Proposta de disciplina de orçamentação integrada ao BIM para o curso de Arquitetura e Urbanismo

Discipline proposal about budgeting process integrated to BIM for the Architecture and Urbanism course

Neliza Maria e Silva Romcy
Universidade Federal do Ceará |Fortaleza| Brasil |nelizaromcy@daud.ufc.br
Vanessa Albuquerque dos Santos
Universidade Federal do Ceará |Fortaleza| Brasil | vanessasantos@arquitetura.ufc.br
Vitoria Kananda Pereira de Almeida
Universidade Federal do Ceará |Fortaleza| Brasil | vitoriakananda@arquitetura.ufc.br

Resumo
Processos de orçamento para projeto possuem pouca expressividade na formação dos arquitetos, o que resulta no desconhecimento da influência que as decisões projetuais possuem no custo de uma obra. Nesse contexto, a disciplina optativa de TATE (Tópicos Avançados em Tecnologia da Edificação) no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará buscou suprir a demanda de conteúdo sobre orçamentação e custo ao tratar do tema e ainda integrá-lo à modelagem da informação da construção (BIM), através do programa Archicad. Logo, para apresentar a proposta da disciplina e seus resultados foram registrados e analisados seu planejamento, adaptação e aplicação.

Palavras-chave: Orçamentação. BIM. Ensino.

Abstract
Budgeting tactics applied on projects present limited expressiveness in the architects' academic training, which results in unfamiliarity about the influence that design decisions may cause on the building cost. In this context, the elective course called Advanced Topics in Building Technology sought to supply the demands about budgeting and cost in the Architecture and Urbanism curricular structure, not only addressing the topic but also promoting the integration with Building Information Modeling (BIM), through the software Archicad. Therefore, to introduce the proposal of the discipline and its results, the planning, adaptation, and application are registered and analyzed in the present paper.

Palavras-chave: Budgeting. BIM. Education.

Como citar:
ROMCY , N. M. e S.; SANTOS , V. A. dos .; ALMEIDA, V. K. P. de . Proposta de disciplina de orçamentação integrada ao BIM para o curso de arquitetura e urbanismo . *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/596. Acesso em: 3 ago. 2021.

INTRODUÇÃO

Os processos tradicionais de orçamento para projeto possuem pouca expressividade na formação dos arquitetos e urbanistas, o que resulta em dificuldades quando se impõem limites financeiros. Tal desconhecimento da influência que as decisões projetuais possuem nas variáveis do custo total de uma obra [1], e até da possibilidade de prever problemas que acabam sendo verificados apenas após a execução, podem levar a perdas de qualidade. Em paralelo, tem-se o *Building Information Modeling* (BIM) como um processo capaz de automatizar a geração de quantitativos através de modelos de construção 3D, de maneira a possibilitar a realização de estimativas de custos e orçamentação com parâmetros precisos e suscetíveis a atualizações imediatas de alterações, auxiliando tanto nas fases iniciais de tomadas de decisões quanto nas fases finais de menores modificações.

Nesse contexto, a disciplina optativa de Tópicos Avançados em Tecnologia da Edificação da Universidade Federal do Ceará buscou suprir a demanda de conteúdo sobre orçamentação e custo ao introduzi-lo no curso de Arquitetura e Urbanismo, buscando, ainda, integrar o tema ao BIM, através da aplicação no programa Archicad (GRAPHISOFT). Com a inclusão do BIM, a disciplina também já prevê futuras demandas de conhecimento, advindas do Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece utilização do BIM na "execução de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal" [2], sendo a orçamentação prevista já na fase 2 de implementação, a partir de janeiro de 2024. A oferta da disciplina teve início no semestre de 2020.1 de forma presencial, mas precisou se adaptar ao modelo de ensino remoto em decorrência da pandemia da COVID-19.

MÉTODOS

Com o intuito de apresentar a proposta da nova disciplina optativa e seus resultados, considerando-se ainda estratégias adotadas para o ensino remoto, foram registradas e analisadas as seguintes etapas do processo:

PLANEJAMENTO DA NOVA DISCIPLINA E ADAPTAÇÃO AO MODELO REMOTO

Buscou-se compreender as motivações iniciais para a criação da disciplina, atentando-se à demanda de introduzir o conteúdo sobre orçamentação e custo, associado à relevância do uso do BIM nesse processo. É importante ressaltar a necessidade de adaptações logo ao início da disciplina em face da pandemia COVID-19, procurando estratégias que pudessem mitigar as dificuldades que o contexto pudesse trazer aos alunos, bem como melhorar o aproveitamento no modelo remoto.

APLICAÇÃO DA DISCIPLINA E DOS TRABALHOS

Procurou-se compreender melhor as diferentes necessidades de aprendizado em cada etapa da disciplina, através do registro das dificuldades observadas durante o acompanhamento nas aulas e nos atendimentos. Por se tratar de disciplina optativa, é importante salientar que a turma era composta por estudantes de diferentes semestres (5º a 9º semestres), tendo sido estipulados como pré-requisitos mínimos os

conteúdos das disciplinas de Sistemas e Materiais da Construção 1 (SMC1) e Desenho Arquitetônico Auxiliado ao Computador (DAAC), ambas ministradas no 3º semestre da grade curricular do curso.

COLETA DE *FEEDBACK* POR PARTE DA TURMA

Ao final do semestre, foi realizado um momento de avaliação da disciplina junto à turma, em que os alunos puderam debater sobre os resultados obtidos e indicar alterações que pudessem tornar a disciplina mais efetiva nos semestres posteriores.

RESULTADOS

PLANEJAMENTO DA NOVA DISCIPLINA E ADAPTAÇÃO AO MODELO REMOTO

A disciplina foi planejada com o intuito de introduzir conhecimentos sobre orçamentação de obra como apoio à tomada de decisão nas etapas de projeto, utilizando o BIM como ambiente integrador do binômio projeto/construção. Assim, a abordagem se insere no contexto de desenvolver a "consciência construtiva" dos estudantes, ressaltando a importância de refletir sobre aspectos de performance, execução, dados econômicos e, principalmente, possibilidades de aplicação dos materiais e sistemas construtivos no projeto arquitetônico, considerando suas possíveis consequências para os custos e a qualidade da edificação final. Nesse caso, embora os custos calculados para o exercício da disciplina se referirem especificamente à composição de custos diretos, incentivou-se que as equipes compreendessem e justificassem suas escolhas referentes aos sistemas/materiais também considerando suas consequências indiretas, também presentes no contexto de execução da obra, como facilidade/tempo de execução, redução de desperdícios, modulação, parque tecnológico local, etc.

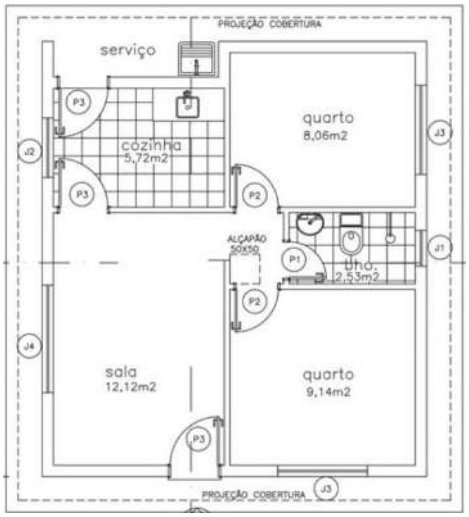
Ademais, para compreender a metodologia da disciplina e as sugestões/dificuldades colocadas pela turma, é importante salientar o contexto de implementação da disciplina, que precisou se adaptar ao modelo de ensino remoto, em decorrência da pandemia COVID-19. Para esse contexto, as seguintes alternativas foram adotadas: 1. distribuição das aulas expositivas em blocos – sendo um total máximo de 1h30min de aula expositiva e 30 min de tira-dúvidas; 2. aulas expositivas ocorrendo de forma síncrona com a turma (Google Meet), porém sendo gravadas para consultas posteriores por parte dos estudantes, 3. atividades práticas com orientação agendada por equipe, dentro do horário previsto para a aula, 4. escolha de plataformas que pudessem estabelecer comunicação síncrona e assíncrona, além de serem um repositório para materiais didáticos/entrega das atividades – nesse caso, foi adotado Google Meet (síncrona) e Google Classroom (assíncrona).

METODOLOGIA DA DISCIPLINA

O formato da disciplina somou aulas expositivas a atividades práticas através do desenvolvimento de um projeto tipo de Habitação de Interesse Social (HIS) pelos estudantes, divididos em equipes de 3 integrantes. O programa de necessidades teve como referência o projeto-padrão R1-B (Residência Unifamiliar Padrão Baixo) fornecido pela NBR 12.721:2006 [3], estudada na etapa de estimativa de custo e Custo

Unitário Básico (CUB), e a Residência Unifamiliar Térrea de Padrão Baixo do SINAPI[1] [4], utilizado para o orçamento detalhado e as etapas mais avançadas de modelagem. Os projetos utilizados como referência são apresentados na Figura 1 e 2, incluindo o projeto padrão R1-B e a Residência Unifamiliar Térrea de Padrão Baixo, respectivamente.

Figura 1: Projeto R1-B (Residência Unifamiliar Padrão Baixo)



Nota: Projeto de referência apresentado na explicação do conteúdo referente ao CUB.
Fonte: NBR 12.721:2006.

Figura 2: Residência Unifamiliar Térrea de Padrão Baixo



Nota: Projeto padrão utilizado na construção da modelagem e extração de quantitativos para a etapa de orçamento detalhado. Fonte: SINAPI, 2017.

Após desenvolvida sua própria proposta do projeto em ambiente BIM, cada equipe deveria realizar a extração de quantitativos e cálculo parcial dos custos, com base na modelagem da informação da construção, por meio de um exercício que buscou acompanhar desde a estimativa de custo até o orçamento analítico.

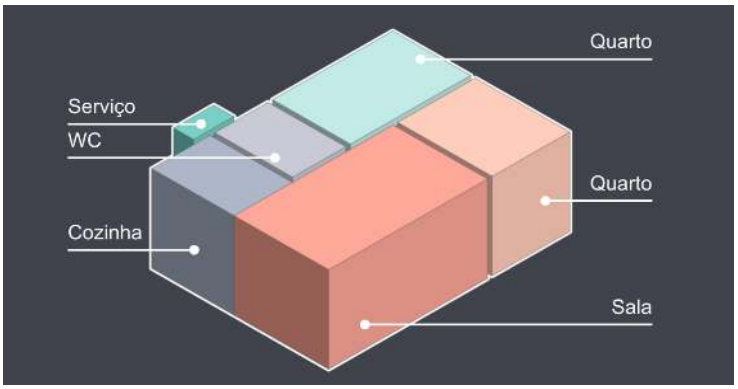
No primeiro exercício, cada equipe desenvolveu seu projeto tipo para a unidade residencial e realizou a etapa de estimativa de custos, considerando como referência o Custo Unitário Básico (CUB) e as possíveis interferências das decisões adotadas.

[1] SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

Nesse processo, foram discutidos com a turma índices que representassem o peso do custo de cada ambiente no valor total estimado da residência. Para tanto, foi adotado como referência o quadro disponibilizado por Mascaró [1] para a discussão do % de participação dos diferentes sistemas construtivos no custo total de uma obra de tipologia semelhante (Casa Térreo/Sobrado - Padrão Simples - presente na Tabela 1). A partir da discussão sobre a presença ou não de cada sistema construtivo nos diferentes ambientes da edificação (ex. há "instalações sanitárias e de gás" no WC e cozinha, mas não há no quarto e na sala), foi possível estabelecer índices a serem multiplicados pela área de cada cômodo da casa, trazendo uma estimativa do peso que cada um representaria para o custo final da obra.

Por fim, foram criados parâmetros no ambiente BIM para que os índices fossem multiplicados automaticamente, tanto pelo valor estabelecido pelo CUB, quanto pela área extraída do modelo BIM por meio da ferramenta "Zonas" do Archicad (Figura 3). O resultado permitiu a extração dos quantitativos das áreas, com o cálculo das respectivas estimativas de custos, conforme é possível observar no exemplo da Tabela 02.

Figura 3: Representação do uso da ferramenta de "Zonas" no Archicad



Nota: As áreas foram extraídas através do uso da ferramenta de "Zonas" por meio do modelo de referência "Residência Unifamiliar Térrea de Padrão Baixo", oferecido pelo SINAPI. Fonte: os autores.

Já no segundo exercício, o foco estava na etapa de extração de quantitativos / composição de custos utilizando o modelo BIM. Nesse sentido, as equipes identificaram nas tabelas de referência da SEINFRA[2] e SINAPI os serviços necessários para a execução das seguintes etapas da obra: fundação, estrutura, vedação, esquadrias e cobertura. Porém, mesmo que a construção virtual dos trabalhos já estivesse em uma etapa de maior nível de complexidade (a exemplo da Figura 4), foi solicitada a extração de quantitativos no Archicad de apenas dois dos sistemas construtivos utilizados, para que os estudantes tivessem a primeira experiência de composição de custos, a partir da utilização do modelo BIM. A Tabela 3 traz o exemplo de extração de quantitativos e cálculo de composição de custo para o sistema construtivo de cobertura, incluindo os serviços de madeiramento e telhamento.

[2] SEINFRA: Secretaria da Infraestrutura.

Tabela 1. Participação de cada rubrica (em %) no custo total de uma edificação residencial, com destaque para a tipologia "Casa Térreo/Sobrado - Padrão Simples"

Elemento	Edifício		Casa Térrea/Sobrado	
	Padrão médio com elevador	Padrão simples sem elevador	Padrão médio	Padrão simples
Instalações provisórias	2,60	2,82	3,00	4,10
Fundações	5,00	6,55	6,68	9,99
Alvenarias	8,00	10,95	11,82	19,95
Estrutura	18,00	17,45	7,13	8,39
Telhado	2,50	5,91	9,52	10,81
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
Acabamento e outros	1,42	1,59	1,80	1,35
Elevador	4,5	–	–	–
Total	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Mascaró, 2006.

Tabela 2: Custo Final de cada ambiente

Ambiente	Índice CUB	Custo Unitário - CUB	Área medida	Custo Final - CUB
Cozinha	1,4	1237	4,63	8011,52
Quarto	0,76	1237	7,04	6622,04
Quarto	0,76	1237	9,00	8459,6
Sala	0,84	1237	14,42	14985,25
Serviço	0,76	1237	0,77	726,9
WC	1,4	1237	3,99	6904,82
Total			39,85 m²	45.710,13 reais

Fonte: os autores.

Tabela 3: Extração de quantitativos da cobertura

ID	Área	Custo Unitário (Telhas)	Custo Total (Telhas)	Custo Unitário (Madeiramento)	Custo Total (Madeiramento)
Coberta 1	33,1	25,27	841,63	51,25	1706,9
Coberta 2	33,1	25,27	841,63	51,25	1706,9
Total	1,4 m²		1683,26		3413,8

Fonte: Exemplo extraído de modelo BIM construído pelos autores no software Archicad.

Figura 4: Modelo de referência para as aulas expositivas sobre composição de custos, desenvolvido de acordo com o projeto referência "Residência Unifamiliar Térrea de Padrão Baixo", oferecido pelo SINAPI



Fonte: os autores.

O último exercício consistiu na revisão e finalização das atividades realizadas ao longo da disciplina, que foram desde a estimativa de custos à composição de custos em um nível de orçamento analítico. Em relação à etapa anterior, foi solicitada aos estudantes a extração de quantitativos dos sistemas construtivos utilizados nas cinco etapas de obra: fundação, estrutura, vedação, esquadrias e cobertura. Complementarmente, o modelo BIM passou por ajustes quando necessário, a depender do trabalho de cada equipe, atentando-se, ainda, para a atualização dos valores de custo obtidos pelo uso das tabelas do CUB, SEINFRA e SINAPI ao final do semestre.

Desse modo, em paralelo à concepção do projeto, os alunos puderam exercitar as etapas do processo de composição de custos, com foco na identificação dos serviços e levantamento de quantitativos. Também se fomentou a reflexão sobre uma "consciência construtiva", atentando os alunos à relação entre as decisões projetuais e seus possíveis custos, não apenas como fator quantitativo e imediato, mas consequências presentes ao longo de todo o ciclo de vida da edificação. Ademais, os exercícios possibilitaram o aprimoramento de conhecimentos no processo de projeto em BIM, buscando uma maior aproximação entre as etapas de projeto e execução, precisão na extração de quantitativos e confiabilidade na previsão de custos.

REPERCUSSÃO DA DISCIPLINA

Nesse contexto, a partir dos comentários e sugestões colhidos na discussão coletiva realizada no último dia de aula, foi possível observar que a principal dificuldade levantada diz respeito a questões de modelagem no Archicad, uma vez que um projeto bem modelado é essencial para a extração de quantitativos correta. Nesse sentido, um aluno chegou a sugerir a oferta de tutoriais extras em vídeo ou encontros no Google Meets ministrados pelos monitores, visto que a abordagem de dúvidas apenas sobre as ferramentas custava um tempo significativo, tanto nos atendimentos junto à professora, quanto nas aulas expositivas.

Além disso, como principais sugestões sobre o conteúdo/metodologia foram mencionadas: 1. a inclusão da etapa de revestimentos na composição de custos, considerando sua representatividade no custo final de uma edificação; 2. a determinação inicial de um sistema construtivo comum para as etapas de fundação e estrutura para o projeto de todas as equipes, uma vez que a liberdade de escolha dos estudantes gerou uma grande diversidade nos projetos apresentados e dificultou a comparação entre o custo final de cada habitação para essa etapa da obra.

CONCLUSÃO

A variedade de resultados encontrada entre os projetos realizados, aliada à discussão coletiva e às sugestões obtidas a partir da turma, possibilitou o entendimento claro da adequação das diferentes estratégias e metodologias utilizadas durante a construção da estrutura da disciplina e, de acordo com o nível de satisfação exposto pelos alunos durante o feedback, pôde-se validar a aplicação de estratégias semelhantes para futuras turmas. Importante ressaltar que a disciplina optativa foi ofertada novamente para o semestre 2020.2, ainda em andamento no início de 2021, e teve preenchimento do total de 20 vagas disponíveis no processo de matrícula, apresentando uma boa repercussão da experiência anterior e a procura pelo tema por parte dos estudantes do curso. Assim, a proposta da disciplina pôde demonstrar papel crucial na compreensão do impacto que diferentes decisões projetuais podem surtir no custo e na qualidade da obra, destacando-se, também, a relevância desse conhecimento para a formação e o futuro profissional de arquitetos e urbanistas.

REFERÊNCIAS

[1] MASCARÓ, Juan Luís. **O custo das decisões arquitetônicas**. 4º Edição. Editora Masquatro. Porto Alegre. 2006.

[2] BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm . Acesso em: 10 de fev. 2021.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios. Rio de Janeiro. 2006.

[4] SINAPI. **Demonstrações de uso**. Ficha Técnica - Residência Unifamiliar Térrea Padrão Baixo (2017). [s.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-demonstracoes-de-uso-fichas-tecnicas/Ficha_Tecnica_13105.pdf. Acesso em: 06 de fev. 2021.