Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS: INOVAÇÕES NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UFBA

Applied digital technologies: innovations in the Architecture and Urban Planning course at UFBA

João Marcelo Adães Britto
UFBA | Salvador, BA| brittojoao@hotmail.com

Samille Ferreira da Costa
UFBA | Salvador, BA| samillecosta@ufba.br

Aline de Queiroz Passos Molinero
UNEB | Salvador, BA | pereira.paula@ufba.br

Ana Paula Carvalho Pereira
UFBA | Salvador, BA| pereira.paula@ufba.br

Érica de Sousa Checcucci
UFBA | Salvador, BA| erica.checcucci@ufba.br

RESUMO

Este trabalho apresenta parte da experiência de ensino realizada na disciplina “Tecnologias Digitais Aplicadas I”, do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Bahia (UFBA), e aborda o desafio de integrar os conhecimentos teóricos e práticos do levantamento cadastral e modelagem geométrica de um espaço existente utilizando tecnologias digitais. O objetivo é demonstrar que a associação entre teoria e o uso prático de modeladores geométricos facilita a compreensão dos fundamentos matemáticos e geométricos, além de promover autonomia e pensamento crítico. A metodologia adotada é a pesquisa-ação e, a disciplina baseou-se na aprendizagem baseada em projetos (PBL), combinando aulas expositivas dialogadas, atividades práticas e monitorias para suporte contínuo aos estudantes. Foram realizadas três atividades: modelagem geométrica de uma caneca; captura de dados por fotogrametria para geração de nuvem de pontos; e modelagem de um quiosque a partir de uma nuvem de pontos. Os resultados demonstraram progresso na superação de desafios iniciais, na familiarização com ferramentas digitais, e aprimoramento no uso dos softwares de modelagem associados aos conceitos teóricos. A contribuição desse trabalho reside na demonstração de que a integração entre teoria e prática possibilita uma visão abrangente, ampliando o conhecimento técnico, a independência e adaptabilidade – competências essenciais na AECO.

Palavras-chave: Tecnologias digitais, Levantamento cadastral, Nuvem de pontos, Modelagem geométrica, Fotogrametria.

ABSTRACT

This paper presents part of the teaching experience carried out in the discipline “Applied Digital Technologies I” of the Architecture and Urbanism course at the Federal University of Bahia (UFBA), and addresses the challenge of integrating theoretical and practical knowledge of cadastral survey and geometric modeling of an existing space using digital technologies. The objective is to demonstrate that the association between theory and the practical use of geometric modelers facilitates the understanding of mathematical and geometric foundations, in addition to promoting autonomy and critical thinking. The methodology adopted is action research, and the discipline was based on project-based learning (PBL), combining expository dialogued classes, practical activities and tutoring for continuous support to students. Three activities were carried out: geometric modeling of a mug; data capture by photogrammetry to generate a point cloud; and modeling of a kiosk from a point cloud. The results demonstrated progress in overcoming initial challenges, in familiarizing with digital tools, and improvement in the use of modeling software associated with theoretical concepts. The contribution of this work lies in demonstrating that the integration between theory and practice enables a comprehensive vision, expanding technical knowledge, independence and adaptability – essential skills at AECO.

Keywords: *Digital technologies, Cadastral survey, Point cloud, Geometric modeling, Photogrammetry.*

[1]BRITTO, J. M. A.; COSTA, S. F.; MOLINERO, A. Q. P.; PEREIRA, A. P. C.; CHECCUCCI, E. S. Tecnologias Digitais Aplicadas: inovações no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFBA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais têm revolucionado o campo da Arquitetura e Urbanismo, ampliando as possibilidades de criação, análise e execução de projetos. Essa transformação demanda que os futuros profissionais estejam capacitados no domínio de ferramentas digitais que aprimoram a precisão, a eficiência e a inovação no processo de projeto. Nesse cenário, o ensino de tecnologias digitais consolida-se como um elemento essencial na formação acadêmica, integrando teoria e prática de maneira dinâmica e interdisciplinar.

Este artigo tem como objetivo apresentar parte de uma experiência de ensino realizada na disciplina "Tecnologias Digitais Aplicadas I" oferecida no terceiro semestre do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Essa disciplina foi criada para o novo Projeto Pedagógico de Curso (PPC), que iniciou sua implantação no segundo semestre de 2024. Ela faz parte do conjunto de componentes curriculares que são objeto de atuação da Célula BIM[2] da UFBA, grupo de pesquisa que objetiva ampliar a adoção de tecnologias digitais nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo e em Engenharia Civil da universidade. Tecnologias Digitais Aplicadas I (TD1) tem como objetivo:

> Informar, instrumentalizar e ampliar o conhecimento do estudante na produção e manipulação de modelos geométricos e desenhos aplicados como método auxiliar nas etapas de concepção e de desenvolvimento de projetos (técnicas de modelagem e representação). Prover o estudante de um repertório amplo capaz de trazer autonomia para as suas próprias escolhas de uso e aplicação das ferramentas digitais aplicadas à Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (UFBA, 2023, p. 158).

A disciplina foi estruturada em duas unidades. Este artigo apresenta e discute a primeira parte do curso, especialmente os três primeiros trabalhos: (i) a modelagem geométrica de uma caneca utilizando o AutoCAD; (ii) a realização de fotogrametria em um conjunto de caixas para a geração de uma nuvem de pontos e subsequente criação de um modelo de superfície com texturas, e, por fim, (iii) a modelagem de um quiosque de uma residência pré-existente a partir de uma nuvem de pontos.

Cada uma das tarefas foi planejada para desenvolver competências técnicas específicas, como o uso de softwares para geração de nuvem de pontos por fotogrametria e modelagem geométrica. Ao compartilhar o planejamento, o processo de implementação e os resultados obtidos, este trabalho busca contribuir para o aprimoramento das práticas de ensino na área, evidenciando a importância de uma abordagem que alia domínio tecnológico e pensamento crítico na formação de arquitetos e urbanistas.

É importante ressaltar que, por ser uma disciplina de terceiro semestre, as atividades propostas são ainda bem introdutórias e objetivam mostrar potencialidades aos estudantes, que podem continuar a trabalhar com as tecnologias vistas no curso durante e após sua formação, aprofundando-se onde for pertinente. No entanto, também é muito importante não realizar apenas uma capacitação instrumental e técnica com o aluno, mas apresentar e discutir conceitos teóricos que embasam essas atividades propostas, assim como fomentar o desenvolvimento do senso crítico sobre as produções por eles realizadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A modelagem tridimensional computadorizada representa um avanço significativo na representação arquitetônica desempenhando um papel fundamental na comunicação entre os diversos agentes envolvidos no processo projetual. Além de viabilizar a análise e a definição de problemas, essa abordagem contribui para a gestão eficiente das informações, conforme discutido por Rêgo e Carreiro (2014). A adoção dessas tecnologias facilita a compreensão do projeto como um todo, uma vez que a visualização tridimensional facilita a compreensão da proposta arquitetônica de maneira mais intuitiva, superando dificuldades associadas à interpretação de plantas, cortes e fachadas, que exigem familiaridade com a linguagem técnica normatizada.

---

[2] A Célula BIM da UFBA faz parte da rede nacional de Células BIM coordenadas pela ANTAC. Mais informações sobre esse projeto e seus resultados podem ser obtidas no Portal BIM Acadêmico. Disponível em: https://sites.google.com/antac.org.br/portalbimacademico. Acesso em: 21 fev. 2025.

Segundo Letellier (2007), o processo de documentação configura-se como uma atividade fundamental no acompanhamento das transformações ocorridas nas edificações. O registro das condições e características construtivas constitui a base para a tomada de decisões e deve preceder qualquer tipo de alteração. Nesse contexto, as tecnologias digitais associadas a modelagem geométrica se mostram fundamentais para a projetação. Como exemplo, temos os métodos de levantamento de dados para a geração de nuvens de pontos através da fotogrametria. Ainda, a modelagem tridimensional pode não se limitar apenas a representação geométrica do objeto arquitetônico, mas se tornar um instrumento analítico capaz de integrar diferentes camadas de informação para a tomada de melhores decisões e soluções projetuais.

O levantamento cadastral é um dos instrumentos utilizados para a compreensão e análise, sendo um processo de obtenção das grandezas numéricas ligadas ao edifício construído. Métodos tradicionais envolvem a medição direta (com trenas e fios de prumo, por exemplo) apresentando limitações. Outras ferramentas podem ser utilizadas para o levantamento, como a utilização de *Dense Stereo Matching* (DSM) como recurso para a obtenção de dados numéricos e visuais (como a cor e textura da edificação) de maneira otimizada e rápida.

Segundo Groetelaars e Amorim (2012), o processo usa a correlação entre pixels homólogos de maneira automatizada entre fotos do mesmo objeto para gerar coordenadas em três dimensões para a geração de uma nuvem de pontos. Após o processo de limpeza e escala da mesma, a nuvem de pontos pode ser usada para compreensão do ambiente na elaboração de documentações diversas (como pranchas técnicas e modelos 3D).

> O DSM é uma técnica contemporânea desenvolvida nos últimos anos a partir de avanços em duas áreas simultaneamente: a Fotogrametria Digital, que está relacionada ao rigor geométrico e à precisão dos resultados, e a Visão Computacional, cujo foco principal está na busca de ferramentas cada vez mais automatizadas, visando o reconhecimento de padrões e a aceleração dos processos de geração de modelos geométricos a partir de fotografias (Groetelaars e Amorim, 2012, p. 1).

O levantamento em campo com precisão possibilita obter um modelo do objeto pré-existente que facilita a tomada de decisões projetuais. Vale dizer que a fotogrametria fornece nuvem de pontos com precisão relativa e que a medição absoluta só se aproxima da exatidão mediante ortorretificação ou uso de laser scanner.

Diante disso, tecnologias digitais de captura de dados associadas a modelagem geométrica 3D se consolidam como recurso indispensável na arquitetura. O potencial vai além da representação gráfica, tornando-se um meio de análise e investigação, permitindo captar e compreender não apenas a forma, mas também os processos de transformação dos edifícios ao longo do tempo, viabilizando diagnósticos mais precisos e embasando decisões.

Diante do exposto, o uso de ferramentas de modelagem 3D no ensino é fundamental, pois permite melhor entendimento do objeto projetado. Como dito por Amorim, Nunes e Coutinho (2024, p. 12),

> Os resultados indicam que a modelagem 3D proporciona uma compreensão mais profunda e prática dos conteúdos, permitindo que os alunos visualizem e manipulem objetos geométricos de maneira que seria inviável com métodos tradicionais. A interação direta com os modelos tridimensionais buscou promover o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a visualização espacial, o pensamento lógico-matemático e a compreensão de conceitos geométricos abstratos.

Também se destaca a importância do ensino da modelagem geométrica, integrando levantamento digital e gestão da informação, pois amplia-se a capacidade de interpretar e intervir de forma mais qualificada no ambiente construído, reforçando o papel dessas tecnologias na prática arquitetônica.

3 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida pelo projeto Célula BIM da UFBA segue o método da pesquisa-ação. Tripp (2005) define sucintamente a pesquisa-ação como toda tentativa continuada, sistemática e empiricamente fundamentada de aprimorar a prática.

> [...] como acontece frequentemente de não haver teorias prontas que se ajustem a nossos dados ou intenções, nesse caso trabalhamos indutivamente, teorizando nossos dados

> mediante a criação de novas categorias. No entanto, quando o fazemos, nosso propósito é inteiramente pragmático: não fazemos isso porque apenas queremos conhecer (isso é "pesquisa pura"), indagamos por que alguma coisa é como é apenas para podermos saber melhor como aprimorar a prática (Tripp, 2005, p. 452).

É um processo iterativo com ciclos de análise, planejamento, intervenção, avaliação dos resultados obtidos e melhorias. A reflexão é essencial para o processo de pesquisa-ação e ocorre durante todo o ciclo, assim, cada ciclo fornece o ponto de partida para aprimorar o seguinte.

Na fase 1 do ciclo foi feita a análise da ementa da disciplina, a infraestrutura (hardware dos laboratórios e softwares livres ou com licença educacional) e reunião com os coordenadores de duas outras disciplinas: Desenho e Meio de Representação (é pré-requisito) e Tecnologias Digitais 2 (Tecnologias 1 é pré-requisito para essa) para alinhar conteúdos e atividades. Esta fase possibilitou analisar a situação em termos de objetivos, recursos e características da disciplina/alunos para poder ir para fase 2, onde foi realizado o planejamento através do Plano de curso, de aulas, desenvolvimento de material didático (aulas, roteiros e editais para as atividades, vídeos), ambiente virtual de aprendizagem, questionários.

Por se tratar de um método participativo, e visando monitorar melhor os resultados, foram elaborados dois questionários, que juntamente com a observação direta, análise das atividades desenvolvidas e rendimento dos alunos forneceram base para o aprimoramento.

Na terceira fase – intervenção foi aplicado o questionário 1 afim de saber sobre a experiência prévia do aluno no início do curso; foram realizadas as aulas teóricas dialogadas e exercícios avaliativos (quatro na primeira unidade e quatro na segunda unidade). Posteriormente, na fase 4, foi aplicado o questionário 2 objetivando coletar a opinião dos alunos sobre a disciplina, analisado as atas de reuniões semanais entre professores e monitores para avaliar os registros das dificuldades enfrentadas e análise do rendimento dos alunos.

Por fim, na fase 5 depois de aplicar em todo o ciclo observação e reflexão foram feitas as mudanças. Foram dadas as melhores soluções possíveis para os problemas enfrentados e atualizado o material didático para finalizar o primeiro ciclo e poder começar o seguinte. A Figura 1 mostra o ciclo da pesquisa-ação.

Figura 1: Ciclo da pesquisa-ação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tecnologias Digitais Aplicadas I (TD1) integra o campo de saber da Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo no curso de graduação da Universidade Federal da Bahia (UFBA), conforme estabelecido no Projeto Pedagógico de Curso (PPC) atualizado em 2023. A disciplina é ministrada em laboratório de informática, e foi criada no novo PPC objetivando ampliar o conhecimento do estudante na produção e manipulação de modelos geométricos e desenhos como método para auxiliar o estudo, a criação e representação nas etapas de concepção e de desenvolvimento de projetos.

O componente é ofertado no terceiro semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo, com carga horária total de 60 horas. Sua ementa contempla a introdução às tecnologias digitais aplicadas à projetação, simulação e documentação, aliando conceitos teóricos à prática em modelagem e representação de formas e arquiteturas. O conteúdo abrange desde o estudo conceitual até o desenvolvimento do projeto, incluindo a introdução à Modelagem da Informação para Construção (BIM), permitindo ao estudante compreender e aplicar essas ferramentas no processo projetual (UFBA, 2023).

De caráter teórico e prático, a disciplina se desenvolveu com aulas expositivas dialogadas, demonstrações práticas, realização de exercícios para a aprendizagem e grupo de monitoria para discussão de dúvidas, criado no aplicativo WhatsApp. Teve sua abordagem pedagógica sustentada pela aprendizagem baseada em projeto (PBL - *Problem-Based Learning*), uma abordagem sistêmica, que envolveu os alunos na aquisição de conhecimentos e competências por meio de um processo de atividades autênticas, cuidadosamente planejadas, com foco no "aprender fazendo" do filosofo americano John Dewey (1859 – 1952) (Masson *et al.*, 2012), onde o aluno é protagonista na produção do seu conhecimento, desenvolvendo a capacidade de aprender a aprender, conscientizando-se de suas capacidades que o levam a assumir um papel ativo e responsável pela sua própria formação (Checcucci, 2014).

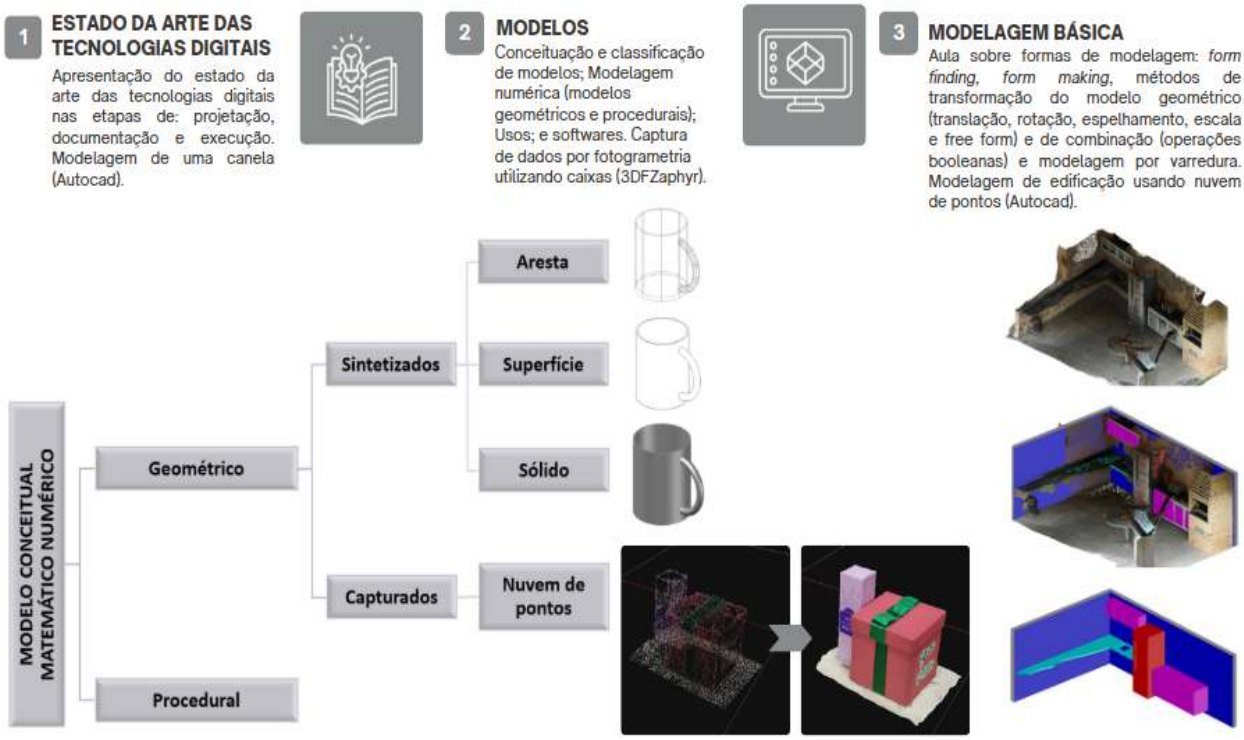
Essa abordagem rompe com a forma rígida de trabalhar os conteúdos apenas de maneira expositiva, possibilitando o desenvolvimento do conhecimento ao longo da execução das atividades, durante a resolução dos problemas.

Para o desenvolvimento das atividades propostas buscou-se ferramentas de domínio aberto ou que disponibilizassem licença educacional. Desta forma, optou-se pela utilização do AutoCAD 2022 (licença educacional), ferramenta ainda amplamente utilizada por proporcionar precisão e flexibilidade na representação volumétrica, para a modelagem geométrica de uma caneca e de um quiosque a partir de uma nuvem de pontos; e o software 3DZaphir Free v3.4, que permite gerar nuvem de pontos e converte-la em modelo de superfície texturizado, para a geração de nuvem de pontos a partir de caixas organizadas pelos estudantes. O desenvolvimento das atividades será detalhado a seguir.

4 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Em consonância com o objetivo da disciplina, iniciou-se o curso com um módulo composto por três aulas teóricas seguidas de atividades práticas. As aulas expositivas dialogadas abordaram: (i) o estado da arte das tecnologias digitais para a projetação, seguido de comandos básicos de modelagem geométrica tridimensional no AutoCAD; (ii) conceituação e classificação de modelos, modelagem numérica (modelos geométricos e procedurais) e seus usos; e (iii) formas de modelagem: *form finding, form making*, métodos de transformação do modelo geométrico (translação, rotação, espelhamento, escala e *free form*) e de combinação (operações booleanas), modelagem paramétrica, modelagem por varredura e por seções transversais (Figura 2).

Figura 2: Parte teórica/conceitual e aplicação prática



Fonte: Elaborado pelos autores com uso de imagens de trabalhos de discentes da disciplina.

Ao fim das aulas expositivas dialogadas, iniciou-se a parte prática através dos exercícios propostos, descritos a seguir.

4.1 Atividade 1: Modelagem geométrica de uma caneca

A atividade consistia em cada estudante criar o modelo tridimensional, no AutoCAD, de uma caneca com características e estilo de sua escolha. O objetivo foi explorar ferramentas de modelagem para representar a forma de um objeto cotidiano, com atenção à proporção e detalhes do objeto e uso adequado dos comandos. A modelagem deveria ser realizada usando ferramentas como extrusão, revolução e varredura, para criar as diferentes partes da caneca, permitindo que o aluno explorasse comandos e técnicas variadas, buscando um resultado que fosse coerente e representasse bem o objeto proposto.

Dos 70 alunos matriculados nas quatro turmas do semestre, 58 entregaram produções realizadas no laboratório de informática da própria universidade, majoritariamente ou exclusivamente durante o período da aula, permitindo um contato mais próximo com professoras e monitores, o que auxiliou na resolução de dúvidas mais imediatas. Os alunos a princípio, mostraram dificuldades em mudar os planos de trabalho para realizar as modelagens, mas essas foram sendo superados com apoio recebido em sala.

4.2 Atividade 2: Captura de dados através de fotogrametria – conjunto de caixas

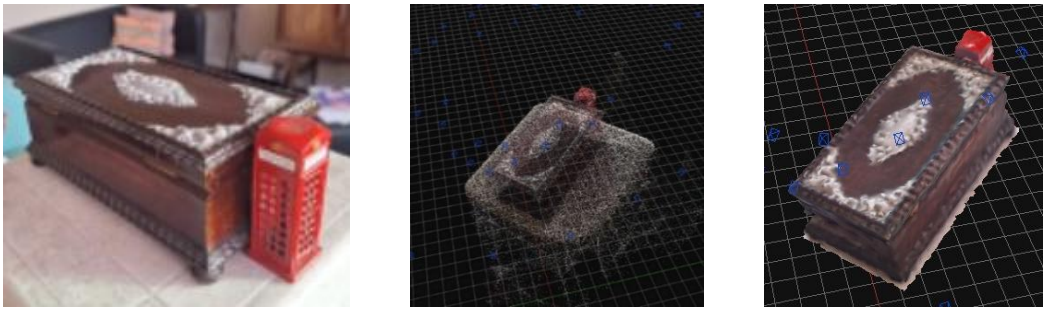
Este exercício teve como objetivo principal colocar em prática os conhecimentos sobre captura de dados por fotogrametria, permitindo que os estudantes experimentassem o processo de geração de nuvens de pontos e malhas tridimensionais texturizadas a partir de fotografias.

Esta atividade auxiliou a compreender o fluxo de trabalho da fotogrametria e suas aplicações na modelagem digital e documentação de objetos. As instruções passadas para os alunos descreviam que o estudante deveria capturar imagens de um objeto simples, como caixas de remédios ou elementos prismáticos e pequenos, organizadas à sua escolha, e, em seguida, gerar uma nuvem de pontos e uma malha triangular com textura utilizando o software *3DF Zephyr*.

O exercício visou explorar a técnica de fotogrametria para criar modelos tridimensionais e compreender os parâmetros de captura e processamento de dados. Ao final, totalizou-se 54 alunos que entregaram a atividade com o resultado esperado. A Figura 3 mostra um dos produtos desenvolvidos.

Vale destacar, que algumas questões nortearam a construção dos exercícios, tais como o uso de softwares livres ou com licença educacional e laboratório usado pelos discentes equipado com computadores com pouca capacidade para processar arquivos grandes. Isso limitou a escolha dos elementos para gerar a nuvem de pontos, pois tinha que ser um objeto que gerasse um arquivo pequeno, sendo então escolhido um conjunto de caixas.

Figura 3: Foto, nuvem de pontos e modelo de superfície com textura



Fonte: Discentes da disciplina

.4.3 Atividade 3: Modelagem de um quiosque a partir de nuvem de pontos

Esse terceiro exercício proposto teve como objetivo principal a aplicação e consolidação dos conhecimentos adquiridos sobre modelagem no AutoCAD, utilizando uma nuvem de pontos como base para a criação de

elementos arquitetônicos. Essa atividade buscou aprimorar as habilidades de interpretação de dados a partir de uma nuvem de pontos e a modelagem de componentes no ambiente tridimensional.

Para efetivar a realização desse exercício, instruiu-se que cada estudante deveria importar para o *AutoCAD* a nuvem de pontos fornecida pela professora, representando parte de um quiosque. Em seguida, com base nessa nuvem de pontos, deveriam ser modelados alguns elementos do quiosque, como a bancada e os armários, possibilitando, assim, que os alunos aprofundassem técnicas de modelagem que trabalharam nos exercícios anteriores.

Esse foi o último exercício do conjunto de atividades abordando levantamento cadastral e modelagem digital da disciplina e 46 alunos entregaram suas produções finais para as suas respectivas professoras. Os desafios enfrentados nessa atividade ainda se relacionaram com a modelagem tridimensional no *AutoCAD*, mas observou-se melhorias e desenvolvimento dos estudantes em relação ao uso do programa, além do entendimento das técnicas de modelagem geométrica. A Figura 4 apresenta um dos produtos entregues.

Figura 4: Quiosque



Fonte: Discentes da disciplina.

A infraestrutura dos laboratórios também limitou a escolha do objeto arquitetônico para essa atividade. Isso implicou em não usar uma edificação grande e/ou histórica, visto que os computadores não tem capacidade para trabalhar com arquivos grandes.

Para a execução dos três exercícios, além de horários de monitorias extraclasse, foram disponibilizados para os alunos no ambiente do Moodle da disciplina os seguintes materiais de estudos e ferramentas auxiliares:

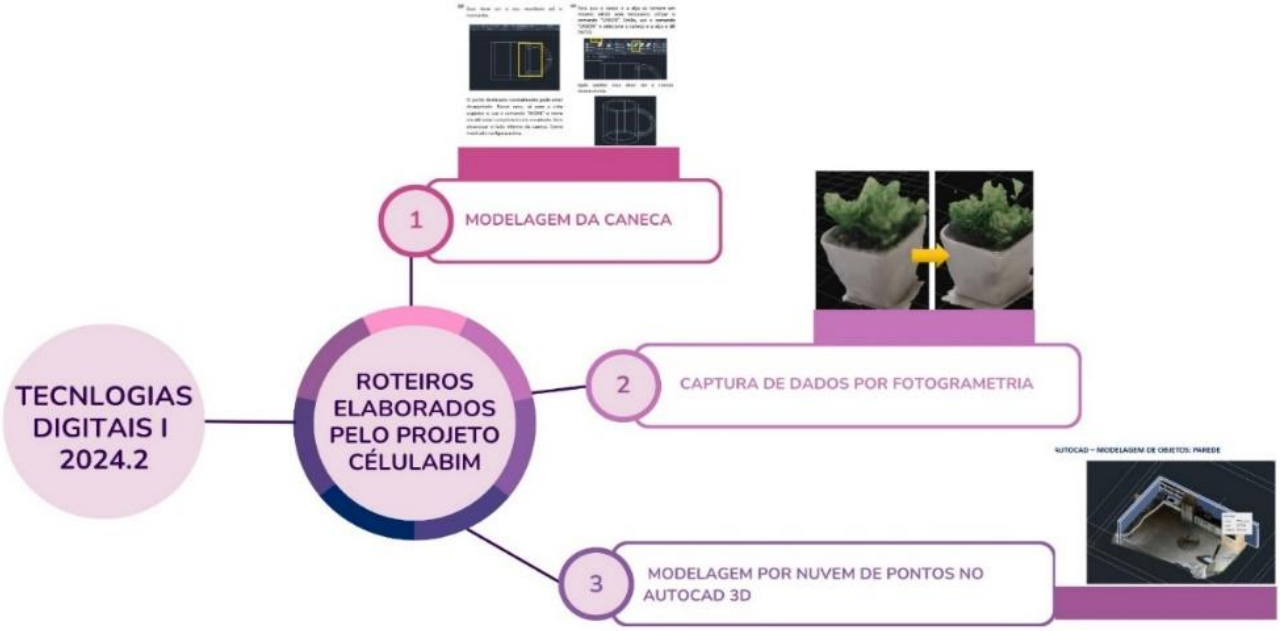
(a) Editais com orientações para realização dos exercícios;

(b) Tutoriais que apresentavam o passo a passo do desenvolvimento das atividades propostas, mostrando a criação de uma possível solução para cada exercício e os comandos necessários nos programas utilizados (a Figura 5 mostra uma imagem de cada um dos roteiros criados);

(c) Vídeos mostrando o desenvolvimento de soluções de projeto e a resolução de problemas;

(d) Referências bibliográficas extras, além dos materiais desenvolvidos pela equipe da Célula BIM.

Figura 5: Conjunto de roteiros elaborados para os exercícios propostos



Fonte: elaborada pelos autores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram disponibilizados dois questionários no ambiente virtual de aprendizagem para os discentes[3]. Foi solicitado que o primeiro fosse respondido na primeira aula, e o segundo ao fim do curso. Os questionários foram feitos objetivando saber sobre a experiência do aluno no início e fim do curso; o que eles mais gostaram e não gostaram na disciplina; se a disciplina estava organizada; sua opinião sobre o tempo de duração das atividades, o material disponibilizado, entre outras questões. Por fim, foi solicitado que colocassem alguma sugestão, observação ou comentário sobre a experiência.

Esses questionários foram umas das fontes de evidências juntamente com a observação direta realizada pelos professores e monitoras, a análise das atividades desenvolvidas e o rendimento dos alunos. O cruzamento das evidências proporcionou maior compreensão dos resultados obtidos, possibilitando ajustes no material didático, tais como: inclusão de explicações mais detalhadas dos principais erros cometidos pelos alunos no desenvolvimento das atividades, desenvolvimento de vídeos para complementar os roteiros já disponibilizados e ajustes em relação ao tempo planejado para o desenvolvimento de duas atividades.

Quanto ao aprendizado dos alunos, a análise das atividades desenvolvidas ao longo da disciplina permitiu identificar avanços significativos na compreensão e aplicação das tecnologias digitais pelos alunos. A execução dos três exercícios propostos revelou tanto a evolução do aprendizado quanto os desafios enfrentados durante o processo de ensino-aprendizagem.

Os produtos finais entregues pelos estudantes evidenciaram um progresso na familiarização com as ferramentas digitais, ainda que tenham sido observadas dificuldades iniciais. Outro ponto relevante foi a gestão do tempo para a realização das atividades. Alguns alunos relataram que conseguiram concluir os exercícios dentro do prazo estipulado e durante as aulas, trazendo tranquilidade aos mesmos, já que o curso de Arquitetura e Urbanismo se caracteriza por muitos trabalhos feitos em horário extraclasse.

Na primeira atividade, da modelagem geométrica de uma caneca, os resultados indicaram que, apesar das dificuldades com a mudança de planos de trabalho e a interface do AutoCAD, a assistência oferecida pelos monitores e professoras contribuiu para a superação desses desafios. A qualidade das modelagens variou conforme a experiência prévia de cada aluno, mas a maioria conseguiu desenvolver a forma proposta com

[3] A pesquisa "Célula BIM da UFBA" possui autorização do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola de Enfermagem dessa universidade.

precisão satisfatória. Além disso, a atividade proporcionou uma compreensão inicial sobre o funcionamento do ambiente tridimensional. Para o segundo ciclo do processo da pesquisa-ação (semestre seguinte de oferta da disciplina) foi desenvolvido um vídeo orientando sobre a mudança de plano de trabalho para ajudar aos alunos na compreensão deste conteúdo.

Na segunda atividade, relacionada à captura de dados através de fotogrametria, os produtos obtidos demonstraram a capacidade dos alunos em compreender os princípios básicos da técnica e aplicá-los na geração de modelos tridimensionais a partir de imagens. Além disso, a atividade evidenciou a importância da organização e da padronização dos registros fotográficos para a obtenção de resultados mais precisos.

A terceira atividade, que envolveu a modelagem de um quiosque a partir de uma nuvem de pontos, mostrou avanço na instrumentalização dos alunos no uso do AutoCAD. Embora ainda persistissem dificuldades na manipulação do software, observou-se um progresso significativo na compreensão das técnicas de modelagem geométrica. A integração entre captura digital e modelagem contribuiu para que os alunos compreendessem melhor a relação entre a documentação tridimensional e a prática projetual.

O impacto das atividades na compreensão das tecnologias digitais pelos alunos foi expressivo. A exposição prática ao ambiente de modelagem tridimensional do AutoCAD e à fotogrametria contribuiu para ampliar o repertório técnico dos estudantes, permitindo-lhes entender como essas ferramentas podem ser aplicadas em contextos acadêmicos e profissionais. A modelagem a partir da nuvem de pontos também demonstrou o potencial dessa técnica para o registro e a intervenção em preexistências arquitetônicas, além de proporcionar reflexões sobre a precisão e fidelidade dos modelos digitais em relação às estruturas reais.

Apesar dos avanços observados, o processo também revelou desafios e limitações. Entre eles, destacam-se as dificuldades com o hardware e software disponíveis nos laboratórios da universidade. O desempenho das máquinas e a adoção da licença gratuita do 3DF ZEPHYR impactaram a fluidez das atividades, exigindo adaptações tanto dos alunos quanto das professoras. Além disso, a curva de aprendizado da modelagem tridimensional no AutoCAD mostrou-se desafiadora para parte dos alunos, especialmente aqueles sem experiência prévia. A necessidade de suporte contínuo ao longo das atividades reforça a importância de estratégias pedagógicas mais direcionadas para facilitar a adaptação dos estudantes às ferramentas digitais.

As atividades propostas também permitiram reflexões sobre a relevância dessas tecnologias no contexto profissional. A modelagem digital e a fotogrametria são utilizadas na prática da Arquitetura e do Urbanismo, seja para a concepção de projetos, a documentação de edificações existentes ou a análise de espaços urbanos. A experiência adquirida pelos alunos na disciplina inicia uma preparação para o enfrentamento de desafios do mercado de trabalho, além de estimular uma postura investigativa e crítica diante das possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais.

Em síntese, os resultados indicam que a incorporação dessas ferramentas ao ensino de Arquitetura e Urbanismo é um caminho promissor para a formação de profissionais mais capacitados e adaptados às demandas contemporâneas da área. A continuidade e aprimoramento dessa abordagem podem potencializar ainda mais a aprendizagem e a inserção dessas tecnologias na prática acadêmica e profissional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da integração entre teoria e prática no ensino das tecnologias digitais aplicadas à Arquitetura e Urbanismo ficou evidenciada através da análise das atividades realizadas ao longo da disciplina. O processo de ensino-aprendizagem permitiu aos alunos não apenas compreender os conceitos fundamentais da modelagem digital e da fotogrametria, mas também desenvolver habilidades técnicas essenciais para sua formação acadêmica e profissional.

O *feedback* dos alunos indicou que as atividades foram desafiadoras, mas também enriquecedoras, proporcionando uma experiência prática valiosa. As principais dificuldades relatadas estavam relacionadas à complexidade do software utilizado e à infraestrutura dos laboratórios, fatores que impactaram o ritmo de aprendizado e a qualidade das produções. No entanto, a presença dos monitores e professoras foi essencial para mitigar esses desafios e possibilitar um melhor aproveitamento do conteúdo. Além disso, a introdução de materiais didáticos complementares e atividades preparatórias contribuíram para facilitar a curva de aprendizado dos alunos, tornando o processo mais eficiente e acessível.

Para futuras edições da disciplina, algumas possibilidades de aprimoramento foram identificadas. Entre elas, destaca-se o uso da nuvem de pontos da cidade de Salvador para modelagem de terreno e edificações existentes.

Por fim, os resultados alcançados reforçam a importância da abordagem adotada, demonstrando o potencial das tecnologias digitais na formação dos futuros arquitetos e urbanistas. O aprimoramento contínuo das práticas pedagógicas não apenas estimulará a autonomia dos alunos na resolução de desafios técnicos e no uso das ferramentas digitais, mas também fortalecerá a integração entre tecnologia e arquitetura, preparando-os para os desafios da prática profissional.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos à FAPESB, pela bolsa de iniciação científica. Aos pesquisadores da Célula BIM da UFBA, aos professores e estudantes que participaram da intervenção em 2024.2.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Joalisson Soares da Silva; NUNES, Jeferson Leite da Costa; COUTINHO, Brauner Gonçalves. O impacto da modelagem 3D no ensino de geometria espacial para alunos de licenciatura. In: CONEDU - Congresso Nacional de Educação, 2024, Paraíba. Anais [...]. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2024/TRABALHO_COMPLETO _EV200_MD1_ID14281_TB4547_17102024173549.pdf. Acesso em: 11 mar. 2025.

CHECCUCCI, E. S. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia ivil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto. 235 f. il. 2014. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. Dense Stereo Matching (DSM): conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias. In: SIGraDi 2012 – 16º Congresso Iberoamericano de Gráfica Digital, 2012, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: SIGraDi, 2012. p. 361-365. Disponível em: http://itc.scix.net/paper/sigradi2012_95. Acesso em: 14 mar. 2024.

LETELLIER, Robin. Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles. Los Angeles: J. Paul Getty Trust, 2007. 174 p.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). In: Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, PA, Brasil. Sn, 2012.

RÊGO, R. M.; 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, [S. l.], v. 2, n. 2, 2014. Disponível em: https://rbeg.net/new/index.php/rbeg/article/view/25. Acesso em: 25 mar. 2025.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica. Tradução: Lólio Lourenço de Oliveira. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ep/a/ 3DkbXnqBQqyq5bV4TCL9NSH/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 16 set. 2024.

UFBA. Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Arquitetura. Projeto pedagógico do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. 2023. Disponível em: https://arquitetura.ufba.br/sites/arquitetura.ufba.br/ files/ppc_documento _final_revisadoanexos.pdf. Acesso em: 13 fev. 2025.