

## TUTORIAL DE MONTAGEM DE MOBILIÁRIO EM REALIDADE AUMENTADA

Palavras-Chave: Realidade Expandida, tutorial, montagem de mobiliário

Autoras:  
Patrícia Silva de Oliveira, FECFAU – Unicamp  
Profª. Drª. Ana Regina Mizrahy Cuperschmid, FECFAU – Unicamp

### INTRODUÇÃO

A montagem de móveis pode ser uma tarefa desafiadora, especialmente para aqueles que não têm experiência prévia ou habilidades técnicas específicas. Para ajudar os usuários a montar seus móveis, muitas empresas fornecem manuais de instruções impressos que geralmente incluem ilustrações e etapas passo a passo para orientar o processo de montagem. No entanto, muitas vezes esses manuais impressos podem ser confusos ou difíceis de seguir, o que pode levar a erros na montagem e, conseqüentemente, a móveis instáveis ou mal construídos. Uma das principais razões para isso é a falta de clareza nas instruções e ilustrações, que podem ser ambíguas ou inconsistentes.

O desafio fica ainda maior se for considerada a possibilidade de manufatura de mobiliário do tipo “faça você mesmo” (*Do It Yourself – DIY*). Nessa situação, há ainda o desafio de produzir as peças do mobiliário, que muitas vezes contam com tecnologias de difícil acesso para a maioria da população brasileira como cortadoras a laser e máquinas de Controle Numérico por Computador (CNC). Portanto, faz-se necessário considerar a facilidade de acesso desde o material a ser utilizado, os equipamentos para construção até o tutorial para sua montagem.

Sistemas imersivos vêm sendo estudados para auxiliar a montagem de componentes, em especial a Realidade Aumentada (RA) (GRUM; GRONAU, 2020; CHIKARADDI et al., 2022). A utilização da RA pode estar atrelada a várias aplicações no setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação, como a visualização de interiores para imóveis (VIEIRA; CUPERSCHMID, 2019), educação patrimonial (CERÁVOLO; CUPERSCHMID; FABRÍCIO, 2022), detecção de conflitos em projetos (SANTIAGO; SKUBS; CUPERSCHMID, 2021) e mesmo para auxiliar os estágios iniciais em concepção de projetos (SOUZA; CUPERSCHMID; MOREIRA, 2022). É evidente as vantagens que os sistemas de RA podem proporcionar para o setor, em especial para montagem de componentes (CUPERSCHMID; SAKAMOTO, 2021), móveis (CHIKARADDI et al., 2022), e mesmo sistemas de *wood-frame* (CUPERSCHMID; GRACHET; FABRÍCIO, 2016).

Esse sistema pertence ao espectro da Realidade Expandida (*Extended Reality - XR*), termo atualmente difundido que abrange as diversas realidades, englobando a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Misturada (AL-ADHAMI; WU; MA, 2019; STALS; CALDAS, 2020; LEE; YOO, 2021). Um campo em ascensão em Realidade Expandida é a WebXR (*Web Extended Reality*), implementada em navegadores *web*. A WebXR elimina a necessidade de realizar *download* do conteúdo a ser experienciado ou mesmo de instalar algum aplicativo, assim, o conteúdo pode ser acessado diretamente por *desktop*, *smartphone* ou *Head Mounted Display* (HMD). É nesse contexto em que a WebXR se torna um recurso potencial para aplicações de RA, uma vez que a integra à *web* a partir de *frameworks* que possuem uma *Application Programming Interface* (API) para customização das experiências.

Isso leva à principal questão desta pesquisa: em que medida poderia um sistema de RA, por meio de dispositivos de *smartphone* ou HMD, habilitar os usuários na montagem de mobiliário? Para responder a isso, buscou-se utilizar a RA por meio da tecnologia WebXR e avaliar o desempenho dos usuários em diferentes dispositivos: *smartphones* e HMDs. Entretanto, o desenvolvimento de tutorial em WebXR consistiu no maior desafio desta proposta. Mesmo com suas vantagens e potenciais, a WebXR também apresenta dificuldades, pois exige considerações acerca da manipulação de escala e qualidade do modelo 3D, de uma possível latência durante o seu uso, além da necessidade de conhecimento em programação e ferramentas de *software* especializadas para sua elaboração.

Vale ressaltar que esta Iniciação Científica está apoiando um projeto da orientadora, Profª. Dra. Ana Cuperschmid, que envolve o desenvolvimento de projetos de mobiliários para as áreas comuns da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) - Unicamp. A partir dos mobiliários projetados, será possível fazer uso do tutorial de montagem em RA e comparar se a forma de visualização nesse modo impacta os níveis de dificuldade da montagem.

Ao empregar a tecnologia de RA para facilitar a montagem de móveis, o projeto tem o potencial de alcançar um número significativo de pessoas, de diferentes regiões e, inclusive, em um contexto de poucos recursos, evidenciando assim a importante integração entre *design*, funcionalidade e sociedade.

### METODOLOGIA

Buscou-se, com este projeto, propor um sistema de RA que tornassem visíveis e explícitas as etapas de montagem de móveis. Por isso, a metodologia *Design Science Research* foi adotada no processo de pesquisa. O objetivo da *Design Science Research* é produzir conhecimento aplicável e útil para a resolução de problemas, aprimorar sistemas existentes e criar novas soluções ou artefatos (LACERDA et al., 2013). Esse método permite a criação e avaliação de artefatos de Tecnologia da Informação projetados com base em um problema de pesquisa (PEFFERS et al., 2007), contribuindo para o conhecimento existente alcançando soluções para questões não triviais de maneira inovadora (PIIRAINEN; GONZALEZ, 2013).

O processo desta pesquisa consistiu em 4 (quatro) etapas principais:

#### (1) Compreensão do problema

Nesta fase, foram pesquisadas ferramentas gratuitas de desenvolvimento de sistemas WebXR que pudessem ser utilizadas para elaboração de tutoriais em RA. As considerações acerca das ferramentas analisadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Ferramentas de desenvolvimento de sistemas WebXR pesquisadas na etapa 1.

Plataforma	Versão gratuita	Contras (versão gratuita)	Valor mensal	Prós	Observações	Útil
8th Wall (2024)	Sim (14 dias)	NSA	\$ 9	NSA	Não foram realizados testes, pois a ferramenta model-viewer já havia sido selecionada para prosseguir com a pesquisa.	NSA

Awe (2024)	Sim	O modo <i>no-code</i> não permite adicionar botões; há limite de 3 cenas na versão gratuita e de 10 cenas na paga.	\$ 12	Permite adicionar código em Javascript.	Solicitada versão gratuita/estudantil em 05/10/2023; negada em 19/10/2023).	Sim
Blippar (2024)	Sim (com limitações)	Não é permitido publicar projetos para visualização e não é possível customizar as páginas.	£ 7,99	Sem considerações relevantes.	Uso desconsiderado.	Não
EasyAR (2024)	Sim (com limitações)	A versão gratuita tem limite de 100s para visualização usando óculos XR.	\$ 39	Sem considerações relevantes.	Não foram realizados testes, pois a ferramenta model-viewer já havia sido selecionada para prosseguir com a pesquisa.	NSA
Hololink (2024)	Sim (30 dias)	Limite diário de visualizações QR Code (não informa quantas).	\$ 98	Interface intuitiva e recursos suficientes para apresentação do modelo.	Problemas de visualização em alguns modelos de celular; solicitada versão gratuita/estudantil em 05/10/2023; adquirida licença de 1 ano, em 25/10/2023.	Sim
Model-viewer (2024 A)	Sim	Sem considerações relevantes.	Gratuito	É <i>Open source</i> , permite incluir diversos recursos através de programação.	Não armazena dados.	Sim
My WebAR (2024)	Sim (14 dias)	A versão gratuita é extremamente limitada; recursos disponíveis são insuficientes para o objetivo da pesquisa (não há como fazer animações, por exemplo); multicenas e extensões apenas na versão paga.	\$ 39	Sem considerações relevantes.	Solicitada versão gratuita/estudantil em 05/10/2023, mas não houve resposta até o momento da publicação deste resumo.	Sim
PlayCanvas (2024)	Sim	Qualquer movimentação no modelo exige código em Javascript.	Gratuito	Sem considerações relevantes.	Uso desconsiderado.	NSA
Web-AR. Studio (2024)	Sim (com limitações)	Visualização em RA não tem SLAM e só é possível mediante instalação de aplicativo.	\$ 5	Versão paga permite visualização em RA direto no browser.	Não foram realizados testes, pois a ferramenta model-viewer já havia sido selecionada para prosseguir com a pesquisa.	NSA
XR+ (2024)	Sim (com limitações)	Limite de 5 cenas na versão gratuita.	\$ 99	Permite adicionar botões.	Solicitada versão gratuita/estudantil em 05/10/2023; negada em 19/10/2023.	Sim
Zapworks (2024)	NSA	Compilado de plataformas RA e jogos.	NSA	Sem considerações relevantes.	Uso desconsiderado.	Não

NSA = Não se aplica

## (2) Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas

Foram realizados testes nas ferramentas da etapa 1 e, conforme desempenho dos recursos oferecidos, o componente model-viewer (2024 A) foi o que melhor se adequou à finalidade da pesquisa.

O model-viewer (2024 A) é um componente gratuito que permite a visualização e interação com modelos 3D na web e através do recurso de RA. Pode ser utilizado em dispositivos *Android* e *iOS*, compatíveis com *ARCore*, e com as versões principais de todos os navegadores para *desktop* e dispositivos móveis. É *open source*, ou seja, permite atribuir ao aplicativo as configurações desejadas através de programação, e possui o recurso de utilização do *simultaneous localization and mapping (SLAM)*, que permite a fixação do objeto virtual em uma superfície real.

### (3) Projeto e desenvolvimento do artefato

O sistema de RA foi desenvolvido em plataforma *web* para permitir maior abrangência, dada a possibilidade de utilização de *smartphones* para tal sem a necessidade de instalar aplicativos. Dado que a visualização do conteúdo só ocorre *online*, foi utilizado o FileZilla (2024), *software* de *File Transfer Protocol* (ftp) que hospeda os arquivos no site (ANA CUPER, 2024) da orientadora.

Utilizando o SketchUp for Web (2024), versão gratuita do programa, foram modeladas, em 3D, duas propostas de mobiliários: uma banqueta, para servir de tutorial do aplicativo, e uma poltrona como protótipo DIY oficial do aplicativo. Para simular cada etapa de montagem e execução das peças dos móveis, as animações desses elementos foram realizadas no Blender 4.0 (2024), que possui licença gratuita.

Fazendo uso das linguagens de programação html e javascript, até então desconhecidas pela aluna autora deste projeto, foram desenvolvidos artefatos do tipo instanciação utilizando o model-viewer (2024 A), facilitados pelo emprego de *API References* (2024 B; 2024 C) e de inteligência artificial (IA) - Chat GPT 3.5 (2024). Assim, o artefato adquiriu uma *interface* amigável, onde usuários de *smartphones* com sistema Android têm acesso ao modo RA com o tutorial de montagem, botões para controle das animações 3D e visualização de textos com instruções gerais e descrição de etapas.

### (4) Avaliação

O processo foi avaliado por observação da aluna e orientadora. Os resultados foram comparados para avaliar a efetividade e eficiência do sistema proposto, tendo em vista os diversos fatores envolvidos: formação, experiência prévia, tipo de dispositivo, tempo de execução, entre outros.

Para a avaliação, também será considerada a experiência de alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, bem como de pessoas externas à Unicamp, que participarem de uma disciplina de Extensão voltada a pessoas interessadas na autoconstrução de mobiliário. Nesta disciplina, que será oferecida pela Profa. Dra. Ana Cuperschmid, os estudantes serão separados em dois grupos, no qual um utilizará *smartphone* e, o outro, HMD, devendo cada um montar os móveis utilizando o equipamento designado

## RESULTADOS

Apesar das dificuldades em manipular animações 3D e fazer uso de programação, que não são ensinadas no curso de Arquitetura e Urbanismo, foi possível, mediante a pesquisa, vencer as dificuldades iniciais e atingir um resultado satisfatório: o sistema de RA foi desenvolvido, conforme pretendido, em plataforma *web*, possibilitando a utilização completa dos recursos através de *smartphones* com sistema Android, sem a necessidade de instalar aplicativos.

Os produtos desse projeto serão disponibilizados publicamente no site do XRLab (laboratório coordenado pela proponente) contendo: as imagens dos mobiliários, a especificação dos materiais, a planilha de corte, os equipamentos necessários para montagem, um QR code e *link* para acesso ao sistema de RA que terá o tutorial de montagem. Assim, os resultados não serão somente alvo de publicações, mas também contribuirão para a sociedade à medida que habilitam as pessoas na montagem de móveis que poderão ser utilizados por todos os interessados, beneficiando a comunidade interna e externa à Unicamp.

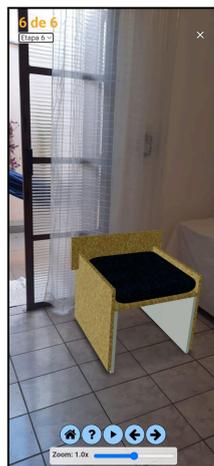
Os resultados finais podem ser observados nas figuras 1 a 3, e acessados no *link* ou *QRCode* abaixo:



<https://anacuper.com/webxr/index.html>



**Figura 1** - Tela "Banco DIY": visualização em *smartphone* com sistema Android\*



**Figura 2** - Tela "RA": visualização em *smartphone* com sistema Android\*



**Figura 3** - Tela "Banco DIY": visualização em *desktop*\*\*

\*Os recursos completos do modo RA podem ser utilizados em *smartphones* com sistema Android. Em dispositivos do tipo HMD ou com sistema iOS, a visualização em RA se restringe às animações 3D produzidas.

\*\*O botão "Ver em RA" está disponível somente em navegadores *web* de *smartphones*, uma vez que o propósito deste tutorial é ser utilizado para auxiliar a montagem dos móveis em um contexto em que se faz necessário movimentar e, por vezes, sobrepor aos elementos físicos em tempo real.

## REFERÊNCIAS

- AL-ADHAMI, M.; WU, S.; MA, L. Extended Reality Approach for Construction Quality Control. Em: CIB World Building Congress, Hong Kong. Anais[...] Hong Kong: 2019.
- ANA CUPER. Ana Cuper, 2024. Página inicial. Disponível em: <<https://anacuper.com/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997. ISSN 15513963.
- BLENDER 4.0. Blender, 2024. Home page. Disponível em: <<https://www.blender.org/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- CERÁVOLO, A. L.; CUPERSCHMID, A. R. M.; FABRICIO, M. M. Realidade Expandida para educação patrimonial: arquitetura moderna brasileira. Em: PATRIMÔNIO 4.0: Conectando dimensões da realidade, 1., Goiânia. Anais[...] Goiânia: LaSUS FAU, 2022. Disponível em: [www.patrimonio40.tec.br/anais/](http://www.patrimonio40.tec.br/anais/)
- CHATGPT 3.5. ChatGPT, 2024. Home page. Disponível em: <<https://chat.openai.com/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- CHIKARADDI, A. K. et al. ARFA-QR Code Based Furniture Assembly Using Augmented Reality. Em: KARRUPUSAMY, P.; BALAS, V. E.; SHI, Y. (Ed.). SUSTAINABLE COMMUNICATION NETWORKS AND APPLICATION, ICSCN 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. [s.l.: s.n.]93p. 321–334. DOI 10.1007/978-981-16-6605-6\_23.
- CUPERSCHMID, A. R. M.; FREITAS, M. R. DE; RUSCHEL, R. C. Tecnologias que suportam Realidade Aumentada empregadas em Arquitetura e Construção. Cadernos do PROARQ Rio de Janeiro, p. 23, 2012. DOI <http://www.doi.org/10.5151/despro-sigradi2016-756>.
- CUPERSCHMID, A. R. M.; GRACHET, M. G.; FABRÍCIO, M. M. Development of an Augmented Reality environment for the assembly of a precast wood-frame wall using the BIM model. Ambiente Construído, v. 16, n. 4, p. 63–78, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212016000400063&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212016000400063&lang=pt)
- CUPERSCHMID, A. R. M.; SAKAMOTO, M. H. Augmented Reality Based on Object Recognition for Piping System Maintenance. Journal of Architectural Environment & Structural Engineering Research, v. 04, n. 02, p. 38–44, 2021. ISSN 2630-5232. DOI 10.30564/jaeser.v4i2.3305. Disponível em: <https://ojs.bilpublishing.com/index.php/jaeser/article/view/3305>
- FILEZILLA 3.66.5. FileZilla, 2024. Home page. Disponível em: <<https://filezilla-project.org/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- GRUM, M.; GRONAU, N. Adaptable Knowledge-Driven Information Systems Improving Knowledge Transfers. Em: SHISHKOV, B. (Ed.). BUSINESS MODELING AND SOFTWARE DESIGN, BMSD 2020. Lecture Notes in Business Information Processing. [s.l.: s.n.]391p. 202–220. DOI 10.1007/978-3-030-52306-0\_13.
- KIPPER, G.; RAMPOLLA, J. AUGMENTED REALITY: An Emerging Technologies Guide to AR. 1. ed. Waltham: Elsevier, 2013. ISBN 978-1-59749-733-6.
- LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. Gestão & Produção, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013. ISSN 0104-530X. DOI 10.1590/S0104-530X2013005000014. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n4/aop\\_gp031412.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n4/aop_gp031412.pdf)
- LEE, Y.; YOO, B. XR collaboration beyond virtual reality: Work in the real world. Journal of Computational Design and Engineering, v. 8, n. 2, p. 756–772, 2021. ISSN 22885048. DOI 10.1093/jcde/qwab012.
- MILGRAM, P.; COLQUHOUN, H. A taxonomy of real and virtual world display integration. Mixed reality: Merging real and virtual worlds, v. 1, n. January 2001, p. 1–26, 1999. DOI 10.1007/978-3-642-87512-0.
- MODEL-VIEWER. model-viewer, 2024 A. Home page. Disponível em: <<https://modelviewer.dev/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- MODEL-VIEWER. model-viewer, 2024 B. Documentation. Disponível em: <<https://modelviewer.dev/docs/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- MODEL-VIEWER. model-viewer, 2024 C. Examples. Disponível em: <<https://modelviewer.dev/examples/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- PEFFERS, K. et al. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, v. 24, n. 3, p. 45–77, 1 dez. 2007. ISSN 0742-1222. DOI 10.2753/MIS0742-1222240302. Disponível em: <http://mesharpe.metapress.com/index/276818W6PN4T5483.pdf%5Cnhttp://mesharpe.metapress.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.2753/MIS0742-1222240302>
- PIIRAINEN, K. A.; GONZALEZ, R. A. Seeking Constructive Synergy: Design Science and the Constructive Research Approach. Em: J. VOM BROCKE ET AL. (Ed.). Design Science at the Intersection of Physical and Virtual Design. [s.l.] Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. p. 59–72. ISBN 00243469.
- SANTIAGO, C. C.; SKUBS, D.; CUPERSCHMID, A. R. M. Realidade Aumentada para a detecção de conflitos em projetos: proposta de aplicativo. Em: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3, Porto Alegre. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/581>
- SCHMALSTIEG, D.; HÖLLERER, T. Augmented Reality: Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley, 2016. ISBN 9780321883575.
- SKETCHUP FOR WEB. SketchUp For Web, 2024. Home page. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/products/sketchup-for-web>>. Acesso em: 09 de mar. de 2024.
- SKUBS, D.; CUPERSCHMID, A. R. M. HMDS para Realidade Aumentada em AECO: características fundamentais para seleção de dispositivos. Arquitetura Revista, v. 18, n. 2, p. 160–182, 2022. ISSN 1808-5741. DOI 10.4013/arq.2022.182.03. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/24350>. Acesso em: 7 dez. 2022.

SOUZA, L. N. de; CUPERSCHMID, A. R. M.; MOREIRA, D. de C. Augmented Reality Using Cuboid Tracking as a support for Early Stages of Architectural Design. Em: XVI International Research Conference Proceedings, Copenhagen. Anais[...] Copenhagen: international scholarly and scientific research & innovation, 19 jul. 2022. ISSN 1307-6892. Disponível em: <https://attachments.waset.org/22/ebooks/july-2022-in-copenhagen-2022-07-01-02-19-47.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

STALS, A.; CALDAS, L. State of XR research in architecture with focus on professional practice—a systematic literature review. *Architectural Science Review*, 2020. ISSN 17589622. DOI 10.1080/00038628.2020.1838258.

VIEIRA, V. B.; CUPERSCHMID, A. R. M. Realidade Virtual aplicada ao marketing imobiliário: alternativas tecnológicas. Em: 2o Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, Campinas. Anais[...] Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/134>