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]FLUXOGRAMA PARA SINCRONIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PRAZO E DO CUSTO DO SERVIÇO DE ALVENARIA NO MODELO BIM

Flowchart for synchronizing time and cost parameters for masonry service in the BIM model

Carlos Francisco Minari Junior
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) | São Carlos, S.P. | carlosminari@estudante.ufscar.br

Sheyla Mara Baptista Serra
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) | São Carlos, S.P. | sheylabs@ufscar.br

RESUMO

O contexto atual de inovação tecnológica e organizacional orienta a aplicabilidade do *Building Information Modeling* (BIM), de forma a atender simultaneamente a gestão das várias especialidades de projeto, integrando com os parâmetros de prazo e custo do empreendimento. Entretanto, apesar da crescente aplicação, cotidianamente observa-se ausência de diretrizes na concepção do modelo virtual com base nas premissas de planejamento e do orçamento da obra, acarretando dificuldades de uso eficiente dos parâmetros prazo e custo durante o processo de projeto. As atuais ferramentas digitais e *softwares* possibilitam a sincronização das informações, mas os procedimentos de modelagem com o uso de diferentes programas nem sempre se apresentam detalhados e sistematizados. Nesse contexto, o objetivo desse estudo é propor um fluxograma para auxiliar na sincronização do prazo e do custo ao modelo BIM do processo de produção de alvenaria. A metodologia adotada foi o estudo de caso de uma residência, utilizando programas específicos de planejamento e custo e de modelagem BIM. Diante de cenários previstos, foram realizadas e comparadas opções de simulação, considerando variáveis inerentes ao serviço de alvenaria. Os resultados permitiram validar o fluxograma proposto, contribuindo para sistematizar o procedimento de sincronização do prazo e custo durante a fase de projeto.

Palavras-chave: BIM, custo, prazo, fluxograma, sincronização de programas.

ABSTRACT

The current context of technological and organizational innovation guides the applicability of Building Information Modeling (BIM) in order to simultaneously meet the management of various project specialties, integrating with the project's deadline and cost parameters. However, despite its increasing application, there is a daily lack of guidelines for designing the virtual model based on the project's planning and budget premises, leading to difficulties in efficiently using the deadline and cost parameters during the design process. Current digital tools and software enable information synchronization, but modeling procedures using different programs are not always detailed and systematized. In this context, the objective of this study is to propose a flowchart to assist in synchronizing deadline and cost with the BIM model of the masonry production process. The methodology adopted was the case study of a residence, using specific planning and cost and BIM modeling programs. Given the predicted scenarios, simulation options were performed and compared, considering variables inherent to the masonry service. The results allowed the validation of the proposed flowchart, contributing to systematizing the procedure for synchronizing deadlines and costs during the design phase.

Keywords: *BIM, cost, deadline, flowchart, program synchronization.*

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia que vem inovando a forma de projetar, planejar e executar projetos de construção (EASTMAN *et al*., 2014). Como resultados de sua aplicação no orçamento e planejamento, destaca-se maior precisão e assertividade orçamentária, com integração de diferentes disciplinas, maior controle em cronogramas e facilitação na previsão do arranjo físico (CÁRDENAS *et al.,* 2018; CALDART e SCHEER, 2022). Porém, a falta de integração entre as equipes de projeto e de planejamento (orçamento e cronograma de obra), aliada à imprecisão na definição de escopo, prazos e custos, gera um ambiente propício para a ocorrência de imprevistos e retrabalhos, culminando em atrasos e aumentos de custos (TRAN *et al.*, 2024).

[1]MINARI JUNIOR, C. F.; SERRA, S. M. B. Fluxograma para sincronização dos parâmetros de prazo e do custo do serviço de alvenaria no modelo BIM. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

Para tentar reduzir tais problemas, a elaboração de estimativas de custos e de cronogramas, passou a ser associada a um protótipo virtual da construção, cujos componentes são parametrizáveis, armazenando informações entre si. Esse protótipo pode utilizar-se dos *softwares* BIM, que permitem a inserção e extração de dados geométricos e não geométricos ao longo de todo o ciclo de vida de uma edificação (BEZERRA; RIBEIRO, 2021), e utilizar, de forma sincronizada, de *softwares* específicos de planejamento e de orçamento. A modelagem detalhada possibilita a realização de simulações que testam a viabilidade de diferentes cenários construtivos, incluindo o uso de materiais ou técnicas alternativas (GIACOMAZZI *et al*., 2024).

Desta forma, a modelagem de custo se relaciona de forma direta com a modelagem de prazo, uma vez que para uma modelagem de custo assertiva, é fundamental dispor de um planejamento da construção que possibilite analisar e simular o seu orçamento, conforme mencionam Milana e Figueiredo (2024).

Estudos recentes têm mostrado o desempenho dos projetos de construção durante suas fases de concepção e execução, destacando a importância de se identificar o que tem causado atrasos e perdas (de produção e de custo), de acordo com Matos *et al*. (2021). A integração dos processos de planejamento, execução, simulação, análise e avaliação, resulta em melhorias significativas em eficiência, confiabilidade e redução de prazos e custos. Portanto, todos esses elementos são cruciais para otimizar o desempenho do projeto, e podem ser integrados à metodologia BIM, aproveitando modelos paramétricos e explorando a interconectividade entre as diferentes etapas do projeto (FERREIRA *et al*.,2022; MORAES *et al*., 2024).

No entanto, ainda subsiste alguma resistência no entendimento de que os modelos virtuais tridimensionais, em termos de informação associada a cada projeto, podem constituir a base adequada ao desenvolvimento de orçamentos detalhados por disciplina, componente ou ambiente de construção (SAMPAIO; SARMENTO; GOMES, 2024).

Como resposta ao exposto, o modelo digital representativo do projeto de uma edificação, é formado pela informação criada ao longo do seu ciclo de vida, podendo apresentar: o aspecto geométrico e propriedades mecânicas dos materiais utilizados (modelo virtual tridimensional); o planejamento da construção com a integração do fator tempo (modelo de prazo); a estimativa de custos de apoio ao processo de orçamentação (modelo de custo) (SAMPAIO *et al*., 2022).

1.2 OBJETIVO

A pesquisa tem como objetivo, identificar parâmetros de custo e de planejamento para o processo de produção de alvenaria com base em um modelo BIM. Foi proposto um fluxograma para representar o fluxo de atividades do processo de sincronização dos parâmetros de prazo e do custo no modelo BIM. Ele pode ser utilizado para acompanhar o fluxo de trabalho, entender as tarefas e analisar cada etapa.

A simulação de cenários poderá auxiliar os gestores a terem a visão completa das informações de prazo e do custo, para tomar decisão quanto ao menor/melhor custo do processo de produção de alvenaria. Além disso, a análise poderá contemplar índices de consumo e de produtividades reais, a fim de evitar distorções de prazo e de custo, facilitando o controle durante a fase de construção e comparando com os resultados obtidos na fase de execução.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa iniciou-se com a revisão bibliográfica utilizando a metodologia de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que se fundamentou na análise de estudos anteriores, visando identificar lacunas de pesquisa. Foi observado que o procedimento para sincronização dos parâmetros de planejamento e de orçamento em modelos BIM com uso de *softwares* específicos necessitava de mais estudos e reflexões.

Para isso, foi selecionado um estudo de caso para verificar os procedimentos de integração do planejamento e orçamento com o uso do BIM e identificar o fluxo de trabalho. A concepção do modelo virtual deu-se com foco na modelagem do serviço de alvenaria, devido sua importância sob a ótica: a) técnica (desempenho térmico e acústico, estanqueidade), b) prazo e custo (otimização de processos construtivos, produtividade, redução de desperdícios) e c) relação com outras disciplinas de projeto (estrutura, instalações, revestimentos, impermeabilização, esquadrias). Após a elaboração do planejamento e do orçamento da construção por meio

de *softwares* específicos, foi realizada a sincronização destas duas áreas no modelo BIM por meio das dimensões de tempo e de custo.

Em seguida, simulações de cenários foram realizadas, obtendo-se os resultados, os quais nortearam a tomada de decisão dos profissionais envolvidos no projeto. Foi elaborado o fluxograma dos procedimentos utilizados, retratando o fluxo de trabalho, colaborando para o avanço do conhecimento na área estudada.

3 PROCEDIMENTO DE MODELAGEM DOS DADOS

Para atender o objetivo da pesquisa, a técnica proposta para modelagem do processo de produção de alvenaria, baseia-se em paredes parametrizadas com base nos materiais definidos no modelo BIM, e cada uma delas, associada a um grupo de modulação, conforme detalhado nas etapas do estudo.

As modelagens de prazo e de custo consideram as etapas de elevação da alvenaria, como, preparação, marcação, assentamento do material especificado, realização de vãos, de vergas e de contravergas, bem como o grauteamento e cintamento. As simulações levarão em conta as diferentes situações de elevação previstas no projeto de alvenaria, como: especificação do material bloco, especificação de argamassa, processo construtivo, logística de abastecimento, dimensionamento de equipe e produtividade de mão-de-obra. Os demais dados serão adotados, diante da ausência de critérios e incompatibilidades identificadas durante o processo de produção da alvenaria.

3.1 ETAPA 1: CONCEPÇÃO DO MODELO VIRTUAL

1º Passo: <u>Seleção de um Projeto Real</u>

O projeto adotado nesse estudo foi uma residência de 64,79 m² constituída de um pavimento térreo, cedido pela Empresa A, participante da pesquisa. O projeto foi concebido em alvenaria de vedação com função estrutural composta por bloco cerâmico estrutural, com dimensões 14 x 19 x 29cm. Os projetos de arquitetura, de alvenaria e de instalações foram compatibilizados. Foi elaborado o Projeto de Alvenaria utilizando o *software Revit* 2020.

Como procedimento adotado, as paredes foram agrupadas em: Grupo 1 - paredes lisas, as quais não contém vãos de abertura, Grupo 2 - paredes com vão de janelas e Grupo 3 - paredes com vão de portas. Com isso, espera-se orientar as modelagens e como consequência, obter as quantidades de materiais e de serviços referentes às características do processo construtivo, e as informações de prazo e de custo para cada grupo.

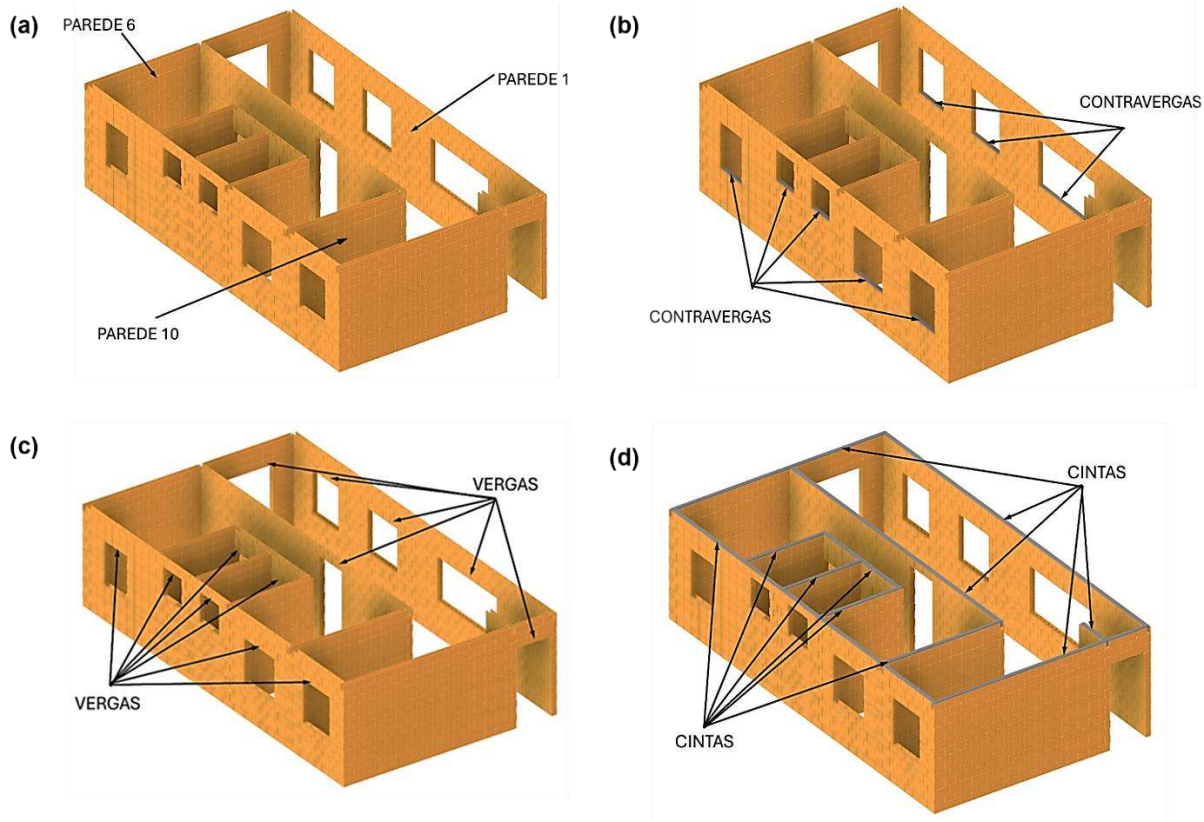
2º Passo: <u>Modelagem do Projeto selecionado no *software Revit*</u>

No projeto adotado foi realizada a modelagem paramétrica utilizando *software* BIM. Nesse caso, a ferramenta utilizada foi o *software Revit* 2020 e o *template* alvenaria estrutural. Na ferramenta foi realizada a seleção de todas as elevações de parede, considerando a seleção dos blocos cerâmicos, dimensões das paredes, distribuição das fiadas ímpares e pares com o objetivo de visualizar o “travamento” de toda a alvenaria, por meio do processo de amarração, canaletas utilizadas nas vergas e contravergas, armações em aço verticais e horizontais e grauteamentos. A modelagem da alvenaria de vedação com função estrutural está representada na Figura 1 (a, b, c e d).

O projeto arquitetônico foi desenvolvido atendendo o nível de detalhamento LOD (*Level of Development*) 400, em que os elementos são representados graficamente no modelo como um sistema, parametrizado, incluindo quantidades e dimensões. Os usos autorizados neste nível foram as modelagens de prazo e de custo.

Para a obtenção das informações dos elementos foram utilizadas as bibliotecas BIM, em que as famílias estão separadas para cada grupo de material.

Figura 1: Modelagem da alvenaria de vedação com função estrutural.



Fonte: Empresa A (2025).

3.2 ETAPA 2: ORÇAMENTO DA CONSTRUÇÃO – CENÁRIO 1

Inicialmente, foi elaborado o orçamento de custo global, por meio de métodos tradicionais, compondo o Cenário 1 da pesquisa. Em seguida, em relação ao modelo BIM, decidiu-se elaborar o orçamento de forma detalhada para o processo de produção de alvenaria, atribuindo informações, por meio da modelagem paramétrica, objetivando identificar parâmetros de custos não obtidos no orçamento de custo global.

A planilha de orçamento detalhada foi elaborada a partir da relação de serviços para o processo de produção de atividade alvenaria, e as composições unitárias foram utilizadas a partir da planilha de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2024), Catálogo de Composições Analíticas, junho de 2024. Foram adotados os custos unitários dos insumos referentes ao estado de São Paulo (SP), não desonerado, junho de 2024, conforme Tabela 2.

A obtenção das quantidades utilizadas na planilha de orçamento detalhada e a elaboração da mesma, estão descritas, conforme os passos 1 e 2.

1º Passo: <u>Extração de Quantidades do modelo BIM</u>

A extração de quantidades do modelo foi realizada por meio do *software Revit,* destacando a quantidade de alvenaria. Na planilha do orçamento detalhado, as quantidades foram alocadas a cada serviço. No *software* foram utilizadas propriedades, tabelas/quantidades, categoria.

2º Passo: <u>Planilha Orçamentária</u>

Após as quantidades alocadas, juntamente com a descrição dos serviços e seus custos unitários, obteve-se o orçamento de custo detalhado para o processo de produção de alvenaria, totalizando R$ 21.732,50.

3.3 ETAPA 3: PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO

1º Passo: Construção da Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

A EAP foi subdividida de acordo com os principais serviços, referentes ao escopo de execução do processo de produção de alvenaria de vedação com função estrutural. Esta subdivisão permitiu uma melhor definição de suas características e das tarefas necessárias à sua produção. Além disso, facilitou a alocação de recursos necessários à execução (mão-de-obra, materiais, equipamentos e projetos), bem como as estimativas de prazo e custo. A partir da EAP foi elaborado o cronograma físico-financeiro por meio do *software MS Project*, sendo definidas as datas de início e término, de acordo com a projeção inicial.

A execução das elevações de alvenaria dos Grupos 1, 2 e 3, ocorreu de forma conjunta, e não de forma independente, conforme subdividida na planilha de custo detalhado. O prazo da construção inicialmente previsto para a tarefa “Executar alvenaria estrutural” foi de 16 dias.

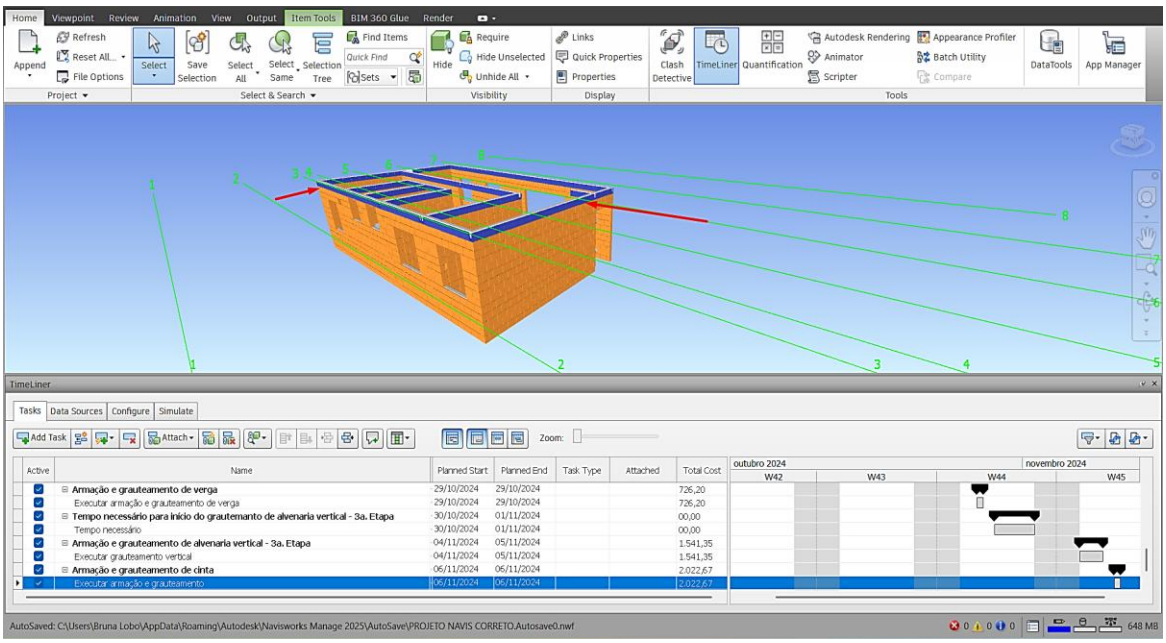
2º Passo: Modelagem de Prazo

Após a modelagem no *Revit* e o cronograma físico das tarefas gerado no *MS Project*, os resultados obtidos foram transferidos para o *software Navisworks*. Com isso, foi possível ter uma visão integrada do projeto (modelagem do prazo). É possível conectar cada tarefa de um Diagrama de *Gantt* gerado no *MS Project* ao seu modelo BIM, verificando o andamento da obra, por meio do programa de visualização gráfica, segundo um cronograma e apresentando uma visão real das etapas da construção.

3.4 ETAPA 4: SINCRONIZAÇÃO DAS MODELAGENS DE PRAZO E DE CUSTO

A partir dos custos, das quantidades, dos serviços e dos prazos, todos compilados na planilha de planejamento no *software MS Project*, o próximo passo foi conectar estas informações ao *software* de gestão *Navisworks*. A sincronização destacou os serviços de execução da alvenaria, possibilitando a visualização e estabelecendo uma correspondência entre as informações de cronograma e de custo associadas a um projeto de construção, todos integrados dentro do ambiente de um modelo de informação da construção. Foi gerado um sistema interligado, em que as informações sobre o tempo necessário para cada atividade construtiva estavam diretamente relacionadas aos seus respectivos custos, permitindo uma visão holística e dinâmica do projeto. A Figura 2 representa a visualização gráfica da armação e grauteamento das cintas, na fase de construção, prevista para ocorrer em 06/11/24, a um custo de R$ 2.022,67.

Figura 2: Prazo e custo previstos no estágio de execução de cintas.



Fonte: Empresa A (2025).

3.5 ETAPA 5: SIMULAÇÃO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

A argamassa de assentamento foi considerada como uma das variáveis para a simulação de prazo e custo no processo de produção de alvenaria, pelo fato de ter significado importante no processo, devido a permitir apoio uniforme e aderência entre os blocos. Assim, foi elaborado um novo cenário considerando a substituição do custo e características da argamassa calculada inicialmente por meio do SINAPI.

CENÁRIO 2: <u>Argamassa Estabilizada</u>

A Empresa A decidiu executar uma unidade modelo de residência, para testar a simulação referente ao Cenário 2. Os custos da argamassa estabilizada foram obtidos por meio de cotação no fornecedor de concreto, a R$ 405,00/m³, no mesmo período da data base do SINAPI.

A partir da modelagem virtual por meio do *Revit* e da extração de quantidade de argamassa estabilizada, considerada em substituição à argamassa preparada no canteiro de obras, e ajustes nos coeficientes de consumo de mão-de-obra e material em composições unitárias, foi gerada a planilha de custo detalhada.

4 RESULTADOS

A Tabela 1 comparativa representa de forma compilada, os resultados obtidos na projeção inicial (Cenário 1) e na simulação (Cenário 2), devido à alteração da especificação da argamassa de assentamento, considerada como uma das variáveis no processo de produção de alvenaria estudado.

Tabela 1: Resultados obtidos (projeção inicial e simulação)

	Custo unitário da composição (R$/m²)	Custo do processo de execução de alvenaria (R$)	Data de referência dos custos (data base SINAPI)	Duração da tarefa "Executar alvenaria estrutural" (dias)	Produtividade do processo de execução da alvenaria (m²/h)
Projeção Inicial - Cenário 1	85,98	21.732,50	Junho de 2024	16	1,16
Simulação - Cenário 2	74,96	20.169,65	Junho de 2024	12	1,49

Fonte: Autores (2025).

Os resultados demonstraram aos gestores do empreendimento, parâmetros de custo, como, custo unitário da composição por metro quadrado de alvenaria efetivamente construída, custo de todo o processo de execução, considerando o processo construtivo e suas variáveis, para a projeção inicial do cenário 1 e para a simulação do cenário 2, propiciando a tomada de decisão ainda na fase de projeto, podendo adotar critérios a serem praticados na fase de construção, comparando resultados realizados com os resultados previstos anteriormente. O valor R$/m² 85,98 na Tabela 1, refere-se ao custo por metro quadrado de assentamento de alvenaria, no Cenário 1, obtido da composição do SINAPI, código 89290, junho de 2024, não desonerado, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Composição unitária utilizando argamassa preparada com betoneira

89290	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	M²	COEF.	R$ UNIT.	R$ TOTAL
34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO DE 14 X 19 X 29 CM (L X A X C) E 6,0 MPA	UN	15,29	2,19	33,48
34649	CANALETA ESTRUTURAL CERAMICA DE 14 X 19 X 29 CM (L X A X C) E 6,0 MPA	UN	1,27	2,57	3,26
34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO DE 14 X 19 X 14 CM (L X A X C) E 6,0 MPA	UN	1,53	1,44	2,20
87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,0143	484,99	6,93
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,86	32,57	28,01

89290	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	M²	COEF.	R$ UNIT.	R$ TOTAL
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,43	28,17	12,10
					85,98

Fonte: Autores (2025).

O valor R$/m² 74,96 na Tabela 1, refere-se ao custo por metro quadrado de assentamento de alvenaria, no Cenário 2, obtido a partir da composição do SINAPI, código 89290, junho de 2024, não desonerado, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Composição unitária utilizando argamassa estabilizada

-	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM ARGAMASSA ESTABILIZADA.	M²	COEF.	R$ UNIT.	R$ TOTAL
34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO DE 14 X 19 X 29 CM (L X A X C) E 6,0 MPA	UN	15,29	2,19	33,49
34649	CANALETA ESTRUTURAL CERAMICA DE 14 X 19 X 29 CM (L X A X C) E 6,0 MPA	UN	1,27	2,57	3,26
34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO DE 14 X 19 X 14 CM (L X A X C) E 6,0 MPA	UN	1,53	1,44	2,20
-	**ARGAMASSA ESTABILIZADA PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL**	M3	0,0143	**440,46**	6,30
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	**0,67**	32,57	21,82
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	**0,28**	28,17	7,89
					74,96

Fonte: Autores (2025).

Na Tabela 3, os valores referentes aos coeficientes de mão-de-obra foram ajustados, devido ao consumo de horas para o assentamento de um metro quadrado de alvenaria, ser menor quando da utilização de argamassa estabilizada. Por isso, a produtividade de 1,49 m²/h, na Tabela 1, no Cenário 2, ser maior do que a produtividade de 1,16 m²/h no Cenário 1.

Como consequência, nota-se uma redução no prazo para a produção de alvenaria, no Cenário 2, se comparado com o Cenário 1, em 25%. Os coeficientes utilizados referentes ao consumo de horas são de origem de parâmetros praticados no mercado e de histórico da Empresa A.

O valor R$/m² 440,46 na Tabela 3, refere-se ao custo por metro cúbico de argamassa estabilizada, conforme Tabela 4, obtido a partir da composição do SINAPI, código 87286, junho de 2024, não desonerado.

O valor R$ 405,00 refere-se ao custo da argamassa estabilizada, e o coeficiente de mão-de-obra ajustado em 25%, a partir do valor utilizado na composição de argamassa preparada com betoneira, refere-se à movimentação da argamassa para atender à logística de abastecimento à equipe de produção, devido a argamassa ter como característica técnica “pronta para uso”. Nesse caso, o custo dos demais insumos é nulo, por não fazerem parte dessa composição.

Tabela 4: Composição unitária de argamassa estabilizada

-	ARGAMASSA ESTABILIZADA	M³	COEF.	R$ UNIT.	R$ TOTAL
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	1,17	0,00	0,00
1106	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	117,22	0,00	0,00
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	263,74	0,00	0,00

-	ARGAMASSA ESTABILIZADA	M³	COEF.	R$ UNIT.	R$ TOTAL
-	**ARGAMASSA ESTABILIZADA**	M³	**1,00**	**405,00**	405,00
-	**MÃO-DE-OBRA PARA MOVIMENTAÇÃO DE ARGAMASSA PARA ATENDER À LOGÍSTICA DE ABASTECIMENTO À EQUIPE DE PRODUÇÃO**	H	**1,29**	27,49	35,46
88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_05/2023	CHP	1,2	0,00	0,00
88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_05/2023	CHI	3,96	0,00	0,00
					440,46

Fonte: Autores (2025).

O coeficiente utilizado referente ao consumo de horas é de origem de parâmetros praticados no mercado e de histórico da Empresa A. A técnica possibilita realizar simulações de forma ágil, confiável e assertiva, assegurando a tomada de decisão pelos profissionais envolvidos no projeto.

Além das informações confiáveis, precisas e assertivas referentes a parâmetros de custo, as quais não são possíveis de serem obtidas quando utilizados métodos tradicionais para cálculo de prazo e custo, a técnica utilizada nesse estudo, permite obter informações de prazo, por meio das durações detalhadas e de produtividade relativa à equipe de mão-de-obra.

O fluxograma representado na Figura 3 retrata o fluxo de trabalho e os procedimentos adotados e utilizados em atendimento ao objetivo desse estudo. Após ao término das atividades, o fluxograma foi apresentado à equipe envolvida e obteve a validação da mesma.

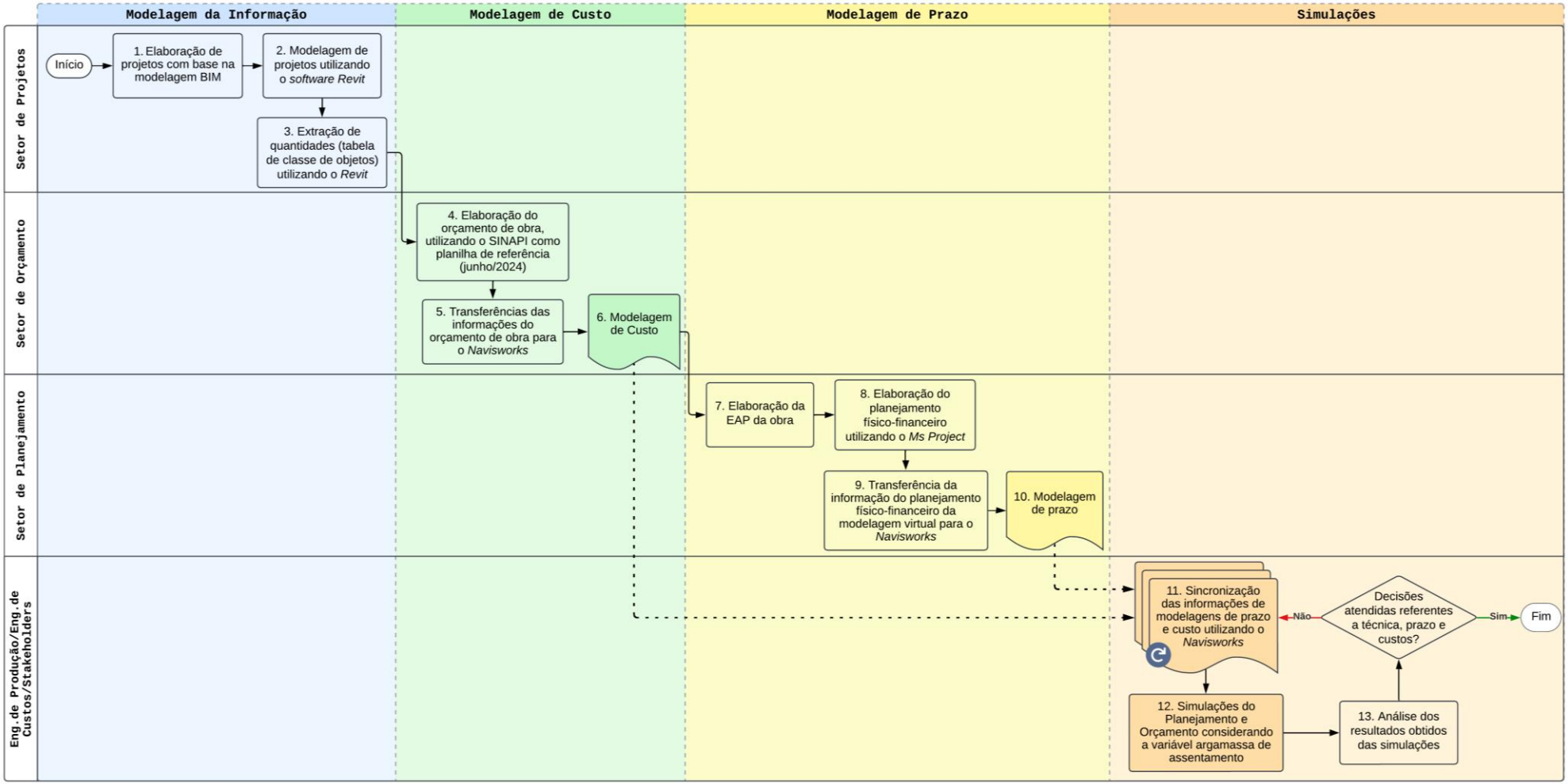
5 DISCUSSÃO

A técnica aplicada nesse estudo possibilitou obter o custo por metro quadrado para o processo de produção de alvenaria, por grupo de elevação de alvenaria, o que difere dos métodos tradicionais, pois comumente, o custo adotado no orçamento é único e comum a todas as elevações de alvenaria de todo o empreendimento, não considerando suas características e variáveis.

A técnica possibilitou obter custos e prazos mais realistas e assertivos, para a tomada de decisão dos profissionais envolvidos no projeto. Também, possibilitou obter o custo efetivo por metro quadrado para a produção de alvenaria.

As informações de prazo, custo e produtividade obtidas ainda na fase de projeto, são referências para o ciclo de vida na fase de construção, possibilitando aos gestores tomarem decisões nesse período, na busca da aderência dos resultados obtidos na fase de construção, se comparados com os resultados obtidos ainda na fase de projeto.

Figura 3: Fluxograma de sincronização e simulação de prazo e de custo ao modelo BIM



Fonte: Autores (2025).

6 CONCLUSÃO

Além de obter os resultados das simulações no Cenário 1, o estudo realizou simulações de cenários construtivos, a partir da variável considerada, obtendo novos resultados, o que norteou a tomada de decisão da Empresa A, diante dos parâmetros reais obtidos quanto a prazo, custo e produtividade.

O estudo teve como vetor, a orientação a Empresa A adotar o modelo da simulação do Cenário 2, devido aos resultados obtidos de forma clara, transparente e objetiva.

Para esse estudo, adotou-se o critério de elaborar o cronograma físico-financeiro, para depois transferir as informações obtidas ao *software* de gestão BIM, por razões definidas pela Empresa A.

A técnica proposta para a modelagem do processo de produção de alvenaria, possibilitou identificar parâmetros de prazo e custos reais e uma maior visibilidade das tarefas, da precedência entre elas e de outros índices, devido à técnica em segmentar as elevações em grupos, para as diferentes situações de projeto, o que difere de critérios habitualmente adotados. O fluxograma proposto pode ser adotado em outros serviços do segmento construtivo, além do processo de produção de alvenaria.

Nesse contexto, o BIM teve uma contribuição fundamental, na velocidade das operações e na obtenção dos resultados das simulações, de forma precisa, assertiva e confiável em todo o processo.

Na visão dos autores, esse estudo orienta a contribuição à área acadêmica, no sentido de promover a divulgação da pesquisa objetivando o conhecimento, e a aplicabilidade do estudo ao setor produtivo, possibilitando obter resultados operacionais e financeiros mais aderentes às curvas previstas, de forma a minimizar os impactos atualmente presentes na gestão da produção de empreendimentos. A técnica possibilita realizar simulações de forma ágil, confiável e assertiva, assegurando a tomada de decisão pelos profissionais envolvidos no projeto.

Importante ressaltar que o estudo não impede que os resultados obtidos possam ser expandidos e adaptados para outras áreas da construção e etapas de projeto em futuras pesquisas.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código Financeiro 001.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, C.R.M.; RIBEIRO, S.A. Proposta de fluxo BIM otimizado para estimativa de custo e planejamento. 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/571. Acesso em: 03 jun. 2025.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. Manual de BIM: um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre, RS: Bookman, 2014.

CALDART, C. W.; SCHEER, S. Construction site design planning using 4D BIM modeling. Gestão & Produção, v.29, e5312, 2022. https://doi.org/101590/1806-9649-2022v29e5312

CÁRDENAS, C.; ZAPATA, P.; LOZANO, N. Building Information Modeling 5D and Earned Value Management methodologies integration through a computational tool. Revista Ingeneria de Construccion, v.33, n. 3, 2018. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300263

FERREIRA, A.; SILVA, A.; BARRETO JÚNIOR, C.L.; LIMA, D.A.C.; SOUSA, L.C.O. Revisão sistemática: utilização do conceito BIM em projetos do setor elétrico nos cenários (Inter)Nacionais. Research, Society and Development. v. 11, n. 6, p. e37211629144, 2022. https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29144

GIACOMAZZI, R.; SOTO, S.L.; MORMELO, K.J.; ROMANEL, F.B.; LOBO, A.V. A Importância do Building Information Modeling (BIM) no orçamento e planejamento de obras residenciais. Revista On-line IDD, v. 6, p. 12-19, 2024. Disponível em: https://revista.idd.edu.br/file-repository/revistaArtigo/revistaEdicao6/Giacomazzi,_Soto,_Mormelo,_Romanel_e_Lobo._A_Importancia_do_BIM_no_Orcamento_e_Planejamento_de_Obras.pdf. Acesso em: 03 jun. 2025.

MATOS, P.R.F.; LIMA, M.G.; BARROS NETO, J.P. O uso do BIM no planejamento e controle de prazos e custos: uma revisão sistemática de literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/427. Acesso em: 03 jun. 2025.

MILANA, G.S.; FIGUEIREDO, K.V. A Metodologia BIM como fortalecedora do planejamento e controle de obras civis na era tecnológica. Revista Boletim do Gerenciamento, v. 41, n. 41, 2024. Disponível em: https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/1145/584. Acesso em: 16 fev. 2025.

MORAES, V.G.; BANDEIRA, J.L.S.; GRIEPP, L.P.; TESSARO, A.B.; MATTOS, F.C; NUNES, J.L.O. Aplicação da metodologia BIM no planejamento de obras: Estudo de caso. Research, Society and Development, v. 13, n. 3, 2024.| http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i3.45393

SAMPAIO, A. Z.; FERNANDES, V.; GOMES, A.; SANCHEZ-LITE, A. Coordenação de projecto multidisciplinar em BIM: modelação, quantificação e simulação. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DEVELOPMENT OF THE INFORMATION SOCIETY (IADIS), 2022, Portugal. Anais [...]. p. 3-10. https://doi.org/10.33965/ciaca_ciawi2022_202209l001

SAMPAIO, A.Z.; SARMENTO, R.; GOMES, A. Criação colaborativa de ativos construídos com projeto BIM multidisciplinar: modelos 3D, 4D e 5D. RAE — Revista de Ativos de Engenharia, v. 2, n. 2, p. 71–86, 2024. https://doi.org/10.29073/rae.v2i2.899

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Referência Insumos Composições, SP, 202405, não desonerado. PCI. 818.01 - Custos de Composições Analítico. Data Referência Técnica: 13/06/24. Emissão 14/06/2024. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_664. Acesso em: 30 mar. 2025.

TRAN, T. V.; TRAN, H. V. V.; NGUYEN, T. A. A review of challenges and opportunities in BIM adoption for construction project management. Engineering Journal, v. 28, n. 8, p. 79-98, 2024. https://doi.org/10.4186/ej.2024.28.8.79