ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Estimativa de custos como elemento decisório em projetos arquitetônicos em BIM

Cost estimation as a decision-making element in BIM architectural projects

Mateus Moreira Pontes
Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte | Brasil | mpontes@ufmg.br

Resumo

O artigo apresenta a proposta de uma metodologia para a incorporação de estimativas de custos ao processo de projeto de arquitetura, desde suas etapas iniciais. A estrutura conceitual propõe a utilização da Modelagem de Informação da Construção (BIM)- como fonte de dados do projeto para tal objetivo, tanto em seus aspectos geométricos quanto informacionais. As composições disponíveis nas bases de dados públicas, em especial aquelas do SINAPI, foram adotadas como fonte inicial de dados para a composição dos custos. Foi proposto um reagrupamento das composições de preços de referência, com vistas à criação de um novo conjunto de composições, mais adequado à aplicação direta aos elementos construtivos de arquitetura e estrutura, vinculadas ao modelo da edificação. Os reagrupamentos propostos apresentam variações capazes de acomodar dois momentos de desenvolvimento do modelo de arquitetura, um com maior foco apenas na geometria e outro com maior foco na informação. A proposta permite que sejam elaboradas estimativas de custos de maneira preliminar nos dois momentos. As estimativas permitem análises comparativas de propostas e soluções, sob a ótica dos seus custos

Palavras-chave: Modelagem de Informação da Construção. BIM. Estimativa de custos. Projeto arquitetônico

Abstract

This paper presents a proposal for a methodology for incorporating cost estimates into the architectural design process, right from the initial stages. The conceptual framework proposes the use of Building Information Modeling (BIM) as a source of project data for this purpose, both in its geometric and informational aspects. The compositions available in public databases, especially those from SINAPI, were adopted as the initial source of data for the cost composition. A regrouping of the reference price compositions was proposed, with a view to creating a new set of compositions, more suitable for direct application to architectural and structural construction elements, linked to the building model. The proposed regroupings present

Como citar:

PONTES, M. P. Estimativa de custos como elemento decisório em projetos arquitetônicos em BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

variations capable of accommodating two stages in the development of the architectural model, one with a greater focus on geometry alone and the other with a greater focus on information. The proposal allows preliminary cost estimates to be drawn up at both times. The estimates allow for comparative analysis of proposals and solutions from a cost perspective.

Keywords: Building Information Modeling. BIM. Cost estimates. Architectural design.

INTRODUÇÃO

A atividade de elaboração do orçamento ou da estimativa de custos de uma obra se configura como uma etapa de grande relevância para qualquer empreendimento. Ela pode ocorrer em diversos momentos e cada momento permite um certo nível de precisão do resultado que, por sua vez, é compatível com a assertividade dos dados disponíveis [1]. Mattos [2]. aponta para a pertinência na elaboração de apropriações iniciais de custo, seja através de estimativas de custos apenas por índices para estudos de viabilidade, seja através de orçamentos preliminares com os dados disponíveis.

A experiência profissional dos autores como arquitetos projetistas e coordenadores de projetos, desenvolvendo vários trabalhos junto a órgãos públicos diversos e para tipos diferentes de instituições, apontou para uma lacuna no processo decisório. Tal lacuna foi observada pela dificuldade em subsidiar, de maneira objetiva, decisões de projeto baseadas em custo, antes do desenvolvimento dos projetos básicos de arquitetura e das demais disciplinas e do orçamento detalhado. Diferentemente dos contratantes privados, os contratantes públicos apresentam condições limitadas para revisão e alteração dos projetos em curso, por conta das restrições legais que se impõe sobre a administração pública, em especial aquelas definidas pela lei de licitações **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Dessa maneira, uma maior assertividade nas decisões preliminares é desejada. Assim, a hipótese da criação de um artefato[1] que incorpora o modelo BIM com as bases públicas para orçamento foi formulada como uma possibilidade para preencher tal lacuna.

A adoção do BIM como ferramenta de apoio na elaboração de orçamentos detalhados já foi amplamente discutida na literatura. A maior parte das abordagens está na consolidação dos fluxos de trabalho entre projetistas e orçamentistas e nas estratégias de extração de quantidades para alimentar planilhas e sistemas vinculados ao planejamento e execução das obras. As possibilidades de trabalho nas etapas iniciais ainda são pouco exploradas. Barcelos [4] levanta vários estudos que correlacionam a utilização do BIM com a estimativa de custos e o projeto arquitetônico, identificando soluções distintas para o estabelecimento de conexões entre os diversos aspectos do problema e diagnosticando a baixa aplicabilidade em casos reais. No entanto, o trabalho não identifica nenhum artigo ou tese que tenta correlacionar bases públicas de dados, modelo BIM e as normas de classificação da informação na construção para a elaboração de estimativas de custos em etapas iniciais de projeto. Bezerra [5]

[1] Conforme entendido pela metodologia Design Science Research (DSR)

descreve um fluxo otimizado para estimativa de custos em BIM que considera a base SINAPI, mas com um fluxo ainda limitado em relação ao processo decisório em projeto.

Dentro desse cenário, o presente artigo tem como objetivo propor uma estrutura metodológica capaz de incorporar a variável de custo durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, através da utilização do modelo de informação da construção como elemento articulador das informações de projeto e da incorporação de bases públicas nos modelos BIM como fontes de dados de preços de insumos e composições.

MÉTODO

A pesquisa em curso se insere no método conhecido com o Design Science Research (DSR) [6], pois pretende atuar sobre um problema objetivo, oriundo de uma vivência profissional, com aplicabilidade prática sobre tal problema. O desenvolvimento do trabalho foi estruturado em quatro etapas, conforme descrito a seguir.

A primeira etapa consistiu na identificação e caracterização das etapas típicas do projeto arquitetônico, associadas às referências normativas e para a modelagem de informação da construção. Foram consideradas as referências normativas atinentes à disciplina como elementos estruturadores das informações, em especial a NBR 6492 [7].

A segunda etapa cuidou da análise da NBR 15956 [8], suas categorias e estratégias de organização da informação e das possibilidades de vinculação com a estrutura de dados do SINAPI.

A terceira etapa foi caracterizada pela estudo das fontes de dados de custos para obras públicas e análise das respectivas formas de organização e estruturação dos dados, em particular do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) [9], juntamente com a identificação de possibilidades de agrupamentos e reagrupamentos mais adequados aos elementos do projeto de arquitetura e menos vinculadas às estruturas analíticas de projeto (EAPs), que são normalmente organizadas em conformidade com as necessidades de execução das obras.

Por fim foi proposta uma estratégia de articulação entre os diversos elementos analisados com vistas à aplicação nos softwares autorais de modelagem BIM, para a apuração dos custos, em conformidade com as etapas de projeto e níveis de detalhamento do modelo correlatos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE INFORMAÇÃO DA NBR 15965

A NBR 15956 [8] propõe um sistema multifacetado, no qual as informações da construção podem ser estruturadas a partir de várias abordagens ou demandas distintas. Cada objeto ou elemento pode ser classificado por combinações das classes,

ou seja, vários códigos podem ser atribuídos a um mesmo objeto ou a suas partes, conforme o objetivo da classificação.

A equipe do SINAPI tem trabalhado para organizar sua base de dados em conformidade com a NBR 15956. Segundo eles, a "interoperabilidade, o uso de inteligência artificial na orçamentação de obras públicas, bem como a comparação entre os diversos sistemas de preços pode ser facilitada a partir do uso de uma linguagem universal" [10]. No caso, a linguagem universal é aquela proposta pela NBR 15956.

A NBR propõe a estruturação da informação em 13 tabelas e cinco classes, conforme quadro 1.

Quadro 1 - Resumo dos quadros da NBR 15965.

Tema	Identificador do grupo	Assunto	Identificador do assunto	Classificação
Características dos objetos	0	Materiais	M	0M
Características dos objetos	0	Propriedades	P	0P
Processos	1	Fases	F	1F
Processos	1	Serviços	S	1S
Processos	1	Disciplinas	D	1D
Recursos	2	Funções	N	2N
Recursos	2	Equipamentos	Q	2Q
Recursos	2	Componentes	C	2C
Resultados	3	Elementos	E	3E
Resultados	3	Construção	R	3R
Unidades e espaços	4	Unidades	U	4U
Unidades e espaços	4	Espaços	A	4A
Informação da construção	5	Informação	I	5I

Fonte: NBR 15965, 2011

Cada classe / tabela apresenta sua especificidade e característica de uso. Na metodologia proposta estão considerados os usos de duas tabelas. No primeiro processo, vinculado à fase EV-ARQ, a tabela a ser aplicada é a 4A-Unidades e Espaços-Espaços [11], visto que o elemento de informação disponível são os ambientes e suas dimensões básicas. Para esta etapa, é necessária a construção de índices de custo por metro quadrado em função das características dos ambientes.

Nos dois processos seguintes, vinculados às fases EP-ARQ e AP-ARQ, a proposta é de utilização da tabela 3E – Resultados da construção – Elementos [12]. No caso, cada um dos processos pressupõe níveis de definição / detalhamento compatíveis com os níveis de classificação da norma. Para toda a informação modelada devem ser consideradas composições disponíveis nas bases de dados públicas, como o SINAPI.

A CRIAÇÃO DE ÍNDICES COMPLEMENTARES

A metodologia proposta contempla a inclusão das informações não modeladas através de índices, elaborados a partir da sistematização e tratamento estatístico de dados referenciais de projetos e orçamentos de obras públicas colocadas em licitação e de outros dados presentes na literatura técnica específica ou em bases de dados complementares. A definição de taxas de armaduras de pilares, vigas e lajes, por exemplo, podem ser apropriadas na literatura referente a estruturas de concreto e terem seus custos apropriados a partir dessa informação, como apresentados, por exemplo, no estudo de Lanini [14], entre outros. Na mesma direção, custos de instalações elétricas ou de telecomunicações podem ser apropriadas em função das áreas, ou do número de tomadas, ou da carga instalada estimada, a serem apuradas através de EAPs e orçamentos detalhados de outras obras, mas também presentes nas bases complementares, como o TCPO [13]. São informações que trazem um grau relevante de imprecisão, na medida em que estes elementos ainda não estão efetivamente modelados e plenamente especificados, mas a construção de índices realistas é exequível, especialmente com a grande disponibilidade de orçamentos de obras públicas disponíveis como fontes de dados, capazes de alimentar as estatísticas de definição dos referidos índices. O SINAPI apresentou algumas tentativas nessa direção, por exemplo as composições paramétricas de tomadas (código 104476), que incluíam composições complementares de eletrodutos e fiação, que ficaram disponíveis no sistema entre os meses de novembro de 2022 a março de 2024 [15]. Trata-se de índices que podem não se mostrar adequados a um orçamento detalhado, mas que podem ser aceitáveis em estimativas preliminares de custos nas etapas avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia proposta apresenta três processos independentes, aplicáveis a momentos diferentes de avaliação. O primeiro contempla o momento de setorização e volumetria do edifício, quando as áreas e volumes estão em desenvolvimento, mas os elementos construtivos do edifício ainda não estão elaborados. Conforme a NBR 6492 [7], equivale à fase denominada Estudo de Viabilidade (EV-ARQ). O segundo momento tem foco naquilo que a norma define como Estudo Preliminar de Arquitetura (EP-ARQ), no qual dados de setorização, de geometria básica, elementos de vedação, estruturas, leiautes básicos, áreas de projeção, níveis, volumes, áreas gerais e de ambientes já estão caracterizados. O terceiro momento, ainda baseado na mesma norma, tem foco no Anteprojeto de Arquitetura (AP-ARQ), quando todo o edifício já está suficientemente caracterizado para ser avaliado à luz de seus aspectos construtivos, mas ainda não foi objeto de detalhamento ou de dimensionamento final de todos os seus elementos constituintes.

A metodologia proposta tem como premissa básica trazer para o projeto de arquitetura, nessas três etapas, as informações de custos unitários necessárias para se estimar o valor total daquele momento e daquela versão do projeto. Para atingir tal

premissa, a metodologia se apoia na modelagem BIM como elemento principal articulador e centralizador de todas as informações.

PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE MODELAGEM DE ARQUITETURA

Vamos considerar um exemplo para ilustrar a estrutura conceitual do artefato em desenvolvimento. Usaremos um elemento de cobertura para cumprir essa função. A etapa deve ser EP-ARQ, que implica em agrupamentos de informação em níveis mais altos, juntamente com uma menor quantidade de elementos modelados.

Segundo a NBR15965-4, tabela 3E (Elementos da Construção), a cobertura faz parte do sistema construtivo “Elementos de Vedação”, código 14, do subsistema funcional 04, “cobertura”. Este nível de informação equivale, na estrutura de informação do SINAPI, à macroclasse de composições “Cobertura”.

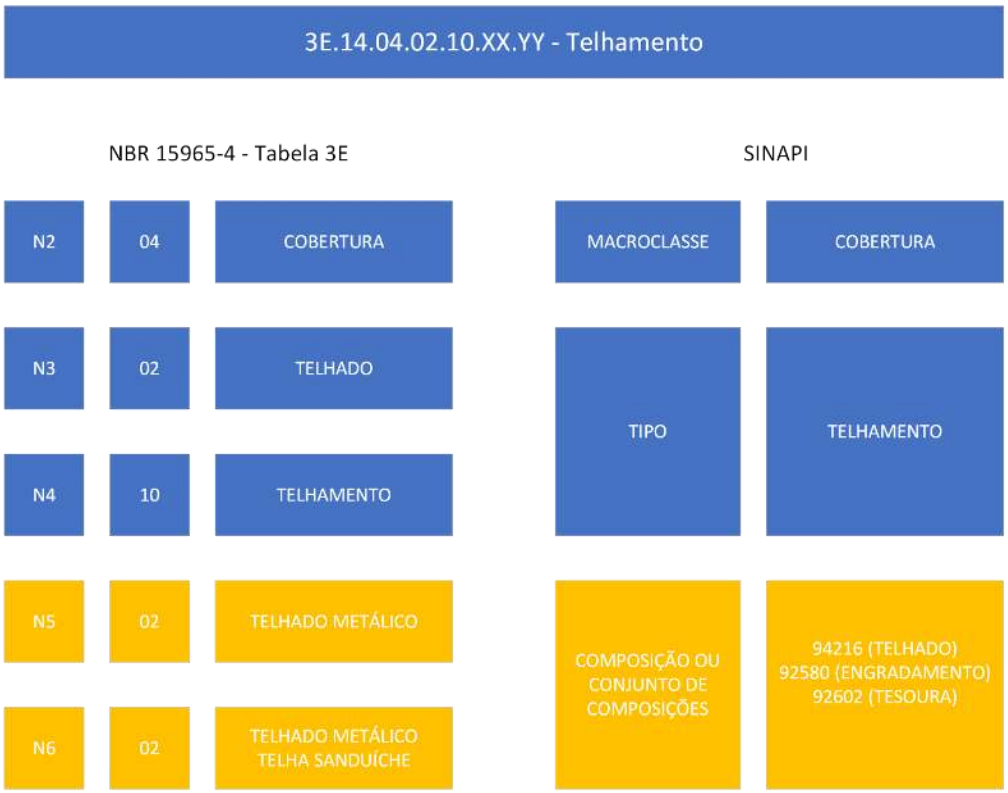
Quadro 2 - Classificação do elemento de cobertura, segundo a NBR 15965

TABELA 3E-NÍVEL N4 - NBR15965-4							
3E	14	00	00	00	00	00	Elementos de vedação
3E	14	04	00	00	00	00	Cobertura
3E	14	04	02	00	00	00	Telhado
3E	14	04	02	02	00	00	Cumeeira
3E	14	04	02	04	00	00	Espigão
3E	14	04	02	06	00	00	Rincão
3E	14	04	02	08	00	00	Beiral
3E	14	04	02	10	00	00	Telhamento
3E	14	04	02	12	00	00	Tesoura
3E	14	04	02	14	00	00	Pontalete

Fonte: NBR 15965, editado pelo autor, 2024

Avançando um nível na classificação, temos no nível N3 de agregação da norma o item Telhado e, no nível N4, o item Telhamento. Para o SINAPI, temos a classe Telhamento, que é subdividida, no mesmo nível, em Telhamento com Telha Cerâmica, com Telha de Fibrocimento, com Telha de Vidro e com Telha Metálica. A partir desse ponto a norma permite mais dois níveis de agregação, mas o SINAPI agrupa suas composições no terceiro nível, sendo que podemos considerar cada composição individualmente como um quarto nível. A seguir vemos um diagrama comparativo dos elementos nos dois sistemas de classificação.

Figura 1 - Diagrama comparativo NBR 15965 e SINAPI



Fonte: o autor, 2024

Neste ponto é que nosso foco se desloca para as possibilidades de correlação entre os itens. Para o item telhado do exemplo, podemos trabalhar associando de maneira múltipla os níveis N5 e N6 da norma, nos quais diferenciamos os telhados com metálico (N5) e depois como metálico com telha termoacústica (N6), com as composições específicas do SINAPI correspondentes, no caso a composição 94216, TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019. Como trata-se do segundo momento de apuração de custos, correspondente à etapa EP-ARQ, foi considerado um agrupamento das composições que se associam à execução de um sistema de coberturas desse tipo. Ou seja, vinculado ao item temos também composições relativas ao engradamento e à execução da estrutura de suporte (tesouras ou pernas de tesoura). Como resultado, chegamos a um custo por m2 de R$ 269,80 a ser aplicado no modelo. Quaisquer elementos de estrutura de cobertura eventualmente modelados devem ser descartados na apuração dos custos, uma vez que já se encontram incorporados ao custo do telhado.

Quadro 3 - Composição elemento de cobertura - telhado

3E.14.04.02.10.02.00 - Telha metálica sanduíche		
Total do item		**R$ 269,84**
	Cód. SINAPI	Custo SINAPI
Composição 1 - Telha	94216	R$ 144,06
Composição 2 - Engradamento	92580	R$ 45,77
Composição 3 - Estrutura da cobertura (adaptada)	92604	R$ 80,01

Fonte: o autor, 2024

Da mesma maneira, foi proposto um reagrupamento para o item impermeabilização de laje com manta asfáltica, situação alternativa à utilização da telha metálica em alguns contextos. Nesse caso a NBR 15965 hierarquiza de uma maneira diferente os sistemas de impermeabilização, o que gera maior dificuldade na correlação.

Quadro 4 - Composição elemento de cobertura - impermeabilização

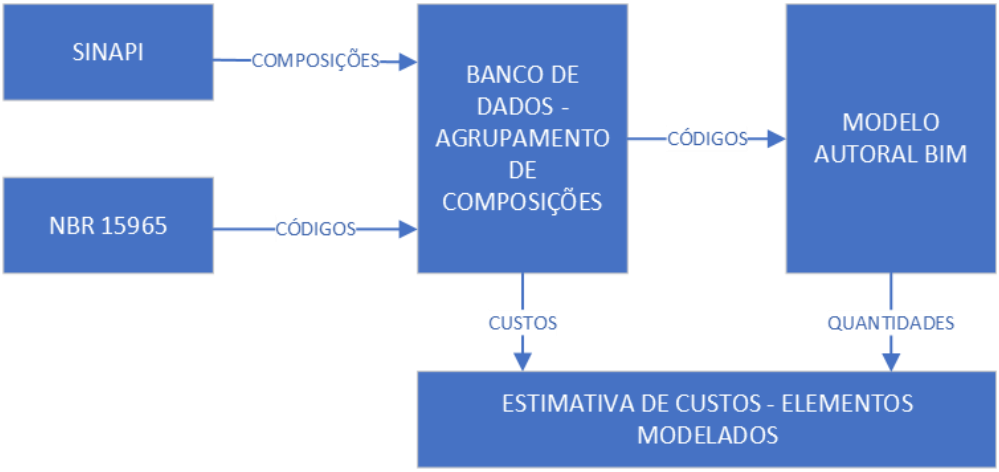
3E.18.50.00.00.00.00 - Elementos de impermeabilização com manta asfáltica		
Total do item		R$ 208,09
	Cód. SINAPI	Custo SINAPI
Composição 1 - impermeabilização	98546	R$ 107,86
Composição 2 - proteção térmica (própria)	S-CPU-ARQ-450	R$ 9,84
Composição 3 - proteção mecânica	98565	R$ 48,85
Composição 4 - regularização	87632	R$ 41,54

Fonte: o autor, 2024

Como resultado, foram gerados os custos unitários dos elementos (resultados da construção) compatíveis com a modelagem desenvolvida durante um estudo preliminar. A geração de modelos com variações na adoção dos dois sistemas de cobertura do exemplo acima permite a comparação dos seus custos específicos, mas também de toda a edificação, na medida em que todos os elementos serão estruturados da mesma maneira.

O artefato prevê a criação de um banco de dados, nos moldes da tabela anterior, para consolidar a correlação das composições disponíveis no SINAPI e de composições complementares criadas a partir de insumos do SINAPI com os elementos dos modelos autorais em BIM, cujos custos devem ser alimentados a partir dessa base de dados. Dessa maneira, o modelo BIM autoral deve dispor de informações necessárias e adequadas para a realização de estimativas de custos durante seu processo de desenvolvimento.

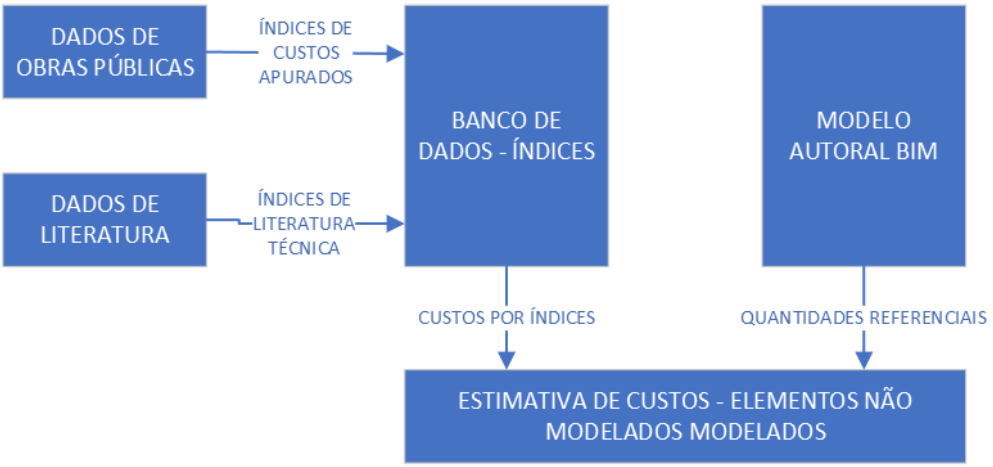
Figura 2 - Estrutura conceitual dos dados - composições



Fonte: o autor, 2024

De maneira complementar, deve ser desenvolvida um banco de dados baseado em índices, para dar suporte às informações não presentes no modelo de arquitetura das etapas EP-ARQ e AP-ARQ. A montagem desse banco de dados deve ser feita a partir da sistematização da maior massa de dados disponível, levantada em dados públicos de licitações abertas. Através das EAPs que estruturam planilhas orçamentárias das obras, devem ser apurados índices como custo de instalações elétricas por m2, por exemplo. Características especiais que impactam os custos de maneira relevante devem ser incorporadas, como, por exemplo, a presença ou não de gerador. Dessa maneira a apuração dos custos dos elementos não modelados pode ser feita da maneira mais específica possível, ou seja, considerando características próprias do projeto em desenvolvimento.

Figura 3 - Estrutura conceitual dos dados - índices



Fonte: o autor, 2024

A premissa adotada na elaboração da metodologia proposta foi de considerar o processo diferente daquele utilizado na elaboração de uma estimativa de custos. Ao invés de focar na extração de quantidades, que pode acontecer conforme a maturidade do projeto, para alimentar uma base de dados de orçamento, tentamos trazer para o projeto, ou seja, para o modelo BIM do projeto, dados de custos unitários de composições reelaboradas para servirem ao projeto na etapa pertinente de desenvolvimento. Trata-se de um modelo ainda em construção, cujas bases conceituais e métodos de ação encontram-se apresentadas no presente artigo. Duas atividades encontram-se em desenvolvimento: a estruturação de um banco de dados de índices mínimo para dar suporte à formação dos custos dos elementos não modelados e a construção do banco de dados de composições e custos a serem utilizados para os elementos arquitetônicos constantes no modelo.

A estrutura proposta se mostra capaz de se manter pertinente ao longo do tempo, na medida em que lança mão das atualizações das bases públicas de dados, em especial do SINAPI. A construção da base de dados para os índices de elementos complementares, como instalações elétricas, de telecomunicações, hidrossanitárias, de prevenção e combate a incêndio etc. está alinhada com estratégias contemporâneas de formação de estimativas de custos, através de estatísticas lastreadas em grandes bases de dados. Diante dos aspectos apresentados, entendemos ser possível avançar na direção de um processo de estimativa de custos mais integrado ao processo de projeto, garantindo as considerações de custo nos processos decisórios, sem prejuízo na elaboração de orçamentos detalhados para suporte à execução das obras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura metodológica proposta neste trabalho apresenta possibilidades de incorporação de estratégias de estimativa de custos nas etapas preliminares do projeto arquitetônico, através do cruzamento da base de composições do SINAPI, da estrutura de organização da informação prevista na NBR 15965 e do modelo BIM como grande elemento articulador da informação, em conformidade com seu nível de desenvolvimento.

A estrutura proposta se mostra aplicável diretamente na prática profissional de arquitetos e engenheiros que lidam com o desenvolvimento de projetos, com vistas a auxiliar no processo decisório a partir dos custos estimados.

Como apontamentos para trabalhos futuros, fica caracterizada a necessidade de aprofundamento na criação de índices complementares, baseados em orçamentos detalhados, para suprir as informações dos elementos não modelados no projeto de arquitetura, como elementos dos projetos de instalações, atividades complementares ligadas ao canteiro de obras, entre outros.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA DE CUSTOS. **Prática recomendada nº 17R-97 – Sistema de classificação para estimativa de custos.** AACE, 2011. Disponível em <http://brasil-aacei.org/publicacoes/tipo/praticas-recomendadas/> Acesso em 01 ago, 2024

[2] MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2014

[3] BRASIL. **14133. Lei de Licitações e Contratos Administrativos**, 1 abr. 2021. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm>. Acesso em: 9 jun. 2023

[4] BARCELOS, L. P., LIMA, M.M.X, CARDOSO, D.R., ROMCY, N.M.S. **Identificação de parâmetros de projeto arquitetônico e sua influência no custo durante o desenvolvimento projetual.** In: ANAIS: IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Aracajú, 2023.

[5] BEZERRA, C.R.M., RIBEIRO, S.A. **Proposta de fluxo BIM otimizado para estimativa de custo e planejamento**. In: ANAIS: III Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Uberlândia, 2021

[6] DRESCH, A.; LACERDA, D.;ANTUNES Jr., J.A.V. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492** – Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2021

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965** – Sistema de classificação da informação da construção – Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011

[9] SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL – SINAPI: **Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** / Caixa Econômica Federal. – 9ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2023

[10] SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL – SINAPI. **Correspondência entre NBR 15.965 e insumos do SINAPI – Metodologia Caixa**. Fev. 2024. Disponível em <https://www.caixa.gov.br/Downloads/%E2%80%8Bsinapi-correspondencia-com-a-nbr-15965/Correspondencia_SINAPI_com_NBR_15965_Metodologia.pdf. Acessado em 20/05/2024>

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965** – Sistema de classificação da informação da construção – Parte 6: Unidades e espaços da construção. Rio de Janeiro, 2022

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965** – Sistema de classificação da informação da construção – Parte 5: Resultados da construção. Rio de Janeiro, 2022

[13] PINI. TCPOweb, 2024. Disponível em <https://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>. Acesso em 01 ago, 2024

[14] LANINI, T.L.S., PINHEIRO, R.V., CHAHUD, E., CHRISTOFORO, A.L., LAHR, F.A.R. **Análise técnica de estruturas de de edifícios em concreto armado, de 3 a 21 pavimentos, com variação de resistência à compressão (relação geométrica, em planta, de 1:4).** Revista Construindo, V.11, n.1 (2019). FUMEC. Belo Horizonte, 2019

[15] SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL – SINAPI. **Insumos e composições ABR/2024**. Disponível em https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MG_202404_Desonerado.zip. Acessado em 20/05/2024. Acesso em 09 jan, 2024.