2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE AMBIENTES VIRTUAIS NO PROCESSO DE COLABORAÇÃO EM PROJETOS[1]

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

RESUMO

Os ambientes virtuais têm sido instrumentos cada vez mais utilizados em processos de colaboração em projetos relacionados à Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Entretanto, para promover um maior engajamento dos usuários leigos nas tomadas de decisões, torna-se necessário a utilização de ferramentas que estimulem e incentivem sua participação nas etapas prévias do projeto. Devido à constante evolução da tecnologia, realizar uma análise destas ferramentas ao longo dos anos pode apresentar uma importante contribuição na prática projetual colaborativa. O objetivo deste artigo é analisar os estudos voltados à utilização de tecnologias de ambientes virtuais nos processos de colaboração em projeto nos últimos 10 anos através da Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Os resultados possibilitam analisar quais são as áreas de pesquisa, a evolução das publicações e a similaridade das palavras-chave. Por fim, são analisados os termos e conceitos utilizados referentes ao assunto abordado, contribuindo com discussões e recomendações para futuras pesquisas sobre a RSL.

Palavras-chave: *Processo de Projeto, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Realidade Mista, Projeto Colaborativo, Projeto Participativo, Co-Design.*

ABSTRACT

The virtual environments have been increasingly used in collaboration processes in projects related to Architecture, Engineering and Construction (AEC). However, in order to promote greater engagement of lay users in decision-making, it is necessary to use tools that encourage their participation in the initial stages of the project. Due to the constant evolution of technology, conducting an analysis of these tools over the years can make an important contribution to collaborative design practice. The objective of this article is to analyze studies aimed at the use of technologies for virtual environments in collaboration processes in projects in the last 10 years through the Systematic Literature Review (SLR). The results make it possible to analyze what are the research areas, the evolution of publications and the similarity of keywords. Finally, the terms and concepts used are analyzed, contributing to discussions and recommendations for future research on SLR.

Keywords*: Design Process, Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, Collaborative Design, Participatory Design, Co-Design.*

[1] MANDOLA, Juliana Bambini; GRATON, Fernando Gargantini; IMAI, Cesar. Revisão Sistemática sobre Ambientes Virtuais no Processo de Colaboração em Projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em diversas áreas, a colaboração entre grupos e indivíduos tem se tornado um processo decisivo para produzir inovação, qualidade e confiabilidade no desenvolvimento de sistemas e produtos. No que diz respeito à área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), é de extrema relevância garantir e incentivar a participação dos usuários no projeto, uma vez que a edificação projetada precisa satisfazer as necessidades especificadas para apresentar uma qualidade arquitetônica adequada, sendo precedida pela compreensão do ponto de vista, das metas e dos desejos dos clientes e futuros usuários (VOORDT, WEGEN, 2013). Apesar da colaboração em projetos gerar discussões até os dias de hoje, a prática da criatividade coletiva existe há aproximadamente 40 anos sob o nome de projeto participativo (SANDERS; STAPPERS, 2008). Novos termos foram adotados no decorrer da história e, hoje, já são conhecidos e consolidados pelos projetistas. Conceitos como projeto colaborativo, design centrado no usuário e co-design são utilizados por diversos autores para explicar a colaboração do usuário em diferentes etapas do projeto.

Com o objetivo de auxiliar o processo de comunicação entre arquitetos e usuários e permitir que as informações fiquem claras e compreensíveis, diversas alternativas envolvendo tecnologias de ambientes virtuais estão sendo exploradas, tais como Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM). Segundo Moura e Campagna (2018), embora a tradição do projeto transmita uma herança inestimável e rica em princípios, a inovação digital não apenas oferece vantagens quantitativas, mas também qualitativas ao permitir o desenvolvimento de novos paradigmas, enriquecendo a complexidade das informações incorporadas nos produtos projetados e proporcionando novos patamares de interação entre o ambiente representado e o usuário. Além disso, utilizar as tecnologias desde as etapas iniciais do projeto pode permitir ciclos de aprendizado consecutivos sobre possíveis soluções e gerar discussões relevantes entre arquitetos e usuários (MARINS; BITTENCOURT, 2019; LOUP-ESCANDE et al, 2014).

O uso destas ferramentas digitais no processo de projeto, hoje mais populares e acessíveis, abriram enormes possibilidades operacionais: além de viabilizarem soluções alternativas de projeto de maneira mais rápida, possibilitam que o procedimento seja eficaz, facilitam a compreensão e avaliação de todas as etapas do processo e proporcionam aos usuários ferramentas inteligíveis e interativas para executar as tarefas específicas do projeto (MAURYA et al, 2019; LEEUWEN et al, 2018; MOURA; CAMPAGNA, 2018).

Desta forma, a atual pesquisa visa analisar os estudos voltados à utilização das tecnologias de ambientes virtuais nos processos de colaboração em projetos com diferentes agentes, nos últimos 10 anos, através da Revisão Sistemática de Literatura.

2 MÉTODO

Para a condução da pesquisa e análise do tema proposto, foi adotado o método da Revisão Sistemática de Literatura. Foi proposto um protocolo de desenvolvimento da pesquisa, onde ficou estabelecido o objetivo, os critérios de análise e a seleção dos artigos. Optou-se por fazer a busca nas seguintes bases bibliográficas: *Scopus* (http://www.scopus.com) e *Web of Science* (http://www.webofknowledge.com) por se tratar de bases internacionais e interdisciplinares.

Para o levantamento dos textos desta revisão, um *String* de busca foi criado com

base nos termos e conceitos pré-definidos pelos autores de acordo com as diretrizes do protocolo, levando em consideração os quatro campos demonstrados no Quadro 1.

No primeiro campo foi definida a palavra *Design*, para limitar o foco da pesquisa na área de projeto. O Segundo campo busca limitar a pesquisa pela forma de atuação dos envolvidos no projeto. O Terceiro campo restringe os tipos de ferramentas de interfaces virtuais utilizadas nas pesquisas e o Quarto campo refina o formato da aplicação das tecnologias abordadas nas pesquisas. Entre cada campo, foi utilizado o operador booleano "*AND*", e entre as palavras de cada campo, o operador booleano "*OR*". Por fim, ficou estabelecida a busca restrita entre os anos de 2010 e 2019 para definir o estado da arte mais atualizado desse tema.

Quadro 1 – *String* de busca

	1º campo	**2º campo**	**3º campo**	**4º campo**
Termos utilizados na pesquisa (Título, Resumo ou Palavras-chave)	design	"participat* design"	"virtual reality"	simulat*
		"collab* design"	"augmented reality"	evaluat*
		"co-design"	"mixed reality"	prototyp*
		codesign	"immersive environment"	model*

Fonte: Os autores

Quadro 2 - Critérios de inclusão/exclusão

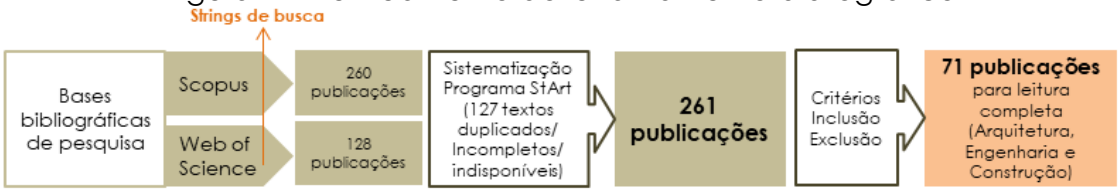
CRITÉRIOS
INCLUSÃO - abordar diretamente o tema no título; - constar nas palavras-chave ou no resumo; - abordar avaliação de projeto; - abordar Arquitetura, Engenharia e Construção; - abordar simulação virtual no processo de projeto; - abordar processo de colaboração em projeto (Participativo/Colaborativo/Co-design)
EXCLUSÃO (sendo que somente uma condição era necessária para excluir o texto): - estar fora dos três aspectos principais da pesquisa (processo de projeto/projeto participativo/simulação); - apresentar conceitos fora da área de AEC; - não encontrar o artigo completo; - não encontrar os dados bibliográficos.

Fonte: Os autores

As publicações das bases consultadas foram inseridas no programa StArt, o qual foi responsável por auxiliar na organização e sistematização da revisão bibliográfica, resultando em 261 publicações (textos completos e não duplicados)[2] e disponíveis na língua inglesa. Com o intuito de realizar uma melhor análise das pesquisas relacionadas à AEC, todas as publicações passaram por um segundo filtro de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos pelos autores no protocolo inicial (Quadro 2), onde foram lidos os títulos, resumos e palavras-chaves. Este filtro possibilitou encontrar 71 publicações na área AEC. Na Figura 1, é possível observar o delineamento geral da pesquisa.

[2] Link para acesso dos títulos dos artigos da RSL: https://drive.google.com/file/d/1rf3mdBdqjPsRxh-sNwfWNvQ9ICAg_rKU/view?usp=sharing

Figura 1 – Delineamento do levantamento bibliográfico

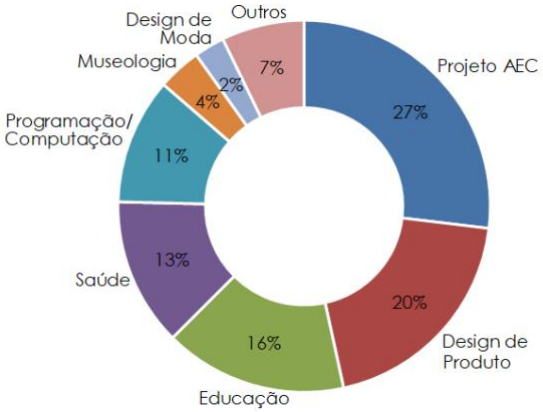


Fonte: Os autores

3 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS

A partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave das 261 publicações encontradas, foram identificados sete grandes grupos de área de pesquisa, conforme o gráfico a seguir (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Publicações nos últimos 10 anos (2010-2019) de acordo com as áreas de pesquisa



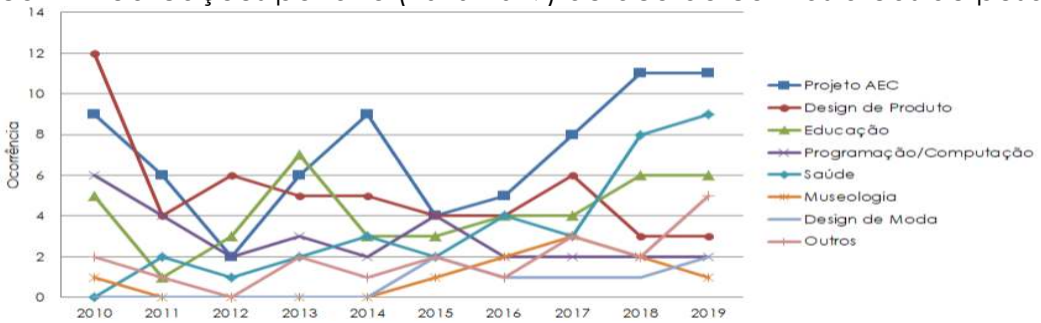
Fonte: Os autores

Os resultados obtidos nas bases bibliográficas possibilitaram identificar quais são as áreas que utilizam as ferramentas de ambientes virtuais no processo de colaboração em projeto nos últimos 10 anos. É possível analisar que foram encontradas publicações em áreas abrangentes, voltadas tanto ao design/projeto (Projeto AEC, *Design* de Produto, Design de Moda), como também outras áreas de pesquisa (Educação, Saúde, Programação/Computação).

Apesar do termo *design* ser utilizado como 'projeto' no segmento AEC, este termo é muito abrangente e acaba sendo comumente utilizado em outras áreas de pesquisa.

Dentre todas as áreas de pesquisa, o setor de AEC apresenta um maior número de publicações totais (27% das pesquisas). Este fato ocorre principalmente em razão do crescimento de pesquisas ocorridas nos últimos 5 anos, conforme é possível analisar no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Publicações por ano (2010-2019) de acordo com as áreas de pesquisa



Fonte: Os autores

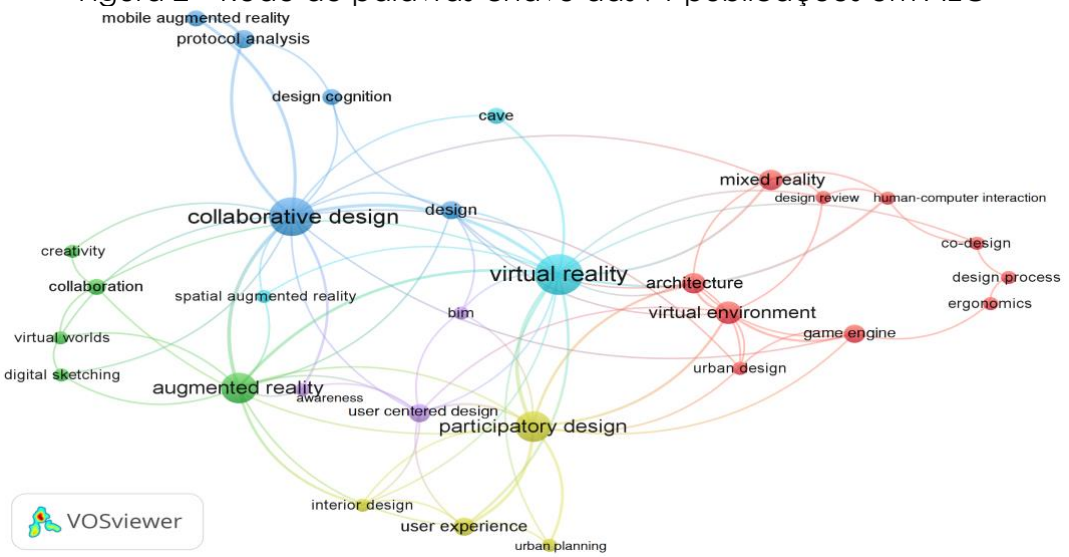
Nota-se, dentro do projeto AEC, dois significativos aumentos no número de publicações nos últimos 10 anos. O primeiro aumento ocorreu entre 2012 e 2014, possivelmente devido aos lançamentos de importantes ferramentas de RV

(lançamento do *Oculus Rift* em 2012 e do Google *Cardboard* em 2014[3]). Outro notável aumento ocorreu de 2015 até os dias atuais, onde há um grande foco de pesquisas nesse segmento, tanto pelo surgimento de novas tecnologias como pela popularização de programas de games em ambientes imersivos, como *Unity 3D* e *Unreal Engine*. Infere-se, então, que as pesquisas neste setor demonstram um aumento do uso de tecnologias de ambientes virtuais como instrumentos de apoio aos usuários nos processos de colaboração em projeto.

4 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES RELACIONADAS À AEC

Após a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão, foram selecionadas 71 publicações relacionadas à AEC. Para identificar a relação entre os termos provenientes destas publicações, realizou-se uma análise das palavras-chave fornecidas pelos autores com o auxílio do software *VOSViewer*, uma ferramenta de análise bibliométrica. Este software realizou a construção de uma rede de relacionamento dos termos e possibilitou identificar a similaridade e ocorrências dessas palavras. A Figura 2 apresenta a rede das palavras-chave das 71 publicações que tratam do segmento AEC.

Figura 2 – Rede de palavras-chave das 71 publicações em AEC



Fonte: Os autores

Através da seleção das palavras-chave mais recorrentes, o software criou grupos de similaridade entre elas (denominados '*clusters*'). Analisando a Figura 2, podemos identificar 6 *clusters* principais, cujas palavras-chave em destaque são: *Virtual Reality, Collaborative Design, Augmented Reality, Participatory Design, Virtual Environment* e *User Centered Design*. Essas palavras se destacam em razão da quantidade de ocorrências nas publicações. As outras palavras-chave foram posicionadas de acordo com a proximidade dos temas encontrados nas publicações.

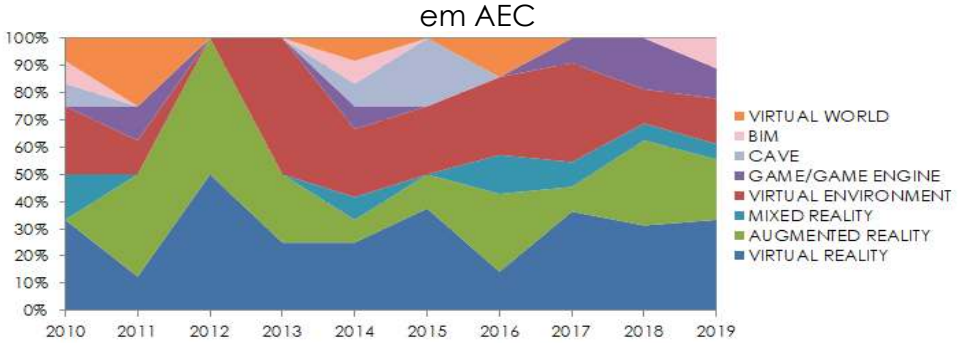
Observa-se que a *Virtual Reality* é um termo de ligação entre todos os demais *clusters*, o que demonstra seu protagonismo perante as outras palavras. Em alguns casos, a *Virtual Reality* está diretamente ligada a *Augmented Reality* e *Mixed Reality*, o que afirma uma complementaridade das ferramentas utilizadas em ambientes virtuais.

[3] Disponível em: <https://futuroexponencial.com/evolucao-realidade-virtual/> Acesso em 08/06/2020.

Sobre os processos de colaboração em projetos, a palavra *Collaborative Design* é a que mais se destaca, estando próxima de palavras como *design, creativity, collaboration, virtual worlds* e *protocol analysis*, termos utilizados para a colaboração e análises de projeto entre *designers*. A palavra *Participatory Design* possui grande proximidade com as palavras *User Experience* e *User Centered Design*, demonstrando a importância da atuação e experiência do usuário nos processos de projeto participativo. Já a palavra *Co-Design*, embora dentro do *cluster* do *Virtual Environment* e *Architecture* (*cluster* vermelho), está ligado diretamente com as palavras *Human-Computer Interaction* e *Design Process*, o que demonstra que o *Co-Design* pode realizar uma interação dos usuários por meio de ferramentas computacionais.

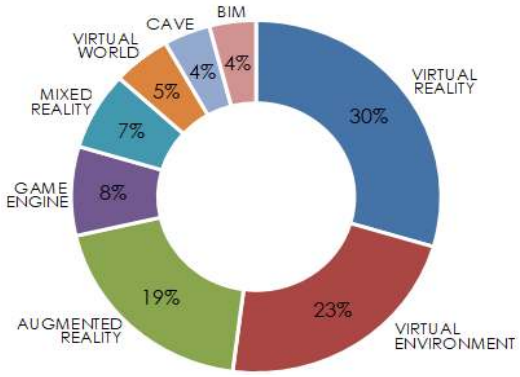
Por alguns termos, inicialmente considerados importantes, não terem apresentado grande destaque nas palavras-chave, optou-se por examinar a ocorrência desses termos também nos títulos e resumos, o que possibilitou análises mais precisas. Quando observadas as tecnologias de ambientes virtuais, foi analisada sua evolução na última década, de acordo com os Gráficos 3 e 4.

Gráfico 3 – Tecnologias de ambientes virtuais utilizadas nos processos colaborativos em AEC



Fonte: Os autores

Gráfico 4 – Tecnologias de ambientes virtuais utilizadas nas pesquisas em AEC nos últimos 10 anos (2010-2019)



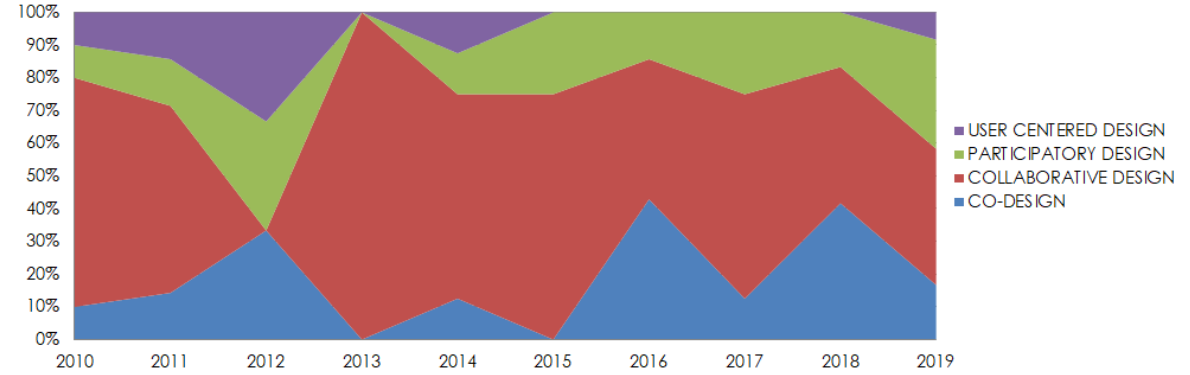
Fonte: Os autores

Os gráficos apontam que a *Virtual Reality* é a tecnologia mais frequente nos processos de colaboração em projeto (30%), seguido da *Augmented Reality* (19%). Termos como *Virtual Environment* e *Virtual Worlds* apareceram por serem comumente utilizados quando relacionados à essas tecnologias. Termos como BIM e CAVE aparecem pontualmente em alguns momentos, sugerindo que estão sendo, respectivamente, menos utilizados e possivelmente perdendo a importância nesse contexto de utilização no processo projetual. Um termo que apresenta um potencial crescimento em pesquisas é o *Game Engine* (8%), através da sua significativa participação entre os anos de 2016 e 2019. Esse fato pode ser explicado pelo desenvolvimento e popularização das ferramentas de jogos nos últimos anos.

Sob outra perspectiva, quando analisados os termos relacionados ao tipo de processo de colaboração em projeto na área AEC, foram encontrados quatro

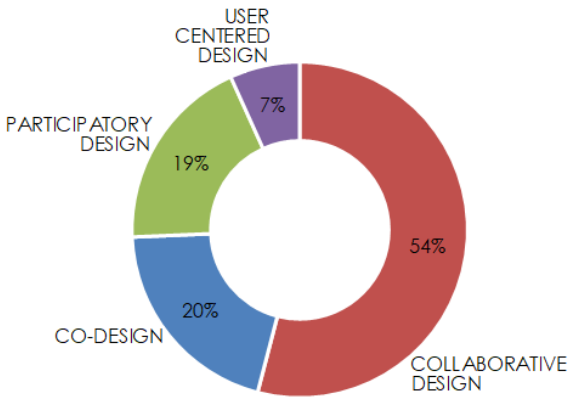
termos recorrentemente utilizados no ambiente de colaboração, sendo eles: *Collaborative Design, Participatory Design, Co-Design* e *User Centered Design* (gráficos 5 e 6).

Gráfico 5 – Termos relacionados aos processos de colaboração em projeto em AEC



Fonte: Os autores

Gráfico 6 – Termos relacionados aos processos de colaboração em projeto em AEC nos últimos 10 anos (2010-2019)



Fonte: Os autores

Analisando os gráficos 5 e 6, foi identificado uma forte ocorrência do termo *Collaborative Design* (54%) em relação aos demais, assim como uma recorrente utilização no decorrer dos últimos 10 anos. Também foi possível observar a utilização dos termos *Co-Design* (20%), *Participatory Design* (19%) e *User Centered Design* (7%), porém com um menor número de ocorrências.

Com esse resultado, infere-se que o *Collaborative Design* pode ser considerado uma metodologia mais qualificada para a utilização de tecnologias de ambientes virtuais em processos de colaboração em projeto na área de AEC.

5 CONCLUSÕES E PESQUISAS FUTURAS

Esta pesquisa teve como objetivo analisar quais são os direcionamentos dos estudos voltados à utilização das tecnologias de ambientes virtuais nos processos de colaboração em projeto nos últimos 10 anos.

Foi possível concluir que, apesar da definição do *String* estar focado na busca de publicações em AEC, esta restrição não foi eficaz para filtrar somente pesquisas relacionadas aos processos de projeto, sendo que aproximadamente 50% das publicações estão fora deste ambiente de pesquisa. Entretanto, o setor de AEC apresenta um maior número de publicações totais nos últimos 10 anos (27% das pesquisas), o que a torna uma área de pesquisa em atual expansão sobre o tema abordado.

Outro aspecto analisado foi a abrangência do termo *design*. Apesar de estar relacionada aos aspectos de 'projeto', a palavra *design* geralmente é associada à diversos campos de pesquisa. Foi possível analisar que o termo isolado não possui muitas ocorrências (conforme Figura 2), ganhando mais destaque somente quando associado à outras palavras complementares, como *urban design, collective*

design, interior design, parametric design, design cognition e *design conversation*.

A análise das palavras-chave fornecidas pelos autores não geraram dados efetivos, visto que alguns termos considerados importantes só foram detectados após uma análise mais ampla por meio da leitura dos títulos e resumos. Em alguns casos, os termos relacionados à pesquisa são abordados indiretamente ou não foram considerados de extrema importância pelos autores.

Quanto às metodologias de processo de colaboração em projeto, foi observada uma grande diferença no número de ocorrências das palavras *Collaborative Design, Participatory Design, Co-Design* e *User Centered Design*. Cabe um estudo mais aprofundado para averiguar o modo como estes termos estão sendo empregados nas pesquisas da área de AEC, assim como suas definições dentro dos processos de projeto e sua relação quando aplicados em pesquisas de tecnologias de ambientes virtuais.

A utilização de termos básicos deu origem a outros termos que não faziam parte do *string* de pesquisa inicial. Essas novas palavras demonstram outras linhas de pesquisa que podem ser abordadas em estudos futuros, tais como *Game Engine*, BIM e *User Centered Design*. A pesquisa também demonstrou termos pouco utilizados nas publicações mais recentes, como é o caso da palavra *CAVE*.

Portanto, a discussão da utilização de tecnologias de ambientes virtuais em processo de colaboração em projeto demonstra estar presente nas atuais pesquisas, sendo necessário um maior aprofundamento sobre a relevância do papel do usuário. Pode-se verificar na revisão de literatura que as tecnologias virtuais são instrumentos empregados tanto nas etapas iniciais de delimitações de demandas quanto nas revisões finais das soluções de projeto, indicando a existência de uma tendência na utilização destes instrumentos que necessita de estudos mais aprofundados, uma vez que não foram objeto deste artigo.

REFERÊNCIAS

LOUP-ESCANDE, E.; BURKHARDT; J.-M.; CHRISTMANN, O.; RICHIR, S. **Needs' elaboration between users, designers and project leaders: Analysis of a design process of a virtual reality-based software.** Information and Software Technology, v. 56, n.8, p. 1049-1061, 2014.

MARINS, C. M.; BITTENCOURT, J. M. **Co-conception Spaces: New Organizations to Support Participatory Projects.** IEA 2018: Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association, v. 824, p. 1989-1994, 2019.

MAURYA, S.; ARAI, K.; MORIYA; K. ARRIGHI, P. A.; MOUGENOT, C. **A Mixed Reality Tool for End-Users Participation in (Early) Creative Design Tasks.** International Journal of Interactive Design and Manufacturing, v. 13, n.1, p. 163-182, 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.

SANDERS, E. B. N.; STAPPERS, P. J. **Co-creation and the new landscape of design.** Co-Design: International Journal of CoCreation in Design and the Arts, v. 4, n.1, p. 5-18, março 2018.

VAN LEEUWEN, J. P.; HERMANS, K.; JYLHÄ, A.; QUANJER, A. J.; NIJMAN, H. **Effectiveness of Virtual Reality in Participatory Urban Planning.** MAB'18, Beijing, p. 128-136, 2018.

VOORDT, T. J. M. V. D.; WEGEN, H. B. R. V. **Arquitetura sob o olhar do usuário: programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações.** São Paulo: Oficina dos Textos, 2013.