XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF
DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.2/10

BIM Geotécnico: Revisão Sistemática

Auanny Alícia Alves da Silva
Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande - PB, Brasil, auannyaliciasilva@gmail.com

Jucimara Cardoso da Silva
Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil, jucimara.engenhariacivil@gmail.com

Filipe Cordeiro Rodrigues
Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil, filipecrodrigues1281@gmail.com

Carina Silvani
Doutora Professora do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil, carinasilvani@gmail.com

RESUMO: O *Building Information Modeling* (BIM) tem avançado de forma significativa no setor da Engenharia Civil, porém sua incorporação na Geotecnia ainda ocorre de maneira gradual e heterogênea. Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre o uso do BIM aplicado à Geotecnia, com o objetivo de mapear o estado da arte, identificar lacunas e apontar tendências de pesquisa e aplicação. A pesquisa foi conduzida por meio do método *Systematic Search Flow* (SSF), utilizando as bases ScienceDirect, Scopus, Web of Science, Portal de Periódicos CAPES e anais do Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG), considerando publicações entre 2010 e 2025. Após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, 186 estudos foram selecionados para análise qualitativa. Os resultados evidenciam que o BIM geotécnico tem sido aplicado principalmente em projetos de infraestrutura, como túneis, barragens e obras subterrâneas, com foco na integração de modelos geológicos, gestão de riscos e compatibilização multidisciplinar. Entretanto, persistem desafios importantes, especialmente relacionados à padronização de objetos geotécnicos, limitada interoperabilidade entre softwares, escassez de bibliotecas específicas e dificuldades na representação de solos e maciços rochosos em ambientes BIM. Conclui-se que, embora em expansão, o BIM geotécnico ainda carece de consolidação metodológica e tecnológica, destacando-se a necessidade de maior integração entre pesquisa acadêmica e indústria, bem como o desenvolvimento de ferramentas e protocolos adequados às particularidades da Geotecnia.

PALAVRAS-CHAVE: Dados geotécnicos; Tecnologias de informação e comunicação; Gestão de dados BIM; Interoperabilidade; Compatibilização multidisciplinar.

ABSTRACT: Building Information Modeling (BIM) has advanced significantly in the Civil Engineering sector, but its incorporation into Geotechnical Engineering is still gradual and heterogeneous. This work presents a systematic literature review on the use of BIM applied to Geotechnical Engineering, aiming to map the state of the art, identify gaps, and point out research and application trends. The review was conducted using the Systematic Search Flow (SSF) method, based on searches in the ScienceDirect, Scopus, Web of Science, CAPES Periodicals Portal, and the proceedings of the Brazilian Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (COBRAMSEG), considering publications between 2010 and

2025. After applying inclusion and exclusion criteria, 186 studies were selected for qualitative analysis. The results indicate that geotechnical BIM has been mainly applied to infrastructure projects, such as tunnels, dams, and underground works, with emphasis on the integration of geological models, risk management, and multidisciplinary coordination. However, significant challenges persist, especially related to the standardization of geotechnical objects, limited interoperability between software, a scarcity of specific libraries, and difficulties in representing soils and rock masses in BIM environments. It is concluded that, although expanding, geotechnical BIM still lacks methodological and technological consolidation, highlighting the need for greater integration between academic research and industry, as well as the development of tools and protocols suited to the particularities of Geotechnics.

KEYWORDS: Geotechnical data; Information and communication technologies; BIM data management; Interoperability; Multidisciplinary compatibility.

1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos projetos de engenharia, aliada à necessidade de maior eficiência, redução de custos e mitigação de riscos, tem impulsionado a adoção de novas tecnologias digitais ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos. Nesse contexto, o *Building Information Modeling* (BIM) se consolidou como uma abordagem inovadora que integra informações geométricas e não geométricas em um modelo digital inteligente e colaborativo (Borrmann et al., 2018; Eastman et al., 2011). A partir da sua expansão ascendente, a tecnologia BIM opera como um repositório centralizado de dados, de modo que permite a visualização, a coordenação e a gestão das diferentes etapas de um projeto (Fabozzi et al., 2021; Satyanaga et al., 2023).

Nas últimas décadas, o BIM tem sido amplamente aplicado em projetos de edificações e infraestrutura, especialmente devido à sua capacidade de promover compatibilização multidisciplinar, visualização tridimensional e gerenciamento integrado de informações ao longo do ciclo de vida das obras. Como resultado, diversos países passaram a incentivar ou exigir sua adoção em projetos públicos por meio de políticas e normativas específicas, como ocorre no Reino Unido, Estados Unidos e Cingapura (Satyanaga et al., 2023). No Brasil, a disseminação dessa metodologia foi impulsionada pelo Decreto nº 9.377/2018, que institui a Estratégia BIM BR e estabelece diretrizes para sua implementação gradual em órgãos e entidades da administração pública federal (Brasil, 2018, 2024).

Apesar de sua ampla aplicação em projetos estruturais e arquitetônicos, a incorporação do BIM na área da geotecnia ainda ocorre de forma limitada. Diferentemente de componentes estruturais como concreto ou aço, os solos e maciços rochosos apresentam elevada variabilidade espacial e propriedades dependentes de dados indiretos obtidos por investigações de campo, como sondagens e ensaios laboratoriais. Essas características dificultam a representação contínua do subsolo em ambientes BIM e impõem desafios adicionais relacionados à modelagem tridimensional contínua do maciço e à integração de dados geológico-geotécnicos provenientes de diferentes fontes (Huang et al., 2022; Shi et al., 2023).

Outro desafio relevante refere-se à interoperabilidade entre plataformas BIM e softwares especializados de análise geotécnica, como modelagens numéricas baseadas em métodos de elementos finitos (FEM). Em muitos casos, a ausência de padrões consolidados para a representação de dados geotécnicos e a limitada integração entre formatos de dados exigem etapas manuais de conversão e processamento, reduzindo a eficiência do fluxo de trabalho digital (Huang et al., 2022; Satyanaga et al., 2023; Zirpoli; Sattamino, 2024).

Mesmo diante dessas limitações, observa-se um crescimento recente de estudos voltados ao desenvolvimento do chamado GeoBIM ou BIM Geotécnico. Nessas aplicações, o modelo digital pode incorporar dados de investigação do subsolo, resultados de análises numéricas e informações de monitoramento, contribuindo para a avaliação de riscos associados a condições geotécnicas incertas, especialmente em obras subterrâneas como túneis, escavações profundas e sistemas de transporte urbano

como metrôs (Deng et al., 2016; Fabozzi et al., 2021; Shi et al., 2023). Além disso, novas abordagens vêm explorando a integração entre BIM, sensores de monitoramento e algoritmos de aprendizado de máquina, como Inteligência Artificial (IA) e *Internet of Things* (IoT) permitindo a atualização dinâmica dos modelos com base em dados obtidos em tempo real (Rane et al., 2023).

Diante desse cenário, torna-se relevante compreender como o BIM tem sido aplicado no contexto geotécnico e quais avanços vêm sendo propostos para superar os desafios associados à representação e integração de dados do subsolo. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão sistemática da literatura sobre a aplicação do BIM na geotecnia, buscando identificar tendências de pesquisa, principais áreas de aplicação e limitações ainda presentes, contribuindo para a consolidação e ampliação do uso dessa abordagem em projetos geotécnicos no meio acadêmico e profissional.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi conduzida por meio de revisão sistemática da literatura, adotando o método *Systematic Search Flow* (SSF), o qual estrutura o processo de identificação, seleção e análise de estudos relevantes de forma transparente e reprodutível (Farenhof; Fernandes, 2016; Kitchenham, 2004).

Todo o procedimento de identificação, triagem e elegibilidade é descrito na Figura 1, permitindo o levantamento inicial nas bases de dados, a análise preliminar e, por fim, a aplicação de critérios de inclusão e exclusão para os trabalhos.

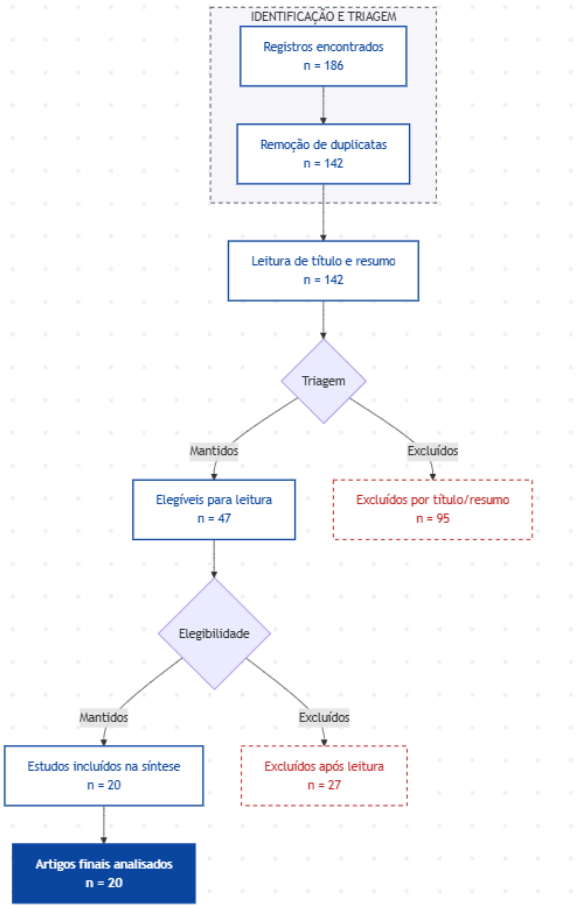


Figura 1. Fluxograma de seleção de trabalhos.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados ScienceDirect, Scopus, Web of Science, Portal de Periódicos CAPES e nos anais do Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica

(COBRAMSEG), considerando o período entre 2010 e 2025, intervalo que abrange o crescimento recente das aplicações do Building Information Modeling (BIM) em projetos geotécnicos. Para tal processo, foram utilizadas combinações de palavras-chave relacionadas ao tema ("BIM", "GeoBIM", "geotechnical BIM", "subsurface modeling", "geotechnical investigation data", "BIM geotechnical engineering", "BIM underground") com operadores booleanos (AND/OR), de forma a ampliar a recuperação de estudos relevantes nos últimos 15 anos.

Os critérios de inclusão foram considerados para:

- Estudos que apresentassem aplicação do BIM em contextos geotécnicos, como modelagem de subsolo, integração de dados de sondagem, obras subterrâneas ou análises numéricas associadas;
- Discussões sobre integração entre dados geológico-geotécnicos e plataformas BIM;
- Publicações revisadas por pares ou trabalhos completos em congressos relevantes da área.

Ao mesmo tempo, foram excluídos estudos que abordassem BIM exclusivamente em edificações ou arquitetura (sem dados geotécnicos), apresentassem discussões conceituais sem aplicação técnica ou fossem registros duplicados entre as bases.

Por fim, os estudos elegíveis foram analisados qualitativamente, buscando identificar principais áreas de aplicação do GeoBIM, abordagens metodológicas utilizadas e tendências de desenvolvimento da integração entre modelagem digital e engenharia geotécnica, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos estudos analisados.

Autor	Ano	Aplicação do GeoBIM	Contribuição prática
Antonio et al.	2021	Edificações residenciais	Dimensões 3D a 5D em projetos de fundações e contenções
Barros et al.	2024	Investigações de campo	Digitalização e modelagem 3D em sondagem à trado
Fabozzi et al.	2021	Túneis	FEM-BIM e gestão 4D
Huang et al.	2022	Estações de metrô	BIM multi-LOD (*Level of detail*)
Rane et al.	2023	Caracterização de solo	Integração de IA e Iot para monitoramento de subsolo
Shi et al.	2023	Escavações profundas	Extração de geometrias do BIM com programação
Sibaii et al.	2022	Sondagem	Template de dados e programação para automatização de modelos do subsolo
Zirpoli e Sattamino	2024	Pontes	Interoperabilidade na interação solo-estrutura com Midas Civil e Flac3D

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos estudos selecionados permitiu identificar padrões relevantes relacionados à bases de estudo, evolução temporal, distribuição geográfica e principais áreas de aplicação da produção científica com foco no BIM voltado para a engenharia geotécnica.

Na Figura 2, é possível observar que a base ScienceDirect detêm o maior número de resultados, seguida por Scopus e Web of Science, evidenciando a predominância de periódicos internacionais na produção científica sobre BIM aplicado à engenharia geotécnica.

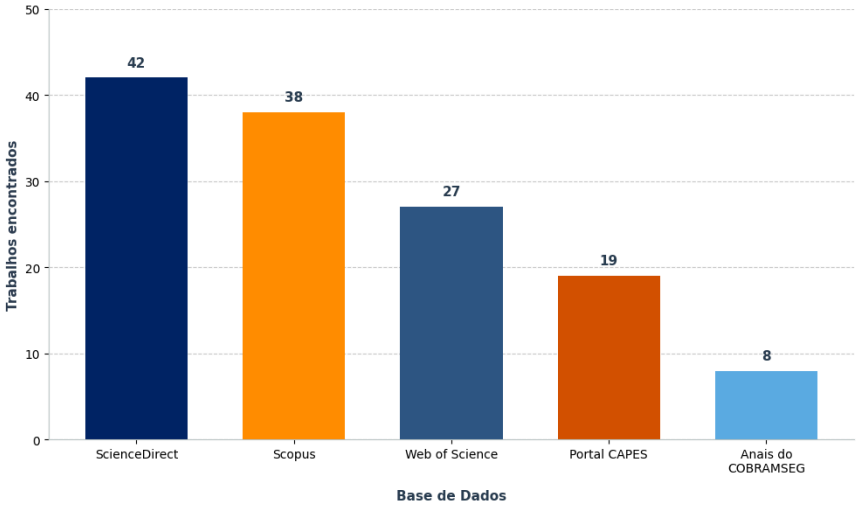


Figura 2. Distribuição dos trabalhos identificados nas bases de dados consultadas.

Uma presença considerável acima de 40 trabalhos nessas fontes científicas indica que o tema tem sido discutido principalmente em periódicos internacionais voltados à infraestrutura e, principalmente, à evolução tecnológica para a digitalização das obras.

A evolução temporal das publicações, apresentada na Figura 3, evidencia o crescimento das publicações entre 2010 e 2025, demonstrando o nível de interesse científico pelo BIM aplicado à geotecnia.

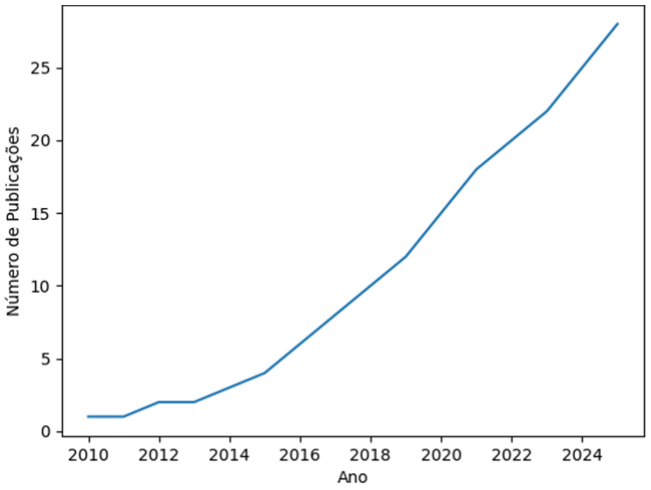


Figura 3. Linha do tempo das publicações sobre BIM geotécnico.

Entre 2010 e 2014, o número de estudos publicados permaneceu reduzido, com valores variando entre uma e quatro publicações anuais. A partir de 2016, observa-se uma tendência mais clara de crescimento contínuo, indicando que o tema conseguiu obter maior consolidação dentro da comunidade científica. Esse crescimento possivelmente está associado ao avanço das tecnologias de modelagem tridimensional e ao desenvolvimento de extensões do padrão IFC (*Industry Foundation Classes*), culminando no seu maior pico com mais de 25 publicações, registradas no ano de 2024.

Logo, o comportamento sugere que o GeoBIM é um campo emergente de pesquisa, impulsionado pela crescente digitalização da engenharia e, ao mesmo tempo, pela necessidade de integração de dados, muitas vezes ausente ou insuficiente quando voltados à projetos de infraestrutura.

A análise da distribuição geográfica das publicações (Figura 4) revela uma elevada concentração de pesquisas nos eixos europeu e asiático, com ambos os continentes registrando mais de 30 estudos no intervalo entre 2010 e 2025. Em contrapartida, a produção na América do Norte totaliza aproximadamente 20 trabalhos, enquanto as demais regiões, somadas, excedem 10 publicações. Nota-se que a contribuição brasileira permanece incipiente, figurando abaixo de 10 estudos identificados.

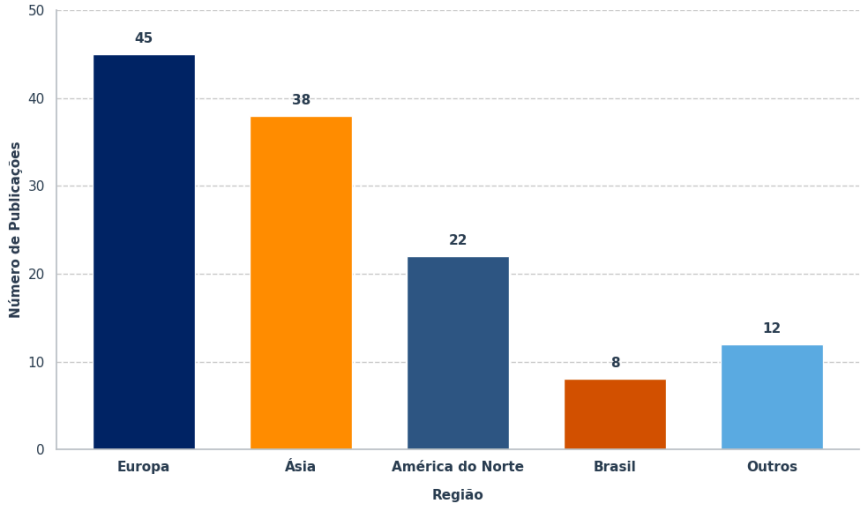


Figura 4. Distribuição geográfica das publicações sobre BIM geotécnico.

A disparidade de publicações reflete os diferentes estágios de maturidade tecnológica e normativa entre as diferentes regiões do mundo, dado que a consolidação dos estudos geotécnicos é impulsionada na Europa e na Ásia pelas obras de infraestrutura subterrânea, onde a gestão de riscos geológicos em modelos 3D é mandatória para a viabilidade de grandes obras de engenharia.

Em países como o Reino Unido, os dados de investigação geotécnica são geralmente trocados utilizando formatos padronizados, como o formato de dados AGS (*Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists*), que se tornou uma referência do setor para a transferência de dados digitais. Nos Estados Unidos, iniciativas como o DIGGS (*Data Interchange for Geotechnical and Geoenvironmental Specialists*) visam padronizar a troca de informações geotécnicas utilizando esquemas baseados em XML.

Em contrapartida, muitos países em desenvolvimento – como o exemplo do Brasil – ainda dependem predominantemente de formatos não estruturados, como relatórios em PDF ou planilhas em Excel, o que limita a interoperabilidade e a automação em ambientes BIM.

As principais áreas de aplicação do BIM na engenharia geotécnica, apresentadas na Figura 5, indicam uma predominância de estudos voltados para projetos de túneis, seguidos por aplicações relacionadas à integração BIM-FEM, modelagem tridimensional do subsolo, fundações profundas e estruturas de contenção.

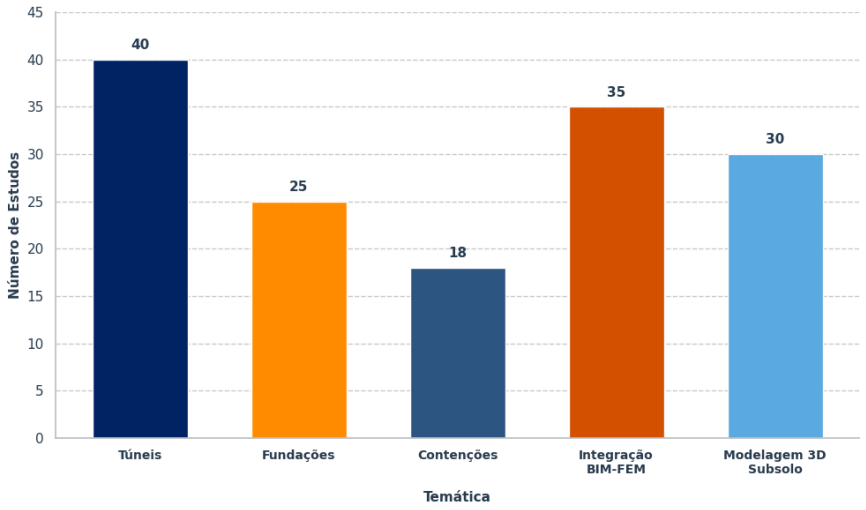


Figura 5. Principais áreas de aplicação do BIM geotécnico.

Observa-se que a predominância dos estudos de GeoBIM é voltada para projetos de túneis, refletindo a complexidade de obras subterrâneas, nas quais a integração de informações geológicas, geotécnicas e estruturais é um fator determinante para a mitigação de riscos. Analogamente, outro destaque é a integração BIM com o método dos elementos finitos para análise de estabilidade estrutural (BIM-FEM).

E assim, pode-se observar que, houve um crescimento significativo das publicações a partir de 2016, indicando consolidação progressiva do GeoBIM no cenário internacional, com histórico de aplicações que envolvem túneis urbanos, fundações profundas, contenções e integração BIM-FEM. Entretanto, no Brasil, a produção científica ainda é limitada, concentrando-se principalmente em eventos técnicos.

4 CONCLUSÕES

A revisão sistemática evidencia que o BIM Geotécnico apresenta elevado potencial para aprimorar o planejamento e a gestão de riscos em obras de engenharia. Contudo, desafios técnicos ainda limitam sua aplicação plena. A partir da presente pesquisa desenvolvida pode-se constatar que, os principais desafios identificados referem-se à ausência de padronização específica para dados geotécnicos no IFC, além da necessidade de automatização da importação de dados de sondagens.

Por fim, objetivando agregar e contribuir com o desenvolvimento de pesquisas futuras referentes ao tema aqui abordado, recomenda-se o desenvolvimento de bibliotecas geotécnicas padronizadas, bem como a ampliação da produção científica nacional sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antonio, D. F., Dellaroli, F., & Antunes, G. B. S. (2021). Implantação da plataforma BIM em projetos geotécnicos nas dimensões 3D, 4D e 5D. *M-SR: Multi-Science Research*, *4*(2), 28–43.

Barros, M. L., Cavalcante, A. L. B., & Silva Júnior, E. E. A. (2024). *BIM Geotécnico: Digitalização de dados de sondagens para modelagem de informação do subterrâneo*. XXI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG 2024), Balneário Camboriú, SC, Brasil.

Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (Eds.). (2018). *Building Information Modeling: Technology foundations and industry practice*. Springer.

Brasil. (2024). *Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024*. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling - BIM BR. Presidência da República.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. (2024). *Plano de Trabalho - Nova BIM BR*. https://plataformabimbr.abdi.com.br/guias-normas/Plano-de-trabalho-Nova-BIM-BR.pdf

BuildingSMART. (2021). *FC 4.3 infrastructure extension deployment: Production standard.* Industry Foundation Classes (IFC).

Deng, Y., Cheng, J. C. P., & Anumba, C. (2016). Mapping between BIM and geotechnical information models. *Automation in Constructio*n, 70, 52–67.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling* (2 ed.). Wiley.

Fabozzi, S., Biancardo, S. A., Veropalumbo, R., & Bilotta, E. (2021). I-BIM based approach for geotechnical and numerical modelling of a conventional tunnel excavation. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 108, 103723.

Farenhof, H. A., & Fernandes, R. F. (2016). Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: Método SSF. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*, 21(2), 350–363.

Huang, M. Q., Zhu, H. M., Ninić, J., & Zhang, Q. B. (2022). Multi-LOD BIM for underground metro station: Interoperability and design-to-design enhancement. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 119, 104232.

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University.

Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2023). Leading-edge Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) technologies for enhanced geotechnical site characterization. *Social Science Research Network*.

Satyanaga, A., Aventian, G. D., Makenova, Y., Zhakiyeva, A., Kamaliyeva, Z., Moon, S.-W., & Kim, J. (2023). Building Information Modelling for Application in Geotechnical Engineering. *Infrastructures*, 8(6), 103.

Shi, C., Jin, Y., Lu, H., & Shi, J. (2023). A BIM-based framework for automatic numerical modelling and geotechnical analysis of a large-scale deep excavation for transportation infrastructures. *Intelligent Transportation Infrastructure*, 2, 1-13.

Zirpoli, A., & Sattamino, P. (2024). Interoperability between structural and geotechnical analysis for the study of safety in existing bridges. *Procedia Structural Integrity*, 62, 492–498.