

## **CORRELAÇÕES ENTRE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E PROJETO NA ERA DIGITAL**

### ***CORRELATIONS BETWEEN GRAPHIC REPRESENTATION AND DESIGN IN THE DIGITAL AGE***

**Gogliardo V. Maragno<sup>1</sup>**

**Ivan L. de Medeiros<sup>2</sup>**

**Henrique J. S. Coutinho<sup>3</sup>**

#### **Resumo**

A representação gráfica foi totalmente manual e tornou-se predominantemente digital, constituindo ferramenta fundamental para projetos técnicos e modelagens precisos. A contribuição e impacto na prática profissional e ensino que a introdução de meios digitais com novas relações na representação gráfica e projeto de Arquitetura, Design e Engenharia geraram, questionam a subsistência da representação gráfica tradicional. O trabalho objetiva compreender como a transposição do tradicional ao digital nas diferentes fases, CAD 2D e 3D, impactou o ensino de graduação e quais as perspectivas futuras com introdução do BIM. A metodologia considerou o caráter exploratório da pesquisa na identificação das relações intrínsecas de introdução dos sistemas digitais nas disciplinas de desenho com reflexos em projeto. Seguiu cinco etapas: pesquisa bibliográfica incluindo legislação profissional e educacional, análise amostral de estruturas pedagógicas, visão docentes, evidências da transposição convencional-digital e caracterização de relação causa-efeito pela introdução da representação digital. O resultado reconheceu vínculo recíproco entre legislação profissional e educacional, importância da atuação do professor, novas possibilidades ao construir virtualmente e não somente representar e a desejável manutenção de abordagem híbrida: representação digital com intervenções manuais.

**Palavras-chave:** representação gráfica digital; projeto; arquitetura; design; engenharia.

#### **Abstract**

The graphic representation was completely manual and became predominantly digital, constituting a fundamental tool for technical projects and precise modeling. The contribution and impact on professional practice and teaching that the introduction of digital media with new relationships in graphic representation and Architecture, Design and Engineering projects generated, question the subsistence of traditional graphic representation. The work aims to understand how the transposition from traditional to digital in the different phases, 2D and 3D CAD, impacted undergraduate education and what the future prospects are with the introduction of BIM. The methodology considered the exploratory nature of the research in identifying the intrinsic relationships of introducing digital systems into design disciplines with impacts on design. It followed five steps: bibliographical research including professional and educational legislation, sample analysis of pedagogical structures, teachers' vision, evidence of conventional-digital transposition and characterization of the cause-effect relationship through

---

<sup>1</sup> Professor Doutor, UFSC – EGR – Departamento de Design e Expressão Gráfica, Florianópolis, SC, Brasil. [gogliardo.maragno@ufsc.br](mailto:gogliardo.maragno@ufsc.br); ORCID: 0000-0002-1009-1108.

<sup>2</sup> Professor Doutor, UFSC – EGR – Departamento de Design e Expressão Gráfica, Florianópolis, SC, Brasil. [ivan.medeiros@ufsc.br](mailto:ivan.medeiros@ufsc.br); ORCID: 0000-0003-2552-6239.

<sup>3</sup> Professor Doutor, UFSC – EGR – Departamento de Design e Expressão Gráfica, Florianópolis, SC, Brasil. [henrique.coutinho@ufsc.br](mailto:henrique.coutinho@ufsc.br).

the introduction of digital representation. The result recognized a reciprocal link between professional and educational legislation, the importance of the teacher's performance, new possibilities when constructing virtually and not just representing, and the desirable maintenance of a hybrid approach: digital representation with manual interventions.

**Keywords:** digital graphic representation; architecture; design; engineering.

## 1. Introdução

A temática desta pesquisa parte da constatação de que na criação de objetos e edifícios nas áreas de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia e Design, a representação gráfica desempenha papel crucial, atuando como meio de comunicação visual que transcende a mera ilustração, abrangendo a transmissão eficiente de ideias e informações entre os profissionais envolvidos no processo de concepção e materialização. Ao longo dos séculos, essa prática evoluiu desde as técnicas de perspectiva linear do Renascimento, o desenvolvimento da Geometria Descritiva e, posteriormente, do Desenho Técnico, consolidando-se como uma linguagem técnica e universal. Durante muito tempo todo esse processo se deu através de desenhos manuais, a representação gráfica tradicional, porém, o trabalho destaca justamente a transição para a era digital, marcada pelo surgimento do *Computer-Aided Design* - CAD nos anos 1960, que revolucionou a representação gráfica ao permitir que computadores dessem forma a desenhos técnicos e alterassem e facilitassem o processo de projeto. Essa transformação ganhou ainda mais ímpeto com a popularização dos computadores pessoais nos anos 1980, que propiciaram uma verdadeira Revolução Tecno-digital e, mais recentemente, com a implementação do *Building Information Modeling* - BIM.

A delimitação do tema revelou necessidade de aprofundamento em aspectos específicos desse cenário relacionados a prática, sua legislação e ao ensino profissional. A legislação profissional desempenha papel importante na integração das Diretrizes Curriculares Nacionais - DCNs e na relação ensino de projeto e representação gráfica digital nas três áreas. Garantindo-se que programas educacionais estejam alinhados as normas e requisitos legais, pode-se assegurar a formação de profissionais éticos, qualificados e capazes de atender às demandas da sociedade. Com esse propósito, o estudo das correlações entre representação gráfica e projeto nas áreas do estudo é essencial, sendo que o papel do digital se mostra cada vez mais proeminente na contemporaneidade. As ferramentas digitais empregadas na criação e representação oferecem eficiência, precisão e capacidade de explorar ideias de maneiras inovadoras. Integrando o digital ao ensino, prepara-se os profissionais para enfrentar desafios tecnológicos do mercado e necessidades da sociedade. A integração entre representação gráfica e projeto através do uso de ferramentas digitais tem implicações significativas na legislação profissional fazendo com que normativas evoluam para incorporar as tecnologias emergentes e as competências necessárias no exercício profissional. Alinhando o ensino com os processos digitais contemporâneos, principalmente através de práticas pedagógicas cotidianas, os cursos contribuem para que os futuros profissionais atendam aos padrões requeridos pela sociedade.

Em seu desenvolvimento a pesquisa destaca a evolução da representação gráfica digital em três etapas geracionais: introdução do CAD 2D, avanço para o CAD 3D e a posterior implementação do BIM. Essas fases não apenas alteraram os meios utilizados, substituindo instrumentos manuais por tecnologias digitais, mas também redefiniram o paradigma do desenho técnico e da projeção. Vivenciamos um período de introdução e difusão do BIM que, ao contrário do CAD, trata a representação gráfica como um subproduto do sistema,

integrando informações detalhadas e não somente geométricas para toda a cadeia da edificação. A forma como essa transição vem ocorrendo nos cursos de graduação e sendo rebatida no mercado é essencial para compreender as implicações da atual fase da representação gráfica digital e sua relevância e relações com a concepção e execução de projetos de arquitetura e urbanismo, de design e de engenharia.

A criação de objetos ou edifícios passa por processos de antecipação do futuro, o projeto. A criação individual para vir a se tornar realidade prescinde de um processo de registro e transmissão de ideias e informações, a si próprio e a outras pessoas. O registro em forma gráfica, chamado de representação gráfica, constitui uma forma de comunicação visual empregando desenhos, gráficos e outros meios de transmissão de ideias e informações que precisam ser claros e precisos. A representação gráfica constitui uma forma de abstração, visto que não compõem o objeto ou edifício representado em si, caracterizando tão somente uma forma de linguagem para os representar e explicar. Como linguagem admite um sistema apoiado em símbolos, convenções e padronizações.

## **2. Considerações Sobre as Transformações da Representação Gráfica – do Manual ao Digital**

É possível observar que essa linguagem caracterizada pela representação gráfica vem se desenvolvendo ao longo de séculos em apoio aos processos de concepção. Estiveram presentes de alguma maneira na Antiguidade e sofreram avanços mais significativos a partir do Renascimento, com o surgimento das técnicas de perspectiva linear permitindo reproduzir no plano a noção de profundidade captada pela observação de objetos no espaço. Posteriormente houve a introdução de métodos científicos na representação gráfico-visual quando então “se fortaleceu a demanda por expressões realistas que, baseadas em métodos universais, agregassem credibilidade à representação” (SOARES, 2007).

No século XVII, materializou-se a geometria projetiva de Desargues que transpôs a questão das projeções sobre o plano, inicialmente presente apenas nas artes a outros ramos de conhecimento científico. (WERTHEIM, 2001) Transposição que no século XVIII embasou o trabalho de Gaspard Monge no desenvolvimento da Geometria Descritiva - GD, que organizou metodologicamente a geometria projetiva para a representação de objetos tridimensionais através das projeções em planos ortogonais. A GD se tornou então a melhor forma para representar vistas e obter verdadeiras grandezas contribuindo para viabilizar a industrialização através da representação gráfica adequada para a produção de peças, conjuntos mecânicos, fortificações, edifícios, pontes, etc. (SOARES, 2007). A seguir, no final do século XVIII, integrando recursos da geometria projetiva e da descritiva, o Desenho Técnico foi formatado como disciplina científica, vindo a caracterizar uma linguagem visual de caráter técnico e universal que atendeu inicialmente as demandas da revolução industrial e posteriormente da urbanização e arquitetura moderna. Finalmente, nos séculos mais recentes, desenvolveu-se um sistema de convenções que suscitaram normas técnicas de representação gráfica a serem observadas por toda a cadeia de criação e produção, ou construção, de objetos e edifícios.

Até a metade do século XX, os avanços na produção de representação gráfica se deram essencialmente através do desenvolvimento e incorporação de novos instrumentos técnicos, de uso manual. Com o desenvolvimento ocorrido nas áreas de Arquitetura, Design e Engenharia, o desenho técnico, fundamental para apoiar os processos de criação passou a apresentar limitações quanto a representação de formas mais complexas, limitando ou dificultando sua aplicação (MARAGNO, NUNES & COUTINHO, 2019).

Em meados dos anos 1950 pesquisadores do MIT começaram a investigar formas de

melhorar a geração de imagens gráficas em plataformas digitais criando algoritmos que permitiam que os computadores pudessem “desenhar” linhas e manipular objetos em sistemas de coordenadas baseados na geometria euclidiana (HEWITT, 2020). Os anos 1960 constituíram um marco na incorporação de meios digitais através das indústrias automobilística e aeronáutica que passaram a utilizar computadores com os primeiros sistemas CAD (Computer-Aided Design) aplicados na criação de desenhos técnicos. A partir dos anos 1980 com a popularização dos computadores pessoais foi quando ocorreu o desenvolvimento e difusão dos sistemas CAD, inicialmente nos países mais avançados e ao longo de uma década chegando também ao Brasil. O AutoCAD surgido em 1982 foi pioneiro permitindo que usuários criassem desenhos técnicos de forma mais rápida, precisa e eficiente do que as ferramentas tradicionais de desenho manual permitiam. Esse software alcançou, em todo o planeta, rápida popularidade entre profissionais da área de estudo. Com o avanço gerado na área de informação e representação houve impactos consideráveis que tem caracterizado uma Revolução Tecno-digital.

Na fase do desenho manual, avanços se davam pela introdução de instrumentos técnicos de desenho então inovadores, tais como lapiseiras, novos tipos de régua, esquadros, normógrafos, etc. Na transposição para os sistemas de representação digital a transformação ultrapassa a questão dos instrumentos de desenho, alcançando um novo paradigma no ato de desenhar. Inicialmente houve a substituição de instrumentos e suporte, ou seja, troca de lápis, canetas e papéis por mouses e telas digitais, incorporando por si as funções dos instrumentos de desenho transpostos para a superfície do papel através de impressoras e plotters. Vale destacar que a plataforma CAD foi desenvolvida para a Engenharia Mecânica e Design, logo tendo sido absorvida pelo ambiente Arquitetura, Engenharia e Construção – AEC. A partir da segunda metade dos anos 1990 foi então introduzida nos currículos acadêmicos das três áreas de estudo. (MARAGNO, NUNES & COUTINHO, 2019)

Desde então o sistema CAD tem evoluído incorporando funcionalidades e recursos para atender as demandas dos usuários mantendo-se como a principal ferramenta de representação gráfica digital no mercado, e constituindo base para o desenvolvimento de outras plataformas. Com o surgimento de novas tecnologias e ferramentas como modelagem 3D, realidade virtual, realidade aumentada, entre outras, a utilização dos meios digitais nas três áreas se tornou cada vez mais presente, sendo que alguns autores não tem receio de afirmar que praticamente todos os arquitetos, designers e engenheiros do mundo, especialmente os de países mais industrializados, usam softwares de representação gráfica digital (HEWITT, 2020).

Antes do surgimento dos meios digitais, na representação gráfica feita à mão, exigiam-se habilidades técnicas e artísticas dos profissionais das áreas de estudo. Com os softwares de modelagem 3D e CAD, os desenhos passaram a ser produzidos de forma rápida e precisa e com maior nível de detalhamento, demandando agora o domínio da ferramenta digital e das normas representação gráfica. Além disso, os softwares passaram a propiciar resultados com melhor expressão e compreensão dos projetos, possibilitando projetos de estruturas cada vez mais complexas. Desse modo, a utilização de tecnologias digitais passou a possibilitar maior interação entre as diferentes disciplinas envolvidas nos projetos, maior colaboração entre diferentes profissionais, maior integração entre diferentes áreas e com análise mais completa e detalhada de cada um dos projetos envolvidos.

O passo seguinte foi a disseminação, proporcionado pelos avanços da tecnologia e facilidade de sua aplicação, da visualização dos projetos em diferentes formatos além das superfícies bidimensionais, como maquetes virtuais e animações em 3D e parametrizações

iniciais. Contratantes, clientes e usuários em geral passaram a ter melhor compreensão do projeto, o que melhorou a comunicação com os profissionais envolvidos no processo, facilitando troca de ideias e informações. A incorporação de jovens profissionais que já se desenvolveram em um mundo digital e são vistos como aprendizes rápidos favoreceu a mais rápida universalização das ferramentas digitais. (HERWITT, 2020)

Também com o retardo de aproximadamente uma década em relação a outros países, a partir dos anos 2000 o sistema BIM passa a ser empregado no Brasil. O BIM se caracteriza por permitir que sejam criados modelos virtuais 3D precisos de uma edificação, incluindo informações detalhadas sobre aspectos, como estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, sistemas de HVAC, entre outros. O desenvolvimento de um projeto nessa plataforma se realiza através de um processo efetivamente colaborativo de diferentes profissionais a partir do projeto de arquitetura. Todas as informações passam a compor um mesmo modelo digital, ajudando a identificar, evitar e superar previamente conflitos entre diferentes elementos do projeto. A representação gráfica dos projetos no sistema BIM é baseada no modelo 3D da edificação contendo informações detalhadas sobre cada elemento do projeto. Nele cada projetista vai inserindo informações minuciosas sobre materiais, dimensões, especificações e outras propriedades de cada elemento do projeto. A partir do modelo 3D é gerado automaticamente tanto desenhos técnicos, quanto relatórios e outros documentos necessários para a construção e futura manutenção do edifício e, por isso, pode-se afirmar que a representação gráfica no BIM é um subproduto do sistema, e não seu objetivo principal como no CAD.

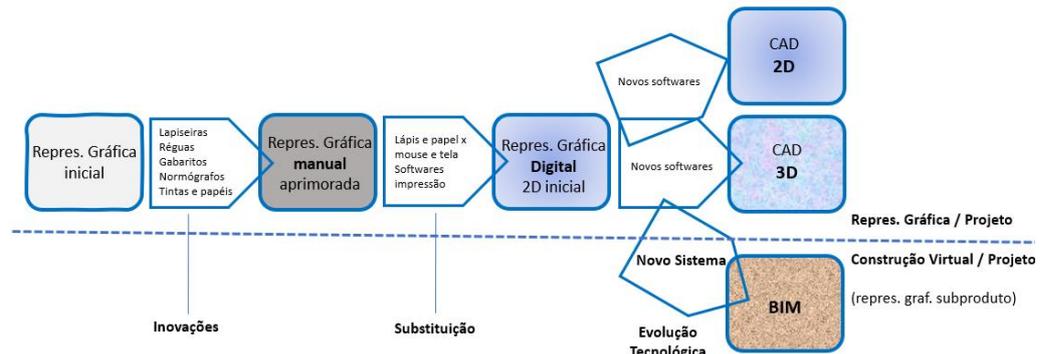
No estágio em que a tecnologia se encontra, podemos distinguir claramente três etapas geracionais na evolução da representação gráfica digital:

- Introdução do CAD 2D, mantendo o procedimento projetual tradicional e simplesmente transferindo para o processo digital a tarefa de geração e impressão de desenhos técnicos.
- Avanço do CAD 3D, com modelagem geométrica tridimensional oferecendo uma visualização do projeto muito próxima ao que deve ser construído.
- Introdução do BIM, modelagem conjugando informações geométricas, com características espaciais, com não geométricas com atributos, resistência, peso, custo, etc., realizada essencialmente sob processo projetual colaborativo englobando todo o ciclo da edificação. (SOUZA, AMORIM e LYRIO, 2009).

A evolução da representação gráfica pôde ser sintetizada pelo esquema da Figura 1. A introdução do CAD 2D já ofereceu ganhos de eficiência e agilidade aos processos de representação gráfica sem que, no entanto, houvesse modificação significativa no método de trabalho dos arquitetos, limitando-se a “computadorizar a prática do desenho anteriormente realizada de maneira manual nas pranchetas” (SOUZA, AMORIM e LYRIO, 2009). Porém, já permitia desenvolver modelos mais precisos, simular objetos reais minuciosamente e gerar mais rapidez possibilitando explorar maior número de variáveis de solução de projeto (AMORIM, 1994). A modelagem geométrica no CAD 3D, em sequência, supriu a necessidade inicial de visualização da volumetria final que passou a aproximar-se do realismo na renderização de imagens e efeitos de iluminação. Foram sendo incorporados “objetos inteligentes” com parâmetros 3D em que uma parede, por exemplo, deixa de ser composição de linhas e passa a ser objeto com propriedades intrínsecas de altura, material construtivo, revestimentos, etc. Na área de Design, especialmente de Produto, o uso de sketches é tido como crucial sendo empregados para estudo preliminar com o objetivo de ajudar na definição

da forma do objeto. (SENNA, MEDEIROS & SALINES, 2021). No sistema BIM os “objetos inteligentes” passam a coexistir em um único modelo, como uma “construção virtual”, constituindo mais que mera representação gráfica do projeto, pois contém informações de desempenho e planejamento de construção, estimativas de custos, simulações, etc. (FERNANDES, 2015)

Figura 1: Esquema evolutivo da Representação Gráfica – do manual ao digital.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Hélio Piñon, (2009) ao reportar seu entusiasmo pela tecnologia da representação digital assinala as contribuições reais em relação ao que considera apenas “vantagens operativas do computador” ou mesmo “fator estimulante da fantasia”. Piñon aponta três contribuições fundamentais:

- Possibilidade de conhecer simultaneamente o objeto como ele é, na escala 1:1, e como se vê, nas escalas reais o que, segundo ele “aproxima definitivamente as duas dimensões essenciais na Arquitetura: essência construtiva da sua constituição e manifestação sensível da mesma”.
- Possibilidade de realização de um projeto entendido como construção, ordenando e unindo elementos e não apenas desenhando linhas e texturas, ou seja, construindo virtualmente e não apenas desenhando.
- Possibilidade de simulação tridimensional que, se utilizada com sensibilidade e sem o abuso da “fascinação infantil do hiper-realismo”, oferecem a consciência visual daquilo que ao se projetar se propõe materializar. (PIÑON, 2009).

Após considerar que a representação gráfica digital se tornou ferramenta fundamental para a produção de desenhos técnicos precisos e detalhados em Arquitetura, Engenharia e Design, é possível ainda comparar as diferenças essenciais na passagem de cada geração:

- Da representação gráfica manual para a digital pelo CAD: avanços quanto a escala, a área gráfica, bem como desenho em *layers* (camadas). Na representação manual a escala tinha que ser previamente escolhida e, se alterada, havia necessidade de refazer o desenho. Com o CAD o desenho é realizado em escala real, adaptando apenas a escala de impressão. A área de desenho deixa de ser limitada ao tamanho do papel para tornar-se praticamente infinita na tela do programa. Na representação manual cada desenho destina-se a determinado objetivo visual (anteprojeto, projeto legal, executivo, etc.), no CAD através de diferentes *layers*,

que podem ser ligados ou desligados, é possível ter representações com diferentes objetivos a partir do mesmo desenho. (VEIGA, 2015)

- Da representação gráfica digital com CAD para BIM: introdução de novos conceitos e novas adequações através de processo de transformações no sistema. O BIM além de conter o desenho, como subproduto, contém outras informações já citadas. Diferente de um modelo CAD 3D, que constitui apenas uma representação tridimensional geométrica do edifício, o modelo BIM se organiza como um protótipo do edifício em termos de pisos, espaços, paredes, portas, janelas e outros elementos. Há vasta gama de informações constitutivas associadas a cada componente através de relações paramétricas. A rigor não se desenha no BIM, mas se constrói virtualmente enquanto se projeta. No processo pode-se observar o edifício simultaneamente em 2D e 3D, de maneira integrada, e a alteração em uma delas é atualizada automaticamente na outra. Inclui informações que podem ser utilizadas em aplicativos de análises: estimativas de custos, simulação de consumo de energia, distribuição de iluminação natural, etc. Permite a geração automática de desenhos como plantas, vistas, cortes, etc. com simbologias bidimensionais, que podem ser editados tanto a partir do modelo 3D quanto dos desenhos 2D. (GOES, 2011)

### **3. Ensino de Representação Gráfica e Projeto: do Convencional ao Digital**

O desenho ou a representação gráfica sempre esteve presente nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, mesmo nos períodos mais remotos no ensino tradicional de Belas Artes. O mesmo se pode dizer nos cursos de Engenharia, especialmente a Civil, e de Design. Geometria descritiva, desenho arquitetônico, desenho técnico, desenho e outros meios de expressão, entre outras são as formas como ele aparece, e até meados dos anos 1990 se dava totalmente através da representação gráfica tradicional, ou seja, manual. Porém com o avanço das tecnologias digitais a forma como essas disciplinas eram ministradas foram sendo modificadas, mas mesmo com mais de vinte anos da introdução da representação gráfica digital como ferramenta profissional, ainda há dúvidas sobre a inclusão de suas ferramentas no ensino.

A introdução do CAD no ensino de graduação das três áreas se deu através da inclusão, transformação ou complementação das disciplinas de representação gráfica já existentes, que passaram a contemplar o digital e demandaram a instalação de laboratórios de informática específicos. Foi necessário adequar espaços físicos, capacitar docentes no novo instrumental e fazer modificações na estrutura curricular. Ainda que não pareça muito, o processo foi relativamente lento, custoso e até certo ponto polêmico sobre o fato da adoção do desenho digital em detrimento do manual. Custou muito para se perceber que eles não são excludentes, mas sim complementares. E mesmo assim há problemas, já detectados em outros trabalhos, como o de Senna, Medeiros e Salines (2021) que apontam que nos últimos anos, os alunos de graduação têm apresentado projetos com desenhos pouco expressivos, descabidos e inadequados frente à realidade profissional. Sua afirmação é da área de Desenho do Produto, mas que seguramente podem ser estendidas as áreas de Arquitetura e Engenharia. Vale observar que, segundo HERWITT (2020), os jovens adquirem com facilidade e rapidez as habilidades para gerar e representar formas no espaço virtual, mas “isso não garante competência” projetual.

Diferentemente do processo de difusão de uso e ensino do sistema CAD, que implicava essencialmente na alteração ou complementação da forma de representação gráfica, o

sistema BIM inclui em sua metodologia a necessidade de uma nova forma de concepção projetual onde detalhamento e especificação que poderiam ser deixados para etapas posteriores do processo, devem estar presentes praticamente desde o início, requerendo um repertório mínimo a respeito dos materiais de construção, das técnicas construtivas e dos projetos complementares, na verdade um domínio maior da fase de construção, pois ela se dará de forma virtual antes da material. Mesmo assim, até mesmo pelas demandas do mercado profissional, há diversas iniciativas de implantação de disciplinas, algumas procurando integrar em uma única disciplina três métodos: desenho manual a mão livre, uso de CAD e uso de BIM (CORADIN & STUMPP, 2023).

Assim, a transposição de sua metodologia para a prática e para o ensino de graduação tem demandado uma abordagem mais abrangente que mera inserção de nova disciplina ou novo conteúdo de representação gráfica (SANTOS, 2017). No BIM, a concepção projetual se dá através do domínio de técnicas e materiais de construção, e especificação desde a gênese de um projeto, além de permitir e demanda a compatibilização dos diferentes projetos e sistemas que convivem em uma obra. E portando, reconhecendo que o BIM não se limita a nova ferramenta ou metodologia de representação gráfica, alterando na verdade a maneira de desenvolver um projeto, sua implementação não pode significar ou limitar-se a introdução de nova ferramenta, como de certa forma foi o CAD. Ela demanda transformações de pensamento e atitudes no processo projetual que privilegiam as práticas colaborativas e multidisciplinares. (DELATORRE, 2014).

#### **4. Objetivos e Metodologia**

A pesquisa parte do pressuposto de que a representação gráfica que já foi no passado totalmente manual, se tornou na atualidade predominantemente digital, e constitui agora ferramenta fundamental na produção de projetos técnicos e modelagens precisos, abrangentes e detalhados. Essas contribuições, frutos da introdução de meios digitais, vem gerando novas relações entre a representação gráfica e o projeto nas áreas de Arquitetura, Design e Engenharia, evidenciando grande impacto não somente na prática profissional como também no ensino, passando a colocar em questão a subsistência da representação gráfica tradicional, a manual. Diante desse cenário, o objetivo do trabalho é compreender como a transposição do desenho tradicional para o digital em suas diferentes fases, como CAD 2D e 3D tem impactado o ensino nessas áreas verificando perspectivas futuras com a introdução em andamento do sistema BIM.

O estudo da representação gráfica procurou abranger em especial o desenho técnico presente nas diversas etapas de um projeto, inclusive o executivo, mas também considerando a participação e importância dos desenhos elucidativos, como perspectivas e modelagens, presentes em anteprojetos, memoriais, detalhamentos, etc.

A metodologia considerou o caráter exploratório da pesquisa, buscando identificar as relações intrínsecas da introdução dos sistemas digitais de representação gráfica nas disciplinas específicas de desenho e seus reflexos nas de projeto. Para tanto ela foi seguida em cinco etapas a saber:

1. Pesquisa Bibliográfica: O estudo teve como ponto de partida pesquisa bibliográfica temática, estado da arte, e sua confrontação tanto com inventário documental das legislações profissional e educacional, quanto a prática e experiência docente;
2. Amostra de estruturas pedagógicas: O passo seguinte foi analisar por amostragem a

estrutura pedagógica dos cursos das três áreas em instituições selecionadas, públicas e privadas separando disciplinas e conteúdo de representação gráfica e (seu rebatimento em) projeto;

3. Visão docente: Em continuidade buscou-se o testemunho de professores de alguns cursos, concentrados nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste suficientes para a construção de um panorama de certa abrangência, ainda que sem a pretensão de caracterizar base estatisticamente representativa;
4. Destaques da transposição do convencional para digital: A partir do material inventariado, buscou-se ressaltar a transposição do conteúdo convencional para o digital em estruturas curriculares, conteúdos e metodologias de ensino, destacando a passagem inicial para as plataformas CAD bidimensional, depois CAD tridimensional e, mais recentemente, plataformas BIM, buscando observar distinção de como era, como se tornou e o como poderá vir a ser o ensino de projeto e representação gráfica digital;
5. Caracterização ex-post-facto: A última etapa consistiu na tentativa de caracterização da relação causa-efeito entre a adoção da representação gráfica digital e novas formas de desenvolvimento de projeto, ou seja, observar novas tipologias e metodologias projetuais como consequência da introdução da tecnologia digital CAD ou BIM.

Para atender as características da pesquisa e a relação mais próxima com a temática, procedeu-se um recorte em relação a área de design limitando-a ao design de produto, bem como em relação a Engenharia e suas múltiplas denominações, foi escolhida a Engenharia Civil. Em relação as dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento, houve necessidade de ajustes na amplitude do objetivo geral, tendo em vista limitações impostas pelo período da Pandemia coincidente com boa parte do desenvolvimento da pesquisa. Algumas entrevistas foram realizadas durante o período de Pandemia da Covid, quando se praticou o chamado ensino remoto, período em que a formação sofreu uma séria de adaptações, gerando uma série de lacunas em seu desenvolvimento e conteúdo, algumas delas difícil recuperação (MARAGNO, 2022), principalmente nas disciplinas focadas: representação gráfica e projeto.

## 5. Resultados

A finalidade da pesquisa era identificar as relações entre representação gráfica e projeto com foco nas áreas de Arquitetura, Design e Engenharia decorrentes da introdução dos meios digitais e seu impacto na prática profissional e do seu ensino. A pesquisa permitiu reconhecer um vínculo recíproco entre legislação profissional e educacional (Figura 2), pois um dos principais objetivo dos cursos superiores é formar diplomados aptos para a inserção nos setores profissionais. Por isso a apresentação dos resultados contempla aspectos tanto da legislação profissional que caracterizam a atuação em cada área, quanto da legislação educacional, que dirige a formação e da visão e prática docente, pois foi possível perceber que além dos aspectos formais, a atuação em sala de aula de cada professor constitui aspecto diferenciado e determinante na formação profissional dos estudantes no país. Assim, ao abordar cada um dos âmbitos destacou-se a inserção nas estruturas curriculares aliada a visão, experiências prévias e prática docente.

### 5.1. Legislação Profissional

De partida observou-se que havia notório distanciamento temporal e características restritivas na regulação profissional das três áreas. Enquanto Arquitetura e Engenharia foram introduzidas de maneira sistemática no Brasil ainda no século XIX e regulamentadas no começo do século XX, o Design é fruto de desdobramento das anteriores com atuação típica do século XX, contando com garantia legal de exercício profissional sem uma regulação profissional mais específica. A legislação do Design aponta para competências profissionais visando certa padronização, mas não restringe o exercício ou apresenta exigência de diploma. Para compreensão dos diferentes padrões de legislação profissional, considerou-se a Constituição Brasileira de 1988 como o marco regulatório. Ela estabelece que “é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer” (BRASIL, [1988]). Dessa forma, o “livre” exercício do trabalho para as três áreas recebe maior ou menor restrição de acordo com a regulamentação profissional específica e seu rebatimento sobre a regulamentação educacional.

**Figura 2: Esquema demonstrativo de exemplo do vínculo recíproco entre a legislação educacional e profissional na área de Arquitetura e Urbanismo.**



Fonte: Elaborado pelos autores

Sendo a regulamentação profissional o que efetivamente estabelece as qualificações profissionais a serem atendidas, observa-se que Arquitetura e Engenharia tiveram seu primeiro ordenamento legal estabelecido em comum por um decreto federal de 1933 que passou a regular o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor, restringir o exercício profissional aos diplomados em escolas e cursos das áreas e criou um conselho profissional em nível federal e regionais para a fiscalização profissional (BRASIL, 1933). Esse decreto foi substituído por uma lei em 1966 que passou a incluir além da Engenharia e Arquitetura também a Agronomia, estabelecendo não só o campo de atuação de cada uma das áreas, como os requisitos fundamentais para o exercício profissional, sendo o diploma de graduação o primordial (BRASIL, 1966). Como a data permite evidenciar, a lei é anterior a era digital, e no caso da Engenharia segue em vigor. A arquitetura (e Urbanismo), no entanto, passou a contar com lei própria em 2010, já na era digital, distinguindo-a das demais áreas, mantendo a exigência do diploma e estabelecendo em seu corpo as atribuições profissionais, relacionando-as com as Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN. A legislação da área do Design é bem mais recente, 2016, menos abrangente referindo-se ao Design de

Interiores e Ambientes e ao invés de regular a profissão, ela apenas “dispõe sobre a garantia do exercício da profissão” (BRASIL, 2016). Como não regula a profissão, não estabelece a criação de conselho profissional e nem restringe o exercício a diplomados. As demais subáreas do Design não são citadas, inclusive Designer de Produto, continuando sem a exigência de cursos superior específico para o exercício profissional, permitindo atuação não somente de egressos dos cursos de graduação de design, mas também profissionais outras áreas, inclusive Arquitetura e Engenharia em suas diferentes modalidades.

Quanto as exigências e características da formação presentes na regulação profissional, a pesquisa observou diferenças consideráveis quanto a sua explicitação. Para a Engenharia pode-se considerar que seja genérica, para Arquitetura é bastante explícita e para o design é omissa. Enquanto para Engenharia a lei estabelece que as congregações das escolas e faculdades devem indicar ao conselho profissional, “em função dos títulos apreciados através da formação profissional, em termos genéricos, as características dos profissionais por ela diplomados” (BRASIL, 1966), para a Arquitetura ela determina que o campo de atuação profissional para seu exercício “são definidos a partir das diretrizes curriculares nacionais que dispõem sobre a formação do profissional arquiteto e urbanista”, estabelecendo ainda que “os núcleos de conhecimentos de fundamentação e de conhecimentos profissionais caracterizam a unidade de atuação profissional” (BRASIL, 2010). Para o Design de Interiores e Ambientes, os cinco artigos presentes na lei não fazem nenhuma menção ao ensino.

Feitas as considerações preliminares no âmbito da legislação profissional, o próximo passo foi considerar as menções ao ensino nessa legislação, procurando sempre destacar as relações entre projeto e representação gráfica. Assim, é importante destacar que conforme apontado na fase bibliográfica, enquanto o projeto é processo criativo de concepção e planejamento de uma edificação ou objeto, o desenho constitui a representação gráfica desse projeto, meio imprescindível para a comunicação de ideias e intenções dos projetistas, seja para registro próprio ou seja destinado a outras pessoas e entidades envolvidas no processo de concepção/construção.

Foi realizado levantamento sobre as menções a projeto e a desenho (representação gráfica) na legislação profissional das três áreas: Engenharia - traz diversas alusões sobre “projeto”, permitindo considerá-lo como parte primordial das atividades e atribuições profissionais abrangendo planejamento, estudos, análises, avaliações, vistorias, perícias, pareceres e divulgação técnica. Faz referência ao “desenho” somente ao especificar que “todos os documentos, como plantas, desenhos, cálculos (...) e outros documentos relativos ao projeto, sejam por eles (os profissionais) assinado” (BRASIL, 1966). Evidentemente, pela sua data, não faz menção a informática ou representação gráfica digital; Arquitetura - faz diversas menções a “execução de projeto” como principal campo de atuação do profissional seja em Arquitetura e Urbanismo, em geral, de interiores e de arquitetura paisagística. Não há alusão direta a desenho ou a representação gráfica, permitindo inferir que o desenho é um instrumento para o processo de projeto, constituindo etapa essencial (BRASIL, 2010); - Design de interiores e ambientes apesar de ser a lei mais curta é a mais explícita ao estabelecer que:

(...) compete ao designer de interiores e ambientes (...) estudar, planejar e projetar ambientes internos existentes ou pré-configurados (...), bem como “elaborar plantas, cortes, elevações, perspectivas e detalhamento de elementos não estruturais de espaços (...)” contemplando no texto as partes do desenho que compõe um projeto. (BRASIL, 2016)

## 5.2. Legislação Educacional

A relação entre exercício profissional e diretrizes curriculares nacionais é determinante para a definição das qualificações exigidas. O foco é a representação gráfica digital, mas foi preciso buscar inicialmente referências mais abrangentes sobre representação gráfica para em segundo momento destacar a digital. Nesta etapa a pesquisa buscou nas DCNs das três áreas menções que evidenciassem a relação projeto e representação gráfica. A DCN da Engenharia é comum para todas as denominações da área, inclusive Engenharia Civil estabelecida no recorte da pesquisa. Ela determina como competências dos cursos proporcionar aos egressos aspectos diretamente relacionados ao objeto da pesquisa: "conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços) (...); comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica" (BRASIL, 2002, grifos nossos). Ponderou-se que a necessidade da expressão (comunicação gráfica) em projeto traz implícito a representação gráfica.

Já para Arquitetura e Urbanismo, as particularizações quanto a desenho e representação gráfica estão mencionadas na determinação das competências e habilidades mínimas, como no artigo 5º da DCN:

k) as habilidades de desenho e o domínio da geometria, de suas aplicações e de outros meios de expressão e representação, tais como perspectiva, modelagem, maquetes, modelos e imagens virtuais;

l) o conhecimento dos instrumentais de informática para tratamento de informações e representação aplicada à arquitetura, ao urbanismo, ao paisagismo e ao planejamento urbano e regional. (BRASIL, 2010b, grifos nossos);

e mencionados também na caracterização do "Núcleo de conhecimentos de fundamentação" que compõe os conteúdos curriculares no parágrafo primeiro do artigo sexto:

O núcleo de conhecimentos de fundamentação será composto por campos de saber que forneçam o embasamento teórico necessário para que o futuro profissional possa desenvolver seu aprendizado e será integrado por: Estética e História das Artes; Estudos Sociais e Econômicos; Estudos Ambientais; Desenho e Meios de Representação e Expressão. (BRASIL, 2010b, grifo nosso)

No Design, ainda que informática ou representação gráfica não estejam citadas explicitamente, a DCN faz referência a "modalidades e linhas de formação específica, para melhor atender às necessidades do perfil profissiográfico que o mercado ou a região assim exigirem", o que foi considerado como referência implícita. A DCN do Design estabelece ainda que os cursos ensejem capacitação para "apropriação do pensamento reflexivo e da sensibilidade artística, para que o designer seja apto a produzir projetos que envolvam sistemas de informações visuais", devendo oportunizar "capacidade para o domínio de linguagem própria expressando conceitos e soluções, em seus projetos, de acordo com as diversas técnicas de expressão e reprodução visual" (BRASIL, 2004). Em seguida, na lista de conteúdos básicos, estão contemplados os "meios de representação, comunicação e informação".

O próximo passo foi confrontar estruturas curriculares e ementas extraídas de Projetos Pedagógicos de Curso - PPC quanto a oferta de disciplinas e conteúdos relacionados a representação gráfica convencional e digital, projeto e, quando possível, aquelas que correlacionavam as duas. Os PPC registram a distribuição dos conteúdos em disciplinas, das disciplinas nas fases e, em alguns casos, a relação entre essas unidades. Foram selecionadas

cinco instituições de quatro estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste: UFSC, Univali, PUC-RS, UFRJ e UFMS. O critério das escolhas contemplou a oferta de pelo menos duas das três áreas da pesquisa, diferentes âmbitos institucionais (públicas e privadas), acessibilidade digital às informações desejadas e certa proximidade com a base da pesquisa.

Foi possível detectar que os cursos de mesma denominação apresentam maior ou menor ênfase (quantidade e carga horária) no oferecimento de disciplinas relacionadas a representação gráfica convencional e sua aplicação na representação gráfica digital e projeto contemplando a representação digital. Isso se confirmou principalmente em Arquitetura e Urbanismo e Design do Produto, tendo em vista que Engenharia Civil apresenta uma quantidade muito menor de disciplinas nestes campos (projeto e representação gráfica).

Em Arquitetura e Urbanismo ementas e conteúdos de disciplinas de projeto demonstraram foco maior na abordagem e metodologia projetual, com pouca referência sobre os meios de representação. Com isso, a inserção das ferramentas digitais no ensino de projeto despontou mais nas entrevistas com os professores do que no registro acadêmico. A pesquisa levantou as disciplinas e conteúdos oferecidas em Arquitetura nas cinco instituições. Há uma série de disciplinas em que se identifica o digital presente, mas a grande maioria não faz menção a isso, além das que evidenciam a oferta sem o digital (geometria descritiva em geral, com poucas exceções). Como exemplo de ementa que evidencia a integração cita-se a disciplina Projeto Arquitetônico Digital que está sendo incorporada no projeto pedagógico de uma das instituições públicas cuja ementa contempla a utilização do computador na criação e no desenvolvimento do projeto de arquitetura e urbanismo e modelagem da informação da construção no processo de projeto de arquitetura e urbanismo.

Os Quadros 1, 2 e 3 a seguir resumem as disciplinas relacionadas a representação gráfica e projeto na estrutura curricular de cinco instituições, sendo pares as instituições públicas e ímpares as privadas. Além disso, foi diferenciado em cores diferenciadas ementas e conteúdos, sendo em amarelo as que não mencionam o digital, azul as com menção ou características híbridas (manual ou digital) e em verde as explicitamente digitais. O Quadro 1 refere-se a Arquitetura e Urbanismo.

**Quadro 1: Disciplinas de Representação gráfica e projeto na área de Arquitetura e Urbanismo.**

Instituição 1	Instituição 2	Instituição 3	Instituição 4	Instituição 5
Geometria Descritiva	Desenho Técnico I a III	Geometria Descrit. Aplicada I e II	Geometria Descritiva	Geometria Descritiva
Oficina do Desenho I e II	Desenho Arquitetônico I e II	Expressão I a III	Desenho Técnico Arquitetônico	Representação Digital I e II
Introdução ao CAAD	Técnicas Gráficas para Projeto	Concepção da Forma Arquitetônica I e II	Representação Digital Bidimensional	Design Paramétrico e Fabricação Digital
Projeto de Arquitetura I a VII	Atelier de Arquitetura I e II	Projeto de Arquitetura I a IV	Repres. Gráfica Tridimensional	Projeto Integrado
	Atelier Integrado – Proj. Edificação I e II		Atelier de Arquitetura I a VIII	
			Projeto Integrado	
			Desenho de Perspectiva	

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 2 apresenta as disciplinas dos cursos de Engenharia Civil, com o mesmo critério de apresentação. Observa-se que a quantidade de disciplinas, seja no nome ou distribuição por semestres, é bem menor. Boa parte das ementas já prevê a oferta de desenho técnico através de sistemas CAD 2D. Como exemplo de ementa, cita-se a disciplina Desenho Técnico para Engenharia Civil, também de instituição pública que inclui tanto o desenho técnico manual quanto a utilização de sistema CAD, com introdução à modelação em 3D.

**Quadro 2: Disciplinas de Representação gráfica e projeto na área de Engenharia Civil.**

Instituição 1	Instituição 2	Instituição 3	Instituição 4	Instituição 5
<b>Representação Gráfica Espacial</b>	Desenho A	Desenho Computacional	Desenho Técnico e Geom. Descritiva	Geometria Descritiva
<b>Desenho Técnico I</b>	Des. Técnico I a III	Desenho Técnico de Engenharia Civil	Desenho Técnico para Eng. Civil	Des. Técnico Civil
<b>Desenho Técnico para Eng. Civil</b>	Ferramentas Computacionais		Arquitetura	Representação de Projeto de Engenharia
<b>Arquitetura</b>	Arquitetura I e II			Arquitetura e Urbanismo
				Proj. de Edifícios

Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente o Quadro 3 apresenta as disciplinas em Design do Produto onde se observa oferta mais ampla de disciplinas que incluem a representação digital. A ementa que se utiliza para exemplificar é de uma disciplina que contempla desde desenho técnico à mão livre até o uso de ferramentas CAD para sua elaboração. Notar que a instituição 5 não oferece o curso.

**Quadro 3: Disciplinas de Representação gráfica e projeto na área de Design do Produto.**

Instituição 1	Instituição 2	Instituição 3	Instituição 4	Instituição 5
<b>Desenho Técnico CAD</b>	Representação e Expressão I a IV	Sistema Geom. de Representação I e II	Representação Gráfica	
<b>Representação Gráfica</b>	Laboratório Interdisciplinar de Design	Design Básico I e II	Representação Técnica	
<b>Projeto de Produto I, II e de Alta Complexidade</b>	Projeto do Produto I e II	Desenho II	Desenho Técnico do Produto	
<b>Prototipagem</b>	Modelos e Protótipos	Desenho Técnico I e II	Setching e Rendering	
<b>Oficina de Modelos e</b>		Perspectiva	Modelagem Digital	

Instituição 1	Instituição 2	Instituição 3	Instituição 4	Instituição 5
Protótipos			Avançada	
Modelagem 3D Avançada		Desenv. e Projeto de Produtos I a IV	Projeto de Produto	
Rendering		Computação Gráfica nas Artes	Modelagem Digital	
			Computação Gráfica	

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 5.3. Visão Docente

Após a análise de documentos relacionados à legislação profissional e educacional, as DCNs e os currículos, uma etapa da pesquisa contempla a visão de participantes determinantes no processo: os professores. São eles os que se envolvem na prática cotidiana e apresentam grande influência no ensino, na definição de suas principais características e dinâmicas. (SOUZA, 2023)

Foram realizadas pequenas entrevistas individuais com um grupo de 16 professores da área de projeto que se disponibilizaram a colaborar, sendo 11 da área de Arquitetura, 5 de design e infelizmente nenhum da Engenharia Civil. Os professores entrevistados eram das mesmas cinco instituições anteriormente citadas, acrescidos da UFRGS.

A ausência de entrevistados em Engenharia Civil em parte é dedicada às características diferenciadas de suas disciplinas onde o projeto tem participação menos destacada. As entrevistas partiram de uma consideração inicial do tempo de docência em projeto, na percepção pessoal do protagonismo da representação gráfica digital na sua prática docente e há quanto tempo ele se deu. Em seguida, a identificação sobre a presença ou não específicas da representação digital 2D e da representação 3D, na prática de suas disciplinas, e em caso afirmativo a maneira como se dão. Finalmente, sobre a inserção do sistema BIM, se já ocorre ou se está em vista de ocorrer e de que forma.

O tempo de docência em projeto dos entrevistados era predominantemente de mais de 15 anos (65%), seguindo por entre 5 e 15 (29%) e entre 1 e 5 (6%). Das disciplinas de projeto que ministram a representação gráfica digital já tinha participação destacável na maioria entre 5 e 15 anos, seguido de mais de 15 anos em 35%, entre, entre 1 e 5 anos em 6% e ainda sem protagonismo também em 6%. O tempo de docência tem valores próximos ao tempo que a informática aplicada à representação gráfica passou a estar presente mais presente.

Na consulta aos professores foi possível constatar que a incorporação nas práticas de ensino de representação gráfica digital em Arquitetura e Urbanismo e Design do Produto está consolidada. O protagonismo varia de acordo com as instituições que oferecem os cursos. Porém, porém sua efetiva incorporação ao ensino de projeto não surge na mesma intensidade, variando bastante, acompanhando a característica, formação e iniciativa pessoal de cada professor. Vale destacar que enquanto as disciplinas de projeto ocupam carga horária e importância destacadas nas estruturas curriculares de Arquitetura e Urbanismo e Design do Produto, Engenharia civil estão contempladas quase que apenas em desenho técnico ou nas disciplinas denominadas genericamente de arquitetura ou projeto de edificações. Os textos que seguem contem extratos, comentários individuais e comentários gerais que extraídos e

inferidos das entrevistas realizadas.

Os professores de Arquitetura e Urbanismo entrevistados reconheceram na totalidade que a representação gráfica digital 2D (CAD), está presente tanto na concepção dos projetos quanto na elaboração dos desenhos técnicos, enquanto a maioria, mas não todos, reconheceram que o 3D também está bem presente. Já quanto a incorporação da plataforma BIM, há três grupos equilibrados, com pequeno destaque aos que “ainda” não utilizam, seguido dos que utilizam pouco e com ressalvas (apenas para gerar modelos 3D, por exemplo) e os que já estão empregando. A quase totalidade dos professores concordou com a presença importante da representação gráfica 2D desde as etapas iniciais de desenvolvimento até a elaboração dos desenhos técnicos executivos do projeto. Para eles a plataforma CAD, e destacadamente o Autocad constitui ferramenta incorporada ao cotidiano dos estudantes, desde a representação da realidade pré-existente dos sítios até a proposta final dos projetos

Muitos professores destacaram que ainda que reconheçam as inúmeras qualidades da representação digital, consideram que os estudantes não devem prescindir dos desenhos a mão, considerados mais expressivos. Alguns relatam que chegam a exigir entrega parcial dos trabalhos dessa forma, ou de resoluções que mesclam a intervenção manual sobre uma base digital impressa, por exemplo. A maioria destaca que quando a decisão da forma de representação, digital ou manual, fica por conta dos estudantes, a adesão ao digital é praticamente total.

Em relação a modelagem digital 3D, um professor destacou que o recurso é estruturante para a compreensão espacial, estudo de alternativas e análise de inserção do projeto na paisagem circundante, natural ou construída. Outro destacou que a representação 3D era utilizada quase exclusivamente na apresentação final da proposta, sendo desejável que estivesse presente também como modelagem experimental nas fases de estudo. Vários comentaram sobre a importância de conscientizar os estudantes que a representação gráfica é sim importante, mas não pode ser encarada como o grande foco do projeto. Constitui importante meio para alcançar agilidade e precisão, para demonstrar e ressaltar aspectos positivos da concepção geral do projeto, mas não devem constituir uma panaceia para mascarar insuficiências ou deficiências dos projetos.

Quanto ao emprego do BIM, para a maioria dos professores, apesar vislumbrar importância crescente, ele ainda não está presente no cotidiano dos cursos e disciplinas. Poucos reconheceram já possuir domínio do sistema e alguns reconhecem que mesmo presente acaba sendo utilizado mais na construção de maquetes digitais pelos estudantes do que para emprego dos aspectos mais complexos de construção digital que o BIM oferece. Um professor destacou a presença de disciplina que aborda o desenho paramétrico através do software Rhino/Grasshopper para concepção de soluções de geometria complexa.

Professores do grupo de Design destacaram que a representação gráfica digital 2D está presente na análise de soluções existentes, no desenvolvimento de alternativas, na transposição da geração de ideias para a representação final e na apresentação das propostas finais. Muitos defendem que as primeiras ideias sejam desenvolvidas através de croquis, “sketches” manuais. Já a representação gráfica digital 3D está presente principalmente na fase de apresentação final e ocasionalmente nas etapas de ambientação, fundamentação, análises, testes e validações de alternativas. Foi quase consenso entre eles que o processo projetual não acontece mais sem ferramentas digitais, que ocorrem se não no todo, em parte significativa do processo. A modelagem 3D é importante também para comunicação entre membros de uma equipe e para entendimento da ideia e produto concebido por agentes externos a criação.

## 6. Considerações Finais – Transposição do Convencional ao Digital

A pesquisa pode confirmar que a representação gráfica que já foi no passado totalmente manual, se tornou predominantemente digital constituindo ferramenta fundamental na produção de projetos com desenhos técnicos e modelagens precisos, abrangentes e detalhados em Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Design. A correlação crescente da representação gráfica digital e o projeto se confirma tanto no âmbito da prática profissional quanto do ensino, apontando para uma relação ainda maior no futuro quando o sistema BIM, ainda experimental na maioria dos cursos, estiver mais difundido. Nele praticamente não se distingue mais o que é concepção e o que é representação.

O material levantado pela pesquisa permite confirmar que a incorporação da representação gráfica digital integrada a prática projetual vem revolucionando significativos aspectos do ensino e do exercício profissional das três áreas contribuindo com a qualidade e proporcionando novas formas de colaboração e comunicação. Destaca-se alguns aspectos dessa contribuição:

- **Eficiência e Precisão:** A representação gráfica digital permitiu maior eficiência e precisão no processo de criação e comunicação de projetos. Softwares de CAD 2D e modelagem 3D permitem atualmente a criação e alteração de projetos de forma rápida e precisa, minimizando erros e retrabalho.
- **Visualização Avançada:** As ferramentas digitais possibilitaram a criação de representações visuais mais realistas e detalhadas ajudando clientes e demais partes interessadas na compreensão dos projetos e sua visualização virtual antes da execução.

Além desses aspectos já se vislumbra no presente e ainda mais no futuro que virá:

- **Colaboração Remota:** facilitando a colaboração entre equipes com trabalho efetivamente colaborativo e simultâneo de profissionais compartilhando arquivos e ideias em tempo real, independentemente de sua localização.
- **Sustentabilidade:** As ferramentas digitais passam a permitir análise prévia de diversos aspectos dos projetos, como eficiência energética, impacto ambiental e fluxo de tráfego, ajudando na tomada de decisões para maior sustentabilidade e melhor uso dos recursos.
- **Documentação Integrada:** Softwares permitem integrar documentação técnica diretamente nos modelos, facilitando a criação de desenhos e especificações para a construção.
- **Redução de Custos:** Ainda que o investimento inicial em software e treinamento possa ser significativo, a representação digital pode resultar em redução de custos a longo prazo pela minimização de erros, otimização de processos e melhor planejamento.

Quanto a dicotomia entre a superação e a complementaridade da representação gráfica tradicional, manual, em relação à digital, a pesquisa permitiu destacar como desejável a manutenção de abordagens flexíveis e combinadas nos cursos, disciplinas e mesmo trabalhos profissionais, selecionando a melhor ferramenta para cada etapa específica, integrando-as sempre que possível. A diversidade de métodos e a abordagem híbrida entre manual e digital pode e deve ser mantida, por trazer vantagens levantadas ao longo da pesquisa como preservação do processo criativo, com um processo mais intuitivo e pessoal, manutenção das

habilidade técnicas manuais, valiosas pela capacidade de esboçar e comunicar ideias rapidamente e, pelas vantagens em utilizar ambas as formas de representação pois algumas soluções podem ser mais eficazes quando exploradas manualmente, enquanto outras se beneficiam das capacidades digitais.

Destaca-se, como arremate, que no mundo contemporâneo, o emprego de ferramentas digitais em projeto transcende as fronteiras da criatividade e precisão, tornando-se a base essencial para concretizar ideias inovadoras e funcionais em realidade tangível. Permitem a antecipação de objetos e edifícios ainda em processo de criação, na escala real, e com máxima aproximação do resultado que deverá vir a ser alcançado somente na construção ou materialização.

## Referências

AMORIM, A. L. A Gráfica computacional como ação didática e projetual. **Anais do 13º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico – GRAPHICA 94**, pp. 104-117.

BRASIL. **Decreto nº 23.569** de 11 de dezembro de 1933. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. Rio de Janeiro, Diário Oficial da União, 1933.

BRASIL. **Lei nº 5.194**, de 24 de dezembro de 1966: Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União, 1966.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 1 jan. 2021.

BRASIL. **Resolução CNE/CES 11/2002** - Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. **Resolução CNE/CES 05/2004** - Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Design. Brasília: MEC, 2004

BRASIL. **Lei nº 12.378 de 31 de dezembro de 2010**: Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo. Brasília, Diário Oficial da União, 2010a.

BRASIL. **Resolução CNE/CES 02/2010** - Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília: MEC, 2010b.

BRASIL. **Lei nº 13.369, de 12 de dezembro de 2016**. Dispõe sobre a garantia do exercício da profissão de designer de interiores e ambientes e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União, 2016.

CORADIN, C. S.; STUMPP, M. M. Experiência de Ensino em BIM: representação gráfica de projeto de arquitetura . In: **Encontro Nacional sobre o ensino de BIM**, 5., 2023. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2023. p. 1–1. DOI: 10.46421/enebim.v5i00.3452. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/3452>. Acesso em: 20 dez. 2023

DELATORRE, Vivian. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de Arquitetura: uma proposta de implementação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

FERNANDES, I. P. Teoria e prática – comparativo entre a tecnologia BIM e CAD no projeto arquitetônico de instituição educacional. **Revista Especialize online IPOG**. Goiânia, v. 01, n. 10, dez. 2015.

GOES, Renata H. de T. e B. de. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. Dissertação (Mestrado em Habitação, Planejamento e Tecnologia). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2011.

HEWITT, Mark Alan. **Draw in order to see: a cognitive history of architectural design**. Oro Editions, Novato, 2020.

MARAGNO, Gogliardo Vieira. Lacunas (ir)recuperáveis: a incompletude do remoto no ensino de Arquitetura e Urbanismo durante a pandemia. **Cadernos ABEA**, v. 43. p. 193-207. <https://drive.google.com/file/d/1zzJCeSSu30EYojmw0ZDYt2ykkvERHnYp/view> acessado em 01/03/2023. Dezembro, 2022.

MARAGNO, Gogliardo V.; COUTINHO, Henrique. J. S.; NUNES, Cristina. C. Normas técnicas x representação gráfica na era digital: adequação necessária? In: **Graphica 2019: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**, 2019, Rio de Janeiro. **Anais Graphica 2019: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**, 2019. v. 13. p. 536-546.

PIÑON, Hélio. Representação Gráfica do edifício e construção visual da arquitetura. *Arquitextos*, São Paulo, ano 09, n. 104.02, **Vitruvius**, jan. 2009 <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.104/81/pt>>.

SANTOS, Luis André dos. **Building Information Modeling no ensino de arquitetura e urbanismo: percepção e disseminação do BIM nas Instituições de Ensino Superior do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, 2017.

SENNA, C.; MEDEIROS, Ivan Luiz de; SALINES, P. S. Constatação do ensino do sketching nos cursos de graduação em Desing do Produto. **Revista Educação Gráfica**, v. 25, p. 24-39, 2021.

SOARES, Cesar P. S. 2007. Uma abordagem histórica e científica das técnicas de representação gráfica. In: **VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**, 2007, Curitiba. Anais Eletrônicos. Curitiba: UFPR. Disponível em [http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs\\_degraf/artigos\\_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf](http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf). Acesso em 15 de maio de 2020.

SOUZA, Carolina H. M e. **Habilidades em projeto de arquitetura e as tecnologias da construção: uma análise sobre teorias e práticas**. 2023. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 202. 2023.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. de M. **Impactos do Uso do Bim em Escritórios de Arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. **Revista Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Paulo, v.8, n. 2, nov. 2009.

VEIGA, João Pedro da S. M. V. da. **Do CAD para o BIM Reflexões para o ensino da modelação em Arquitetura**. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2015.

WERTHEIM, M. **Uma História do Espaço: de Dante à Internet**. 1a ed., Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora, 2001.