



ENTAC 2024

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



O impacto do BIM no gerenciamento do ciclo de vida das edificações - estudo de caso no Exército Brasileiro

The Impact of BIM on the Management of Building Lifecycle - A Case Study in the Brazilian Army

Daiane Castro Dias

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | daiane.dias@ime.eb.br

Rafaela Furtado Teixeira

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | rafaelafteixeira@ime.eb.br

Thomas Farias Viana

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | farias.thomas@ime.eb.br

Giuseppe Miceli Junior

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | giuseppe.pged@ime.eb.br

Paulo César Pellanda

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | pellanda@ime.eb.br

Ronaldo Ribeiro Goldschmidt

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | ronaldo.rgold@ime.eb.br

Resumo

A gestão eficaz dos ativos de informação ao longo do ciclo de vida das construções representa um desafio no gerenciamento de projetos de construção. No contexto do Exército Brasileiro, que detém um vasto patrimônio de área construída, a implementação de tecnologias digitais torna-se crucial para o planejamento, construção e manutenção de suas numerosas benfeitorias. Dado o grande número de contratos de obras e serviços de engenharia, a utilização do Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS) e a implementação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) têm sido essenciais para a gestão eficiente dos dados, possibilitando a disseminação de informações e embasando as decisões em todos os níveis. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto da adoção do BIM nessa evolução. Para isso, utilizando metodologias de ciência de dados, foram coletados os dados sobre projetos, contratos e aditivos das diversas regiões do Brasil disponíveis no sistema OPUS. A interpretação dos resultados permitiu evidenciar as melhorias alcançadas no Sistema de Obras Militares, relacionadas à ampliação da aplicação dos processos BIM.

Palavras-chave: BIM. Gestão de ativos. Ciência de dados. Exército.

Abstract

The effective management of information assets throughout the life cycle of constructions represents a challenge in construction project management. In the context of the Brazilian



Como citar:

DIAS, D.; TEIXEIRA, R.; VIANA, T.; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P.; GOLDSCHMIDT, R. O impacto do BIM no gerenciamento do ciclo de vida das edificações - estudo de caso no Exército Brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2024.

Army, which holds a vast estate of built-up areas, the implementation of digital technologies becomes crucial for planning, construction, and maintenance of its numerous buildings. With a large number of construction contracts and engineering services, the use of the Unified System of Works Process (OPUS) and the implementation of Building Information Modeling (BIM) have been essential for efficient data management, enabling the dissemination of information and providing a basis for decisions at all levels. In this context, this study aims to analyze the impact of BIM adoption on this evolution. To do so, data science methodologies were applied using data from projects, contracts, and their addenda from various regions of Brazil available in the OPUS system. The interpretation of the results allowed highlighting the improvements achieved in the Military Construction System related to the expansion of BIM process application.

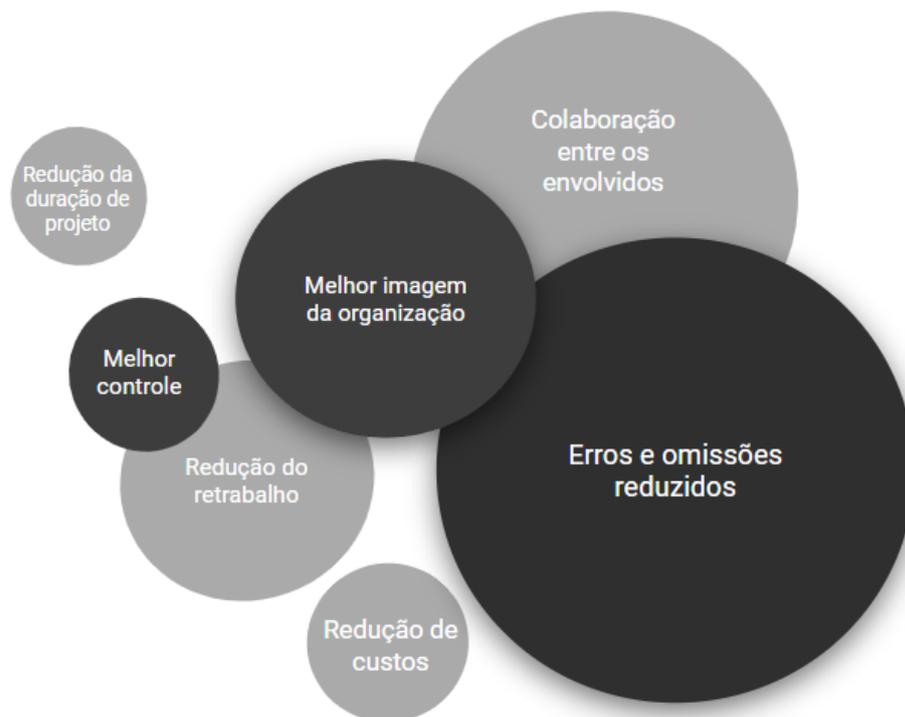
Keywords: BIM. Asset management. Data science. Army.

INTRODUÇÃO

Modelagem da Informação da Construção (BIM), por [1], é definido como uma tecnologia e um conjunto de processos que auxiliam na produção e análise de modelos de construção. O seu uso expandiu rapidamente, impulsionado por empresas privadas e públicas que buscavam institucionalizar os benefícios de uma abordagem que proporciona entrega de projetos mais rápida e segura, além de maior confiabilidade na qualidade e nos custos [2].

Quando organizações optam por adotar o BIM, enfrentam uma série de obstáculos, incluindo mudanças tecnológicas significativas, transformações nos procedimentos de projeto e ajustes nas dinâmicas interpessoais entre os colaboradores [1][3]. Entretanto, outros benefícios surgiram, conforme demonstrado na Figura 1, a partir de uma pesquisa realizada por [4] para identificar os principais até então.

Figura 1: Benefícios da adoção do BIM



Fonte: adaptada de McGraw, 2013 [4]

A necessidade de avaliação surgiu logo que o BIM começou a ser implementado nas organizações para que as melhorias de produtividade fossem mensuradas [5]. Suplementarmente, Succar indica que sem métricas de avaliação, as equipes e organizações não conseguem aferir de forma consistente seus resultados, sejam bons ou ruins [3]. Apesar dos amplamente elogiados benefícios do BIM em aumentar a produtividade, existem poucas métricas que certificam essas melhorias, além de haver pouca orientação disponível para organizações que desejam desenvolver novas medidas ou aprimorar as existentes [3].

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é quantificar o impacto do BIM no gerenciamento das obras no Exército Brasileiro a partir da evolução temporal de métricas estabelecidas e da verificação da correlação entre a maturidade do BIM e os demais indicadores coletados.

O estudo de caso foi iniciado com a retirada do relatório gerencial de todas as obras cadastradas no sistema de gerenciamento de obras e do pré-processamento dos dados contidos nele, para a definição das obras a serem avaliadas e para o levantamento dos indicadores a serem comparados.

Os resultados alcançados mostram uma tendência de redução do número de termos aditivos de prazo e de serviço, um equilíbrio no percentual dos aditivos de serviço e uma significativa diminuição no percentual dos prazos aditados. Além disso, é analisada a correlação entre a maturidade BIM no órgão e os indicadores de execução dos contratos, além de relacionar a evolução com medidas de governança adotadas.

O presente artigo encontra-se organizado em 4 (quatro) seções. A seção 2 traz os fundamentos, que contextualizam o ambiente de estudo. Em seguida na seção 3, é apresentada a metodologia utilizada para coleta, tratamento e análise dos dados. Por fim, na seção 4 são discutidos os resultados e as conclusões obtidas com as hipóteses levantadas, em conjunto com as limitações do método de avaliação.

FUNDAMENTOS

No Exército Brasileiro as obras militares são geridas pelo Sistema de Obras Militares (SOM), que é responsável pelas atividades de construção, ampliação, reforma, adaptação, reparação, restauração, conservação, demolição e remoção de benfeitorias e instalações. O patrimônio público da União jurisdicionado ao Exército Brasileiro soma aproximadamente 76.000 benfeitorias, distribuídas em todo Brasil.

Com o desafio de gerir todos esses ativos e em harmonia com o estímulo do uso do BIM no Exército, foi desenvolvido o OPUS (Sistema Unificado do Processo de Obras) - ferramenta de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que auxilia o SOM em todo ciclo de vida de uma edificação militar, integrando todos os processos e agentes [6][7]. A adoção dos processos BIM ocorreu de maneira gradual, neste caso primeiro em nível estratégico, com o OPUS, posteriormente em nível operacional [8].

A partir de 2014, iniciaram os esforços coordenados, robustos investimentos em capacitação de pessoal e aquisição de softwares e hardwares, visando a evolução da

maturidade BIM no SOM. Entretanto, o grande impulso na utilização da metodologia BIM ocorreu em 2017 com a Diretriz do Diretor de Obras Militares para o Biênio 2017-2018, que determinou a utilização da ferramenta *Revit Architecture* ou similar para elaboração dos projetos de arquitetura, no âmbito do Sistema de Obras Militares [9][10]. Todas estas ações são pontos chave para o desenvolvimento da maturidade BIM na organização.

[11] define maturidade BIM como níveis de melhoria de desempenho no que se refere a qualidade, repetibilidade e grau de excelência numa tarefa ou entrega de serviço ou produto BIM. Miceli Junior [9], por meio de realização de pesquisa com ênfase em conhecimento e interoperabilidade e utilizando uma adaptação da avaliação proposta por [12], determinou a maturidade do Sistema de Obras Militares em dois momentos distintos: 2017 e 2019.

Ao aliar os resultados encontrados por [9] com a intenção de avaliar como a evolução da maturidade impactou a execução de contratos no contexto do Exército Brasileiro, o presente trabalho adotou uma abordagem descritiva. O propósito fundamental da pesquisa descritiva é destacar características específicas de um fenômeno ou população, bem como identificar associações entre variáveis [13]. Assim, por meio dos dados de gestão contratual do SOM, entre 2012 e 2023, e a mensuração de sua correlação com a evolução da maturidade, pretende-se avaliar os efeitos da implementação do BIM.

Devido à falta de representação da maturidade para o ano de 2012 e ao início dos primeiros esforços serem a partir de 2010 e de forma individual, considera-se razoável partir de uma maturidade nula até a tradução mais recente. Portanto, a Tabela 1 apresenta, de forma adaptada, o estudo realizado por [9], que determinou o grau de maturidade BIM dos 12 escritórios distribuídos em capitais do país, que são os órgãos executores do SOM.

Tabela 1: Índices de Maturidade do SOM

Grupo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2019	15,0	13,3	15,0	13,3	21,6	13,3	13,3	13,3	14,1	13,3	16,6	12,5

Fonte: adaptado de Miceli Junior [9]

MÉTODO

O estudo de caso é caracterizado como um meio de organizar dados e reunir informações, tão numerosas e detalhadas quanto possível, a respeito do objeto de estudo de maneira a preservar seu caráter unitário [14]. No presente artigo, o objeto de estudo foram obras e serviços de engenharia finalizados e contratados, a partir de 2012, cujo valor de contratação foi superior a 1 milhão de reais, uma vez que projetos de maior porte exigem uma maior coordenação entre os agentes envolvidos, o que representa uma das principais vantagens da utilização do BIM. Adicionalmente, este filtro foi necessário para garantir que as obras em estudo fossem contratadas pelos escritórios de engenharia, para retirar do escopo os contratos celebrados por organizações que não fossem especializadas em engenharia e não utilizam a

metodologia, além de excluir contratações do tipo aquisição de materiais e equipamentos, elaboração de projetos e serviços de sondagem.

Para cada um dos 566 contratos com esse perfil, foram apurados quatro parâmetros:

- se houve a celebração de termo aditivo de serviços, o qual será denominado como Índice de contratos aditivados. Trata-se de um dado qualitativo dicotômico;
- representação percentual de valor dos serviços aditivados. Trata-se de um dado quantitativo contínuo;
- se houve a celebração de termo aditivo de prazo. Trata-se de um dado qualitativo dicotômico;
- representação percentual do prazo aditivado. Trata-se de um dado quantitativo contínuo.

A fim de quantificar o impacto do BIM no desenvolvimento e aprimoramento dos processos, determinou-se a correlação entre a maturidade do BIM por escritório e os indicadores coletados.

O coeficiente de correlação mais utilizado na estatística é o de Pearson, o qual expressa a associação entre duas variáveis quantitativas que devem estar normalmente distribuídas [15]. Dessa forma, este critério não trará muita informação sobre o índice de contratos aditivados, que é um dado qualitativo.

Assim, também foi calculado o coeficiente de correlação ponto bisserial, o qual deriva do coeficiente de Pearson, mas é recomendado na comparação onde um parâmetro é qualitativo dicotômico e outro, quantitativo contínuo [16], como no caso em questão.

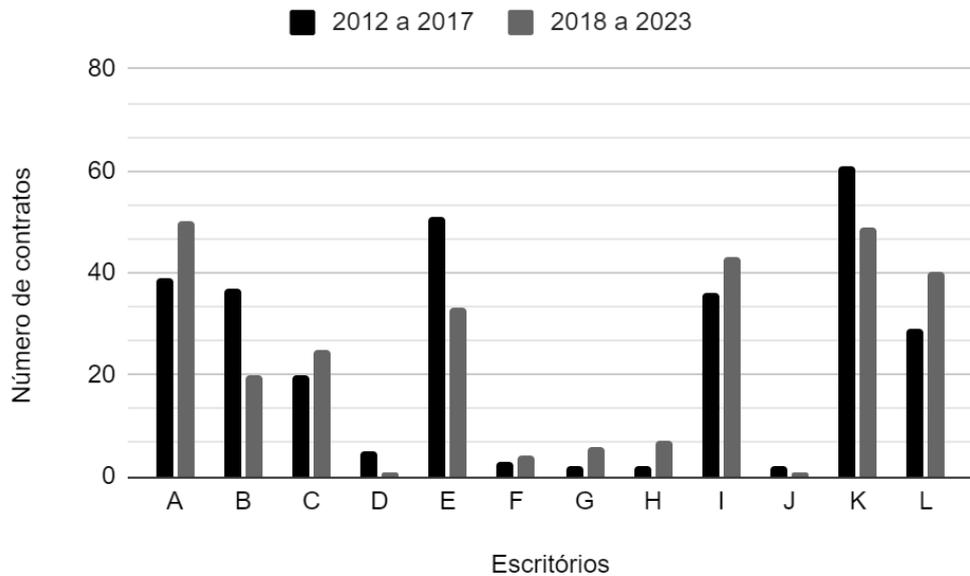
Deste modo, foi feita a análise ao longo dos anos de 2012 a 2023, comparando principalmente o período até 2017 e o período a partir de 2018, data que marcou a obrigatoriedade de adoção do BIM no caso de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos indicadores coletados deu-se início com a comparação das informações dos períodos de 2012 a 2017 e de 2018 a 2023, e entre os escritórios espalhados no país.

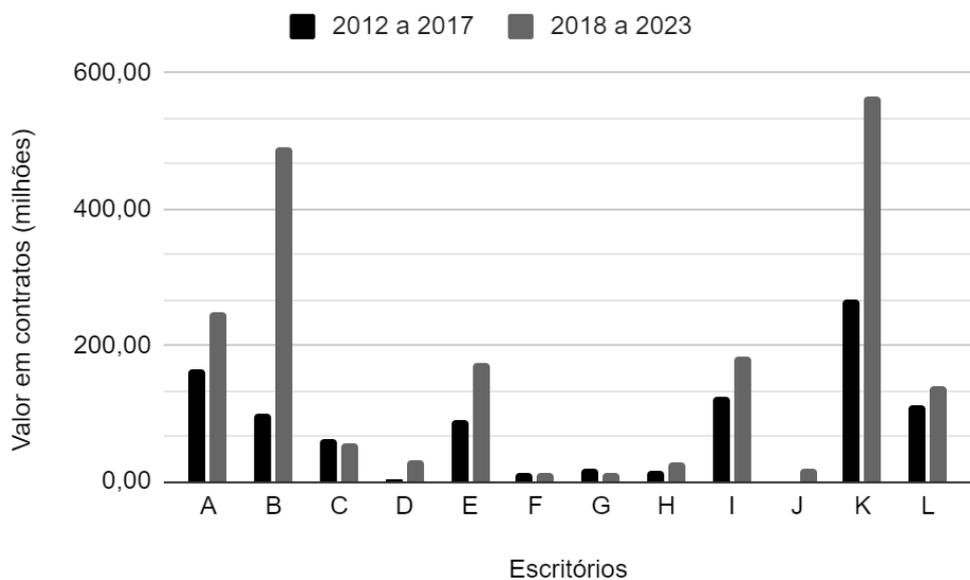
As Figuras 2 e 3 destacam as contratações realizadas por escritório nos períodos de interesse, e pode-se observar que os escritórios A, B, C, E, I, J e L possuem amostras mais significativas. Esse fato pode ser explicado pela distribuição das benfeitorias no território nacional, concentradas nos escritórios citados, e a distribuição de recursos conforme os objetivos estratégicos do órgão, também correlacionada ao motivo anterior.

Figura 2: Quantidade de contratos para cada escritório nos períodos de 2012 a 2017 e 2018 a 2023



Fonte: os autores.

Figura 3: Valor de contratos para cada escritório nos períodos de 2012 a 2017 e 2018 a 2023



Fonte: os autores.

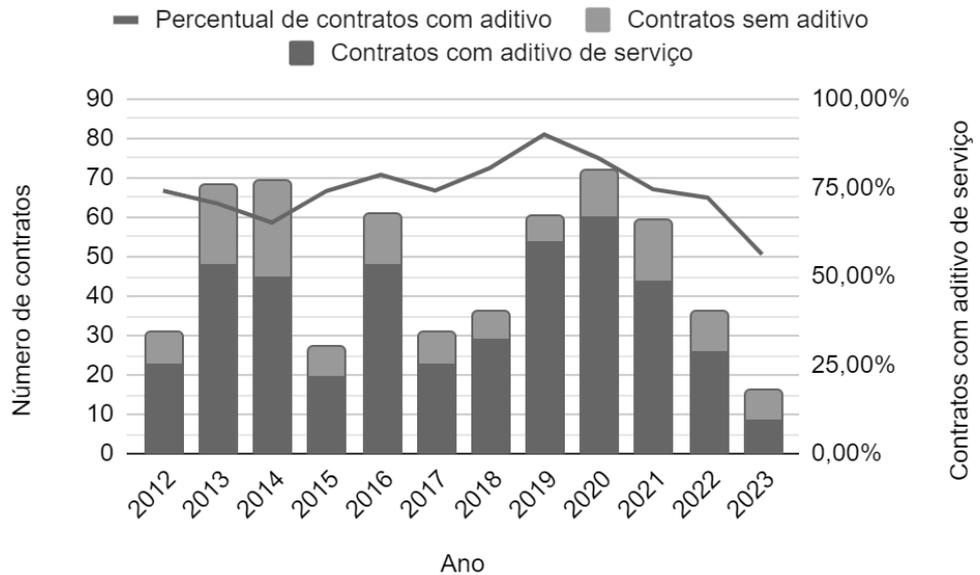
Ainda sobre as Figuras 2 e 3, é possível destacar que nos escritórios B, E e J houve uma redução no número de contratações, mas um aumento com relação ao valor contratado, o que indica que nessas localidades deu-se prioridade a projetos maiores e por consequência mais complexos.

Além disso, destacado nas Figuras 4 e 5, a partir da diretriz da organização que trata da obrigatoriedade do uso do BIM na elaboração dos projetos, é possível notar uma redução sucessiva, ano a ano, no número de contratos que tiveram aditivos de serviços

e de prazo celebrados, o que representa um indício da melhoria no planejamento das obras.

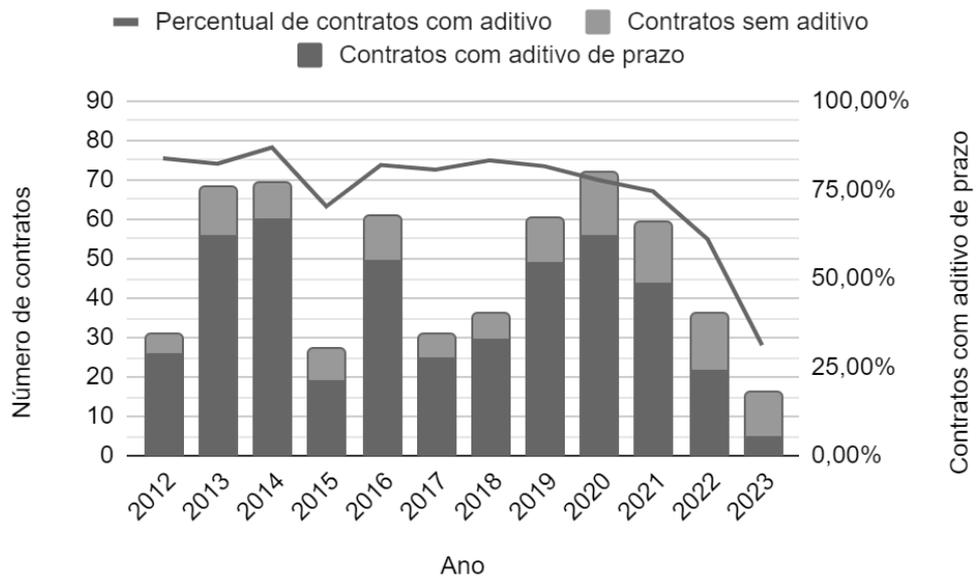
Tal resultado vem em concordância ao que [17] afirmam - que a integração do BIM em uma empresa segue um processo evolutivo e gradual.

Figura 4: Quantidade e percentual de contratos com termo aditivo de serviço celebrado



Fonte: os autores.

Figura 5: Quantidade e percentual de contratos com termo aditivo de prazo celebrado



Fonte: os autores.

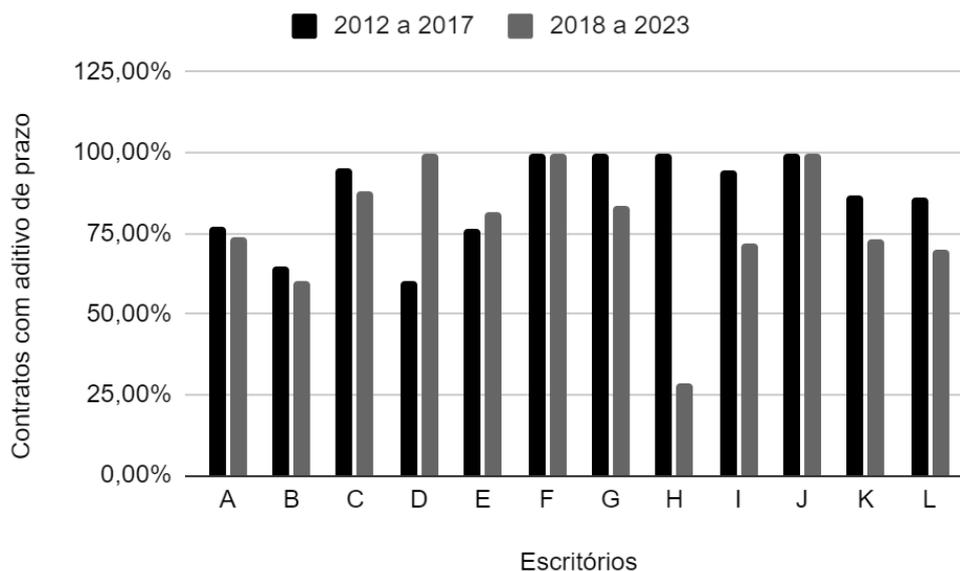
No entanto, conforme os dados da Tabela 2, apesar da redução na quantidade de contratos com aditivos, aqueles que tiveram aditivos de serviço celebrados o fizeram com um maior percentual de serviços aditados. Quanto aos aditivos de prazo, os contratos com aditivos celebrados o fizeram com um percentual notavelmente menor que o período anterior ao início da implantação BIM.

Tabela 2: Percentuais praticados em aditivos de serviços e de prazo

Período	Aditivo de serviço		Aditivo de prazo	
	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
2012 a 2017	8,57%	50,00%	132,06%	748,25%
2018 a 2023	9,77%	53,67%	71,31%	343,75%
Varição	14,00%	7,34%	-46,00%	-54,06%

Fonte: os autores.

Apesar do acréscimo no percentual aditado de serviços, fica evidenciado, pelos demais indicadores apresentados, uma possível influência positiva do BIM na amostra analisada. Uma motivação plausível para que os percentuais de acréscimos de serviços não evoluíram conforme os outros parâmetros é a volubilidade apresentada pelos preços dos insumos durante o período de pandemia da Covid-19, momento em que houve a aprovação de aditivos de Reequilíbrio Econômico-Financeiro em diversos contratos.

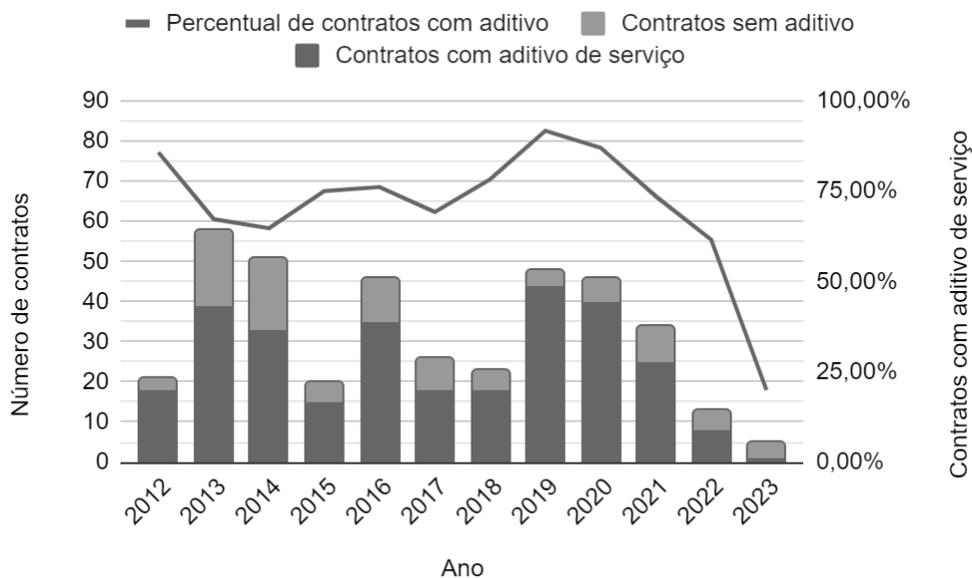
Figura 6: Quantidade percentual de contratos com termo aditivo de prazo celebrado por escritório

Fonte: os autores.

Ainda, sobre a evolução dos contratos com termos aditivos de prazo, ao observar sobre a perspectiva das organizações, apresentada na Figura 6, tem-se que a maioria dos grupos apresentaram redução. Nota-se ainda que o escritório D foi o que teve maior aumento, tendo 100% de seus contratos no período de 2018 a 2023 com aditivos de prazo. O que ocorre na realidade é que nesse período há apenas um contrato para esse escritório, o que evidencia uma limitação do método: determinadas amostras podem não ser representativas, dificultando a interpretação dos dados.

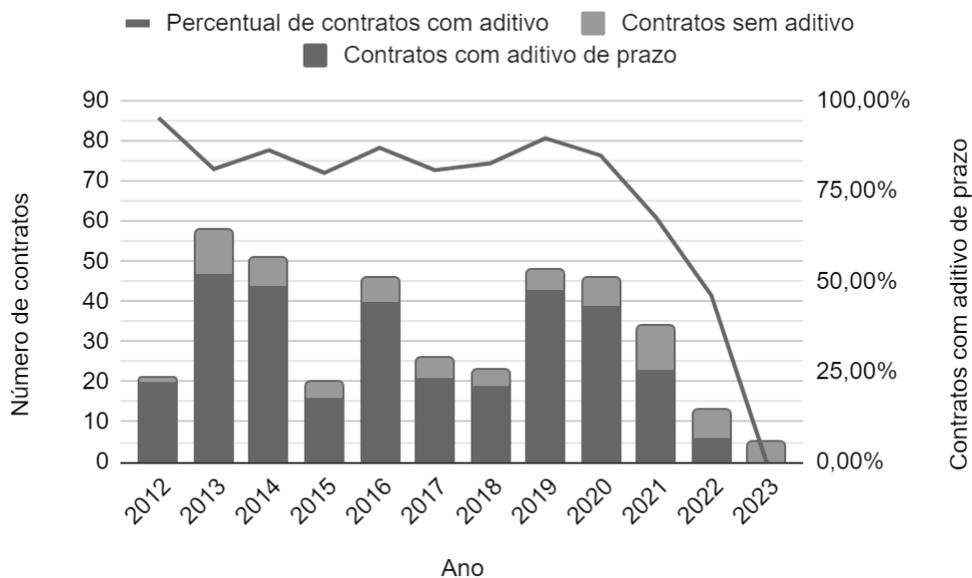
A fim de ter um entendimento mais acertado sobre a evolução dos contratos ao longo dos anos, fez-se a uma nova divisão da amostra inicial: construções de novas benfeitorias e adequação de benfeitorias existentes.

Figura 7: Quantidade e percentual de contratos com termo aditivo de serviço celebrado para construções



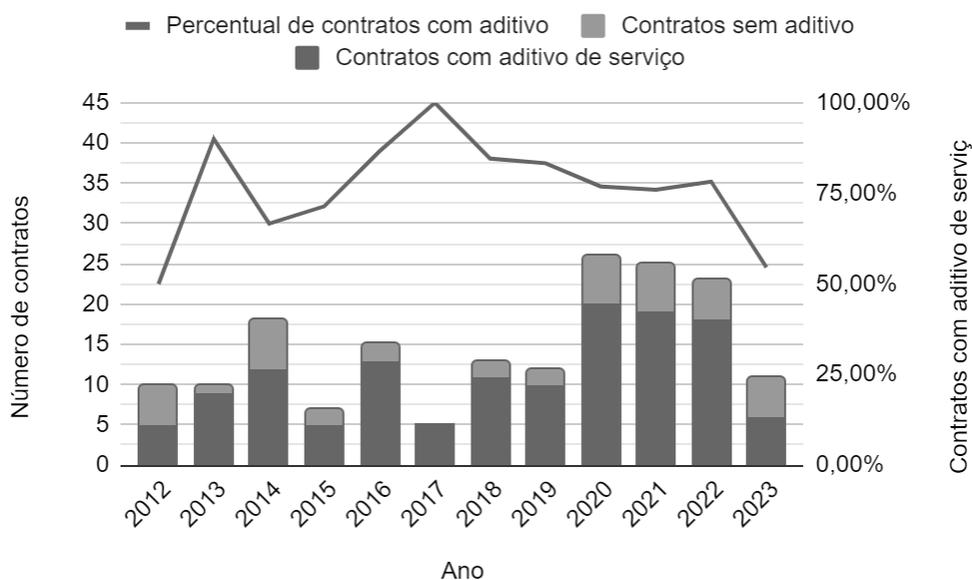
Fonte: os autores.

Figura 8: Quantidade e percentual de contratos com termo aditivo de prazo celebrado para construções



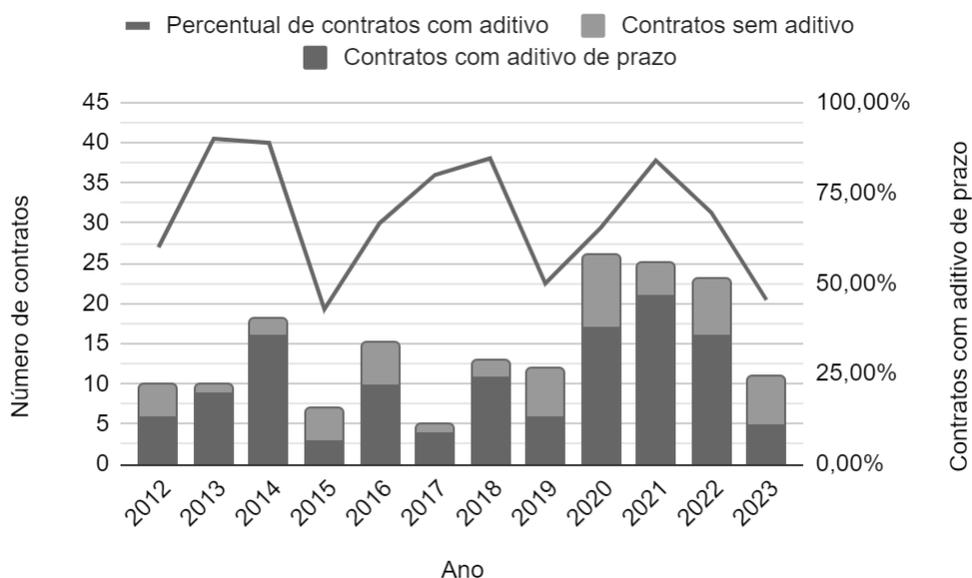
Fonte: os autores.

Figura 9: Quantidade e percentual de contratos com termo aditivo de serviço celebrado para adequações



Fonte: os autores.

Figura 10: Quantidade e percentual de contratos com termo aditivo de prazo celebrado para adequações



Fonte: os autores.

A partir das Figuras 7, 8, 9 e 10, nota-se que as obras de construção apresentaram a maior contração na quantidade de contratos com aditivos, possíveis reflexos da facilidade de planejamento e execução, uma vez que são menos propensos ao aparecimento de fatos supervenientes. Logo, pelo seu comportamento mais acentuado e pelo maior volume de contratações, a construção de edificações é quem determina a predominância no comportamento geral analisado.

Dessa forma, até aqui tem-se os resultados esperados: uma evolução na maturidade BIM e nos indicadores de execução dos contratos.

No que tange a determinação da correlação entre a maturidade do BIM por escritório e os demais indicadores para todo o período de estudo, obteve-se os dados das Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Correlação entre a maturidade BIM do SOM e os indicadores quantitativos

Indicador	Percentual do aditivo	
	Aditivo de serviço	Aditivo de prazo
Coefficiente de Pearson	-0.122937	-0.133025

Fonte: os autores

Tabela 4: Correlação entre a maturidade BIM do SOM e os indicadores qualitativos

Indicador	Índice de contratos aditivados	
	Aditivo de serviço	Aditivo de prazo
Coefficiente ponto bisserial	0.072612	0.039889

Fonte: os autores

Ao observar os valores encontrados, considerando que quanto mais próximo de 1 o módulo dos coeficientes maior a correlação e que só há causalidade se houver correlação, tem-se que por meio dessa métrica não é possível atribuir diretamente a melhora dos indicadores dos contratos de obras com a maturidade BIM. Ainda assim, é notório que os percentuais de aditivo são, em certa medida, inversamente proporcionais à maturidade.

Cabe destacar que o método possui limitações, uma delas é com relação ao tipo de dado coletado. O relatório gerencial apresenta um panorama da execução dos contratos, fatos que não dependem exclusivamente da qualidade do projeto contratado. Dessa forma, há uma parcela intangível do impacto dos mecanismos de acompanhamento e das capacidades das empresas contratadas.

No entanto, ao observar as medidas de gestão adotadas no órgão ao longo dos anos para o aprimoramento dos processos e para uma eficiente governança, é plausível afirmar que elas têm sua parcela de responsabilidade na elevação da maturidade BIM, bem como no avanço dos indicadores de execução dos contratos.

Tais ações foram sintetizadas por [9] e aponta que se pode reunir os fatores inerentes a uma boa adoção do BIM em três grupos de ações: gerência de modelo, gerência de produto e gerência de governança; os quais podem ser exemplificados nas realizações a seguir.

- Evolução de processos internos, como a criação de novas funcionalidades no sistema de controle interno;
- Padronização de processos internos, como a emissão de Notas Técnicas e documentos de referência para elaboração de aditivos e de justificativas; e

- Capacitação de pessoal.

No caso da padronização de processos, seus benefícios se refletem na redução de erros e ganho de produtividade [6].

CONCLUSÃO

O sucesso do BIM depende de muitos fatores, como o tamanho do projeto, a proficiência em BIM dos membros da equipe, a comunicação da equipe de projeto, bem como outros fatores organizacionais [18]. No caso em estudo, que trata de obras públicas com complexidade elevada [6], os fatores organizacionais podem incluir a disponibilidade de recursos financeiros para implantação do BIM, o que remete a disponibilidade de infraestrutura tecnológica, e requisitos e diretrizes para elaboração dos entregáveis. Apesar de não compreender todos os fatores, foi considerada a quantificação da maturidade BIM apurada por [9], uma vez que ele se baseou no conhecimento institucional sobre o tema e na interoperabilidade de informações no momento da elaboração de projetos.

A partir das informações obtidas das obras e dos serviços de engenharia examinados, pode-se verificar a tendência de uma redução significativa no número de contratos com acréscimo de serviços e de prazos, o que sugere uma notável melhoria na etapa de planejamento. Esta constatação ressalta a importância de abordagens eficazes de gestão e planejamento na execução bem-sucedida de projetos de construção, além de estar alinhada a manuais da área que afirmam que o uso do BIM pode reduzir a frequência e o impacto das alterações nos projetos iniciais [19].

Com os resultados apontados neste artigo, não se pode quantificar o impacto direto da aplicação do BIM nos contratos de obras gerenciados pelo Exército Brasileiro como o desejado. Outrossim, pode-se concluir que, apesar de o BIM, isoladamente, não ser fator determinante para melhorias de métricas, quando associado à melhoria do processo de governança, tem trazido benefícios potenciais à execução de obras militares. A baixa correlação da maturidade e seus indicadores demonstram o que [20] afirma, que a dificuldade de definir e quantificar o BIM e colocá-lo em termos de benefícios potenciais torna a medição da eficácia do BIM muito geral e qualitativa.

De certa forma, os resultados podem ser explicados pelas limitações identificadas, principalmente no que se refere às capacidades das empresas contratadas, fator que não pode ser diretamente controlado pela contratante e tem grande influência nos indicadores.

Assim, em outros termos, os resultados ratificam a importância do emprego do BIM e, apesar de não conseguir quantificar seu impacto, foi possível quantificar e analisar a evolução das obras no Sistema de Obras Militares.

Por fim, tendo em vista a validação qualitativa dos ganhos provenientes da adoção do BIM, um passo importante será quantificá-lo, medindo ativamente o retorno sobre o investimento de sua implementação.

REFERÊNCIAS

- [1] EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- [2] MCGRAW-HILL Construction. **The Business value of BIM for construction in Major Global Markets**. Nova York: Smart Market Report, 2014.
- [3] SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. **Measuring BIM Performance: Five Metrics**. *Architectural Engineering and Design Management*, v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012.
- [4] MCGRAW-HILL Construction. **World Green Building Trends**. Nova York: Smart Market Report, 2013.
- [5] LIMA, Luciana de Oliveira; CATAL, Rodrigo Eduardo; SCHEER, Sergio. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM)**. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 133–147, 2021.
- [6] NASCIMENTO, A. F.; FERREIRA, E. C.; PELLANDA, P. C. **OPUS: o sistema de gestão de obras do exército brasileiro baseado em BIM – Building Information Modeling**. In: Comissão de Desenvolvimento Urbano (org.) **Sugestões para o desenvolvimento urbano 2015**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. p. 55-72
- [7] Diretoria de Obras Militares. **Sistema Unificado do Processo de Obras**. 2018. Disponível em: <http://www.dom.eb.mil.br/opus/>. Acesso em: 12 de maio de 2024.
- [8] FERNANDES, F. L. M. B.; SCHEER, S.; MICELI JUNIOR, G. **O Uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ciclo de Vida de Edificações Militares**. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 37, p. 19-37, 2021.
- [9] MICELI JUNIOR, G. **Modelagem da Informação da Construção para Gestão de Projetos de Obra de Infraestrutura de Defesa**. 263 p. Tese (Doutorado) — Programa de Pós Graduação em Engenharia de Defesa, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2019.
- [10] ZAGO, J.P. **O uso da tecnologia Building Information Modeling na melhoria da gestão e eficiência das obras militares**. 84p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Política Estratégica e Alta Administração do Exército)- Escola de Comando e Estado -Maior do Exército , Rio de Janeiro, 2019.
- [11] SUCCAR, Bilal. **Building information modelling maturity matrix**. In: **Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies**. IGI Global, 2010. p. 65-103.
- [12] SUCCAR, B. **Building Information Modeling And Construction Informatics: Concepts and Technologies**, chapter 4, págs 65 115. IGI Global, 2009.
- [13] GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [14] PEREIRA, L. T. K., GODOY, D. M. A. & TERÇARIOL, D. **Estudo de Caso como Procedimento de Pesquisa Científica: Reflexão a partir da Clínica Fonoaudiológica**, *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 22(3), 422-429, 2009.
- [15] DIAZ, J. O.; WERKA, H. M. G.; CAPP, E.; NIENOV, O. H. **Correlações, risco, razão de chances e avaliação de testes diagnósticos**. In: CAPP, E.; NIENOV, O. H. (org.) **Bioestatística Quantitativa Aplicada**. Porto Alegre: UFRGS, 2020. p. 177-196
- [16] LIRA, S. A.; NETO, A. C. **Coefficientes de correlação para variáveis ordinais e dicotômicas derivados do coeficiente linear de Pearson**. *RECIE*, Uberlândia, v. 15, n. 1/2, p. 45-53, jan.-dez. 2006.
- [17] SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. **Building Information Modelling: Point of Adoption**. CIB World Congress, Tampere Finland, 30 mai./ 3 jun., 2016.

- [18] BARLISH, K.; SULLIVAN, K. **How to measure the benefits of BIM — A case study approach.** Automation on Construction, 24: 149–159, 2012.
- [19] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras.** Brasília, 2016.
- [20] BROCARD, F. L.M. **O uso da modelagem da informação da construção 4D (BIM 4D) nos projetos de obras militares da Comissão Regional de Obras 5.** 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Universidade Federal do Paraná.