

Comparative Study between 2D and 3D Digital Freehand Drawing Applied to the Architectural Design Process

Eduardo Galbes Breda de Lima¹, Francisco Ferreira Peppe¹, Lucas Italo Cangussu Lima¹, Simone Helena Tanoue Vizioli¹

¹Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil

galbes@usp.br
franciscopeppe@usp.br
cangussu_italo@usp.br
simonehtv@usp.br

Abstract: This paper aims to discuss representative subjects, such as freehand drawing and its operational tools, which allow 2D sketching through graphic drawing tables, whereas virtual reality head-mounted displays are used for 3D sketches. A pilot project exercise was carried out in the building of the Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), in São Carlos (SP - Brazil). As a result, this research presents a comparative chart that investigates the potential uses of these technologies in architecture teaching and in the act of designing. Moreover, this scenario includes the 360° image technology that presents itself as a vehicle of immersion and apprehension of space, having as a backdrop the unfoldings of social isolation arising from COVID - 19.

Keywords: Projective process; 360° photography; Perception; Digital freehand drawing; Three-dimensional sketching.

1 Introdução

Este artigo integra as atividades do NELAC IAU USP, onde são executadas pesquisas temáticas relacionadas à Linguagem e Representação, enfatizando os processos de percepção e cognição relativos ao ato projetivo. As metodologias relativas ao processo de projeto e de representação em Arquitetura constantemente se aprimoram e se otimizam em decorrência do incremento e da multiplicação de programas digitais de auxílio ao desenho e ao fazer arquitetônico. Paralelamente e deste modo, as escolas de Arquiteturas

instigam-se a reformular suas bases metodológicas de ensino a fim de se adaptar às novas questões oriundas da revolução digital.

Nesse sentido, há um diálogo com o presente artigo, onde objetivou-se explorar o emprego de tecnologias - fotografias 360° e desenho a mão livre em meios digitais, inclusive em realidade virtual (RV) - na prática projetual nos cursos de Arquitetura, pontuando suas potencialidades e limites. Para isso, as fotografias em 360° foram estudadas como um possível instrumento de leitura do espaço e as técnicas digitais de desenho à mão livre, 2D e 3D (intermediado pela RV), como mecanismo de investigação e representação de ideias.

1.1. Sobre Desenho: Questões e Debates Contemporâneos

Devido às transformações e evoluções tecnológicas aceleradas, não é novidade a existência de aparatos, programas e pesquisas relacionadas à compreensão dos processos de cognição durante o ato de desenhar e projetar. E, sendo parte constituinte do processo de construção do olhar, o gesto projetual – vinculado à identidade própria do arquiteto e seu desenho – pode ser potencializado se somado às novas tecnologias.

Nesse contexto, o ato de desenhar se consolida a partir de ferramentas que permitem concretizar nossas ideias; essas ferramentas podem variar, das mais usuais e conhecidas, como o grafite e a superfície de papel, até superfícies mais inovadoras, como um vidro sensível ao toque presente em tablets e smartphones. Ou até mesmo por novos dispositivos de realidade virtual que imergem o desenhista em um ambiente totalmente virtual, apresentando-o a um campo enorme de explorações.

Entretanto, mesmo com os avanços tecnológicos, a manutenção do desenho à mão livre no processo de projeto é ainda fundamental, dada sua intrínseca importância no processo de aprendizado em Arquitetura, que parte da necessidade expressiva de se comunicar, de transmutar as ideias do pensamento em simbologias gráficas (Lobosco, 2018; Perrone, 2020; Schenk, 2010).

Por fim, com o desenvolvimento de novas tecnologias de representação, o ensino de Arquitetura e Urbanismo vai progressivamente se modificando com o objetivo de aprimorar e entender seus processos. Nessa lógica, as ferramentas de desenho progridem com o intuito de otimizar esse processo cognitivo de elaboração do desenho, com a implementação de elementos digitais, que agregam novas percepções do desenho e do espaços e que, por sua vez, são parâmetros preliminares fundamentais ao processo projetual arquitetônico e suas metodologias de ensino (Diniz & Queiroz, 2019; Espinoza, 2017; Vizioli & Silva, 2013).

1.2. Tecnologias Alternativas de Auxílio ao Processo de Projetos Digital.

Fotografias 360°: de acordo com Talaba (2019), as fotografias 360° são um tipo de tecnologia que possibilita o registro de espaços sem a necessidade de um ângulo único e preciso de captura, a partir de instrumentos especializados na apreensão de um campo de visão esférico. Como usualmente são empregados conjuntos de diferentes máquinas fotográficas ou câmeras com múltiplas lentes, após as fotos ainda é necessário uma fase de edição, em que os produtos obtidos devem passar pelo procedimento de costura, resultando em um único registro de 360°.

Mesas Digitalizadoras: são dispositivos que auxiliam no processo criativo do desenho e que, junto a softwares, permitem criar esboços, modificar e mimetizar o traço. Ainda, com a ajuda de uma caneta digital, potencializa e contribui para novas formas de pensar o croqui e a maneira de projetar, com a implementação dos programas de edição de imagem que fomenta um leque de possibilidades de alteração do esboço (Silva & Vizioli, 2013).

Realidade Virtual: a realidade virtual permite grande imersão com a utilização de dispositivos como um Head-Mounted Display (HMD), popularmente conhecido como óculos de Realidade Virtual. Além disso, o emprego da RV possibilita a expansão do campo de investigação a respeito dos métodos de ensino e representação pois traz – para o universo virtual – o que antes era difícil: perceber a espacialidade de um projeto arquitetônico em um momento anterior à sua construção real no mundo real (Fukuda, Novak & Fujii, 2019). Cabe ressaltar também que em decorrência da maior acessibilidade somada a uma melhoria de recursos e funcionalidades: a utilização da Realidade Virtual e seus dispositivos se tornou mais popular (Kieferle & Woessner, 2019).

2 Objetivo

A pesquisa objetivou explorar o emprego de tecnologias (fotografias 360° e desenho a mão livre em meios digitais) na prática projetual nos cursos de Arquitetura, pontuando suas potencialidades e limites. Para isso, as fotografias em 360° foram estudadas como um possível instrumento de leitura do espaço e as técnicas digitais de desenho à mão livre, 2D e 3D, como mecanismo de representação de ideias.

3 Metodologia

Este trabalho utilizou a *Design Science Research* (DSR) como metodologia orientadora dos procedimentos realizados, a partir da base teórica de autores como Peffers *et al.* (2007) e Voordijk (2009). Este método implica na criação de um experimento que busca solucionar um problema de um domínio, construindo um conhecimento prático sobre a situação (Dresch, Lacerda & Antunes JR, 2015).

Deste modo, a DSR foi aplicada nesta pesquisa com o intuito de estudar alternativas práticas para o processo projetivo, a partir do uso de tecnologias como fotografias panorâmicas 360°, mesas digitalizadoras e óculos de realidade virtual. Nesse sentido, foi realizado um exercício piloto de intervenção projetual no edifício do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), em São Carlos (SP/Brasil). A experimentação foi desenvolvida em 3 etapas, entendidas também como parâmetros de comparação: 1) Levantamento de dados, 2) Processo de projeto e 3) Representação e Linguagem. Destaca-se como objetivou-se, nas análises, enfatizar critérios relacionados à percepção espacial; usabilidade; interoperabilidade; materiais e acessibilidade.

3.1. Etapa I - Levantamento de Dados

Primeiramente, nesta etapa, objetivou-se a obtenção de informações importantes para a realização da intervenção. Assim, a fim de embasar as experimentações projetivas e permitir uma maior familiarização - mesmo à distância - com a edificação do CDCC/USP (objeto de estudo das investigações apresentadas neste trabalho), realizou-se o registro (*in loco*) dos ambientes de interesse por meio de fotografias 360°.

A câmera utilizada para a captura de fotos omnidirecionais foi a *Samsung Gear 360* (2017). Esta câmera possui duas lentes opostas do tipo olho de peixe (*fisheye lens*), que possibilitam a ampliação do campo de visão do equipamento e produzem, após a junção das fotos capturadas, uma única imagem panorâmica de 360°. Juntamente às objetivas, que possuem abertura f/2.2, encontram-se dois sensores CMOS de 8.4 MP, propiciando uma saída padrão de pixels de contagem equivalente a 15.0 MP (5472 x 2736 pixels) para as fotografias, enquanto os vídeos possuem uma resolução de 4096 x 2048 pixels. Essas e outras informações estão sintetizadas no quadro 1, a seguir.

Quadro 1. Conjunto de especificações da câmera *Samsung Gear 360 (2017)* e tipos de smartphones compatíveis com a máquina.

| ESPECIFICAÇÕES DA CÂMERA SAMSUNG GEAR 360 (2017) | |
|--|--|
| MODELOS DE SMARTPHONES COMPATÍVEIS | Galaxy Note9, S9, S9+, Note8, S8, S8+, S7, S7 edge, Note 5, S6 edge+, S6, S6 edge, A8 Star, A8, A8+, A5, A7 com Android 5.0 ou superior, e iPhone x, 8, 8 Plus, 7, 7 Plus, 6s, 6s Plus, SE com iOS 10.0 ou superior. |
| SENSOR DE IMAGEM | CMOS, 8.4 MP x2 (dois sensores) |
| RESOLUÇÃO DE IMAGEM (SAÍDA PADRÃO DE PIXELS) | 15.0 MP (5472 x 2736 pixels) |
| RESOLUÇÃO DE VÍDEO 360° | 4K (4096 x 2048 pixels) com 24FPS |
| CAPACIDADE DA BATERIA | 1160 mAh |
| DIMENSÕES (A x L x P) E PESO | 100,6 x 46,3 x 45,1 mm e 130 gramas |

Fonte: adaptado pelos autores a partir de <https://www.samsung.com/pt/business/wearables/gear-360-2017/sm-r210nzwatph/>. Acesso em: 20/01/2021.

As fotografias registradas pela *Samsung Gear 360* podem ser vistas em duas distintas conformações. Primeiramente podem ser citadas as imagens tipo olho de peixe, que são o resultado instantâneo de registro da máquina, possibilitado pelos seus dois sensores internos (frontal e posterior, opostos entre si). Por outro lado, a projeção equiretangular é o formato mais comumente utilizado em imagens 360°, podendo ser criadas a partir da “costura” de duas imagens do tipo olho de peixe pelo aplicativo de celular da *Samsung Gear 360* ou pelo software para desktop *Gear 360 Action Director* (Barazzetti, Previtali & Roncoroni, 2017).



Figura 1. Planta pavimento térreo do edifício de intervenção da pesquisa, pertencente ao Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC/USP).

Fonte: Autores, 2021, a partir do modelo Revit do edifício realizado por Fook, 2020.

O processo de levantamento de dados foi realizado no edifício Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC/USP), objeto de intervenção deste estudo. Para a captura de fotografias panorâmicas 360°, foi utilizado um tripé profissional, com o intuito de fornecer o suporte correto para a câmera, passando por um processo de ajuste e nivelamento adequado para cada registro fotográfico. No total, foram capturadas 60 imagens omnidirecionais internas e externas à construção, de diversos espaços e salas. Entretanto, optou-se por realizar a intervenção no hall de entrada do edifício, pela sua amplitude espacial e importância significativa para o CDCC/USP. A seguir, apresenta-se a descrição e análise dos processos 2D e 3D desenvolvidos na primeira etapa:

Processo 2D: A partir das imagens capturadas pela câmera 360° foi possível compreender o espaço e realizar o desenho utilizando a imagem como referencial. A imagem possibilita uma maior apreensão do espaço devido a sua capacidade de registro panorâmico do entorno, configurando-se em uma extensão do ambiente, a partir desse novo cenário que a imagem introduz é possível compreender de maneira mais clara o entorno e como ele se configura, assim serviu de embasamento para a realizar os esboços em 2D com o auxílio de uma mesa digitalizadora.

Processo 3D: de maneira análoga ao processo 2D (acima descrito), o processo 3D também objetivou compreender as espacialidades a fim de embasar, posteriormente, as investigações de projeto. Nesse sentido e, diferentemente do processo 2D, as fotografias 360° foram visualizadas utilizando o dispositivo de realidade virtual *Oculus Rift S*. E, devido à imersão das tecnologias de RV, constatou-se uma maior facilidade na apreensão das espacialidades da edificação. Assim, destaca-se como o processo de visualização das imagens 360° (em RV) ocorreu de forma semelhante a uma visita presencial ao edifício, porém à distância.

Por fim, ressalta-se que durante o processo 3D da primeira etapa foi utilizada uma maquete eletrônica (previamente fabricada) da edificação do CDCC/USP, tanto para estudar as volumetrias quanto para embasar e abrigar a intervenção projetual. Assim, essa maquete, inicialmente produzida no software Autodesk Revit (em formato BIM) por Mayara Fook em 2020 (aluna de graduação e até então pesquisadora do NELAC IAU USP), foi posteriormente adaptada pelos pesquisadores deste trabalho a fim de também abrigar (virtualmente) o espaço expositivo (objeto de estudo). Nesse sentido, enfatiza-se também que essa adaptação abrangeu a recoloração do modelo 3D; a exportação em um formato

de arquivo compatível (formato. fbx) com o software de desenho 3D e a importação desse modelo para o mesmo software (*Gravity Sketch*).

3.2. Etapa II - Processo de Projeto

A segunda etapa apresentou-se como o campo para as experimentações entre os processos de projeto com desenho 2D e 3D. Nesse sentido, o objetivo desta etapa foi explorar os diversos recursos oferecidos pelas tecnologias de desenho 2D e 3D. Assim, pontuando também as continuidades e diferenças entre os dois processos, a fim de analisá-los e compará-los. A seguir, apresenta-se a descrição e análise dos processos 2D e 3D desenvolvidos na segunda etapa:

Processo 2D: Por meio da utilização das imagens em 360° como uma base referencial e sensorial do CDCC e com o auxílio de uma mesa digitalizadora (*WACOM BAMBOO ctl-470*) e o software *Adobe Photoshop 2020*, foi possível estabelecer um veículo de análise projetual para realização do desenho. A imagem 360° nesse processo serviu como plano de fundo para realização das etapas iniciais de projeto que seria o croqui, a mesa opaca configura-se como uma alternativa a utilização do papel, ela sintetiza uma nova compreensão do processo de execução do desenho, por meio dessa tecnologia potencializa-se a forma de trabalhar o esboço e configurar novos meios de representação através de software que permite a manipulação do traço e da imagem.



Figura 2. Intervenção projetual (com desenho 2D) no CDCC/USP. Fonte: Autores, 2021.

O desenho realizado em cima da fotografia tem como base a perspectiva da imagem como referencial para realizar o traço, ao finalizar o croqui é possível analisar seu comportamento no espaço através de ferramentas presentes no Photoshop que permite analisar o comportamento do objeto no espaço panorâmico da fotografia 360°. O traço do desenho se comporta de maneira incorporada a imagem, quando se movimentava a fotografia, assim ampliando as percepções do projeto e evidenciando seu comportamento no espaço.

Processo 3D: Primeiramente, destaca-se que após a obtenção de um modelo 3D do prédio do CDCC/USP e a importação deste modelo para o espaço virtual do software de desenho 3D *Gravity Sketch* (processo já descrito na etapa I), foi necessária uma familiarização com a nova maneira de se perceber os ambientes e suas relações formais, pois a interação (em realidade virtual) entre desenhista e desenho é mais direta e imersiva: quem desenha se encontra constantemente no espaço em construção. Além disso, ao passo que desenharam-se os primeiros croquis 3D, descobriu-se quais eram as melhores maneiras de se representar as ideias.

Deste modo e, em um segundo momento, durante as investigações formais no *Gravity Sketch* (onde utilizou-se apenas a ferramenta de traço livre) foi possível constatar que com o desenho 3D (em RV), o processo de leitura/ ação de projeto é constante. Mas não apenas, percebeu-se que o croqui tridimensional atuou como maquete, de modo que a avaliação das materialidades dos espaços propostos foi instantânea. Nesse sentido, destaca-se como a dinâmica de projeção (de sim e não; de escolhas de caminhos/ ideias) é mais intensa pois há um contato ininterrupto entre desenhista e objeto.

Por último, cabe ressaltar que a maior imersão do processo de projeto em RV não necessariamente resultou em um tempo menor de duração desta etapa, se comparada ao processo 2D. A contínua interação entre desenho/ objeto e desenhista, se mostrou cansativa, assim como o uso prolongado do dispositivo *Oculus Rift S*. Desta forma e, conseqüentemente, a etapa se dividiu em diversas sessões (com duração de 30 a 40 minutos), o que interferiu na fluidez do processo criativo. Além disso, notou-se também que o tempo de cada ação propositiva foi aumentando progressivamente, pois foi necessária - com o avanço das ideias e da proposta - cada vez mais precisão e controle sobre a intervenção e o espaço tridimensional.

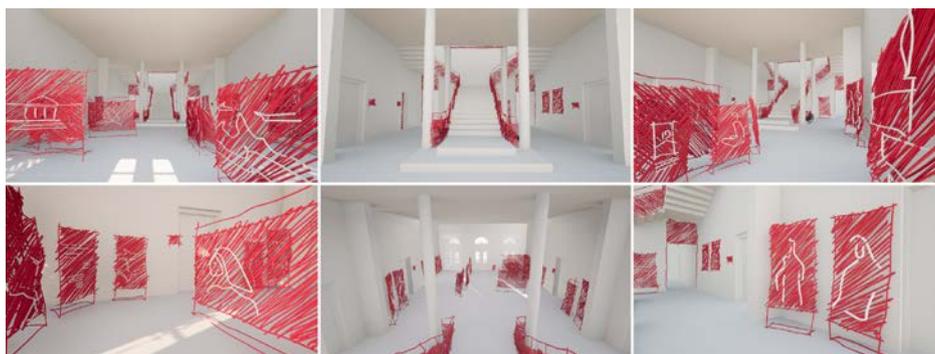


Figura 3. Intervenção projetual (com desenho 3D) no CDCC/USP. Fonte: Autores, 2021.

3.2. Etapa III - Representação e Linguagem

Por fim, objetivou-se na terceira etapa, a exploração dos recursos de representação gráfica disponibilizados pelas tecnologias presentes nos processos de desenho 2D e 3D. A seguir, apresenta-se a descrição e análise dos processos 2D e 3D desenvolvidos na terceira e última etapa:

Processo 2D: a representação do projeto por meio da hibridização do desenho digital 2D sobre as imagens 360° permite ampliar a percepção do croqui em relação ao espaço em que se insere o projeto, o desenho 2D, na dinâmica da imagem panorâmica, recria uma falsa percepção de tridimensionalidade, por meio dos recursos presentes na fotografia 360°, em que a imagem se movimenta e o traço do croque se distorce em função da angulação da imagem e atribui assim noções de movimento dinâmica na representação, contribuindo para uma analogia mais concreta do projeto.

Processo 3D: ao passo que o processo de projeto se aproxima de seu desfecho, o desenhista passa a andar mais pelo espaço, observando suas espacialidades de ângulos diferentes - ou em visão de primeira pessoa ou por uma visão mais aérea/ geral. Deste modo, é nesta etapa que as potencialidades relativas à representação se destacam: é possível, com o *Oculus Rift S*, realizar um tour pelo espaço recém criado. Mas não apenas, há a possibilidade de visualização do resultado final em diferentes escalas, em escalas maiores (1:1) para se situar e vivenciar o espaço em tamanho real e/ou escalas menores para manusear a intervenção como se fosse uma maquete.

Entretanto, cabe a ressalva de que esses recursos interessantes de representação apenas estão presentes no próprio software *Gravity Sketch* ou em ambientes de realidade virtual. Há visualização do resultado final é possível sim fora da RV, com modelos 3D e capturas de tela, porém a imersão não é a mesma. Além disso, a visualização de sombras e contrastes, no ambiente virtual e nas capturas de tela, foi considerada regular e, nesse sentido, optou-se por exportar o modelo 3D e renderizá-lo (no software *TwinMotion*), a fim de melhorar a representação final.

4. Resultados - Quadro Comparativo Qualitativo

Com base nas investigações e suas análises, foi elaborado um quadro comparativo a fim de sintetizar a comparação a respeito de ambos os processos (2D e 3D) realizados nas etapas I, II e III.

Quadro 2. Quadro comparativo qualitativo das tecnologias de desenho 2D e 3D. Fonte: Autores, 2021

| PARÂMETROS | 2D | | 3D | |
|---------------------------|---|--|---|--|
| | POTENCIALIDADES | DESAFIOS | POTENCIALIDADES | DESAFIOS |
| LEVANTAMENTO DE DADOS | Realizar estudos e esboços de forma mais prática e intuitiva com a utilização da mesa digitalizadora (WACOM BAMBOO cttl-470). / Visualização das imagens 360° utilizando o software <i>Adobe Photoshop 2020</i> configura-se como uma maneira mais acessível de apreensão do espaço do que a utilização do <i>Oculus Rift S</i> . | A apreensão espacial por meio da visualização das fotos 360° em softwares de edição não possui o mesmo grau de imersão do <i>Oculus Rift S</i> . | Visualização imersiva das fotografias 360° por meio do <i>Oculus Rift S</i> / Possibilidade de conhecer os ambientes da edificação e apreender suas espacialidades à distância, por meio da fotografia 360° e os dispositivos de realidade virtual / Processo acelerado de familiarização com a edificação. | O dispositivo de realidade virtual (<i>Oculus Rift S</i>) é pouco acessível devido ao seu alto custo e necessidade de um computador compatível e capaz de operá-lo corretamente. / Não possui grande portabilidade. |
| PROCESSO DE PROJETO | Possibilidade de edição do traço a partir de ferramentas presentes em software de edição de imagem. / Semelhanças com a utilização do papel devido ao atrito da mesa e à pressão exercida pela caneta digital. / O desenho diretamente sobre a foto 360° permite uma visualização mais explícita do resultado das intervenções no espaço. | A utilização das imagens 360° como plano de fundo para realização dos desenhos digitais por meio do <i>Adobe Photoshop</i> impossibilita apreender com precisão a profundidade do espaço, uma vez que a fotografia 360° é entendida pelo software como uma "casca" esférica. | Imersão no ambiente virtual e no espaço em construção / Visualização simultânea das espacialidades criadas / O processo de desenho 3D pode envolver a movimentação de todo o corpo / Interação direta - de leitura e análise entre desenhista e desenho 3D / O espaço virtual é modificado enquanto o desenhista está presente / O desenho, por ser tridimensional, pode ser entendido também como uma maquete. | O processo é mais lento e demorado / Cansaço, desgaste físico e mental devido ao uso prolongado do <i>Oculus Rift S</i> / Desconforto físico (tontura e enjoo) / Necessidade de um maior número de pausas e intervalos / O ambiente virtual de desenho pode causar confusão no desenhista / O desenho 3D limita a precisão de detalhamentos / Impossibilidade de obter medidas (cotagem) exatas e precisas no espaço virtual. |
| REPRESENTAÇÃO E LINGUAGEM | O software de desenho utilizado, <i>Adobe Photoshop</i> , permite salvar imagens em diversas extensões como JPEG, PNG, PDF entre outros / O desenho sobreposto à imagem 360° recria uma falsa noção de tridimensionalidade, permitindo assim apreender o projeto em função da sua dinâmica no espaço. | Após a execução do desenho na "casca" esférica da imagem 360° é necessário mesclar o desenho na imagem e, desta forma, não é possível alterar o desenho já executado. | Possibilidade (com a ferramenta "câmera" do <i>Gravity Sketch</i>) de capturar imagens do espaço 3D modificado / Possibilidade de percorrer o espaço 3D com a visão de observador, em primeira pessoa, como se o desenhista estivesse presente naquele ambiente / Visualização do modelo em diferentes escalas, inclusive em tamanho real (1:1) / Possibilidade de exportar o modelo 3D como um arquivo .obj. | Somente é possível visualizar e percorrer o espaço com níveis máximos de interação em um ambiente de realidade virtual, dentro do próprio <i>Gravity Sketch</i> / A visualização por meio de imagens 2D (sem realidade virtual) dos ambientes, afeta consideravelmente a imersão do observador / As imagens capturadas no <i>Gravity Sketch</i> precisam de tratamento posterior pois o contraste e as sombras necessitam de melhores ajustes. |

5. Discussão

Primeiramente, a incorporação de tecnologias computacionais na dinâmica projetual está cada vez mais presente e, a partir disso, o ensino de arquitetura busca se adaptar a essas novas ferramentas. Nesse sentido, a discussão referente às técnicas representativas contribui para potencialização dos seus usos na dinâmica de projeto, ampliando o leque de possibilidades na sua incorporação no ensino de Representação e Projeto de Arquitetura.

Em segundo lugar e em específico sobre o desenho 2D - mediante a mesas digitalizadoras e a foto 360° - este possibilita a ampliação da percepção gráfica e da sensibilidade da compreensão do espaço, por meio do traço e da representação do entorno do ambiente de intervenção, caracterizando-se como um veículo mais acessível para o estudo e representação do croqui em Arquitetura.

Por outro lado, sobre o desenho 3D: o usuário – por meio dos dispositivos e interfaces de realidade virtual – consegue se “materializar” em um espaço virtual e tridimensional, de modo a emergir no ambiente onde serão realizados os desenhos 3D e o processo de projeto. Nesse sentido, o nível de imersão apresenta-se elevado desde a entrada do usuário na realidade virtual e mesmo antes do processo criativo se iniciar. Além disso, a imersão apresenta-se em diversos níveis de investigação projetual; tanto em desenhos livres experimentais – mais generalistas – quanto desenhos em escalas menores e mais específicas, como de móveis, por exemplo.

Por fim, devido ao isolamento social decorrente da (COVID-19), a dinâmica pedagógica das escolas de arquitetura se encontra em um intenso processo investigativo de adequação a essa nova realidade no cotidiano educacional. Porém, esse novo cenário também apresenta limitações a serem encaradas, tanto pela falta de recursos quanto pela dificuldade de adaptações aos meios digitais, essas dificuldades vêm como sinal da importância de investigar e implementar novos meios que potencializam essa interação virtual que está cada vez mais presente.

Agradecimentos. À Pró-Reitoria de Pesquisa, de Ensino e de Extensão pela concessão de bolsas PUBs; ao CNPq pela concessão de bolsa PIBIC, de iniciação científica; ao Núcleo de Estudos de Linguagem em Arquitetura e Cidade – NELAC – pelo apoio; ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – IAU USP – pela infraestrutura; à Diretoria do CDCC/USP, pela cooperação; à FAPESP e seu projeto no. 2018/18958-0 pelo apoio; às Comissões de Pesquisa e de Cultura e Extensão Universitária do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (CPQ-IAU e CCEX-IAU), pela concessão de auxílio financeiro para inscrição em eventos científicos.

Referências

- Barazzetti, L., Previtali, M., & Roncoroni, F. (2017). 3d Modelling With The Samsung Gear 360. *Proceedings of the International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences*, Xlii-2/W3. 2017, Nafplio. Creative Commons Attribution 3.0, p. 85-90.
- Diniz, L. N., & Queiroz, J. C. de M. (2019). Ateliê de projeto – superando o paradigma: do abandono da prancheta para a inserção das ferramentas digitais. *Graphica 2019: XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*. Rio de Janeiro: ABEG, p. 45-55.
- Dresch, A.; Lacerda, D. P., & Antunes Jr, J. A. V. (2015). *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Espinoza, V. P. R. (2017). La Importancia del Dibujo en la Formación del Arquitecto: Equilibrio entre el diseño digital y el analógico. *XXI Congreso de la Sociedad Ibero-*

- americana de Gráfica Digital*, vol. 3(12). São Paulo: Blucher, p. 178-184. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/sigradi2017-028.
- Fook, M. (2020). Modelo Revit do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC/USP). Modelo virtual realizado no software de modelagem tridimensional Revit. Coleção do Centro de Divulgação Científica e Cultural.
- Fukuda, T., Novak, M. & Fujii, H. (2019). Development of Segmentation-Rendering on Virtual Reality for Training Deep-learning, Simulating Landscapes and Advanced User Experience. In J. Sousa, G. Henriques & J. Xavier (Eds.), Proceedings of 37 eCAADe and XXIII SIGraDi Joint Conference, "Architecture in the Age of the 4Th Industrial Revolution" (pp. 433-440). Porto 2019, São Paulo: Blucher. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_065.
- Kieferle, J. & Woessner, U. (2019). Virtual Reality in Early Phases of Architectural Studies Experiments with first year students in immersive rear projection based virtual environments. In J. Sousa, G. Henriques & J. Xavier (Eds.), Proceedings of 37 eCAADe and XXIII SIGraDi Joint Conference, "Architecture in the Age of the 4Th Industrial Revolution" (pp. 99-106). Porto 2019, São Paulo: Blucher. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_399.
- Lobosco, T. (2018). Virtual Reality as a tool to regain tactual procedures in digital design. *Anais do Sigradi: technopolíticas 2018 – XXII Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital*. São Paulo: Blucher, p.37-43, 2018. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/sigradi2018-1327.
- Peppers, K. et al. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, v. 24(3), p. 45–77.
- Perrone, R. A. C. (2020). Significados e usos do desenho na arquitetura. In S. H. T. Vizioli, G. L. Medeiros, J. J. Lancha & P. C. Castral (Org.). *Desenho na história: a arte, o instrumento e a mão* (chap. 4, pp. 167-178). NELAC, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da universidade de São Paulo - Brasil
- Schenk, L. R. (2010). *Os croquis na concepção arquitetônica*. São Paulo: Annablume.
- Talaba, C. (2019) Applying 3D Scanning and 360° Technologies to Complex Physical Environments; Two Prototypes to Enhance Representation Through the Sensors of Machines. *Living Architecture Systems Group White Papers 2019*. Riverside Architectural Press: Toronto, Canada. pp.349 - 366.
- Vizioli, S. H. T., & Silva, I. M. M. da. (2013). Ensino de Arquitetura e Urbanismo com auxílio de ferramentas digitais. *Anais do SIGRADI Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital*, P. 522-526.
- Voordijk, H. (2009). *Construction management and economics: The epistemology of a multidisciplinary design science*. Construction management and economics, 27. Taylor & Francis, p. 713-720, 2009.