).
- Shafiq, M; Matthews, J.; Lockley, S. (2013) A Study of BIM Collaboration Requirements and Available Features in Existing Model Collaboration Systems. In: *ITcon*. Vol. 18 (pp. 148-161)
- Carvalho, M. R. D., Costa, R. T. D., & Nardi, A. E. (2011). Simulator Sickness Questionnaire: translation and cross-cultural adaptation. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 60(4), 247-252.
- Cardboard (n.d.). Retrieved July 16, 2017, from Google VR: https://vr.google.com/intl/pt-BR_pt/cardboard/
- Daydream (n.d.). Retrieved July 16, 2017, from Google VR: <https://vr.google.com/daydream/>
- Gear Vr (n.d.). Retrieved July 15, 2017, from Oculus: <https://www.oculus.com/gear-vr/>
- Rift (n.d.). Retrieved July 15, 2017, from Oculus: <https://www.oculus.com/rift/>
- Cryengine (n.d.). Retrieved July 16, 2017, from Cryengine: <https://www.cryengine.com/>
- Virtual Reality Best Practices (n.d.) Retrieved July 16, 2017, Unreal Engine documentation: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Platforms/VR/ContentSetup/>