



SIGRADI2018
TECHNOPOLITICAS
xxii congresso da sociedade
iberoamericana de gráfica digital
22th conference of the
iberoamerican society
of digital graphics
07|08|09|novembro|2018
iau usp | são carlos | sp br

Mapping Design Processes Based on Intense Use of Digital Technologies

Paola Zardo

Faculdade Meridional - IMED | Brazil | pazardo@gmail.com

Andréa Quadrado Mussi

Faculdade Meridional - IMED | Brazil | andrea.mussi@imed.edu.br

Abstract

Digital technologies, like Building Information Modeling (BIM), parametric design and digital fabrication, are increasingly being inserted in design processes as well as transforming them as changes are becoming necessary to adapt to this new reality. The purpose of this paper is to analyze the adoption of digital technologies and the way it is influencing design processes. The study is based on the application of a questionnaire to professionals from innovative practices. Results were thematically categorized, which made it possible to verify that benefits prevail but there are also some difficulties, even when it comes to firms already using digital technologies.

Keywords: Digital technologies; Contemporary design process; Architectural practice.

INTRODUÇÃO

Novas inter-relações entre a arquitetura e a computação emergiram nas últimas décadas como consequência da expansão e adoção das tecnologias digitais, que promovem novos processos de trabalho e confrontam as práticas tradicionais empregadas na indústria da construção (Aish & Bredella, 2017).

Segundo Aish e Bredella (2017), a trajetória e evolução da tecnologia na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), especialmente na esfera projetual, partem da era do Computer Aided Design (CAD) 2D para o surgimento do Building Information Modelign (BIM) e, mais recentemente, à era do projeto computacional, que, segundo o autor, caracteriza-se pela presença constante de automação do início ao final do processo, incluindo a utilização de programação para geração automatizada de modelos BIM, além do uso de técnicas de fabricação digital.

Aish (2014) ressalta ainda que a ocorrência dessas eras, apesar de se tratarem de momentos identificáveis na trajetória da tecnologia na AEC, se dá de maneira sobreposta. Portanto, neste estudo, o termo “tecnologias digitais” será utilizado para fazer referência, de modo conjunto, ao BIM, à modelagem paramétrica e às técnicas de fabricação digital, elementos característicos da era do projeto computacional.

Diferentemente do que ocorreu com os primeiros sistemas CAD, difundidos como uma analogia às práticas tradicionais de representação, a construção virtual por meio de modelos com informações precisas, dados generativos e possibilidades de fabricação digital, representa a antecipação de uma revolução no âmbito da arquitetura, segundo Willis e Woodward (2010).

Como qualquer revolução, Kalay (2006), ressalta que o desenvolvimento e aceitação das suas novas possibilidades leva tempo. Entretanto, os métodos e ferramentas de projeto atuais são inerentes a uma nova geração de edificações (Garber, 2014). Portanto, suas consequências trarão alterações inevitáveis ao modo de pensar dos projetistas e, principalmente, às práticas adotadas por eles (Eastman et al., 2011).

Os desafios resultantes das transformações digitais na AEC partem de questões de construtibilidade a aspectos organizacionais do processo de projeto. Assim, é preciso que os projetistas se envolvam cada vez mais nas atividades de fabricação e construção, redefinindo os fundamentos da relação entre o projeto e a sua produção (Kolarevic, 2008).

As tecnologias digitais promovem interações imediatas no processo de projeto, que deixa de ser ditado pela hierarquia, favorecendo as negociações e o compartilhamento das informações em larga escala (Kieran & Timberlake, 2004). Kieran e Timberlake (2004) ressaltam que isso ocorre devido à necessidade atual de refletir sobre como as coisas são feitas e não apenas sobre sua aparência. Entretanto, segundo os autores, por mais que atualmente o papel do arquiteto se aproxime dos *master builders* do passado (indivíduos que exerciam todas as atividades desde o projeto à construção), não é possível que uma única pessoa possua todas as competências necessárias para a construção de uma edificação, o que enfatiza a necessidade de integração das disciplinas e agentes envolvidos nesse processo.

O processo ideal deve ser holístico e entrelaçado, com um indivíduo, geralmente o arquiteto, exercendo o papel de facilitador, coordenador ou configurador, que irá garantir que as contribuições individuais dos demais envolvidos sejam feitas de modo que o projeto atenda

aos seus objetivos. Além disso, por mais que a etapa de projeto preceda as de construção e operação, são as duas últimas que determinam o seu desenvolvimento, assim como o projeto as influencia e, portanto, é preciso integrá-las (Kalay, 2006).

Por integrar projeto, análise, fabricação e montagem de edificações em meio digital, os arquitetos, engenheiros, fabricantes e construtores têm a oportunidade de conectar as diversas disciplinas, anteriormente segregadas (Kolarevic, 2008). Assim, verifica-se que abordagens multidisciplinares, interativas e participativas são elementos essenciais dos novos paradigmas de informação e colaboração (Fabricio, 2008).

Sob a mesma ótica, Carpo (2013) destaca que novos modelos interativos e colaborativos são inerentes à lógica da maioria das ferramentas digitais atuais. Os projetistas contemporâneos possuem a possibilidade de deixar opções de projeto abertas às escolhas das partes subsequentes, mantendo transparência de informações, além de compartilhar a responsabilidade autoral com os demais envolvidos, transformando as relações antes reativas em proativas (Sharples, 2009; Carpo, 2013).

Dessa forma, de acordo com Deutsch (2017), o foco atual do projeto na AEC são os *workflows*, ou fluxos de trabalho. O autor mapeou cinco exemplos de *workflows* contemporâneos, nos quais o uso das tecnologias digitais e a colaboração foram fatores imprescindíveis para o sucesso do projeto, e ressalta que a compreensão dos fluxos de trabalho contemporâneos abre novas oportunidades para o setor da AEC e deveria fazer parte das grades curriculares das instituições de ensino de arquitetura.

No projeto computacional (e não mais auxiliado por computadores), a representação é substituída pela operação e geração de sistemas integrados a partir de processos computacionais (Bredella & Höfler, 2017). Além da ênfase na colaboração e compartilhamento de informações e atalhos do projeto à fabricação, as tecnologias digitais abrem possibilidades relacionadas à criação de geometrias complexas e customização em massa (Scheurer, 2017), atentando às restrições orçamentárias e temporais, pois fornecem elementos para simultâneo controle desses fatores.

Neste contexto, surgem, cada vez mais, diferentes opções de plataformas digitais no mercado e, em função disso, o uso da programação para customização de funções e resolução de problemas ainda existentes de interoperabilidade se faz necessária. Daí a importância do incentivo a um envolvimento mais participativo de arquitetos na programação das plataformas destinadas ao desenvolvimento projetual (Aish & Bredella, 2017), com destaque para o crescente papel das ferramentas de código aberto.

Segundo Cross (2007), as inovações tecnológicas e digitais evidenciam a relevância das abordagens científicas ao projeto, como é o caso do atual cenário de transformação na indústria da AEC. Investigações voltadas para os processos projetuais atuais com ênfase no uso das tecnologias digitais constituem um potencial caminho para a compreensão dos estágios de alcance

das transformações mencionadas em um contexto atual que, apesar de específico, representa uma tendência de expansão tecnológica no setor.

Além disso, o autor destaca a importância do desenvolvimento de pesquisas com projetistas em destaque, que permitem identificar e difundir melhores práticas em meio ao projeto, pois eles são "uma fonte rica de novas ideias e perspectivas alternativas" (Cross, 2007, p. 50).

A partir da contextualização apresentada e das colocações de Cross (2007), optou-se por analisar o processo de projeto de empresas que se destacam na literatura por trabalharem com processos de projeto inovadores e com a ampla adoção das tecnologias digitais. Pretende-se que os resultados obtidos nesse sentido forneçam mecanismos para caracterização e compreensão das transformações que ocorrem prática como resultado da inserção das novas tecnologias no processo de projeto.

Portanto, o objetivo deste estudo é analisar a influência das tecnologias e contextos digitais no processo de projeto de empresas que se destacam pela sua adoção.

METODOLOGIA

Neste artigo, são abordados resultados parciais de uma pesquisa exploratória em desenvolvimento para uma dissertação de mestrado na área de Arquitetura e Urbanismo. Em tal estudo, a partir de pesquisa bibliográfica, foram identificadas empresas no âmbito global se destacam pela utilização das tecnologias digitais aqui abordadas em seus processos de projeto. O principal critério adotado foi a opção por empresas com projetos mencionados em publicações (artigos e livros) que tratam das tecnologias digitais abordadas neste estudo.

A partir disso, foi elaborado um questionário com questões majoritariamente abertas, que foi aplicado com profissionais que trabalham ou já trabalharam nessas empresas, buscando maiores informações acerca do funcionamento do processo de projeto em relação ao uso das tecnologias digitais. O contato com os profissionais ocorreu predominantemente por meio de rede social profissional (a partir da página da empresa), além de e-mails (obtidos nos *websites* oficiais das empresas). Foi enviada uma apresentação do estudo e solicitada a disponibilidade e interesse de participação. Posteriormente, um *link* para o questionário online foi encaminhado aos profissionais que aceitaram participar da pesquisa.

As questões elaboradas tratam da organização do processo de projeto em termos de etapas, agentes envolvidos e ferramentas utilizadas, além de questões específicas relacionadas ao uso de BIM, modelagem paramétrica e fabricação digital, das quais três questões, que representam uma parcela de 20% do questionário, terão as respostas analisadas neste artigo. Justifica-se a escolha das perguntas em questão pela relação mais direta que possuem com o uso das tecnologias digitais quando comparadas às demais, que tratam de aspectos mais específicos do processo de projeto e precisariam ser

analisadas em conjunto para tornar mais clara essa relação.

Ressalta-se que, por meio do questionário, foi solicitada a autorização para publicação dos dados fornecidos em artigos. No caso deste estudo, serão abordadas apenas as respostas fornecidas pelos profissionais que autorizaram a publicação sem nenhuma ressalva (16 de um total de 25 até o momento da redação deste artigo), visto que alguns solicitaram analisar o conteúdo previamente.

As respostas analisadas neste estudo foram fornecidas por profissionais que trabalham ou trabalharam em empresas com escritórios localizados nos Estados Unidos, na Europa, na China e na Austrália. A identificação das empresas também será mantida em sigilo, de acordo com informação que foi fornecida aos profissionais na mensagem de apresentação do estudo.

Os respondentes que forneceram as informações analisadas neste artigo possuem ou possuíram os seguintes cargos nas empresas: arquiteto (1), gerente/gerente BIM (3), coordenador de projetos/de construção/coordenador BIM (3), designer (4), especialista em projeto ambiental (1), diretor (3), pesquisador (1).

As questões analisadas foram as seguintes:

- Quais foram as maiores mudanças/impactos no processo de projeto desde a adoção das tecnologias digitais?
- Quais foram as maiores dificuldades e problemas encontrados na adoção das tecnologias digitais?
- Como as tecnologias digitais ajudaram a aprimorar os resultados do produto final?

Cabe ressaltar que a segunda e a terceira questão funcionam como mecanismos de desmembramento da primeira questão, estratégia que foi utilizada para induzir à obtenção de informações mais aprofundadas.

A análise do conteúdo das respostas foi feita a partir de eixos temáticos, utilizando os seguintes códigos (ou temas), definidos a partir da frequência observada na leitura prévia dos resultados: (1) complexidade e customização do projeto, (2) orçamento e cronograma, (3) compartilhamento, colaboração e coordenação, (4) resistência às tecnologias digitais, (5) visualização, (6) disponibilidade de informação, (7) software, (8) análises. A codificação foi realizada por meio do software QDA Miner Lite (QDA Miner, 2018).

Posteriormente, as respostas foram classificadas a partir da frequência de termos relacionados e sinônimos e então analisados os discursos nos quais cada um dos termos foi verificado (se relacionados com aspectos positivos ou negativos). A síntese dos resultados obtidos é apresentada na sequência. Ressalta-se que todas as respostas selecionadas para este estudo foram traduzidas pelos autores para possibilitar a apresentação dos resultados em português.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta um panorama geral da opinião dos respondentes acerca dos temas tratados nas perguntas. Verifica-se que, dentre os oito eixos temáticos identificados, 50% apresentaram apenas discursos positivos em relação aos tópicos abordados. Além disso, verifica-se que 25% dos eixos temáticos apresentaram apenas discursos negativos enquanto que os outros 25% restantes apresentaram discursos mistos, dos quais 84% correspondem a discursos positivos, 12% negativos e 4% neutros. Esses dados permitem identificar que a maior parte dos temas classificados pelos respondentes são abordados a partir de um ponto de vista favorável às tecnologias digitais.

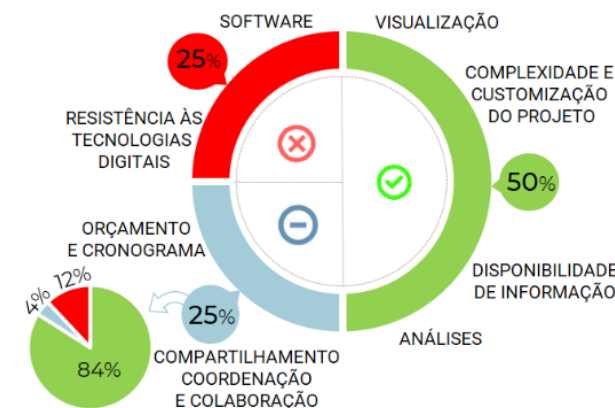


Figura 1: Panorama geral das respostas em relação aos eixos temáticos considerados para análise (Fonte: Autores).

Quanto ao eixo temático (1) complexidade e customização do projeto, a Figura 2 ilustra os termos mais frequentes e a porcentagem de respondentes que os abordou em suas respostas. Conforme dados apresentados, houve significativa ocorrência de termos relacionados às possibilidades que surgem mediante adoção das tecnologias digitais para o desenvolvimento e construção de projetos ou geometrias muito mais complexas ou customizadas de forma viável. A ocorrência do termo “passado” evidencia que as possibilidades atuais eram uma realidade distante anteriormente à adoção das tecnologias digitais (conforme Respondente 7: “É possível assumir e realizar com sucesso e eficiência projetos que seriam somente sonho no passado”). Também foram mencionadas as possibilidades de racionalização e fabricação digital de componentes para projetos complexos.

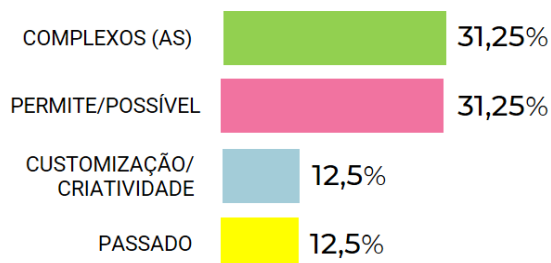


Figura 2: Ocorrência de termos nas respostas do eixo temático (1) complexidade e customização do projeto (Fonte: Autores).

O eixo temático (2) orçamento e cronograma foi o que apresentou uma maior ocorrência de um mesmo termo (e seus sinônimos), relacionado ao tempo ou cronograma de projeto e construção, mencionado por 68,75% dos

respondentes, conforme ilustra a Figura 3. Verifica-se que tanto a questão do cronograma quanto de orçamentos e custos são elementos-chave em se tratando do uso das tecnologias digitais na prática profissional. O termo “economia” foi significativamente recorrente para ilustrar o quanto o uso das tecnologias digitais promove redução de custos e de tempo no processo de projeto e de construção, etapa que também foi mencionada nesse eixo temático.

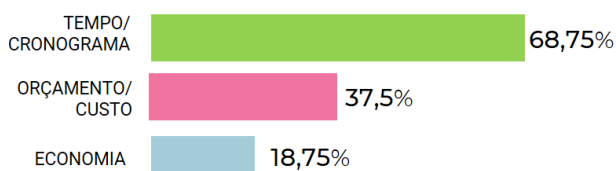


Figura 3: Ocorrência de termos nas respostas do eixo temático (2) orçamento e cronograma (Fonte: Autores).

Conforme Figura 1, esse foi um dos eixos temáticos que apresentou tanto discursos positivos quanto negativos. Nesse sentido, ressalta-se que apenas um dos respondentes forneceu uma opinião negativa acerca do tema, mencionando que o tempo necessário para produzir modelos BIM pode levar a atrasos de cronograma. O restante das respostas classificadas para esse eixo temático reforçam o quanto o uso das tecnologias digitais promove economia de tempo e custos no processo de projeto.

No tema (3) compartilhamento, colaboração e coordenação foi verificada uma variedade de termos recorrentes, conforme ilustra a Figura 4. Foram identificados dois discursos negativos nesse eixo temático, que abordaram algumas dificuldades relacionadas à adoção das tecnologias digitais, concentrados na dificuldade de colaboração entre múltiplos envolvidos no processo, conforme respostas obtidas: “Dificuldade em desenvolver um nível compartilhado de conhecimento e habilidade em diferentes plataformas e entre toda a equipe” (Respondente 11) e “Uma grande barreira ainda é a comunicação entre empresas. [...] um grande número de envolvidos ainda não é familiar com BIM, então a troca de informação está longe de ser tão eficiente quanto deveria ser” (Respondente 6).

No âmbito dos discursos positivos, verifica-se que surgem muitas oportunidades de comunicação no processo de projeto, que foram mencionadas tanto em relação aos clientes quanto entre os demais envolvidos no desenvolvimento e construção do projeto. No segundo caso, os respondentes também destacaram a melhoria na coordenação do trabalho de todas as partes e no compartilhamento de dados entre elas. Assim, a ocorrência do termo “transparência” tem relação com a facilidade de acesso às informações envolvidas no processo, e constitui um fator relevante destacado pelos respondentes.

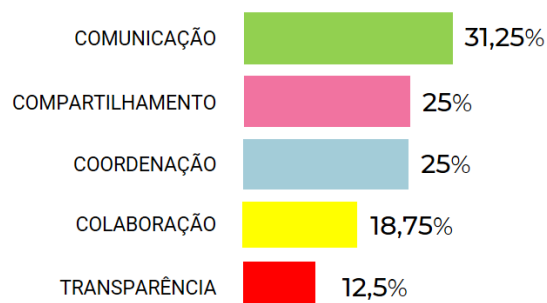


Figura 4: Ocorrência de termos nas respostas do eixo temático (3) compartilhamento, colaboração e coordenação (Fonte: Autores).

A colaboração surge como característica essencial do processo de projeto digital, conforme trecho destacado pelo Respondente 4: “Mudança de um pensamento fechado para um pensamento colaborativo, do compartilhamento de algumas informações para o compartilhamento de todas as informações”, que sintetiza a grande maioria dos discursos positivos obtidos para esse eixo temático.

Os demais temas apresentaram uma frequência semelhante entre múltiplos tópicos levantados em cada categoria. No caso do eixo temático (4) resistência às tecnologias digitais, apenas foram apontados pontos negativos relacionados à resistência por parte dos profissionais e/ou empresas à implantação das tecnologias digitais. Um aspecto apontado por 18,75% dos respondentes tem relação com as mudanças que as tecnologias exigem, os efetivos processos para os quais elas foram criadas e a dificuldade de compreensão disso por parte dos profissionais ou empresas. De acordo com a Respondente 12: “A adoção das tecnologias digitais não é apenas sobre software, é normalmente um novo modo de pensar a representação do projeto [...] A maior dificuldade geralmente é em fazer as pessoas mudarem o modo como trabalham”.

Neste âmbito, também foram mencionadas as características da indústria da construção que, segundo 25% dos entrevistados apresenta resistência de raízes culturais à inovação. Além disso, também verificou-se que existe uma certa dificuldade por parte dos agentes envolvidos no processo de projeto para o aprendizado dos novos conceitos, plataformas e processos.

Em contrapartida, o eixo temático (5) visualização apresentou ocorrência apenas de discursos positivos relacionados aos recursos de visualização das tecnologias digitais. Os termos recorrentes foram “3D”, “comunicação com o cliente”, “renderings” e “realidade virtual”. Em síntese, foram destacados os benefícios dos recursos de visualização, que facilitam a comunicação das ideias de projeto para os clientes e com as demais partes envolvidas.

Da mesma forma, apenas foram verificados discursos positivos para a disponibilidade de informações (eixo temático 6), que foi relacionada com a precisão e controle sobre o projeto e o processo de determinação das soluções e tomada de decisão no projeto. Além disso, o Respondente 15 mencionou que a empresa passou a ter zero *requests for information* (RFI), que significa que não surgiram dúvidas relacionadas ao projeto nas etapas posteriores de fabricação ou construção.

Assim como no eixo temático 4, no tema relacionado aos software (7) também só foram verificados discursos negativos, nos quais foram destacados a dificuldade para aprendizagem e necessidade de treinamento para profissionais e o tempo exigido para isso, o excesso de opções de plataformas disponíveis e as dificuldades de interoperabilidade entre elas, além do seu custo elevado. Destaca-se trecho de resposta do Respondente 10: “Há uma curva de aprendizagem para a tecnologia e ela tem suas nuances. Se você não souber tudo, ela vai te tornar mais lento”.

Por fim, no eixo temático (8) análises, foram destacados o controle que se passa a ter sobre os resultados de projeto em função da precisão das informações e a possibilidade de testar e simular diferentes soluções, em discursos predominantemente positivos.

DISCUSSÃO

Pretendeu-se, por meio deste estudo, analisar a influência das tecnologias digitais no processo de projeto de empresas que as utilizam. A aplicação de questionário com profissionais que trabalham ou trabalharam nessas empresas possibilitou a análise de respostas obtidas para as questões escolhidas, conforme critérios destacados. Algumas conclusões podem ser extraídas dos resultados apresentados, as quais serão discutidas a seguir.

O compartilhamento de informações, a colaboração e a coordenação nos projetos das empresas apresentam múltiplas vantagens para o processo de projeto do ponto de vista dos respondentes, enfatizando o papel desses fatores como característica essencial do processo de projeto contemporâneo, a partir da adoção das tecnologias digitais. Entretanto, conforme ressaltado pelos respondentes, o grande número de plataformas e agentes envolvidos no processo projetual pode tornar difícil a transição para processos de trabalho colaborativos, visto que há a necessidade de adequação das habilidades dos envolvidos, além da dificuldade de compartilhamento de dados entre múltiplos software, que utilizam formatos diferenciados de arquivos.

Outro aspecto que representa uma potencial característica dos processos digitais contemporâneos na arquitetura é a projeção mais eficiente de edificações cada vez mais complexas. Em função das novas tecnologias de modelagem paramétrica e fabricação digital, novas soluções podem ser adotadas tanto para projetar geometrias inovadoras quanto para resolver questões de construtibilidade aliadas à sua complexidade.

Nesse sentido, os recursos de visualização tridimensional das tecnologias digitais potencializam as oportunidades de projetar edificações inovadoras. Conforme apontado pelos respondentes, além de aprimorar a questão da colaboração por facilitar o processo de comunicação, as múltiplas possibilidades de visualização do projeto também permitem que o cliente compreenda de forma mais explícita as soluções adotadas pelos projetistas.

Devido às informações embutidas nos modelos digitais, as análises de diferentes cenários surgiram em discursos positivos nos resultados apresentados, tornando possível testar diferentes soluções de projeto e verificar suas

implicações de forma automatizada, para informar e potencializar a tomada de decisão na etapa de projeto.

Além disso, a disponibilidade de informação resultante do uso intensivo das tecnologias digitais e principalmente da modelagem da informação da construção confere maior precisão tanto para a tomada de decisões de projeto quanto para sua construção, reduzindo as solicitações por informações e as consequentes possibilidades de tomadas de decisão tardias durante o processo construtivo.

Questões relacionadas ao orçamento e cronograma do projeto foram significativamente recorrentes nas respostas obtidas. O poder de controle desses fatores é um dos principais potenciais e razões pelas quais as empresas têm adotado as tecnologias digitais. Verifica-se que essas vantagens, segundo os respondentes, estão aplicadas tanto à etapa de projeto quanto à etapa de construção. Entretanto, ressalta-se que, por exigir um certo tempo de adaptação às ferramentas digitais, pode ser que essas vantagens não fiquem claras em um primeiro momento.

Essa curva de aprendizagem necessária para adaptação constitui um dos fatores apontados na categoria “resistência às tecnologias digitais”, que mostrou-se como uma realidade, mesmo tratando-se de empresas que já as utilizam. Conforme apontado pelos respondentes, a indústria da construção pode ser lenta para adotar as novas tecnologias quando comparada aos demais setores.

Além disso, muitas vezes as tecnologias acabam sendo adotadas de um modo que não corresponde aos objetivos para os quais elas foram criadas. No caso das tecnologias aqui abordadas e principalmente do BIM, a necessidade de mudança de mentalidade, de passar a compreender a tecnologia como uma mudança de processo e não apenas como software, dificulta sua adequada disseminação. Para tal, é preciso que os fatores anteriormente mencionados e principalmente o papel da colaboração sejam compreendidos.

Outro fator que dificulta a disseminação das tecnologias digitais tem relação com a grande variedade de software disponíveis no mercado. Além do excesso de opções, os múltiplos desenvolvedores trabalham com múltiplos formatos de arquivos e, apesar dos esforços existentes nesse sentido, a interoperabilidade para compartilhamento de informações de projeto ainda precisa evoluir para que deixe de ser apontada como uma dificuldade.

Nesse mesmo contexto, aspectos como os altos custos das plataformas e a necessidade de treinamento ou tempo necessário para aprendizagem surgem como fatores que dificultam o processo de projeto contemporâneo, porém são obstáculos que dificilmente sofrerão transformações ou poderão ser aprimorados, como é o caso da interoperabilidade, e constituem obstáculos que fazem parte do caminho para alcançar as vantagens das tecnologias digitais.

O desenvolvimento desse estudo permitiu obter um panorama geral da visão de profissionais que estão

inseridos em ambientes de trabalho onde as tecnologias digitais são utilizadas de modo significativo. Verificou-se a predominância de temas e pontos de vista positivos à adoção das tecnologias digitais, ressaltando que seus benefícios são efetivamente alcançados na prática, com destaque para o crescente estímulo à colaboração e às negociações entre envolvidos, que deve ser potencializado com a possível expansão dos processos contemporâneos. Entretanto, ainda há pontos que precisam ser desenvolvidos e dificuldades que precisam ser superadas, como a efetiva compreensão, por parte dos profissionais, de suas transformações nos processos de trabalho.

Em trabalhos futuros, pretende-se analisar o questionário em sua totalidade e incluindo todos os respondentes para aprofundar as transformações decorrentes do uso intensivo das tecnologias digitais nos processos de projeto. A análise aprofundada desses aspectos aliada a outros métodos de coleta de dados permitirão propor as principais características do processo de projeto contemporâneo. Dentre os outros métodos, destaca-se que também estão sendo conduzidas entrevistas com especialistas e pesquisadores da área, e exemplos de projetos desenvolvidos com ampla utilização das tecnologias digitais estão sendo analisados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGARQ) da Faculdade Meridional (IMED), ao Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Aish, R. (2014). First Build Your Tools. In T. Peters, & B. Peters (Eds.), *Inside Smartgeometry* (pp. 36-49). Wiley.
- Aish, R., & Bredella, N. (2017). The evolution of architectural computing: from Building Modelling to Design Computation. *arq: Architectural Research Quarterly*, 21 (1), 65-73.
- Bredella, N., & Höfler, C. (2017). Reflecting critically on architecture and digital technology infrastructures in the history of computational design. *arq: Architectural Research Quarterly*, 21 (1), 5-9.
- Carpo, M. (2013). Digital Indeterminism: The New Digital Commons and the Dissolution of Architectural Authorship. In P. Lorenzo-Eiroa, & A. Sprecher (Eds.), *Architecture in Formation: On the Nature of Information in Digital Architecture*. Abingdon: Routledge.
- Cross, N. (2007). From a Design Science to a Design Discipline: Understanding Designerly Ways of Knowing and Thinking. In R. Michel (Ed.), *Design Research Now* (pp. 41-54). Birkhäuser Verlag AG.
- Deutsch, R. (2017). Understanding Architectural Workflows in Global Practice. *Architectural Design*, 81 (3), 56-67.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* (2nd. ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Fabricio, M M. (2008). O arquiteto e o coordenador de projetos. Pós - revista do programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da FAUUSP, 22, 26-50.
- Garber, R. (2014). *BIM Design: Realising the Creative Potential of Building Information Modelling* (1st. ed.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Kalay, Y. E. (2006). The impact of information technology on design methods, products and practices. *Design Studies*, 27 (3), 357-380.
- Kieran, S., & Timberlake, J. (2004). *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies Are Raised to Transform Building Construction*. New York: McGraw-Hill.
- Kolarevic, B. (2008). Post-Digital Architecture: Towards Integrative Design. In *First International Conference on Critical Digital: What Matters(s)?* (pp. 149-156). Cambridge: Harvard University Graduate School of Design
- QDA Miner. (2018). <https://provalisresearch.com/products/qualitative-data-analysis-software/freeware/>.
- Scheurer, F. (2017). Digital Craftsmanship: From Thinking to Modeling to Building. In S. Marble (Ed.), *Digital Workflows in Architecture: Design-Assembly-Industry* (pp. 110-129). Basel: Birkhäuser.
- Sharples, C. (2009). Unified Frontiers: Reaching Out with BIM. *Architectural Design*, 79 (2), 42-47.