

## TECNOLOGIAS DIGITAIS DE REPRESENTAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

### *DIGITAL TECHNOLOGIES OF REPRESENTATION AND ANALYSIS IN ARCHITECTURE AND URBANISM*

Fernanda Machado Dill<sup>1</sup>

#### **Resumo**

A complexidade das obras de arquitetura e urbanismo nas últimas décadas exige que sejam utilizadas novas ferramentas para geração e representação espacial, que possibilitem a comunicação entre os diversos fatores que compõe os projetos na atualidade. Observa-se que, se por um lado a variedade das ferramentas disponíveis possibilita o aumento da qualidade projetiva, por outro, surge certa dificuldade dos profissionais e alunos da área para escolher e combinar tais ferramentas de forma adequada. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo identificar e categorizar as principais estratégias de tecnologias digitais de representação, bem como ilustrar a articulação entre elas para facilitar tais escolhas. Por fim, discute-se, a partir da inclusão do ensino dessas tecnologias no processo de formação do arquiteto, a importância de integrar estes conhecimentos técnicos com a construção do pensamento arquitetônico e urbanístico, considerando os diversos fatores envolvidos no processo de projeto e a importância de basear-se em um pensamento crítico e reflexivo.

**Palavras-chave:** tecnologias digitais; representação; arquitetura e urbanismo.

#### **Abstract**

The complexity of the works of architecture and urbanism of the last decades requires the use of new tools for generation and spatial representation, which enable the communication of the various factors that make up the projects today. It is observed that if, on the one hand, the variety of tools available makes it possible to increase the projective quality, on the other hand, there is a certain difficulty for professionals and students in the area to choose and combine such tools properly. In this sense, this article aims to identify and categorize the main strategies of digital technologies of representation, as well as illustrating the articulation between them to facilitate such choices. Finally, from the inclusion of teaching these technologies in the process of training the architect, the importance of integrating this technical knowledge with the construction of architectural and urban thinking is acknowledge, considering the various factors involved in the design process and the importance of basing yourself in critical and reflective thinking.

**Keywords:** Digital technologies; representation; architecture and urbanism.

---

<sup>1</sup> Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, fernanda.dill@gmail.com, ORCID: 000.0002.6294.6091.

## 1. Introdução

Os artefatos espaciais, sejam eles na escala arquitetônica ou urbanística, são concebidos a partir da lógica estabelecida pela sociedade na qual estão inseridos. Até meados do século XX, as técnicas de projeto e as ferramentas de representação na área de arquitetura e urbanismo confiavam-se basicamente no papel e em modelos físicos. A partir da década de 1950, surge o projeto auxiliado por computador (*Computer Aided Design – CAD*), a partir do qual conhecimentos de geometria foram codificados em linguagens de programação através de técnicas de modelagem geométrica, modificando a forma de pensar, conceber e representar na área de arquitetura e urbanismo.

Ao considerar a contemporaneidade, destaca-se a lógica da complexidade das relações humanas e daquelas estabelecidas entre as pessoas e os ambientes, bem como as múltiplas facetas que envolvem os próprios ambientes, sejam eles naturais ou antrópicos. Esse contexto exige um olhar conectado e relacional na criação espacial em diversas escalas, fazendo com que se desenvolva preferencialmente de maneira articulada, alicerçada em conexões espaciais e simbólicas.

Outra característica do tempo presente é a velocidade, tanto de transmissão de informações quanto de construção do conhecimento, que tem gerado significativos avanços tecnológicos e possibilitaram inovações ligadas ao uso das tecnologias digitais para representação, concepção e análise espaciais. Tais avanços têm transformado o fazer arquitetônico e urbanístico das últimas décadas, levando os profissionais da área a estabelecerem novas maneiras de conceber o espaço, dialogando com as tecnologias digitais para essa atividade, possibilitando maior complexidade das obras e levando profissionais de diversas áreas a atuarem simultaneamente no mesmo projeto, de forma interdisciplinar e integrada.

Se as últimas décadas encorajam a arquitetura da complexidade, os profissionais que articulam os conhecimentos sobre questões formais, conceituais, metodológicas, estruturais e de execução não podem renunciar a recursos que permitam antever as características da espacialidade proposta (CATTANI; LEENHARDT, 2017). Nesse sentido, a representação torna-se fundamental para viabilização das obras, uma vez que possibilita a avaliação prévia de diversos desses aspectos.

Sabe-se ainda que para cada objetivo de representação, existem ferramentas mais ou menos adequadas e esta escolha pode ser decisiva para a assertividade e comunicação do projeto. Se por um lado existe um número crescente de alternativas, principalmente ligadas ao desenvolvimento de *softwares*, nem sempre as potencialidades das mesmas são absorvidas na mesma velocidade de sua criação pelos profissionais da área, seja na prática profissional ou mesmo nas universidades, voltadas para a formação de arquitetos e urbanistas.

A diversidade de ferramentas disponíveis torna possível uma variedade de combinações, desde que o projetista tenha ciência do universo existente e dos resultados possíveis a partir de suas escolhas metodológicas. Pensando nesse desafio, este artigo tem como o objetivo sistematizar e relacionar algumas dessas possibilidades de ferramentas digitais para representação em arquitetura a fim de subsidiar as escolhas, tanto de profissionais quanto de alunos ainda em fase de formação.

Ao conhecer a diversidade de ferramentas disponíveis, bem como as alternativas de combinações entre elas, é possível realizar escolhas mais adequadas e tornar a representação um poderoso instrumento, tanto para análise prévia das propostas elaboradas, quanto para a comunicação da obra no processo de concepção e execução projetual.

## 2. Definição das Categorias de Tecnologias Digitais de Representação

Para auxiliar na classificação das tecnologias digitais para representação, buscou-se estabelecer suas principais funções na área de arquitetura e urbanismo, que, segundo Cattani e Leenhardt (2017), podem ser estendidas para diversas escalas, do parafuso à cidade, do cartaz ao edifício:

- função auxiliar no processo de projeto: substituindo momentaneamente o objeto que ainda não existe, a representação permite antecipar as características (formais, funcionais, técnicas, estéticas) e oferecer condições para operações de manipulação, buscando resolver de maneira adequada seu aspecto final;
- função comunicativa: apresentando aspectos objetivos (denotativos) e subjetivos ou sugeridos (conotativos), permite a comunicação das características tanto técnico-formais, quanto conceituais do objeto a ser produzido;
- função descritiva: permite que outros interlocutores envolvidos na materialização do objeto tenham conhecimento sobre o que e como será produzido, tornando sua existência possível (CATTANI; LEENHARDT, 2017, p.273).

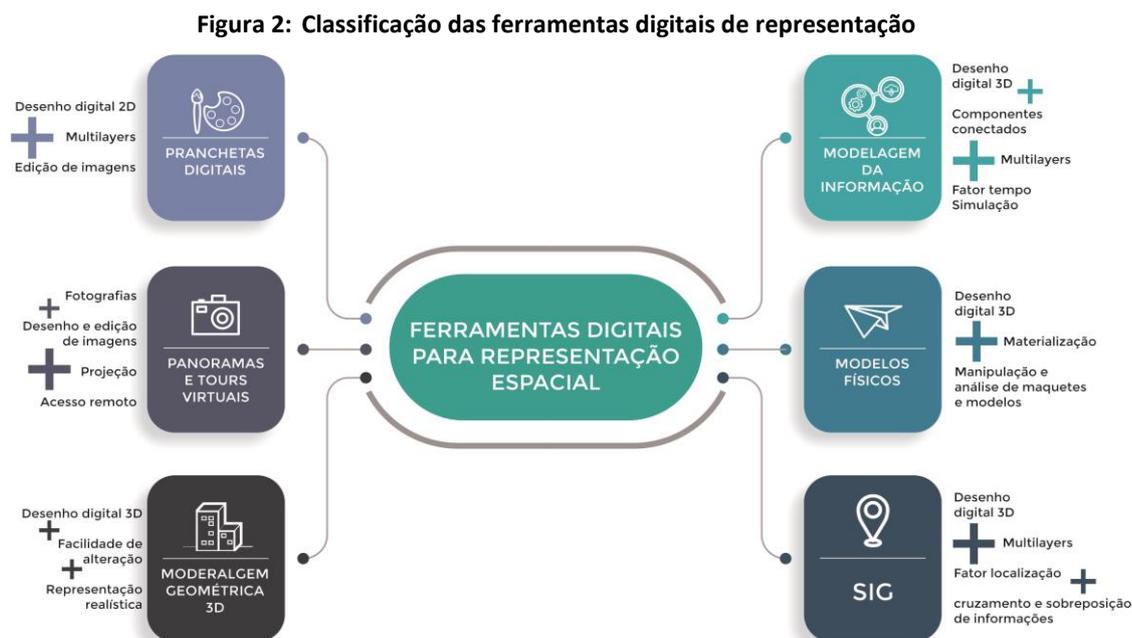
Tomando-se como base as funções definidas acima, o estudo foi realizado de forma identificar as tecnologias digitais de representação para o posterior agrupamento e combinação das estratégias como ilustra a Figura 01.

Figura 1: Funções da representação e ferramentas digitais



Fonte: Elaborado pela Autora.

Ao pensar na representação como comunicação, função primária do processo de projeto, as tecnologias identificadas foram agrupadas de acordo com as variáveis adicionadas a este processo inicial, de comunicar uma ideia (tempo, localização, dimensões, parametrização, etc.). Nesse sentido, as ferramentas de desenho digital foram tomadas como base, pois entende-se que foram as primeiras a incluir o uso de tecnologias como estratégia de representação espacial. Assim, as seis categorias foram definidas conforme ilustra a Figura 02.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Vale destacar que apesar de as ferramentas serem agrupadas de acordo com sua complexidade e funcionalidade no que diz respeito à representação, as suas potencialidades para o processo de projeto de arquitetura e urbanismo vão além destas, uma vez que abarcam funções de análise, criação e avaliação, pré e pós-concepção.

Esta classificação foi desenvolvida a fim de orientar a escolha das estratégias e tecnologias digitais que estão agrupadas nas seguintes categorias: pranchetas digitais, panoramas e *tours* virtuais, modelagem geométrica tridimensional, modelagem da informação, modelos físicos e sistema de informações geográficas.

### 2.1. Pranchetas Digitais

Incluem as tecnologias de desenho digital em duas dimensões, bem como ferramentas de edição de imagem. O mesmo processo de desenvolvimento que até então era feito manualmente, pode, através das tecnologias categorizadas como pranchetas digitais, ser executado por meio da utilização dos computadores. Este primeiro recurso ocasionou significativa melhoria e otimização do trabalho dos projetistas, principalmente no que diz respeito à facilidade de alterações no projeto e a possibilidade de geração de várias versões dele, sem precisar desfazer-se das anteriores, como ocorria na utilização de meios analógicos.

Outro avanço promovido é a possibilidade de criação dos projetos em múltiplas camadas, que além de permitirem que certo grupo de informações seja alterado de maneira independente do restante do projeto, possibilita que diferentes camadas sejam sobrepostas para a visualização e compreensão da proposta espacial como um todo. Podem ser citados como exemplos *softwares* como o AutoCad, Photoshop e CorelDraw, que possibilitam trabalhar tanto com a criação de objetos a partir de elementos geométricos vetorizados (pontos, retas e curvas), quanto a partir de imagens do tipo *raster* (fotografias e imagens renderizadas).

Sabe-se que as ferramentas utilizadas durante o processo de projeto podem interferir nos resultados deste, bem como a tecnologia empregada para o desenho no processo de criação. A utilização de tecnologias como *Tablets* opacas e lousas interativas apresentam-se como ferramentas que, além de facilitarem a sobreposição de camadas no projeto, resgatam o desenho a mão e permitem a reflexão mais colaborativa entre profissionais acerca dos projetos assistidos por computador (RIGHI; CELANI, 2008).

Com a qualificação dos equipamentos e programas voltados à fotografia, este recurso foi inserido como ferramenta complementar de representação espacial, na medida em que as ortofotografias possibilitam a obtenção de informações dimensionais dos objetos registrados pelas câmeras. Aliadas ao uso das *Tablets*, as ortofotografias são utilizadas como base para a execução de croquis e esboços sobre a imagem registrada inicialmente, que na sequência pode ser editada contribuindo para uma representação mais realística das propostas e mais articuladas com o contexto na qual se inserem.

## 2.2. Panoramas e Tours virtuais

Como recurso adicional ao desenho digital, somado à utilização de fotografias, destaca-se a criação de panoramas, caracterizados atualmente pela justaposição de uma sequência de fotografias projetadas digitalmente sobre uma superfície cilíndrica ou esférica que possibilita a elaboração de uma imagem contínua, quase sempre em 360 graus.

No entanto, os panoramas originalmente eram pintados por artistas plásticos que tinham a intenção de trazer o observador para dentro da obra. No Brasil, os primeiros panoramas foram realizados ainda no século XIX, ilustrando a vista do Rio de Janeiro quase sempre a partir do Morro do Castelo. Um dos panoramas mais conhecidos foi pintado pelo brasileiro Victor Meirelles e por seu colega belga Henri Charles Langerock e tinha aproximadamente 1668m<sup>2</sup>, exigindo a montagem de grandes estruturas físicas para sua exposição (SAGRE; LEITÃO; BARKI, 2008).

A criação de panoramas digitais permite a aproximação do observador de forma remota a um determinado lugar ou ao interior de uma edificação. Com a utilização do *Zoon in* (para ampliação) ou *Zoom out* (para redução) o usuário pode observar particularidades da obra ou analisá-la em relação ao seu contexto mais amplo. Outra potencialidade desse instrumento é a possibilidade da adição de camadas de informação às bases fotográficas, viabilizando que a representação comunique dados adicionais sobre a obra, bem como as suas transformações ao longo do tempo. Esse recurso é chamado de Panorama *Multi-layer* e tem sido explorado para a representação e preservação de sítios arquitetônicos históricos, para a apresentação de projetos realizados a distância e para observação de diversos lugares do mundo de forma remota, como ocorre por exemplo com a utilização do *Google Earth no OpenStreet View*.

### 2.3. Modelagem Geométrica Tridimensional

A modelagem tridimensional se diferencia das primeiras categorias na medida em que as representações passam de duas para três dimensões. As ferramentas abordam desde sistemas de simples operação como o Scketup ou Autocad 3D, até softwares que geram representações gráficas realísticas, como o Blender, Sculptrly (para elaboração de esculturas digitais), Solidworks (principalmente utilizado para projeto de produtos), entre outros.

Os modelos tridimensionais foram empregados principalmente para a representação de perspectivas e possibilitaram a visualização do artefato arquitetônico virtual em diversos ângulos e com maior proximidade do que seria construído. Essa tecnologia facilitou a comunicação entre projetistas e clientes, uma vez que estes demonstravam certa dificuldade de compreender representações arquitetônicas mais técnicas como plantas, cortes, elevações e fachadas (RÊGO; CARREIRO, 2014).

O mesmo recurso anteriormente apontado, o *tour virtual*, pode ser elaborado com base em projetos e sítios modelados tridimensionalmente, criando cenários de realidade virtual, através dos quais é possível observar a edificação tanto externamente quanto internamente, bem como sua inserção no contexto urbano.

### 2.4. Modelagem da Informação

Nessa categoria, para além da geometria, é possível representar o elemento espacial a partir de seus atributos, isto é, de um conjunto de qualidades interligadas. A maioria dos softwares baseados nessa lógica trabalha com desenho paramétrico<sup>2</sup>, onde a forma é construída a partir de parâmetros, ou seja, um conjunto de regras articuladas entre si.

A modelagem da informação vai além da representação e tem desencadeado mudanças diretamente ligadas ao processo de projeto, tanto com a adição da variável tempo (ligada à simulação) e na geração de formas a partir de parâmetros, quanto com a integração entre profissionais.

A característica principal desta metodologia é a geração, manipulação, compartilhamento e rastreabilidade da informação ao longo do ciclo produtivo construtivo dos produtos (incluindo aí o ambiente construído). Hoje, baseado no processo de simulação construtiva, a projeção em arquitetura pode ser realizada em ambiente computacional, com a elaboração, desenvolvimento e simulações diversas do objeto antes do início da construção no canteiro (RÊGO; CARREIRO, 2014, p.13).

Programas como *Revit*, *ArqCad* e o *Rhinoceros* fazem parte dessa categoria e representam inovação nos processos de projeto, uma vez que possibilitam a colaboração entre profissionais de diversas áreas, facilitando a multidisciplinariedade, fundamental para a prática projetual arquitetônica e urbanística e viabilizando a representação da obra a partir de diversos olhares articulados.

No que diz respeito à simulação, esta se torna possível quando o fator tempo é adicionado às modelagens, permitindo análises voltadas ao desempenho e ao ciclo de vida das edificações. Entende-se que a avaliação em arquitetura e urbanismo é um elemento

---

<sup>2</sup> O design paramétrico permite programar as dependências entre componentes do projeto por meio do uso de variáveis chamadas parâmetros.

fundamental para etapas projetuais e para leituras espaciais pós-materialização. Ao abordar projetos paisagísticos, por exemplo, é possível simular o crescimento das árvores, floração, sombreamento e ciclo de vida, através da utilização de ferramentas como o *Realtime landscape* e o *Autolandscape*. Com os avanços na área observados na última década, são possíveis simulações que utilizam agentes autônomos e oportunizam, em certa medida, representar o comportamento humano e antever possíveis ações das pessoas nos ambientes (VAZ, et al. 2019).

A área de conforto ambiental é outra que tem se apropriado de estratégias de simulação para leitura e representação espacial. A este exemplo, o Laboratório de Eficiência Energética em edificações da Universidade Federal e Santa Catarina (LABEEE-UFSC<sup>3</sup>) desenvolve pesquisas e disponibiliza diversos programas para simular conforto térmico, com representações de insolação, conforto acústico e eficiência energética em edificações.

Ao abordar a dimensão urbana, as tecnologias de simulação têm permitido estudar graficamente teorias de análise das cidades, qualificando as leituras espaciais e a tomada de decisão. Toma-se aqui como exemplo as análises a partir da sintaxe espacial, que propõe a utilização de parâmetros de urbanidade e formalidade para a leitura da paisagem urbana de Brasília (HOLANDA, 2002) em articulação com a teoria da lógica social do espaço (HILLIER; HANSON, 1986).

A simulação, como possível antecipação do comportamento focado nos espaços, é relevante para a comunicação de obras arquitetônicas e urbanísticas, bem como para as análises realizadas pós-ocupação. Ela viabiliza, a partir de leituras espaciais, a orientação para projetos futuros mais adequados.

## 2.5. Modelos Físicos

A produção e manipulação de modelos físicos surge como outra estratégia que utiliza desenho paramétrico, produzindo a materialização por meio digital dos elementos espaciais desenhados. Como resultado das pesquisas e avanços nessa área, tornou-se possível utilizar diretamente os modelos geométricos digitais para a produção de artefatos físicos, desde maquetes em escala reduzida e protótipos em tamanho real, até peças finais para serem utilizadas na construção civil (CELANI; PUPO, 2008). Essa inovação vem impactando tanto o processo de projeto quando a construção, pois a representação física das ideias arquitetonicamente concebidas permite ao cliente, ao projetista e ao construtor, o entendimento mais aprofundado da complexidade funcional, construtiva e estética da obra.

A representação tridimensional e o modelo físico proporcionam um maior êxito nessa comunicação, estabelecendo proporcionalidades, perspectivas e funcionalidades inerentes ao projeto, que talvez não pudessem ser evidenciadas em uma representação bidimensional (CELANI; PUPO, 2008, p. 2).

A integração facilitada entre os modelos gerados a partir de parâmetros e os softwares de prototipagem digital, tornou possível imprimir (materializar em três dimensões) modelos arquitetônicos e até urbanísticos. Essa tecnologia, viabilizada com a utilização de impressoras 3D e cortadoras a laser, cria outra experiência de comunicação com a obra. Alguns pesquisadores como Celali e Pupo (2009) e Florio (2009), apontam as maquetes geradas

---

<sup>3</sup> Disponíveis em <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software>s

digitalmente como uma possibilidade de aproximação das linguagens técnicas da área da arquitetura e o canteiro de obras, representando elementos tridimensionalmente e melhorando a comunicação nas etapas de construção.

Articulando ferramentas de desenho paramétrico e prototipagem rápida, são desenvolvidas tanto análises e leituras arquitetônicas quanto estratégias compositivas adotadas para a representação em diversos grupos arquitetônicos como as Villas de Palládio, os Jardins Taj Mahal e as casas de pradaria de Frank Lloyd Whigth. Nesses casos, os parâmetros que geraram as formas dos projetos são estudados e decifrados (CELANI et al., 2016). Com o mapeamento e decodificação desses parâmetros é identificado um conjunto de regras que dá origem a um algoritmo<sup>4</sup>. A partir de um componente inicial ou de um conjunto de regras que é aplicado recursivamente, geram-se variações geométricas que têm origem em uma mesma base compositiva.

A possibilidade de representação digital e física de diversas formas, geradas não diretamente pelo projetista, mas por parâmetros previamente definidos por ele, possibilita uma análise mais isenta dos resultados formais e das propostas de projeto disponíveis. Este certo distanciamento entre projetista e obra permite que os resultados menos adequados sejam descartados. Esta situação dificilmente aconteceria, caso o objeto de avaliação fosse apenas um, e gerado diretamente pelas mãos do arquiteto como ocorre na maioria dos processos convencionais de concepção projetual.

## 2.6. Sistema de Informações Geográficas - SIG

Por fim, a última categoria identificada trata de sistemas de informações que adicionam às geometrias e demais dados a variável 'localização'. As informações de diversas origens e qualidades, por exemplo, dados censitários, hidrografia, recursos naturais, econômicos, educação, entre outros, são georreferenciados, isto é, localizados no globo terrestre. Com esta tecnologia diversos mapas temáticos podem ser elaborados e sobrepostos, tendo suas informações cruzadas instantaneamente.

As informações georreferenciadas estão influenciando quase tudo e, conseqüentemente, mudando a nossa forma de pensar, agir e interagir. A junção de informações obtidas por satélites e as tecnologias baseadas em localização vêm criando uma base de conhecimento geográfico mundial, vital para a resolução de inúmeros problemas sociais e ambientais da comunidade global interconectada. Auxiliando, por exemplo, no combate à mudança climática, no monitoramento de doenças, no socorro global em grandes catástrofes, no mapeamento de populações em todos os continentes, países e comunidades e até orientando as viagens pessoais (RÊGO; CARREIRO, 2014. P. 120).

Este é um recurso fundamental para a leitura urbana e tem sido utilizado tanto para análise quanto para a representação de propostas de planejamento urbano. Os mapas digitais produzidos atualmente, não são úteis apenas para orientação ou registro de lugares. Com a utilização de tecnologia baseada em localização, os mapas são continuamente atualizados e possibilitam o registro de mudanças espaciais ao longo do tempo, contribuindo no relato histórico de uma comunidade ou cidade, orientando as intervenções nessas localidades. Sua importância fundamental está no auxílio à tomada de decisões, pois o SIG permite que seus

---

<sup>4</sup> Estudos acerca da gramática da forma.

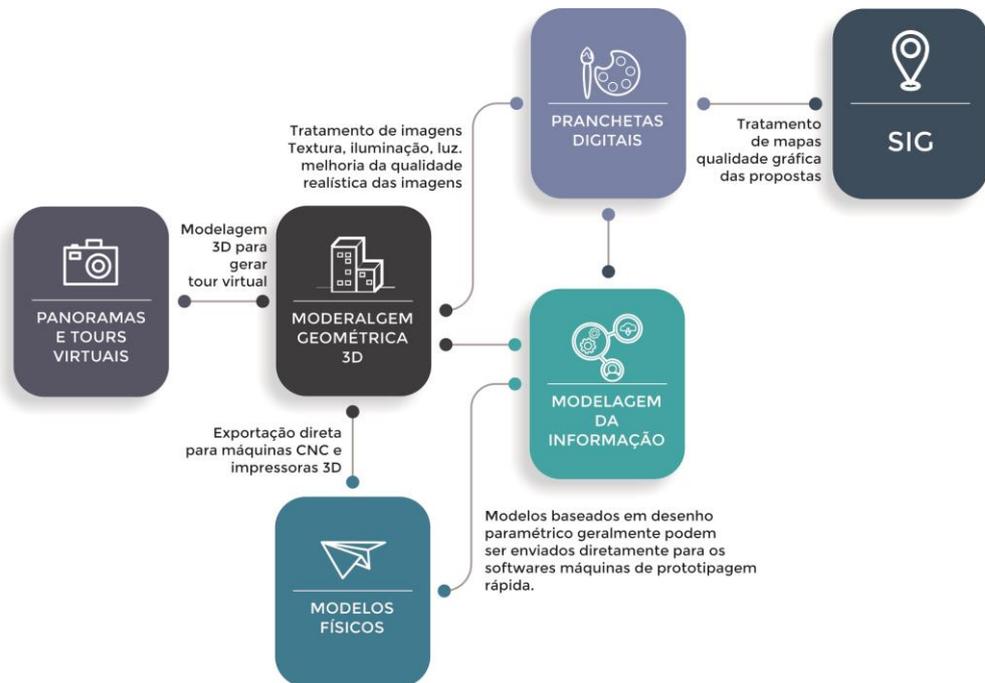
usuários possam visualizar e qualificar dados georreferenciados, tornando-os mais flexíveis e fáceis de interpretar, orientando as tomadas de decisões para resoluções de problemas urbanos.

Softwares como o QGIS e o ARQGIS têm facilitado a inserção dessa tecnologia em escritórios, especialmente aqueles voltados para o planejamento urbano e da paisagem. Assim, os SIG vêm ampliando as suas possibilidades de utilização, estruturando-se como tecnologia baseada em localização para coletar, armazenar, formatar, distribuir, representar e comunicar informações georreferenciadas. Ferramentas como o *Google Maps*, *Google Earth* e *OpenStreetMaps* Internet são exemplos nessa categoria. No entanto, assim como em qualquer outra plataforma de cruzamento de dados, o sistema necessita da alimentação das variáveis por seus usuários para que possa responder às demandas propostas.

### 3. Conexão Entre as Estratégias Digitais de Representação

A abordagem de algumas das diversas estratégias gráficas para a representação arquitetônica e urbanística permite constatar que o universo de possibilidades que envolve a temática é irrestrito e consente a articulação entre as ferramentas como ilustra a Figura 3.

Figura 3: Conexão entre as estratégias de representação e análise



Fonte: Elaborado pela autora.

As ferramentas de ilustração digital e edição de imagens (pranchetas digitais) são suporte para o tratamento de modelos 3D, contribuem na leitura de mapas gerados a partir das informações geográficas e auxiliam de forma geral nas representações gráficas, qualificando as imagens e melhorando a comunicação dos projetos. Os modelos tridimensionais, além de servirem como base para a elaboração de *tours* virtuais, podem ser exportados diretamente para *softwares* de máquinas de impressão 3D, assim como as bases

do desenho paramétrico possibilitam a integração de *softwares* e *plug-ins* para articular, por exemplo, simulação de conforto e processo de projetos. É o que ocorre na integração entre o *software* Rhinoceros e Ecotect através do *plug-ins* Grasshopper e Geco.

As combinações aqui elencadas são apenas exemplificações pontuais das inúmeras possibilidades de integração, haja visto o avanço crescente das pesquisas e desenvolvimento de estratégias digitais para a área de representação em arquitetura e urbanismo. De acordo com a pesquisa, que evidencia a variedade de tecnologias disponíveis, torna-se fato que o conhecimento a respeito do universo disponível permite ao profissional da área de arquitetura e urbanismo a escolha adequada de uma ferramenta específica ou de combinações entre elas.

#### 4. Considerações Finais

Diante da complexidade e amplitude do contexto apresentado, torna-se imprescindível a discussão acerca do processo de aprendizado em arquitetura e urbanismo e de como os futuros profissionais têm acesso e fazem a escolha pela utilização ou não de tais ferramentas. É evidente a diferença geracional existente entre alunos e professores e tal distanciamento pode promover impasses na adoção de novas tecnologias durante o processo de projeto. Como é possível formar profissionais qualificados para utilizar as novas tecnologias a favor da arquitetura se os professores que ensinam estes profissionais não tiveram essa base em sua própria formação?

De acordo com o cenário observado nos cursos da área atualmente, é necessário aproximar pesquisa, ensino e prática profissional de maneira que a atualização de professores e alunos ocorra com base no sentimento de encorajamento e necessidade de inovação. A postura dos professores é determinante na construção desse conhecimento, que utiliza as ferramentas como facilitadoras do processo de projeto e valoriza a tomada de decisão e as escolhas do projetista. A utilização de tais tecnologias só será bem-sucedida se, sob seu comando, estiver um profissional reflexivo, capaz de identificar as informações gráficas que quer ou não representar e com conhecimento suficiente para identificar e escolher quais as ferramentas adequadas para cada etapa do projeto.

Por este motivo a responsabilidade do ensino na área vai além de proporcionar o conhecimento acerca das ferramentas digitais e manuseio de *softwares*, sobretudo porque esses conhecimentos, meramente técnicos, podem ser adquiridos através dos inúmeros vídeos e tutoriais disponíveis gratuitamente *on-line*. É necessário construir no futuro profissional a noção de conexão entre diversos aspectos que envolvem a concepção e representação dos espaços a fim de subsidiar a criação de obras mais responsivas e adequadas aos atuais contextos e à vida humana.

Por outro lado, a formação superficial acerca de tais ferramentas pode apresentar-se como um problema, na medida em que o profissional pode ter suas propostas e obras limitadas às dificuldades frente ao manuseio ou escolha da ferramenta, inibindo a criatividade e reduzindo substancialmente a autonomia em seu próprio processo de projeto. Por isso, é fundamental articular inovação, tecnologias e pensamento crítico reflexivo.

A tecnologia tem historicamente servido como um catalisador de novas ideias na arquitetura (KLINGER, 2007) e o acesso às diversas tecnologias será cada vez maior e mais fácil. No entanto é preciso que, ao manusear as ferramentas digitais de representação, os projetistas e futuros profissionais, no caso dos alunos, possam repensar e refletir sobre o projeto e suas intenções com ele. O resgate dos esboços manuais, a promoção de discussões

mais colaborativas durante as etapas de criação, as inúmeras revisões possíveis sem perder de vista alternativas anteriormente construídas, entre outras ações potencializadas por novas tecnologias, permitem a retomada da reflexão da ação (SCHÖN, 2009) e valorizam os processos cognitivos.

A possibilidade de resgate das maquetes através das tecnologias de prototipagem rápida, faz retornar a experiência tátil durante a concepção e representação arquitetônica e também contribui na aproximação entre cliente – arquiteto e canteiro de obras - uma vez que as maquetes facilitam a compreensão do projeto arquitetônico.

Cabe destacar que as tecnologias digitais disponíveis para a representação, etapa fundamental do processo de projeto e leitura da paisagem arquitetônica e urbanística, podem qualificar e facilitar tais atividades profissionais, mas em nada dispensam a base teórica e multidisciplinar que envolve o fazer arquitetônico e urbanístico.

Assim, cabe ao processo de ensino contribuir nessa articulação para a formação de profissionais capazes de desenvolver uma leitura crítica e reflexiva dos espaços a partir dos múltiplos fatores que constroem a paisagem arquitetônica e urbana, além de prepará-los para projetos mais responsivos e predispostos a abraçar o presente e o futuro com toda a diversidade de conhecimentos que isso representa.

## Referências

- CATTANI, A. Arquitetura e representação gráfica: Considerações históricas e aspectos práticos. In: **ARQTEXTO**, p.110-123. 2006.
- CATTANI, A.; LEENHARDT, J. Taxonomia da representação em Design. In: **Revista Educação gráfica**, p. 270-282. 2017.
- CELANI, G.; PUPO, R. T. Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: Definições e estado da arte no Brasil. In: **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e urbanismo**, p.31- 41. 2008.
- CELANI, G.; PUPO, R. T. Técnicas de prototipagem digital para arquitetura. In: **VIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**, 2009, Bauru. Graphica 2009, 2009.
- CELANI, G. et al. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. In: **Conexão-comunicação e cultura**, p. 5-10. 2006.
- CORONA MARTÍNEZ, A. **Ensayo sobre el Proyecto**. 3. ed. Buenos Aires: Kliczkowski Publisher CP67, 1998. v. 1500. 250p.
- FLORIO, W. Modelagem Paramétrica no Processo de Projeto em Arquitetura. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**, p. 571-582. 2009.
- KLINGER, K. Information Exchange in Digitally Driven Architecture. In: **Sigradi 2007: Sociedade Ibero-americana de gráfica digital**, 11, 2007, Cidade do México, 2007, p. 300-304.
- HILLIER, B.; HANSON, J. **A lógica social do espaço**. Cambridge: Cambridge University Press. 1986.

HOLANDA, F. **O espaço de exceção**. Brasília: Editora UnB. 2002.

RÊGO, R.; CARREIRO, P. P. As modelagens geométricas 3D e georreferenciadas como instrumento de representação e mediação projetual: A experiência do novo currículo do curso de arquitetura e urbanismo / UFPE. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**. p. 111-128. 2014.

RIGHI, T.; CELANI, G. Esboços na era digital - Uma discussão sobre as mudanças na metodologia do projeto arquitetônico. In: **Anais do XII Congresso SIGRADI** - Cuba. 2008.

SAGRE, R.; LEITÃO, T.; BARKI, J. (2008). Panoramas Multilayer e computação gráfica: Uma outra interpretação para a história urbana. In: **Anais do XII Congresso SIGRADI** - Cuba. 2008.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Penso Editora, 2009.

VAZ, C. E. et. Al. A interação de usuários em espaços livres: Simulações com agentes autônomos. In: **Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v.10, e019001. Jan de 2019.