

Estimativa de custos com a utilização do BIM como ferramenta de apoio decisório ao processo de projeto

Cost estimation using BIM as a decision support tool in the design process

Presupuesto estimado utilizando BIM como herramienta de apoyo a la decisión en el proceso de diseño

PONTES, Mateus Moreira

Doutorando, Universidade Federal de Minas Gerais, mpontes@ufmg.br

MALARD, Maria Lúcia

Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais, mlmalard@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo propor e discutir uma metodologia para a elaboração de estimativas de custos durante as etapas preliminares do projeto arquitetônico de uma obra, com foco em edifícios públicos, nas quais ocorrem as principais decisões conceituais. Entende-se que a metodologia proposta é capaz de contribuir como ferramenta de apoio ao processo decisório do projeto. Para tal, é considerada a utilização do modelo BIM como elemento articulador de dados qualitativos (índices e estimativas) e quantitativos (objetos efetivamente modelados), em conjunto com a utilização de índices de obras públicas similares (método CBR) e com preços de insumos e serviços disponíveis em bases públicas de preços e composições de custo.

PALAVRAS-CHAVES: *Building Information Modelling, BIM, Estimativa de custos, Obras públicas, Orçamento.*

ABSTRACT

This paper aims to propose and discuss a methodology to develop cost estimating during the preliminary stages of the architectural design process, focusing on public buildings, in which the main conceptual decisions take place. It is understood that the proposed methodology is able to contribute as a tool to support the decision-making process. To this end, the use of the BIM model is considered as an articulating element of qualitative and quantitative data, together with the use of similar public works indexes (CBR method) and also with prices of inputs and services available on databases of public prices and service compositions.

KEY WORDS: *Building Information Modelling, BIM, cost estimation, Public buildings, Budget.*

RESUMEN

Este paper tiene como objetivo proponer y discutir una metodología para la elaboración de presupuestos durante las etapas preliminares del diseño arquitectónico de una obra, donde se encuentran las principales decisiones conceptuales de los proyectos, con foco en los edificios públicos. Se entiende que la metodología propuesta es capaz de contribuir como herramienta de apoyo al proceso de toma de decisiones. Para ello, se considera el uso del modelo BIM como elemento articulador de datos cualitativos (índices y estimaciones) y cuantitativos (objetos efectivamente modelados), junto con el uso de índices de obras públicas similares (método CBR), y también con precios de insumos y servicios disponibles en bases de datos públicas de precios y composiciones de servicios.

PALABRAS CLAVE: *Building Information Modelling, BIM, costo estimado, Edificios publicos, Presupuesto.*

1 INTRODUÇÃO

A definição dos custos da obra de uma edificação é tarefa fundamental para que ela seja levada a cabo com sucesso. Custos acima do orçamento disponível podem trazer transtornos significativos para a sua realização e, em último caso, podem fazer com que a obra não seja concluída, além de levar prejuízos relevantes aos seus realizadores. Nesse sentido, muitas decisões projetuais devem ser tomadas tendo a contribuição do parâmetro custo. Paradoxalmente, o próprio custo depende das decisões tomadas no projeto para que possa ser apurado com precisão suficiente, de modo a servir como apoio decisório. Dessa maneira, identifica-se a necessidade da adoção de estratégias para a realização de estimativas de custos parciais ou localizadas, de modo a gerar subsídios para o embasamento de definições de projeto focadas em custo.

Os processos usuais de estimativa de custos e orçamentação de obra em uso pela indústria da construção civil no Brasil apresentam limitações, quando vistos como ferramenta para a tomada de decisão durante o processo de projeto, pois dão pouco apoio ao exercício de estimativas consistentes, específicas para cada caso, durante o desenvolvimento dos projetos. Este artigo pretende propor alternativas para apuração de custos em etapas intermediárias do projeto de edificações, com foco em edifícios públicos e institucionais.

Parte-se da estratégia de abordar o problema da estimativa de custos da construção de um edifício como um problema de Fermi, que começa com um grande número de variáveis em aberto, às quais são atribuídos valores estimados, apurados em índices mais ou menos genéricos. Durante o desenvolvimento dos projetos de arquitetura e engenharia as incertezas são reduzidas, e os valores estimados dão lugar a outros, determinados pelos elementos de projeto, em conformidade com seus respectivos estágios de amadurecimento, que culmina com uma aproximação rigorosa dos valores finais da obra.

2 ESTIMATIVA DE CUSTOS E ORÇAMENTO DETALHADO

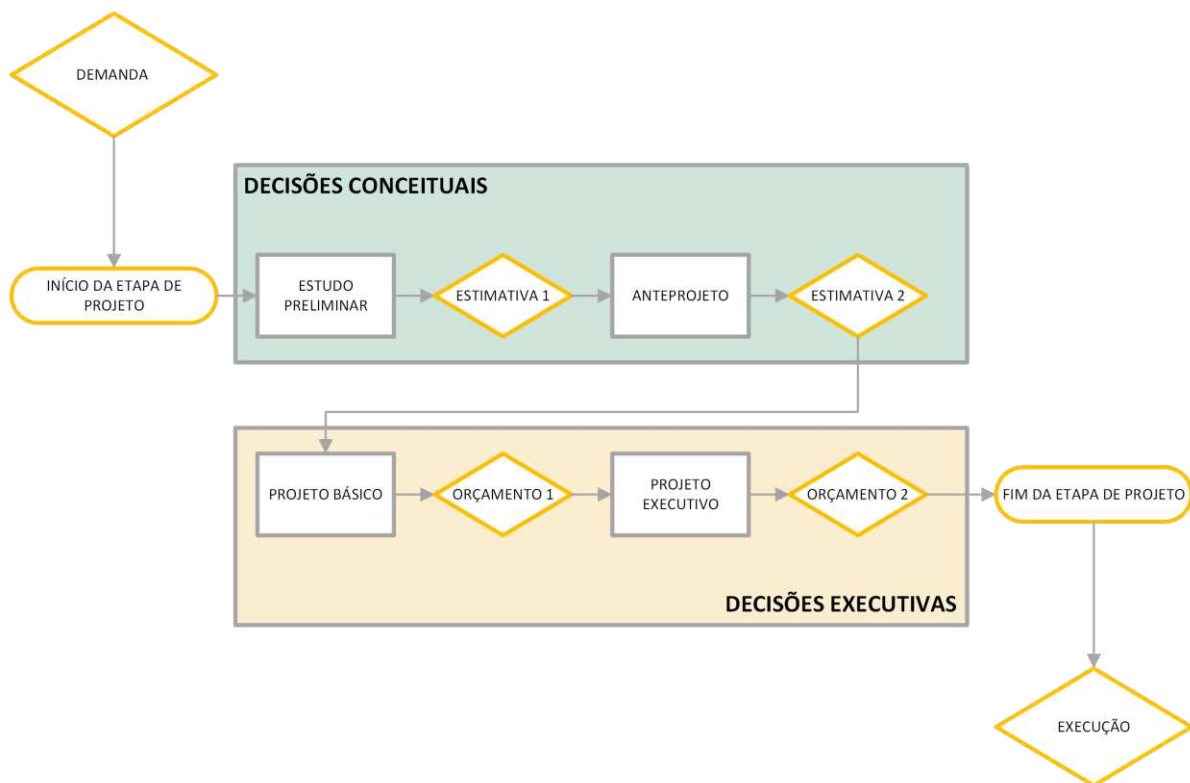
Podemos separar a elaboração dos custos de uma obra em dois momentos bem delimitados: o orçamento detalhado e a estimativa de custos¹. A estimativa de custos ocorre quando existe a indisponibilidade de dados para subsidiar a apuração dos valores necessários à execução do empreendimento. Já o orçamento detalhado é o documento elaborado após todas as definições referentes à execução de uma obra estarem suficientemente caracterizadas, de modo a permitir plena quantificação e precificação de todos os seus elementos.

A Figura 1 apresenta um entendimento dos pontos de aferição de custos ao longo do processo de um projeto, considerando a estruturação de etapas proposta pela Lei 14333/21, Lei de Licitações e Contratos Administrativos, “que estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (BRASIL, 2021). Busca-se demonstrar que as estimativas estão vinculadas às decisões conceituais e, portanto, mais estruturantes de um projeto. Por outro lado, a elaboração de orçamentos ocorre nos momentos em que as principais decisões conceituais já estão consolidadas e nos quais as

¹ Em inglês não é observada diferença na utilização de termos equivalentes a orçamento detalhado e estimativa de custos. Ambos são tratados como *cost estimation*.

interferências no processo são de ordem do seu desenvolvimento. É razoável afirmar que o impacto potencial das decisões conceituais é maior do que aquele decorrente das decisões executivas².

Figura 1 - Diagrama de pontos de aferição de custos, conforme etapas definidas pela lei 14333/21



Fonte: Elaborado pelo autor

ESTIMATIVA DE CUSTOS

Estratégias de estimativas de custos em projetos são usuais. Um exemplo de grande relevância é o Custo Unitário Básico da Construção (CUB) (CBIC, 1965), definido pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e calculado localmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) estaduais. O CUB é usado em larga medida pelo mercado imobiliário e com uso em incorporações orientado pela NBR 12.721 (ABNT, 2021). Outro exemplo de grande relevância é o índice SINAPI (IBGE, 2023), referência legal para precificação de obras públicas em geral, mas dedicado, de maneira específica, à habitação. As duas bases fornecem índices de custo por metro quadrado de construção a partir de critérios projetuais referenciais, e excluem uma série de elementos que apresentam maior variabilidade em função das especificidades de cada obra como, por exemplo, fundações profundas, contenções, equipamentos especiais (elevadores, ar condicionado), etc. Estudos apontam para a necessidade da constante atualização dos métodos desses índices, em função da própria evolução tecnológica da indústria da construção (CANTANHEDE, 2003).

² A NBR16636-2 (ABNT, 2017) apresenta um fluxograma de etapas do projeto de edificações mais subdividido, porém sem a figura do projeto básico. Dessa maneira, optou-se por considerar as etapas da Lei 14333/21, considerando que os conceitos metodológicos apresentados podem ser aplicados nos dois formatos.

Em alguns casos é possível identificar índices específicos. Construtoras e instituições especializadas são exemplos de agentes que acumulam histórico da realização de obras com características equivalentes e em quantidade suficiente para elaborar índices próprios para estimativas iniciais de seus custos, ainda utilizando o conceito de custo por metro quadrado. Como exemplo, podemos supor que o custo médio de um edifício de alto padrão de uma construtora que opera em uma determinada região de uma capital brasileira repete critérios e estratégias adotadas por essa construtora ao longo de sua atividade empresarial, o que acaba por reduzir as incertezas e simplificar o processo de estimativa de custos da obra em sua fase inicial. Nesse sentido, quanto mais nos afastamos das referências padronizadas, maiores as incertezas nos custos. Tipologias arquitetônicas mais específicas, seja por suas definições funcionais, tecnológicas ou formais, ou por conta de quaisquer outras especificidades próprias, se afastam da previsibilidade dos índices gerais. Para estas, faltam recursos sistematizados de estimativa de custos aplicáveis durante seu desenvolvimento.

3 A UTILIZAÇÃO DO BIM E DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE ESTIMATIVA DE CUSTOS E ORÇAMENTOS DETALHADOS

A adoção da Modelagem de Informação da Construção (*Building Information Modelling* – BIM) na indústria da construção civil trouxe um impacto relevante nos processos de orçamentação de obras de edificações. A literatura traz um grande número de trabalhos que apresentam e avaliam as estratégias de levantamento de quantitativos³ na elaboração de orçamentos detalhados e de sua evolução durante as atividades de planejamento e controle das obras, naquilo que é conhecido como 5D⁴ (BABATUNDE *et al*, 2019). Tais estratégias se utilizam da possibilidade de extração automatizada de dados para aumentar a agilidade e a precisão de uma tarefa que consome bastante tempo e que é passível de erros. Destaca-se que os dados extraídos nesses casos são os mesmos daqueles levantados manualmente, nos processos convencionais. Nesse sentido, essas abordagens se utilizam daquilo que as ferramentas computacionais têm de melhor e de mais imediato a oferecer, que é a automatização de atividades manuais extensas e repetitivas. Mas essa abordagem não altera de maneira fundamental nem o processo de estimativa de custos, nem o processo de orçamentação de obra, mantendo o paradigma existente e otimizando seus procedimentos.

Por outro lado, os processos de estimativa de custos também passam por uma evolução significativa, com a adoção de ferramentas computacionais. A literatura apresenta trabalhos que pesquisam estratégias de estimativa de custos em fases preliminares de projeto com a adoção de recursos como *data-mining*, algoritmos de inteligência artificial e outros processos estatísticos, como simulação Monte-Carlo (DENG *et al*, 2022), redes neurais (BARROS, 2019) e processos de *Case-Based Reasoning* (CBR) (AN *et al*, 2007), (UYSAL *et al*, 2023). Nestes casos, a introdução de informações de obras similares já orçadas, juntamente com a aplicação de algoritmos estatísticos e de pesquisa automatizada de dados na internet, aproxima as estimativas de custos por índice, como aquelas já apresentadas do CUB e do SINAPI, da realidade específica de uma determinada obra, qualitativamente definida. Essa abordagem amplia as possibilidades da realização de estimativa de custos por índices, uma vez que inclui na base de dados tipologias específicas, como um laboratório, ou a sede institucional de um órgão. No entanto, ainda não é capaz de fornecer apoio ao processo decisório do projeto.

³ No inglês, *quantity take-off* (QTO), ou *quantity survey*

⁴ 4D se refere à inclusão da dimensão do tempo, ou seja, do planejamento da obra. 5D se refere à inclusão do custo.



4 ESTIMATIVA DE CUSTOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Alguns estudos tratam do problema da estimativa de custos durante o desenvolvimento dos projetos. Um aspecto amplamente aceito na literatura é a utilização do modelo BIM como elemento estruturante. A evolução do modelo de informação da construção é um aspecto essencial para a apuração dos custos durante o andamento das atividades projetuais. A associação dos níveis de detalhamento do modelo BIM (LOD) com os softwares de orçamento e planejamento é um caminho possível (TASSARA, 2019). No entanto, o foco novamente se desloca para a estratégia de organização da informação sob a ótica da obra e não do projeto, resultando em uma metodologia limitada para o processo decisório.

Outras abordagens, como a análise de estratégias geométricas (MASCARÓ, 2010), se aproximam mais do processo decisório no projeto arquitetônico, mas também apresentam limitações, uma vez que se mostram restritas a poucas variáveis e na relação entre alternativas pré-definidas, não sendo capazes de identificar variações formais imprevistas, ou aspectos específicos do projeto em desenvolvimento.

An *et al* propõem um processo de estimativa de custos que combina o método CBR com o método de hierarquia analítica, ou *Analytic Hierarchy Process* (AHP), misturando aspectos qualitativos e quantitativos no processamento das informações e analisando a similaridade dos casos a partir de aspectos específicos da solução projetual, como tipo de fundação, área do pavimento, número de pavimentos, etc. (AN *et al*, 2007). Trata-se de uma evolução conceitual importante, ainda focada no custo final da proposta. Não foram identificadas propostas com um foco no apoio decisório ao projeto, mas dedicadas à melhoria nas estimativas de custo preliminares quando se comparadas aos orçamentos detalhados.

Considerando os trabalhos apresentados na literatura, os processos usuais adotados na elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, e experiências profissionais anteriores, entende-se que uma forma mais abrangente de elaborar uma estimativa de custos como suporte ao processo de projeto não deve ser a partir de critérios projetuais referenciais, mas sim do desenvolvimento de uma rede interligada de parâmetros e variáveis, plenamente caracterizadas e rastreáveis, adequadas a cada momento do desenvolvimento de um projeto. Dessa maneira, seria possível a elaboração de uma estimativa de custos razoavelmente padronizada, adaptável a circunstâncias projetuais específicas, e capaz de permitir sucessivas aproximações, cada vez mais rigorosas, ao longo do desenvolvimento do projeto.

5 PROPOSTA DE METODOLOGIA

Para viabilizar uma ferramenta de estimativa de custo para suporte ao processo decisório do projeto de uma edificação, vislumbra-se como alternativa a criação de uma estrutura de dados capaz de se adaptar conforme as informações disponíveis e do seu respectivo nível de amadurecimento. Tal estrutura deve ser capaz de sistematizar dados de ordem funcional e construtiva. Entende-se como dados de ordem funcional, nesse caso, aqueles que não estão diretamente relacionados aos elementos construtivos, como por exemplo índices de custo por área. Por exemplo, pode-se alterar as dimensões de pilares e vigas e o resultado apurado continuaria sendo o mesmo, caso a área seja equivalente. Já os dados de ordem construtiva são aqueles que estão diretamente relacionados ao projeto proposto, por exemplo, o volume de concreto de pisos e lajes de um modelo. Apesar de podermos trabalhar com índices e extrapolações nas duas situações, a segunda varia efetivamente com a evolução do projeto e, portanto, apresenta maior potencial para servir como suporte ao amadurecimento da estimativa de



custos ao longo do processo de projeto, assim como fornece informações objetivas para comparação de duas situações de projeto distintas, com características qualitativas equivalentes.

Estrutura de dados

A estrutura proposta demanda dados com três origens distintas, conforme descrito a seguir.

A primeira origem é a estrutura informacional do modelo BIM em desenvolvimento, em especial sua geometria. O modelo BIM é um banco de dados espacial, sendo que muitos dados são gerados ao longo do seu desenvolvimento sem que haja sua apuração ou registro sistemáticos. Trata-se de uma estratégia de levantamento de quantidades equivalente àquele usualmente feito na orçamentação. No entanto a estrutura analítica deve corresponder aos elementos de projeto, e não aos serviços de execução.

Nesse sentido, deve ser utilizada uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP) diferente da abordagem usual. A EAP é uma ferramenta para se decompor um projeto, obra ou empreendimento, em partes menores, de maneira organizada, segundo uma lógica específica, de modo a permitir a programação das ações envolvidas em sua realização. No caso da realização de um edifício, é comum que a EAP seja elaborada a partir da ótica da execução da obra. Por exemplo, uma parede executada de maneira tradicional é decomposta nos serviços de alvenaria, emboço, reboco, emassamento e pintura. Tal estrutura pode ser repensada quando vista pela lógica do projeto. Nesse caso, os elementos citados anteriormente são agrupados em um único elemento, ou item de EAP, a parede em si. Para precificação, trata-se de uma estratégia de agrupamento de custos. De maneira análoga, ao analisar um elemento de concreto, por exemplo, uma EAP tradicional deve desmembrá-lo em serviços relacionados à fabricação de formas, outros relacionados ao fornecimento, corte e dobra de aço e por fim serviços relacionados ao fornecimento do concreto. Nesse sentido, pilares e vigas podem ser transformados em metros quadrados de forma, quilogramas de aço ou metros cúbicos de concreto. Ao analisar esse mesmo elemento sob a ótica do projeto, ele assume como condição principal a sua característica funcional, de pilar ou viga específicos (HE, 2014).

A segunda origem é composta por índices de projetos de edifícios públicos já concluídos e publicizados através dos processos de divulgação de editais de contratação para a execução das obras. A análise sistemática desses documentos é capaz de gerar uma biblioteca referencial de obras similares, em um processo equivalente ao método CBR. A obrigatoriedade na publicização desses dados via web, tanto os projetos como os orçamentos detalhados, permitem processos automatizados de busca e categorização, apoiada por um processo não automatizado de seleção de uma base amostral suficiente para a apuração do índice desejado.

A terceira origem é composta pelas bases públicas de composições de serviços e de levantamento de preços, como o SINAPI, que devem fornecer informações de custos de serviços de execução a serem recombinados conforme a estrutura analítica organizada a partir do projeto. Como trata-se de uma base estruturada para a elaboração de orçamentos detalhados e organizada em função dos serviços de execução de obras, ela deve ser reorganizada em conformidade com a EAP estruturada em função do projeto, para compatibilidade com o modelo BIM do projeto.

Evolução dos parâmetros de apuração de custos com o amadurecimento do projeto

O quadro 1 apresenta a estruturação de dados proposta para a apuração dos custos ao longo de três momentos identificados, presentes na fase das decisões conceituais do projeto. Nota-se que a quantidade de parâmetros que contribuem para a definição da estimativa aumenta ao longo do tempo,



e dados mais genéricos vão sendo gradualmente substituídos por dados mais específicos. Esse processo de amadurecimento ocorre tanto por uma maior participação de dados quantitativos ao longo do tempo, como também pelo aumento da especificidade dos dados qualitativos.

Quadro 1 - Apuração de custos conforme evolução do projeto

MOMENTO 1	ÍNDICE DE ÁREAS GERAIS
	APURAÇÃO DE CUSTOS SOMENTE POR ÍNDICE DE ÁREA GERAL -Índices de custo por m2 apurados a partir de área total de obras similares -Nenhuma geometria estabelecida, apenas quantitativo de áreas
MOMENTO 2	ÍNDICE DE ÁREAS ESPECÍFICAS + ÍNDICE DE ÁREA DE ESTRUTURAS
	APURAÇÃO DE CUSTOS POR ÍNDICE DE ÁREA ESPECÍFICO -Índices de custo por m2 para arquitetura e instalações apurado a partir de áreas com características construtivas específicas de obras similares (ex. auditórios, laboratórios, estacionamentos, etc) -Geometria de setorização estabelecida; definições gerais em planta, sem caracterização dos elementos arquitetônicos básicos
	APURAÇÃO DE CUSTOS POR ÍNDICE DE ÁREA ESPECÍFICO -Índice de custo por m2 da estrutura separado dos demais custos, pois as variações não seguem os mesmos critérios das características de áreas para arquitetura e instalações -Índice de custo por m2 de estrutura apropriado em função de suas características gerais, a partir de obras similares (ex. estrutura em concreto moldado <i>in loco</i> , pé-direito entre 3,0 e 3,5m). Os parâmetros variam em relação à especificidade, conforme amostra disponível
MOMENTO 3	QUANTITATIVOS DE ELEMENTOS ARQ. E EST. + ÍNDICES DE INSTALAÇÕES
	ELEMENTO ESTRUTURAL -Apuração quantitativa, conforme pré-dimensionamento definido no anteprojeto. Quantitativos extraídos do modelo -Composição de custos conforme elementos de projeto, por ex. Pilar P1 ou Viga V2. Volume de concreto e área de forma podem ser apurados diretamente, kg de aço, elementos de escoramento e outros serviços devem ser apurados a partir de índices -Preços apurados a partir de base de dados de composições de bases públicas (ex. SINAPI)
	ELEMENTO ARQUITETÔNICO -Apuração quantitativa, conforme definições de modelagem do anteprojeto. Quantitativos extraídos do modelo -Composição de custos conforme elementos de projeto, por ex. piso do tipo um ou parede do tipo A. Quantitativos apurados diretamente do modelo por elemento, custo composto conforme todos os componentes que compõe o elemento ou através de índices representativos. -Preços apurados a partir de base de dados de composições de bases públicas (ex. SINAPI)
	INSTALAÇÕES - SUB-ÁREA POR CARACTERÍSTICA FUNCIONAL -Apuração de índice por m2 em função de banco de dados de obras públicas similares -Possibilidade de consideração de índices, por exemplo total de tomadas, ou carga instalada em função de área, volume climatizado, etc -Destaque para previsão de elementos especiais (ex. geradores, elevadores, transformadores, etc) com apuração específica

No momento um, temos a origem dos dados baseada integralmente em obras similares anteriores, com estimativa de custo geral definida apenas pela área total da edificação. A apuração do índice, nesse caso, depende fortemente de uma boa amostra de outras obras, com a limitação qualitativa do quesito similaridade.

No momento dois, temos como dados de entrada já informações de setorização de ambientes, sendo possível uma informação mais precisa de área, assim como uma subdivisão da área total em áreas específicas, conforme suas características construtivas e respectivos impactos de custo. Propõe-se ainda a separação dos custos que não sofrem variação relevante em conforme as qualidades funcionais, como por exemplo os elementos estruturais.

Já no momento três as definições de arquitetura em nível de anteprojeto já estão caracterizadas. Dessa forma já é possível apurar quantitativamente os principais elementos constitutivos e estrutura,



vedações, pisos, acabamentos, coberturas, entre outros. Os índices de custo de cada um desses elementos devem combinar os serviços disponíveis nas bases de dados públicas e incorporar quaisquer singularidades do projeto em questão. Já informações referentes a instalações devem ser trabalhadas por índices, que podem ser mais específicos, sendo possível apurar demandas de pontos de consumo, volumes climatizados, rotas principais, etc. Dessa maneira os índices podem apresentar maior precisão.

Destaca-se que a sugestão dos três momentos demonstra a evolução dos dados no projeto e a possibilidade de apuração dos respectivos índices, mas a estrutura de dados deve permitir a apuração dos custos a qualquer momento do processo, calibrando sempre as informações de projeto já disponíveis com os índices qualitativos necessários para os elementos ainda não definidos, até o limite do projeto completo estar disponível.

6 CONCLUSÃO

A estrutura de trabalho proposta apresenta ferramentas para arquitetos e engenheiros, com vistas a auxiliar o processo decisório de projetos a partir dos custos estimados. A adoção de um processo sistematizado para a elaboração dessas estimativas pode permitir comparações objetivas entre alternativas específicas dentro de um mesmo projeto, entre anteprojetos como, por exemplo, em concursos de arquitetura, entre outros, e através das comparações objetivas permitir decisões mais assertivas em relação aos custos de obras, reduzindo riscos de orçamento durante a execução. A partir do conceito proposto, ficam estabelecidas diretrizes para a criação de um banco de dados para subsidiar a parametrização de modelos BIM de edifícios públicos em trabalhos futuros.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721 Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios de edifícios - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2021.

AN, S.-H.; KIM, G.-H.; KANG, K.-I. **A case-based reasoning cost estimating model using experience by analytic hierarchy process**. *Building and Environment*, v. 42, n. 7, p. 2573–2579, jul. 2007.

BABATUNDE, S. O. et al. **An investigation into BIM-based detailed cost estimating and drivers to the adoption of BIM in quantity surveying practices**. *Journal of financial management of property and construction*, v. 25, n. 1, p. 61–81, 2019.

BARROS, L. B. **Aplicação de redes neurais artificiais no contexto de estimativa de custos de construção de rodovias**. 30 jan. 2019.

BRASIL. 14133. **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Brasília, 2021.

CANTANHEDE, D. A. G. **Custo unitário básico (CUB) : verificação e validação do modelo de cálculo**. 2003.

CBIC. **CUB/m² - Custo Unitário Básico - Indicador dos custos da Construção Civil**. , [s.d.]. Disponível em: <http://www.cub.org.br/cub-m2-brasil>. Acesso em: 9 jun. 2023

DENG, J.; JIAN, W. **Estimating Construction Project Duration and Costs upon Completion Using Monte Carlo Simulations and Improved Earned Value Management**. *Buildings (Basel)*, v. 12, n. 12, p. 2173-, 2022.

FENATO, T. M. et al. **Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM.** Ambiente Construído, v. 18, n. 4, p. 279–299, 2018.

HE, W. **A framework of combining case-based reasoning with a work breakdown structure for estimating the cost of online course production projects.** British journal of educational technology, v. 45, n. 4, p. 595–605, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Disponível em: <https://ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=conceitos-e-metodos>. Acesso em: 11/06/23.

MASCARÓ, J. L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas.** 5ª Ed. ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2010.

TASSARA, G. V. **Procedimentos e análises da orçamentação de um modelo BIM em dois níveis de desenvolvimento de objetos.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

UYSAL, F.; SONMEZ, R. **Bootstrap Aggregated Case-Based Reasoning Method for Conceptual Cost Estimation.** Buildings (Basel), v. 13, n. 3, p. 651-, 2023.