VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo
Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

SIMULAÇÕES VIRTUAIS IMERSIVAS EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS: OS MOTORES DE JOGOS COMO PRÁTICA NO PROJETO COLABORATIVO[1]

IMMERSIVE VIRTUAL SIMULATIONS IN ARCHITECTURAL PROJECTS: GAME ENGINES AS A PRACTICE IN COLLABORATIVE PROJECT

MANDOLA, Juliana Bambini (1); GRATON, Fernando Gargantini (2), IMAI, César (3)

(1) Universidade Estadual de Londrina, juliana.bambini@uel.br

(2) Universidade Estadual de Londrina, fgraton@hotmail.com

(3) Universidade Estadual de Londrina, cimai@uel.br

RESUMO

A prática de projeto arquitetônico está mudando rápida e constantemente graças aos vastos desenvolvimentos da Tecnologia da Informação e Comunicação, onde novas dimensões de representação no mundo digital estão sendo desenvolvidas para atender às diferentes situações de projeto e garantir uma comunicação mais eficiente entre todos os agentes envolvidos. Novos instrumentos de apoio ao processo de projeto em parceria com os usuários estão sendo explorados, como é o caso das simulações virtuais imersivas por meio do uso associado dos mecanismos de jogos interativos e da tecnologia de Realidade Virtual (RV). O presente artigo tem como objetivo investigar o potencial do uso dos motores de jogos em conjunto com a RV na prática de projeto colaborativo através da elaboração de interações dentro do ambiente virtual. Esta experiência faz parte da pesquisa de mestrado da autora que, nesta etapa, visa possibilitar o desenvolvimento de uma plataforma de simulação virtual imersiva e interativa que poderá auxiliar no processo de comunicação entre usuários e projetistas e possibilitará a adoção dos motores de jogos na prática de projeto colaborativo.

Palavras-chave: *Simulação Virtual Imersiva, Motores de Jogos, Realidade Virtual, Projeto Colaborativo.*

ABSTRACT

The practice of architectural design is changing rapidly and constantly due to the vast developments in Information and Communication Technology, where new dimensions of representation in the digital world are being developed in order to meet different design situations and ensure more efficient communication between all agents involved. New instruments to support the design process in partnership with users are being explored, such as immersive virtual simulations through the associated use of interactive game mechanisms

[1] MANDOLA, Juliana Bambini; GRATON, Fernando Gargantini; IMAI, Cesar. Simulações Virtuais Imersivas em Projetos Arquitetônicos: Os motores de jogos como prática do projeto colaborativo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Anais**... Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1-10. DOI https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438146

and Virtual Reality (VR) technology. This article aims to investigate the potential of using game engines with VR in the practice of collaborative design through the elaboration of interactions in the virtual environment. This experience is part of the author's master's research which, at this stage, aims to enable the development of an immersive and interactive virtual simulation platform that can help in the communication process between users and designers and will enable the adoption of game engines in the practice of collaborative project.

***Keywords**: Immersive Virtual Simulation, Game Engines, Virtual Reality, Collaborative Design.*

1 INTRODUÇÃO

A comunicação no processo de projeto na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) tornou-se mais complexa nos últimos anos devido a diversos fatores. Segundo Tayeh e Issa (2020), a complexidade dos novos projetos aumentou a quantidade de informações compartilhadas entre os agentes envolvidos no processo de projetos, assim como aumentou a necessidade de meios de comunicação mais avançados.

Atualmente, graças aos vastos desenvolvimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação, a prática do projeto arquitetônico está mudando rápida e constantemente dentro do processo de projeto colaborativo. Embora a tradição do projeto transmita uma herança inestimável e rica de princípios, métodos e abordagens, a inovação digital não apenas oferece vantagens quantitativas, mas pode permitir o desenvolvimento de novos paradigmas, enriquecendo a complexidade das informações incorporadas nos produtos projetados (MOURA; CAMPAGNA, 2018). Juntamente com as novas mídias emergentes e as rápidas mudanças da tecnologia da informação, o mundo digital tornou-se uma tendência líder, provocando uma mudança no modo de pensar e desenvolver as etapas que fundamentam o projeto.

Apesar das diversas metodologias existentes para análise e avaliação de projetos colaborativos, ainda é necessário desenvolver novas ferramentas de apoio ao processo de projeto em parceria com os usuários. Caixeta e Fabrício (2018) afirmam a necessidade da realização de estudos focados em métodos e instrumentos bem estruturados para o Co-Design, estimulando assim a discussão do projeto entre arquitetos e usuários. Deliberador e Kowaltowski (2015) também afirmam faltar ferramentas que apoiem o processo participativo, que estimulem a discussão e resultem em um produto capaz de apoiar as etapas seguintes do processo de projeto.

Novos instrumentos de apoio ao processo de projeto em parceria com os usuários estão sendo explorados, como é o caso das simulações virtuais imersivas através do uso associado de estratégias baseadas em mecanismos de jogos interativos e na tecnologia de Realidade Virtual (RV). Estes ambientes de jogos imersivos oferecem uma experiência altamente interativa, a qual permite aos usuários leigos explorarem livremente o espaço virtual e interagirem diretamente em alguns aspectos projetuais do ambiente virtual (BUHAMMOOD et al, 2020; GEGANA et al, 2019).

Embora os benefícios da RV já tenham sido amplamente reconhecidos, criar um ambiente virtual com o nível de interatividade pretendido é difícil, uma vez que os softwares utilizados exigem um conhecimento profundo sobre a criação e a programação de videogames, assim como se torna necessário o uso de equipamentos e recursos adequados para garantir o desempenho correto da simulação (TAYEH; ISSA, 2020; GEGANA et al, 2019).

Desta forma, o objetivo deste artigo é investigar o potencial do uso dos motores de jogos em conjunto com a RV na prática de projeto colaborativo através da elaboração de interações dentro do ambiente virtual que, nesta etapa, visa possibilitar o desenvolvimento de uma plataforma de simulação virtual imersiva e interativa que poderá auxiliar no processo de comunicação entre usuários e arquitetos.

2 METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foi proposta uma abordagem através da metodologia *Design Science Research* (DSR), a qual permite que o pesquisador não se limite apenas à descrição de um determinado fenômeno, mas também projete soluções para os problemas encontrados através da elaboração de artefatos, fomentando contribuições teóricas e práticas (DRESCH et al, 2015). A etapa que será descrita neste artigo faz parte da elaboração do artefato, onde serão apresentadas as fases iniciais das configurações das interações dentro do ambiente virtual.

O intuito do artefato desenvolvido é oferecer ao usuário leigo a possibilidade de realizar alterações em tempo real no projeto simulado dentro do ambiente virtual, possibilitando não apenas uma visualização das soluções propostas, mas garantindo sua participação efetiva nas decisões do projeto. Por meio de simulações de atividades pré-programadas, como abrir e fechar portas e gavetas dos equipamentos e modificar a posição dos móveis, o usuário poderá interagir com o ambiente virtual e explorar diferentes soluções de projeto.

Desta forma, o estudo parte do princípio de que as interações propostas dentro do ambiente virtual auxiliarão na tomada de decisões dos usuários devido à sua condição imersiva e interativa. Foi possível propor interações no projeto através da programação dos comandos dentro do motor de jogos *Unreal Engine*, onde o arquiteto e o usuário poderão realizar modificações em tempo real por meio da análise de questões projetuais relacionadas à circulação, posicionamento do mobiliário, proporção, usabilidade dos equipamentos e mudanças no leiaute.

Para explorar os benefícios e contribuições das interações propostas, uma plataforma de simulação virtual imersiva e interativa foi desenvolvida e testada por meio de um protocolo pré-definido. A plataforma foi aplicada em um estudo experimental para validação dos comandos propostos e para garantir um desempenho adequado durante a simulação, podendo indicar possíveis reformulações ou mudanças a serem feitas. Cabe ressaltar que a pesquisa foi liberada pelo comitê de ética para futuras aplicações com arquitetos e usuários (número do parecer: 4.693.775).

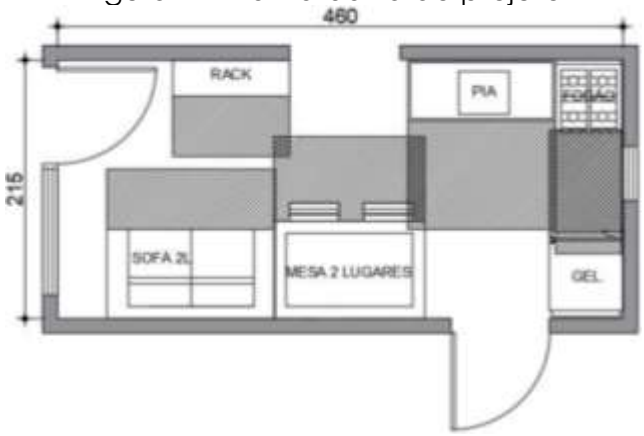
O estudo experimental foi realizado com um participante do grupo de pesquisa, o qual foi realizado por meio da simulação dentro do ambiente virtual com duração de 47 minutos. Esta etapa serviu para conferir a viabilidade técnica da ferramenta, possibilitando certificar o correto uso dos comandos e identificar limitações na simulação, as quais serão posteriormente solucionadas ou adaptadas.

3 DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE VIRTUAL

Para o desenvolvimento da plataforma de simulação imersiva e interativa, foi necessário definir um projeto base para ser reproduzido no ambiente virtual. O projeto escolhido faz parte de um estudo anterior realizado pelos autores, cujo formato e layout são usualmente utilizados em soluções de projeto com

dimensionamento mínimo (Figura 1). Para facilitar a simulação dentro do ambiente virtual, foram escolhidos dois ambientes da residência, sendo eles uma sala e uma cozinha conjugados.

Figura 1 – Planta baixa do projeto



Fonte: Autora (2021)

A programação dos comandos de interação foi realizada em três etapas, conforme é possível analisar na Figura 2. Primeiramente, a modelagem do ambiente virtual foi desenvolvida no programa *SketchUp 2020*, onde foram aplicadas as texturas dos objetos e o terreno/contexto foram modelados. Após a finalização desta etapa, foi exportado um arquivo em formato *datasmith* para inseri-lo no motor de jogos *Unreal Engine 4.25*, onde foram ajustadas as configurações finais dos materiais e da iluminação. Ainda nesta etapa, foram feitas as programações dos comandos para possibilitar as interações propostas, assim como foi desenvolvido um menu interativo para a troca do revestimento do piso e cor de uma única parede. Por fim, o Oculus Quest é conectado ao computador via wi-fi, sendo necessário utilizar os aplicativos *Virtual Desktop* e *SteamVR* para um correto funcionamento da simulação.

Figura 2 – Organograma para o desenvolvimento do ambiente virtual



Fonte: Autora (2021)

Os óculos de RV escolhidos para a experimentação do ambiente virtual foi o Oculus Quest. Estes óculos contam com um Dispositivo Acoplado à Cabeça (Head-Mounted Display) e dois controles remotos, um para cada mão, conforme Figura 3. A vantagem deste modelo está na possibilidade de uso sem fios por se tratar de um sistema de jogo integrado para RV.

Figura 3 – Oculus Quest



Fonte: http://www.oculus.com/quest (2021)

Nos primeiros testes realizados pela autora, foi possível constatar que as interações realizadas dependem de um bom processamento do programa para que não ocorra desconforto ou tontura durante a simulação. Para garantir este desempenho, é necessário utilizar um computador que possua componentes específicos de alta performance. Nesta pesquisa, foi utilizado um computador com processador AMD Ryzen 5 3600X, uma placa de vídeo Asus NVIDIA GeForce RTX 2060 6GB e memória RAM de 32 GB.

Para o desenvolvimento dos comandos no ambiente virtual, foram propostas 5 interações durante a simulação. A programação de cada interação possibilitou a realização de ações dentro do ambiente virtual, onde o arquiteto e o usuário poderão analisar o projeto virtual e realizar modificações em tempo real em alguns aspectos projetuais específicos.

- **Reconhecimento espacial:** Analisar questões espaciais do ambiente virtual através de uma primeira exploração livre;
- **Interação com os equipamentos:** Testar os equipamentos dentro da simulação virtual de acordo com suas funções individuais, como abrir/fechar a porta da geladeira, abrir/fechar o forno e abrir/fechar as gavetas e armários da pia;
- **Modificação do leiaute do mobiliário:** Modificar a posição dos móveis, os quais estão configurados para que o participante consiga segurá-los e movê-los dentro do ambiente virtual;
- **Redimensionamento do ambiente:** Modificar o dimensionamento interno do ambiente conjugado, sendo possível aumentar os ambientes em 30cm, 60cm ou 90cm (medida estabelecida para melhor percepção do usuário dentro do ambiente virtual);
- **Escolha dos materiais:** Modificar os materiais a partir de opções pré-determinadas. As superfícies modificáveis serão: piso com 3 opções de revestimentos e uma parede com 3 opções de cores.

A partir da finalização da programação dos comandos dentro do motor de jogos e dos testes realizados pela autora, a plataforma passou por um estudo experimental para análise das interações propostas.

4 ESTUDO EXPERIMENTAL DO AMBIENTE VIRTUAL

Para a condução da simulação na plataforma e validação das interações propostas, foi elaborado um protocolo de aplicação com base na fundamentação teórica consultada. O protocolo foi aplicado durante toda a simulação, auxiliando o participante no decorrer da experiência e possibilitando a coleta de informações enquanto o usuário estava imerso no ambiente virtual.

O estudo experimental foi realizado com um participante do grupo de pesquisa. Esta etapa serviu para conferir a viabilidade técnica da ferramenta, possibilitando certificar o correto uso dos comandos e identificar limitações na simulação, as quais serão posteriormente solucionadas ou adaptadas. A simulação foi realizada em ambiente amplo e sem obstáculos, com metragem de 18,4m².

Figuras 4 e 5 – Participante no ambiente virtual durante o estudo experimental



Fonte: Autora (2021)

Devido ao atual cenário da pandemia do vírus Covid-19, foram tomadas as precauções necessárias para garantir a segurança do participante: a simulação foi realizada respeitando o distanciamento recomendado, o ambiente de simulação possuía ventilação adequada e todos os aparelhos utilizados foram esterilizados e higienizados com álcool 70 antes e após a simulação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da experiência com a dinâmica da simulação e das considerações realizadas pelo participante, é possível identificar no quadro a seguir os pontos positivos e negativos das interações propostas durante a aplicação do protocolo (Quadro 1).

Quadro 1 – Interações propostas na plataforma virtual

INTERAÇÃO DO USUÁRIO	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
RECONHECIMENTO ESPACIAL 	A interação permitiu andar livremente pelo ambiente, tendo uma observação 360 graus dos dois cômodos. Houve sensação de real imersão dentro do projeto. Foi possível observar o ambiente virtual sob diversas perspectivas e ângulos.	Algumas áreas da simulação estavam sem cobertura da rede wi-fi, provocando travamentos nos óculos devido à falha de transmissão. Não foi possível analisar o exterior da casa.
INTERAÇÃO COM OS EQUIPAMENTOS 	A interação permitiu abrir e fechar as portas e gavetas dos móveis e dos equipamentos, sendo possível identificar conflitos de circulação e colisões entre o mobiliário. Foi possível averiguar questões de ergonomia (alturas e acessibilidade dos móveis).	Alguns equipamentos estavam mal configurados e acabaram não tendo o comportamento esperado. Dificuldades em ativar o comando para pegar as maçanetas/puxadores de alguns móveis.
MODIFICAÇÃO DO LEIAUTE DO MOBILIÁRIO 	A interação facilitou o desenvolvimento de diferentes leiautes com os móveis existentes e identificou possíveis melhoras na circulação do ambiente. Foi possível constatar que o mobiliário proposto não atendeu à demanda do projeto (faltaram alguns móveis e equipamentos na simulação).	Dificuldade em posicionar os móveis alinhados à parede e ao chão. Em alguns casos, os móveis desapareceram e "caíram" no chão, gerando certa dificuldade para reposicioná-los devido à configuração de colisão do mobiliário.
REDIMENSIONAMENTO DO AMBIENTE 	A interação permitiu analisar aumentos no dimensionamento da casa, assim como possibilitar a exploração de novos leiautes e da circulação dos cômodos.	Falta de destaque (realce) do botão acionado. Impossibilidade de voltar ao tamanho original após a movimentação dos móveis.
ESCOLHA DOS MATERIAIS 	A interação permitiu escolher e analisar diferentes opções de revestimentos e cores de forma prática, fácil e rápida. Os materiais escolhidos eram realistas e o menu proposto facilitou a escolha do participante.	Falta de destaque (realce) do botão acionado. Opções limitadas de revestimentos e cores. A troca de revestimentos e cores eram limitadas à algumas superfícies pré-estabelecidas.

Fonte: Autora (2021)

Além dos resultados encontrados sobre as interações, o estudo experimental possibilitou identificar alguns problemas funcionais da ferramenta, os quais geraram requisitos básicos para garantir o correto funcionamento e desempenho do ambiente virtual:

- Conexão dos óculos com a rede wi-fi: Inicialmente, problemas relacionados à conexão dos óculos com a rede wi-fi foram destacados, visto que o participante constatou sentir certa vertigem nos primeiros minutos da simulação. Foi possível solucionar o problema utilizando um repetidor de rede wi-fi TP-Link TL-WA850RE. Para futuras simulações, se torna necessário garantir

uma conexão com alta potência para evitar vertigens e tonturas.

- Espaço físico com dimensionamento adequado: Outra questão levantada foi a necessidade de realizar a experiência completa da simulação em um espaço físico com dimensionamento adequado, garantindo uma exploração livre e sem obstáculos. Apesar do espaço disposto para a simulação, ao propor um redimensionamento do espaço virtual em 90cm, os pilares do ambiente atrapalharam as interações realizadas pelo participante.
- Tempo de simulação: O tempo de simulação também foi um fator agravante. Devido às diversas interações propostas em uma única sessão de simulação, o participante comentou ser desconfortável ficar muito tempo dentro do ambiente virtual. Uma possível solução seria propor interações reduzidas, focadas em aspectos específicos como acessibilidade ou funcionalidade. Para simulações futuras, será necessário limitar o tempo ou propor interações reduzidas, pois discutir diversos aspectos projetuais em uma única sessão de simulação pode cansar o participante.
- Sugestões para simulações futuras: algumas sugestões foram levantadas para proporcionar uma melhor experiência imersiva ao usuário, como a possibilidade do participante sair e entrar da casa, tendo uma visualização geral externa para facilitar o reconhecimento do projeto; propor a troca de revestimentos e cores nas demais superfícies do ambiente, como o teto e as paredes; propor uma simulação noturna para analisar aspectos de iluminação artificial dos dois ambientes; integrar efeitos sonoras à simulação, melhorando a experiência imersiva; modificar o formato da mão para chegar a uma versão mais humanóide, e não robótica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços tecnológicos das simulações virtuais no processo de projeto colaborativo, pouco se fala dos parâmetros necessários para assegurar um desempenho adequado das simulações virtuais imersivas e, assim, propiciar um ambiente confortável, seguro e que encoraja a participação dos futuros usuários. Este artigo explorou a possibilidade de utilizar um Motor de Jogos em conjunto com a RV para apoiar as etapas iniciais de projeto no processo em conjunto com o usuário. Através da programação dos comandos dentro do *Unreal Engine*, foi possível propor interações no projeto, onde o arquiteto e o usuário poderão realizar modificações em tempo real em alguns aspectos projetuais específicos.

A partir das experiências prévias e das considerações realizadas pelo participante durante o estudo experimental, foi possível verificar questões relacionadas ao funcionamento e desempenho do ambiente virtual, assim como possibilitar a viabilidade técnica da ferramenta. No que diz respeito às interações propostas, constatou-se que serão necessárias reformulações dos comandos dentro do motor de jogos para garantir que o participante realize as modificações sem dificuldades ou erros durante a simulação.

Quanto aos problemas relacionados à funcionalidade da ferramenta, poucos ajustes serão necessários. Apesar dos Oculus Quest sem fio permitir uma experiência mais confortável e realista pela liberdade dada ao participante em explorar livremente o cenário proposto, alguns cuidados devem ser tomados para garantir o correto desempenho do ambiente virtual, como ter uma alta potência na conexão via wi-fi e garantir a realização da simulação em um espaço físico com

dimensionamento adequado e sem obstáculos.

Apesar dos erros identificados, a ferramenta desenvolvida demonstrou um bom funcionamento durante as simulações e apresenta potencial para contribuir significativamente no novo panorama prático da realização de projetos. As descobertas neste estudo podem fornecer orientações para o emprego de cenários do uso dos Motores de Jogos dentro da RV, o qual poderá incentivar a participação dos usuários durante o processo de projeto colaborativo. Para isso, é fundamental uma seleção criteriosa dos aspectos a serem focados no projeto do ambiente virtual para o sucesso de sua implantação.

6.1 Pesquisas Futuras

A partir das constatações realizadas, o artefato proposto será futuramente reformulado para solucionar os problemas identificados. Dessa forma, a pesquisa dará continuidade à abordagem da metodologia DSR, a qual consiste em testar e reformular o artefato, sempre que necessário, para encontrar as soluções mais satisfatórias aos problemas discutidos.

A validação do ambiente virtual desenvolvido foi um passo importante para explorar as potencialidades das simulações baseadas em motores de jogos como ferramenta de projeto. Partindo do cenário base desenvolvido neste estudo, será possível desenvolver diferentes cenários futuros e, assim, tornar o envolvimento do usuário no processo de projeto mais eficaz em comparação com as ferramentas e abordagens de projeto tradicionais. Os recursos dos motores de jogos como os diálogos interativos; a liberdade dos usuários para explorar os cenários; o suporte para a implementação de interações complexas e os recursos gráficos visuais em tempo real e de alta fidelidade prometem contribuir para a comunicação dos agentes envolvidos no processo de projeto colaborativo.

Por fim, estudos futuros também devem se concentrar na avaliação da plataforma de simulação do ponto de vista dos profissionais da área de AEC, os quais poderão auxiliar nas discussões acerca da aplicabilidade dessa ferramenta nos processos de projeto, podendo ser incluída em apresentações de projetos para clientes, reuniões e na área da educação. Uma vez testados e aprovados pelos especialistas em projetos, a ferramenta será posteriormente utilizada em conjunto com os usuários para verificar quais informações poderão ser coletadas nas etapas iniciais de projeto.

REFERÊNCIAS

BUHAMMOOD, A.H.; ABANDA, F.H.; GARSTECKI, P.; MANJIA, M.B.; PETTANG, C.; ABDULLAHI, A.M. **Coupling BIM and Game Engine Technologies for Construction Knowledge Enhancement.** Int. J. Gaming Comput. Mediat. Simulations, 12, 38-63, 2020.

CAIXETA, M. C. B. F.; FABRICIO, M. M. Métodos e Instrumentos de Apoio ao Co-Design no Processo de Projeto de Edifício. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 111-131, jan/mar 2018.

DELIBERADOR, M. S.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **O Jogo como Ferramenta de Apoio ao Programa Arquitetônico de Escolas Públicas.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas – SP, v. 6, n. 2, p. 85-102, junho 2015. Disponível em <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/ 8634985>. Acesso em: 10 de jun. 2020.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

GEGANA, G.; THIODORE, J.; GUNAWAN, F. **Study of Lighting and Material Iterations in Full Scale Model Using Virtual Reality and Interactive Architectural Representation.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 238. 012025. 10.1088/1755-1315/238/1/012025, 2019.

MOURA, A. C. M.; CAMPAGNA, M. **Co-Design: digital tools for knowledge-building and decision-making in planning and design.** DisegnareCON, v. 11, n. 20, june 2018.

TAYEH, R.; ISSA, R. Interactive Holograms for Construction Coordination and Quantification. **Journal of Management in Engineering.** 36. 04020079. 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000847, 2020.