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

Uso do Power BI para análises quantitativas de uma modelagem BIM arquitetônica: um estudo de caso

Using Power BI for quantitative analysis of architectural BIM modeling: a case study

Ranielle Lopes dos Santos
Universidade de Pernambuco |Recife| Brasil | rls@poli.br
Ricardo Maciel Castro Hüttl
Universidade Federal de Pernambuco |Recife| Brasil | ricardo.maciel@ufrpe.br
Bianca Maria Vasconcelos
Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | bianca.vasconcelos@upe.br

Resumo

A orçamentação é um processo importante para a viabilidade da execução de um empreendimento. Nesse sentido, surge a necessidade de obtenção de quantitativos dos sistemas dos projetos confiáveis para uma aplicação acurada. Ao buscar formas de analisar esses quantitativos de forma eficaz, é possível utilizar ferramentas *business intelligence*, como o Power BI. O presente artigo visa propor um dashboard eficiente para analisar os quantitativos de uma modelagem BIM arquitetônica, relacionando os dados com o visual gráfico do modelo. Para tanto, utilizou-se um estudo de caso com dados de um modelo do setor de projetos de uma empresa da construção civil. Após escolha desse projeto, conduziu-se um estudo do panorama atual das dificuldades para realização das análises dessas informações. Com isso, os quantitativos extraídos foram tratados e importados para o Power BI para a produção do *dashboard*. Por fim, o produto proposto solucionou os pontos de dificuldades do panorama inicial, facilitando a validação dos dados e a comunicação entre os envolvidos.

Palavras-chave: Gestão de Custos. Gestão da informação. Projeto.

Abstract

Budgeting is an important process for forecasting the execution of a project. In this sense, there is a need to obtain reliable quantitative data from project systems for a curated application. When looking for ways to analyze these quantitative data effectively, it is possible to use business intelligence tools, such as Power BI. This article aims to propose an efficient dashboard to analyze the quantitative data of an architectural BIM model, relating the data to the visual graphics of the model. To this end, a case study was used with data from a model of the project sector of a civil construction company. After choosing this project, a study of the current panorama of difficulties in carrying out the analysis of this information was converted. With this, the extracted quantitative data were processed and imported into Power BI to produce the dashboard. Finally, the proposed product solved the difficulties of the initial panorama, facilitating data validation and communication between those involved.

Como citar:
SANTOS, R.; HÜTTL, R.; VASCONCELOS, B. Uso do Power BI para análises quantitativas de uma modelagem BIM arquitetônica: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Keywords: Cost Management. Information Management. Project.

INTRODUÇÃO

Os processos tradicionais das construções da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) no cenário global estão passando por transformações impulsionadas pela adoção de novas práticas de gestão e pela integração de tecnologias inovadoras. Ao analisar as aplicações tecnológicas, em junho de 2022, [1] divulgou resultados significativos de uma pesquisa sobre a Digitalização das Engenharias no Brasil, demonstrando que a implementação de soluções tecnológicas da Modelagem da Informação da Construção (BIM) corresponde a 93,31%.

[2] discorrem sobre como o BIM pode ser utilizado em todo o ciclo de vida de uma obra, através de modelos virtuais geometricamente precisos e com informações essenciais para auxiliar os processos de construção, fabricação e contratação, aumentando a qualidade do projeto, precisão dos custos e aumento da produtividade. A precisão nos custos é um indicador importante para viabilidade de um projeto, e para que haja assertividade neste processo faz-se necessário além do conhecimento dos serviços, entender quantitativamente os mesmos e tornar essa informação conferível por meio de uma memória de cálculo [3].

O uso de novas tecnologias nos processos da Indústria Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) gerou mudanças no desenvolvimento dos orçamentos de obra. Tradicionalmente, os quantitativos são levantados por meio das leituras de plantas 2D e detalhados em planilhas para futuras conferência, tornando os dados mais suscetíveis a erros, visto que esta fase necessita de uma organização bem estruturada. Nesse sentido, o BIM agrega ao desenvolvimento do levantamento quantitativo justamente a viabilidade de tornar o processo organizado, rastreável, compatibilizado e colaborativo entre os envolvidos no fluxo de realização do projeto com a ressalva importantíssima do modelo estar bem completo estruturado [4].

Para tratamento, visualização e análise desses dados o software Power BI está sendo amplamente aplicado na Indústria AEC, visto a sua integração com diferentes tipos de formatos de dados, como por exemplo, o Excel, bem como sua possibilidade de colaboração e visualização das informações [5]. Este formato de visualização dos dados, proporciona a equipe envolvida na coordenação e gestão da construção, melhora da tomada de decisão, viabiliza a análise e rastreabilidade dos dados [6].

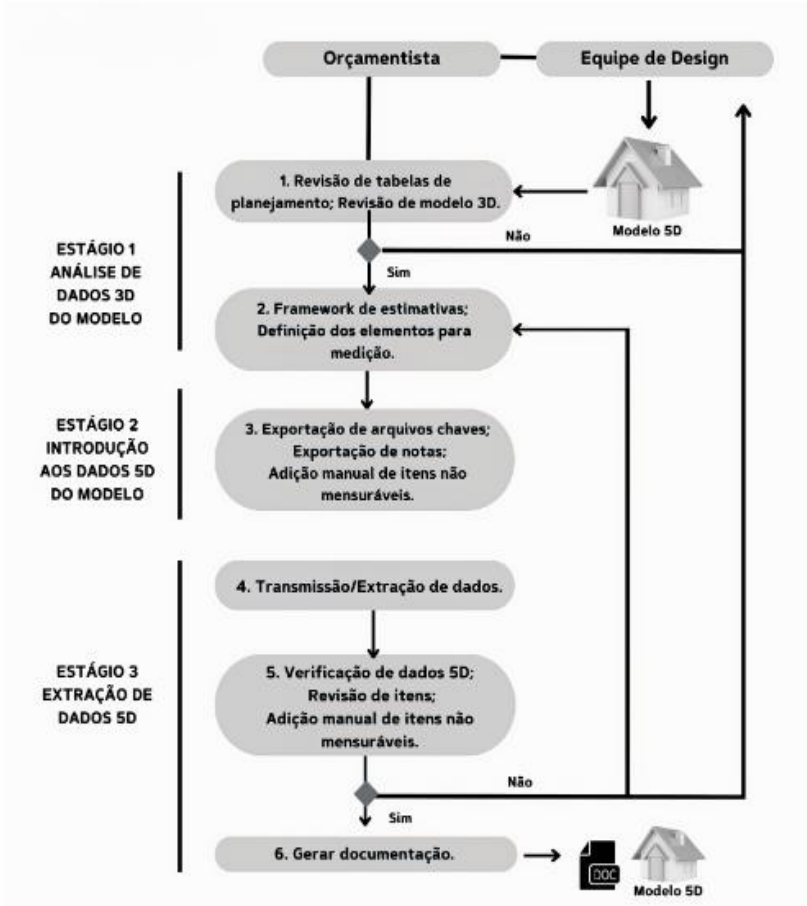
No contexto abordado, o presente artigo visa propor um *dashboard* através do Power BI que seja eficiente para análises quantitativas de modelos BIM, baseando-se nas dificuldades na validação dos dados do estudo de caso escolhido, relacionando os dados com o visual gráfico do modelo. É objetivo também desse trabalho viabilizar a filtragem do dado alinhado ao modelo, a análise interativa, a comunicação colaborativa no fluxo BIM, e proporcionar um orçamento assertivo.

EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS DE MODELOS BIM

Ao relacionar o processo de extração à modelagem da informação da construção, é possível elaborar 3 estágios: análise de dados 3D do modelo, introdução aos dados 5D do modelo e extração de dados 5D (figura 1). Nesse sentido, o uso de softwares BIM

combinado com a colaboração entra orçamentista e equipe de design, torna-se vantajoso devido a capacidade de verificação, integração e extração dos dados, gerando uma documentação confiável [7][8].

Figura 1: Fases do processo de extração



Fonte: Santos et al. (2023) adaptado de Arágo et al.(2021).

O BIM viabiliza o processo de obtenção dos quantitativos diretamente dos elementos modelados, permitindo as suas atualizações contínuas. No entanto há situações em que o elemento necessita ser parametrizado, visto que há serviços que não possuem relação com um elemento de forma direta, realizando-se a associação indireta através de critérios de medição utilizando-se de um tipo de software BIM [9].

Através do nível de desenvolvimento (LOD) do projeto, é possível definir as premissas de informação quanto ao que é modelado e o que é parametrizado, englobando a definição de usabilidade do elemento alinhado a EAP orçamentária. Por exemplo, no caso em que o modelo objetiva a extração de quantitativos para orçamentação, é importante que haja não somente uma boa representação gráfica de seus elementos, mas suas respectivas informações e especificações referentes a fase do projeto [10].

[2] abordam essa importância da relação do LOD do modelo BIM com as diretrizes para o levantamento de quantificação para orçamentação. Com isso, o BIM inserido no fluxo da produção do orçamento de forma padronizada colabora com a precisão não somente das quantificações dos insumos, mas através disso, prevê necessidades

orçamentárias ao decorrer das mudanças de projeto [11]. Ou seja, fornece uma análise de risco do projeto que está atrelada a sua viabilidade de execução.

POWER BI APLICADO AO FLUXO BIM

Os softwares BIM possuem a característica de exibição e organização dos dados visando uma melhor compreensão e acessibilidade, como por exemplo, os esquemas de cores para diferentes ambientes. Entretanto há algumas limitações no que se diz respeito ao tratamento dos dados, sendo utilizados plugins (módulos de extensão) que corroboram com esse manuseio. Com isso, a apresentação de um fluxo aberto torna-se limitado, sendo inserido no processo o uso do Power BI para gerenciar e representar os dados graficamente [12].

[13] demonstram o quanto conseguir uma extração e visualização completa dos dados é de suma importância para gestão eficiente dos projetos. Apresentando os dados de forma simples e direta, sua metodologia baseou-se no uso do Power BI para visualização das informações de extração de custo, detecção de conflitos e extração de planos e detecção de alterações do modelo.

Já, [5] apresentam variadas aplicações do Power BI na obra, neste estudo de caso, exibiram resultados e estatísticas das quantidades de uma modelagem BIM estrutural e arquitetônica, avaliando a integridade do modelo. [14] informam que através do Power BI, também foi possível gerar gráficos das informações da realização de um projeto para acompanhamento em tempo real através de indicadores, tornando a tomada de decisão mais precisa. A aplicação do Power BI proporciona uma maior interoperabilidade e uma melhor apresentação, alinhado às informações produzidas no fluxo BIM. Quando utilizado para expor o desenvolvimento de uma estimativa de custos, torna-se um elemento-chave para acesso às informações do projeto [15].

MÉTODO

De forma inicial, foi realizada uma revisão da literatura analisando as contribuições acerca da aplicação de ferramentas *business intelligence*, como o Power BI, na gestão da informação de modelos BIM. Em seguida, embasando-se nos métodos de [16] para estudo de casos, foi realizado um estudo de caso explanatório do processo de análise e validação da extração de quantitativos de modelos BIM de um setor de construção virtual de uma empresa da Construção Civil Pernambucana. Utilizando a observação direta alinhada as participações em reuniões internas com as lideranças do setor, coordenadores e gerência, foram coletados dados acerca do panorama atual. Sendo elencados os seguintes pontos:

i) Dificuldade na associação dos itens da planilha em relação a localização no modelo;
ii) Ausência de dinamismo na visualização dos dados;
iii) Propensão a acidentes durante o uso da planilha, com possibilidade de salvar alterações que substituem os dados originalmente fornecidos.
iv) Dificuldade na associação dos itens da planilha em relação a localização no modelo;
v) Em casos de grandes volumes de dados a visualização torna-se poluída.

Após elencar estas informações, realizou-se um estudo percentual das tipologias de projetos em que são realizados no setor da construção virtual. Desse modo, verificou-se que 55,55% referem-se a obras residenciais verticalizadas. Também foi levantado o tipo de disciplina com maior incidência de informações de especificações, neste estudo, a disciplina de arquitetura. Visando uma análise mais detalhada, foi delimitado como projeto piloto a modelagem de um apartamento de um das edificações verticalizadas, com 52,28 m².

Após a delimitação do estudo de caso foram realizadas a extração dos quantitativos estruturados com base na Estrutura Analítica de Projetos (EAP), em inglês, *Work Breakdown Structures* (WBS), que é uma ferramenta de gestão de projetos que organiza e define o escopo total do projeto [17]. A extração ocorreu por meio do plugin "DiRootsOne" o qual exporta dados do software utilizado no estudo - o Autodesk Revit 2023 - em Excel. Também foi extraído da modelagem BIM arquitetônica no formato chamado *JavaScriptObjectNotation* (JASON) que possibilita relacionar o visual do modelo aos dados do Excel. A partir da obtenção desses dados, realizou-se a inserção deles no Power BI em que foi realizado a organização e produção visual do *dashboard*.

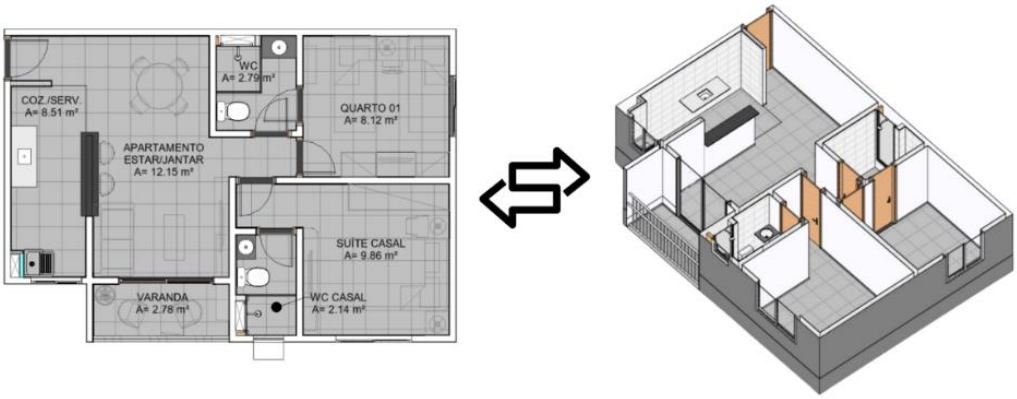
CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O objeto de estudo possuí 52,28 m² divido em sala de estar/ jantar, cozinha, área de serviço, dois quartos, WC social, WC suíte e varanda. Seu sistema construtivo é de parede de concreto, visto que o presente estudo aborda a modelagem arquitetônica, as paredes que possuem a função estrutural não serão consideradas. Os sistemas utilizados nesta modelagem são:

i) Revestimento cerâmico;
ii) Rodapé cerâmica;
iii) Pintura;
iv) Esquadrias;
v) Guarda-corpo;
vi) Impermeabilização;
vii) Louças e metais;
viii) Mármores e granitos;
ix) Forro;
x) Perfil metálico;
xi) Bloco de gesso.

Abaixo segue um esquema da modelagem arquitetônica com os referentes sistemas modelados no software BIM Autodesk Revit (2023) (figura 2). A construção virtual realizada fundamentou as próximas duas etapas: extração dos dados e importação no Power BI.

Figura 2: Planta-baixa relacionada ao modelo BIM arquitetônico



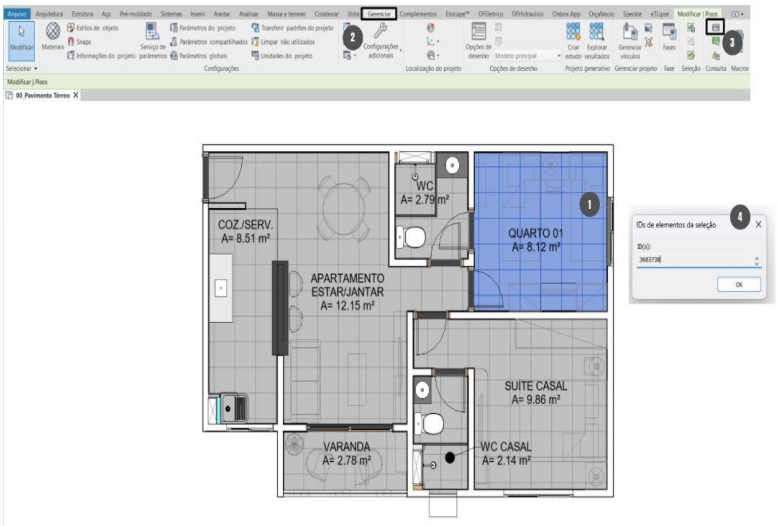
Fonte: os autores.

MANIPULAÇÃO, EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DOS DADOS

O processo de tratamento dos dados, foi dividida em duas etapas, a primeira consiste na extração dos quantitativos através do DiRootsOne que se trata de um *plugin* (extensão de um programa para que proporcione funcionalidades além das oferecidas pelo software) desenvolvido com enfoque na exportação de dados de modelos produzido no Autodesk Revit. Além disso, há no *plugin* demais funcionalidades como importação de planilhas, gerenciamento de parâmetros e revisões de folhas de desenho, entre outras.

Nessa etapa de exportação há uma coluna primordial na planilha para que haja a ligação entre o visual e os quantitativos, o "*Element ID*", que se refere a um código de identificação único composto por números nos quais os elementos do Revit possuí. É possível encontrar esse ID selecionando o elemento no Revit e na barra de ferramentas ao clicar em "gerenciar" terá o comando de "ID da seleção" como demonstra a figura 3 abaixo.

Figura 3: Identificação do elemento ID



Fonte: os autores.

Ao exportar a planilha através do plugin é obtido, na coluna, o elemento ID e os respectivos parâmetros de informações – como área, comprimento etc. - inseridos na planilha do software BIM relacionados aos tipos de elementos do modelo. Abaixo segue um exemplo da formatação da planilha extraída do modelo (Figura 4).

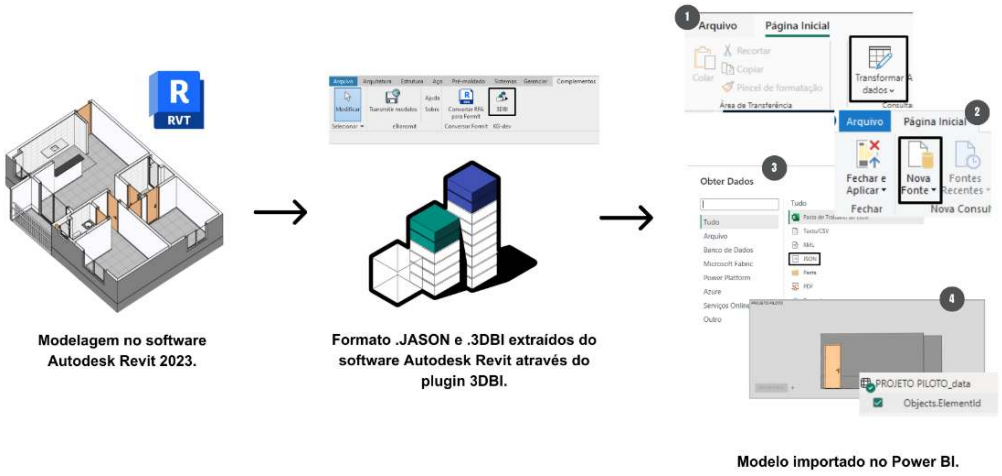
Figura 4: Exemplo do layout da planilha exportada do plugin Diroots

Element ID	NÍVEL	NOME	DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)
3683738	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	8,12
3683745	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	2,82
3683752	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	2,24
3683759	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	9,85
3683768	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	14,87
3683788	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	3,1
3683820	00_Pavimento Térreo	Cerâmica 45x45	Revestimento Cerâmico 45 x 45cm Cimento Queimado Acetinado	5,54

Fonte: os autores.

Com isso, é dado início a segunda etapa, a exportação do formato JSON (JavaScriptObjectNotation) do modelo arquitetônico BIM, bem como o formato nativo do plugin 3DBI. O JSON é um formato de arquivo que objetiva a troca de informações entre diferentes sistemas. Já o 3DBI viabiliza a visualização do modelo e dados do Revit no Microsoft Power BI, tornando possível a combinação de fonte de dados externos variados, como o Excel (figura 5). Com isso, foi realizado um dashboard eficiente para as análises quantitativas da modelagem BIM arquitetônica. Por fim, solucionando os pontos abordados na etapa de levantamento do panorama do presente estudo de caso.

Figura 5: Esquema da exportação do formato JASON e importação no Power BI



Fonte: os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para montagem do *dashboard*, a modelagem BIM funcionou como uma base de dados tanto numérica, quanto geométrica dos componentes construtivos, como vedações, paredes, forros, esquadrias, entre outros, como consta na etapa de caracterização da amostra. A integração de dados que o BIM pode fornecer, alinhado a otimização da

gestão dos dados do Power BI, proporcionou um fluxo de trabalho unificado, tornando a gestão dos quantitativos mais eficientes e uma colaboração entre os envolvidos precisa. Os resultados obtidos estão alinhados com os estudos de [18] que destacam a melhorias significativas na precisão com o uso do BIM como uma base dados integradas. E [19] complementam afirmando que alinhar BIM e ferramentas, como o Power BI, colabora a tomada de decisões inteirados através de interfaces visuais e interativas.

O *dashboard* elaborado neste presente estudo dispôs soluções significativas para os desafios citados na fase da metodologia. De forma inicial, a dificuldade de conferência por parte dos destinatários dos quantitativos foi abordada por meio de uma interface interativa e intuitiva utilizando-se o Power BI. A ferramenta viabilizou a manipulação dos dados de forma visual por parte dos usuários, elevando a possibilidade de compreensão e precisão da análise dos quantitativos do modelo BIM arquitetônico.

A ausência de dinamismo na visualização dos dados foi superada, visto que o *dashboard* localiza em tempo real o dado ao ser selecionado, por exemplo, uma informação de área, a propensão a acidentes, como a alteração acidental dos dados, mitigou-se através da relação do modelo BIM aos dados, limitando as possibilidades de edição e preservando a integridade das informações originais. A obtenção desses pontos se relacionam com as considerações de [20] e [21] que ressaltaram a necessidade de processos que mantenham a integridade dos dados em ambientes colaborativos.

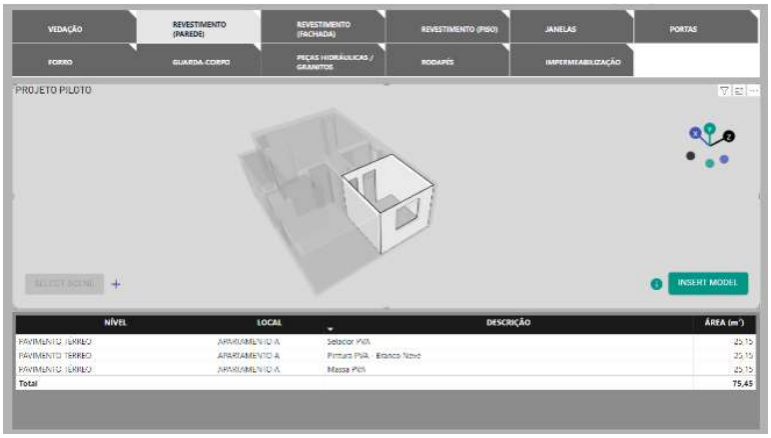
Outro aspecto de suma importância foi a solução da associação dos itens contidos na planilha à sua localização no modelo. O painel dinâmico permitiu a associação dos dados tabulares ao modelo BIM, tornando a localização do item de fácil acesso, melhorando assim, a rastreabilidade dos mesmos. Essa solução contribuiu para que a poluição visual fosse reduzida, pois o *dashboard* organiza as informações para simplificação da visualização e interpretação. [22] e [23] também demonstram que a capacidade de associar dados tabulares com base direta dos modelos BIM é imprescindível para rastreabilidade e eficiência do processo.

Comparando com estudos anteriores, [24] e [25] abordam os obstáculos na gestão de quantitativos em razão da falta de ferramentas colaborativas. Já, [26] e [27] identificaram também dificuldades na gestão de grande volume de dados e a da qualidade dos dados e como algumas das abordagens de solução citam o uso ferramentas integradas e protocolos de qualidades. Nesse contexto, este estudo mostra que a combinação de Power BI com BIM oferece uma solução padronizada e eficaz para superar esses desafios.

[28] validam essa viés ao enfatizar que a organização eficiente dos dados reduz a ocorrência de erros e assegura que as decisões tomadas sejam baseadas em informações confiáveis e precisas. Este estudo aborda que a integração do Power BI com o BIM pode efetivamente superar esses desafios. O quadro 1 apresenta a relação da funcionalidade proporcionada pelo *dashboard* com o layout e lacunas resolvidas do panorama inicial.

Quadro 1: Dashboard de análise do levantamento quantitativo

Dashboard	
Visualização dinâmica do modelo alinhada a quantificação.	
Dashboard	
Lacunas resolvidas do panorama inicial	01. Dificuldade de conferência por quem recebe a informação; 02. Ausência de dinamismo na visualização dos dados; 03. Propensão a acidentes durante o uso da planilha, com possibilidade de salvar alterações que substituem os dados originalmente fornecidos; 05. Em casos de grandes volumes de dados a visualização torna-se poluída.
Possibilidade de seleção do material e visualização no modelo.	
Dashboard	
Lacunas resolvidas do panorama inicial	01.Dificuldade de conferência por quem recebe a informação; 02. Ausência de dinamismo na visualização dos dados; 04. Dificuldade na associação dos itens da planilha em relação a localização no modelo.

Exemplificação de conferência da quantidade de material utilizado em um ambiente desejado.	
Dashboard	
Lacunas resolvidas do panorama inicial	01. Dificuldade de conferência por quem recebe a informação; 02. Ausência de dinamismo na visualização dos dados; 04. Dificuldade na associação dos itens da planilha em relação a localização no modelo.

Fonte: os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo contribui substancialmente para o conjunto de saberes sobre BIM e suas aplicações ao evidenciar a eficácia de integrar o Power BI com modelagem BIM para gestão de quantitativos. A implementação do dahsboard para a análise quantitativa proporciona uma maior segurança nos dados que serão utilizados na produção do orçamento, corroborando com uma melhor coordenação das equipes envolvidas no processo, aprimorando a tomada de decisão. A facilidade do uso somada a interatividade do painel garantirá que desde os engenheiros até os stakeholders financeiros possam compreender os aspectos quantitativos e de especificação dos projetos.

Para aplicações e desenvolvimentos futuros, esse dashboard poderá ser replicado para as demais disciplinas, entretanto, é válido ressaltar que é preciso desenvolver processos bem estruturados, entendendo os requisitos de informações do tipo de projeto modelado. Em conclusão, o uso deste modelo, gerou uma gestão segura dos dados e insights para futuras inovações na área de orçamentos BIM na forma com que as informações dos modelos são monitoradas e entregues.

REFERÊNCIAS

[1] BIM Fórum Brasil. **Resultados da Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil. BIM Fórum Brasil**, 2022. Disponível em: https://www.bimforum.org.br/post/pesquisa-sobre-digitaliza%C3%A7%C3%A3o-das-engenharias-no-brasil

[2] SACKS, R.; EASTMAN, C.; LEE, G.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM:** Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. 3ª Edição. Poto Algre: Bookman, 2021.

[3] MATTOS, A.D. **Como preparar orçamentos de Obras**. 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

[4] CASTANHEIRAS, R. **Custos e Orçamentos em BIM**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2024.

[5] VALINEJADSHOUBI, M.; MOSELHI, O.; IORDANOVA, I.; VALDIVIESO, F.; BAGCHI, A. **Automated system for high-accuracyquantitytakeoffusing BIM**. Automation in Construction, v. 157, 2023.

[6] RODRIGUES, F.; DINIS, A. A.; MATOS, R. **Construction Management Supportedby BIM and a Business Intelligence Tool.**Energies, v. 15, 2022.

[7] ARAGÓ, A. B.; HERNANDO, J. R.; SAEZ, F. J. L.; BERTRAN, J. C. **Quantitysurveyingand BIM 5D. Its implementationandanalysisbasedon a case study approach in Spain**, Journalof Building Engineering, v. 44, p. 103234, 2021. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.103234.

[8] SANTOS, R. L.; CAMPELO, C. R. F.; VASCONCELOS, B. M**. Otimização da extração de quantitativos para orçamento de obras por meio de software BIM**: uma proposta de matriz de parâmetros. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 151–172, 2023. DOI: 10.11606/gtp.v18i1.204175. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/204175. Acesso em: 1 maio. 2024.

[9] AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília, DF: ABDI, 2017.

[10] GRUPO TÉCNICO BIM. **Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM.** Guia AsBea em boas práticas em BIM. CAU/BR, 2015. Disponível em: https://caubr.gov.br/boaspraticasembim/.

[11] PANTELI, C.; KYLILI, A.; FOKAIDES, P. A. **Building informationmodellingapplications in smartbuildings:** From design tocommissioningandbeyond A critical review**.** JournalofCleanerProduction, v. 265, 2020.

[12] MORET-COLOMER, S. **Power BI como herramienta gratuita para presentación de información de modelos BIM**. *In*: BIM INTERNATIONAL CONFERENCE, 12., 2023, Valência. Espanha: Editorial UniversitatPolitècnica de València,17-20 maio 2023. p. 87-95.

[13] KADCHA, Y.; LEGMOUZ, D.; HAJJI, R. **Anintegrated BIM-Power BI approach for data extractionandvisualization**. The InternationalArchivesofthePhotogrammetry, Remote SensingandSpatialInformationSciences, p. 67-73, 2022.

[14] PRAT, J.; ROMERO, A.; RODRIGUEZ, S. **Optimizationofthecontrolprocess in residentialbuildingsusingtechnological tools**. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN Y TENDENCIAS EN INGENIERÍA (CONIITI), 2020, Bogota. Anais[...]. Colombia: IEEE, 2020.

[15] ALZRAIEE, H. **Costestimate system usingstructured query language in BIM.** InternationalJournalofConstruction Management, 2020. DOI: 10.1080/15623599.2020.1823061.

[16] YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1994. 240 p.

[17] Project Management Institute (PMI). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge** (Pmbok(r) Guide). 7. ed. EUA: Project Management Institute, 2021.

[18] ZHONG, B.; XU, Y.; DING, L. **Utilizing BIM as an integrated database for project management**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 146, n. 8, 2020.

[19] LUO, H.; TIAN, Z.; ZHOU, Y. **Integration of BIM and business intelligence for optimized project management**. Advanced Engineering Informatics, v. 46, 2021.

[20] ZHANG, L.; WANG, X.; ZHAO, Z. **Real-time data integrity and collaboration in BIM**. Journal of Computing in Civil Engineering, v. 34, n. 5, 2020.

[21] LI, Y.; ZHANG, X.; SUN, Y. **Ensuring data integrity in collaborative BIM environments**. Automation in Construction, v. 123, 2021.

[22] KIM, H.; LEE, J.; CHO, Y. **Enhancing data traceability and usability in BIM environments through dynamic linking**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 147, n. 4, 2021.

[23] PARK, M.; KWON, H.; SHIN, J. **Improving project data management through BIM and dynamic dashboards.** Journal of Information Technology in Construction, v. 27, p. 98-110, 2022.

[24] WANG, Y.; CHEN, P.; LIU, Q. **Visual data analytics in BIM for construction management**. Journal of Management in Engineering, v. 36, n. 3, 2020.

[25] CHEN, L.; GAO, Z.; WANG, J. **Application of interactive visualization tools in BIM for construction projects**. Construction Management and Economics, v. 40, n. 2, p. 123-136, 2022.

[26] HU, Y.; WANG, Y.; DENG, X.; ZHU, L. **Integrating BIM and real-time data for better construction project management**: a review and future directions. Automation in Construction, v. 123, p. 103543, 2021.

[27] XU, X.; MAO, C.; HUANG, Q.; WANG, X.; ZHANG, Y. **Data management in Building Information Modeling (BIM) projects**: Trends, approaches, and tools. Journal of Construction Engineering and Management, v. 146, n. 6, p. 04020061, 2020.

[28] ZUO, J.; ZHANG, Z.; ZHANG, Y.; NG, S. T. **The impact of BIM implementation on the performance of construction projects**: A bibliometric analysis. Journal of Cleaner Production, v. 281, p. 124441, 2021.