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/COBRAMSEG2026.5/41

Comparação entre método tradicional e sistema BIM no dimensionamento de fundações superficiais

Gabriel Galil Toledo
Engenheiro Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, gabrielgaliltoledo@gmail.com

Heraldo Nunes Pitanga
Professor, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil, heraldopitanga@ufjf.br

RESUMO: O dimensionamento de fundações superficiais é uma etapa essencial da engenharia geotécnica, responsável por garantir a segurança, a estabilidade e o desempenho estrutural das edificações. Esse processo depende diretamente da caracterização do solo, da estimativa das tensões admissíveis e da aplicação de critérios normativos adequados. Tradicionalmente, é conduzido por meio de cálculos manuais ou planilhas eletrônicas, que oferecem resultados confiáveis, mas com limitações quanto à integração com outras disciplinas e à gestão das informações do projeto. Com o avanço do sistema BIM (Building Information Modeling), abre-se espaço para a aplicação de ferramentas digitais capazes de associar dados geotécnicos, estruturais e construtivos em um ambiente multidimensional, ampliando a capacidade de análise e a coerência entre etapas do projeto. Este trabalho apresenta uma análise comparativa entre dois métodos de dimensionamento de fundações superficiais: o método tradicional, desenvolvido em planilha eletrônica no Microsoft Excel, e o método digital, implementado em uma família paramétrica no software Autodesk Revit 2023. O estudo foi aplicado a uma residência unifamiliar de dois pavimentos, cujos parâmetros de solo foram obtidos por ensaio de sondagem SPT. Ambos os métodos seguiram as diretrizes das normas NBR 6122:2022 e NBR 6118:2023, com verificações de tensão admissível, altura mínima, cisalhamento e ancoragem. Os resultados demonstraram elevada coerência entre os métodos, com diferenças inferiores a 2% nos valores obtidos para dimensões e tensões na base das sapatas. No entanto, observou-se que o BIM trouxe vantagens adicionais no fluxo de projeto, permitindo rápida verificação de interferências e atualização automática das dimensões em caso de alterações de carga ou geometria. A planilha, por sua vez, apresentou maior flexibilidade para ajustes de parâmetros geotécnicos e para a análise direta de resultados. Conclui-se que os dois métodos se complementam: o tradicional mantém simplicidade e controle total sobre os cálculos, enquanto o sistema BIM oferece integração e agilidade na tomada de decisões. A adoção conjunta dessas ferramentas representa um avanço no processo de projeto de fundações superficiais, fortalecendo a interface entre a geotecnia e as demais áreas da engenharia civil.

PALAVRAS-CHAVE: Fundações superficiais, Dimensionamento geotécnico, Sistema BIM, Modelagem paramétrica, Comparação de métodos.

ABSTRACT: The design of shallow foundations is an essential stage of geotechnical engineering, responsible for ensuring the safety, stability, and structural performance of buildings. This process depends directly on soil characterization, the estimation of allowable bearing stresses, and the application of appropriate normative criteria. Traditionally, it is conducted through manual calculations or electronic spreadsheets, which provide reliable results but present limitations regarding integration with other disciplines and project information management. With the advancement of the BIM (Building Information Modeling) system, opportunities arise for the application of digital tools capable of associating geotechnical, structural, and construction data within a multidimensional environment, expanding analytical capacity and coherence among project stages. This study presents a comparative analysis between two methods for the design of shallow foundations: the traditional method, developed in an electronic spreadsheet using Microsoft Excel, and the digital method, implemented through a parametric family in Autodesk Revit 2023. The study was applied to a two-story single-family residence, whose soil parameters were obtained from an SPT investigation. Both methods followed the guidelines of standards NBR 6122:2022 and NBR 6118:2023, with checks of allowable bearing stress, minimum height, shear, and anchorage. The results demonstrated a high degree of consistency between the methods, with differences of less than 2% in the values obtained for dimensions and stresses at the base of the

footings. However, it was observed that BIM provided additional advantages in the design workflow, allowing rapid interference checks and automatic updating of dimensions in the event of changes in load or geometry. The spreadsheet, in turn, showed greater flexibility for adjustments of geotechnical parameters and for the direct analysis of results. It is concluded that the two methods complement each other: the traditional approach maintains simplicity and full control over the calculations, while the BIM system offers integration and agility in decision-making. The combined adoption of these tools represents an advancement in the shallow foundation design process, strengthening the interface between geotechnical engineering and the other areas of civil engineering..

KEYWORDS: Shallow foundations, Geotechnical design, BIM system, Parametric modeling, Method comparison.

1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento de fundações superficiais constitui uma etapa central do projeto geotécnico, pois estabelece a interação direta entre a estrutura e o solo de fundação. A adequada avaliação da capacidade de carga do terreno e das deformações associadas à aplicação das cargas é fundamental para garantir a segurança, a estabilidade e o desempenho das edificações. Nesse contexto, o projeto geotécnico deve basear-se em dados confiáveis de investigação do subsolo e em critérios técnicos consolidados, de modo a assegurar o comportamento satisfatório das fundações ao longo da vida útil da estrutura (Cintra; Aoki; Albiero, 2011).

O projeto geotécnico de fundações superficiais fundamenta-se na interpretação dos resultados da investigação do subsolo, sendo o ensaio de sondagem à percussão (SPT) amplamente empregado na prática brasileira para esse fim. Segundo Teixeira (1996), os valores do índice de resistência à penetração obtidos no SPT permitem a estimativa de parâmetros geotécnicos do solo por meio de correlações empíricas, amplamente utilizadas no dimensionamento de fundações superficiais. No Brasil, os critérios para a utilização desses parâmetros, bem como as diretrizes para a escolha do tipo e o dimensionamento geotécnico de fundações, encontram-se sistematizados na ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022).

Tradicionalmente, o dimensionamento de fundações superficiais é realizado por meio de cálculos manuais ou com o auxílio de planilhas eletrônicas, que possibilitam a verificação direta das tensões atuantes na base das fundações, das dimensões geométricas adotadas e do atendimento aos critérios normativos. Conforme destacado por Cintra, Aoki e Albiero (2011), esses métodos apresentam resultados tecnicamente consistentes quando fundamentados em dados adequados de investigação geotécnica, embora possam demandar maior esforço de atualização e compatibilização em projetos que envolvem múltiplas disciplinas.

Nos últimos anos, ferramentas digitais baseadas no sistema BIM (*Building Information Modeling*) têm sido incorporadas ao processo de projeto na engenharia civil, com o objetivo de integrar informações geométricas, técnicas e construtivas em um ambiente digital único. De acordo com Succar (2009), o BIM caracteriza-se pela modelagem paramétrica associada a bancos de dados, permitindo a gestão integrada das informações do projeto. Sacks et al. (2021) destacam que, quando aplicado ao projeto de fundações, o BIM pode atuar como ferramenta de apoio ao dimensionamento, possibilitando a vinculação entre cargas estruturais, parâmetros geotécnicos e dimensões das fundações, sem substituir os critérios técnicos consagrados da engenharia geotécnica.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo comparar dois métodos de dimensionamento de fundações superficiais aplicados a uma residência unifamiliar de dois pavimentos: o método tradicional, desenvolvido em planilha eletrônica no Microsoft Excel, e o método digital, implementado por meio de uma família paramétrica no software Autodesk Revit 2023. Ambos os métodos baseiam-se nos mesmos dados geotécnicos, obtidos por ensaio SPT, e seguem as diretrizes das normas ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022) e ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023). A análise comparativa busca avaliar a coerência dos resultados obtidos e discutir as implicações de cada abordagem no processo de projeto geotécnico de fundações superficiais.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do estudo de caso

O estudo de caso refere-se a uma residência unifamiliar de dois pavimentos, com sistema estrutural em concreto armado, implantada em terreno investigado por meio de sondagem à percussão (SPT). O modelo estrutural da edificação foi elaborado com a finalidade de estimar as cargas verticais transmitidas às fundações, a partir de um pré-dimensionamento dos elementos estruturais, não sendo desenvolvido o projeto estrutural executivo completo. As fundações adotadas foram do tipo sapata isolada, conforme as diretrizes da ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022).

2.2 Dados geotécnicos e parâmetros de projeto

Os dados geotécnicos utilizados no dimensionamento das fundações foram obtidos a partir de ensaios de sondagem à percussão (SPT), empregados exclusivamente como dados de entrada para o projeto geotécnico. Os valores do índice de resistência à penetração foram interpretados por meio de correlações empíricas para a estimativa da tensão admissível do solo, conforme apresentado por Teixeira e Godoy (1996) e Cintra e Aoki (2010), em conformidade com a ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022).

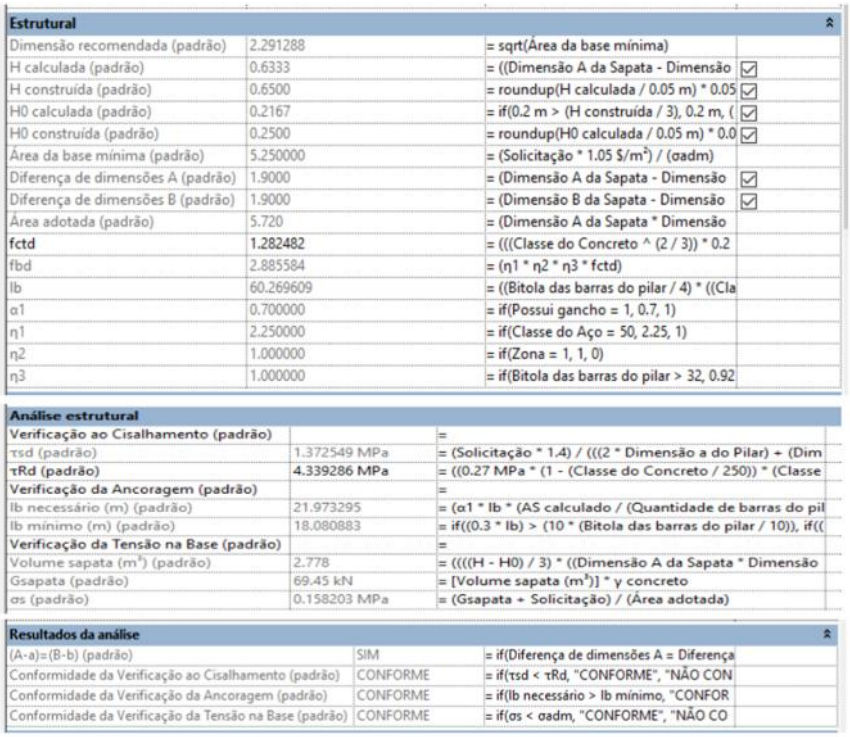
As cargas atuantes nas fundações foram estimadas a partir de um modelo estrutural simplificado da edificação, utilizando o método dos retângulos de influência para a distribuição das cargas verticais dos elementos estruturais. Esse procedimento foi adotado com o objetivo de obter valores representativos de carregamento para a fase de pré-dimensionamento das fundações superficiais, sendo compatível com o escopo do estudo.

2.3 Dimensionamento pelo método tradicional

O dimensionamento das fundações superficiais pelo método tradicional foi realizado por meio de planilha eletrônica desenvolvida no Microsoft Excel, permitindo o cálculo das dimensões das sapatas a partir das cargas estimadas e da tensão admissível do solo. Foram verificadas as tensões atuantes na base das fundações, bem como os critérios estruturais aplicáveis, incluindo altura mínima da sapata, verificação ao cisalhamento e condições de ancoragem das armaduras, conforme a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023).

2.4 Dimensionamento pelo método BIM

O método BIM foi implementado por meio do desenvolvimento de uma família paramétrica de fundações superficiais no software Autodesk Revit 2023, elaborada com base nos mesmos critérios geotécnicos e estruturais adotados no método tradicional. As equações de dimensionamento foram implementadas diretamente na família, permitindo a inserção explícita dos parâmetros de entrada, como cargas verticais estimadas, dimensões geométricas das sapatas e tensão admissível do solo. Dessa forma, as dimensões das fundações foram atualizadas de maneira integrada ao modelo, mantendo-se os mesmos dados geotécnicos, cargas estimadas e verificações normativas empregados no método tradicional, garantindo a coerência entre os métodos. A Figura 1 ilustra a parametrização adotada e as expressões de cálculo implementadas no ambiente BIM.



Estrutural			
Dimensão recomendada (padrão)	2.291288	= sqrt(Área da base mínima)	
H calculada (padrão)	0.6333	= ((Dimensão A da Sapata - Dimensão	☑
H construída (padrão)	0.6500	= roundup(H calculada / 0.05 m) * 0.05	☑
H0 calculada (padrão)	0.2167	= if(0.2 m > (H construída / 3), 0.2 m, (	☑
H0 construída (padrão)	0.2500	= roundup(H0 calculada / 0.05 m) * 0.0	☑
Área da base mínima (padrão)	5.250000	= (Solicitação * 1.05 $/m²) / (σadm)	
Diferença de dimensões A (padrão)	1.9000	= (Dimensão A da Sapata - Dimensão	☑
Diferença de dimensões B (padrão)	1.9000	= (Dimensão B da Sapata - Dimensão	☑
Área adotada (padrão)	5.720	= (Dimensão A da Sapata * Dimensão	
fctd	1.282482	= (((Classe do Concreto ^ (2 / 3)) * 0.2	
fbd	2.885584	= (η1 * η2 * η3 * fctd)	
lb	60.269609	= ((Bitola das barras do pilar / 4) * ((Cla	
α1	0.700000	= if(Possui gancho = 1, 0.7, 1)	
η1	2.250000	= if(Classe do Aço = 50, 2.25, 1)	
η2	1.000000	= if(Zona = 1, 1, 0)	
η3	1.000000	= if(Bitola das barras do pilar > 32, 0.92	

Análise estrutural		
Verificação ao Cisalhamento (padrão)		=
τsd (padrão)	1.372549 MPa	= (Solicitação * 1.4) / ((((2 * Dimensão a do Pilar) + (Dim
τRd (padrão)	4.339286 MPa	= (((0.27 MPa * (1 - (Classe do Concreto / 250)) * (Classe
Verificação da Ancoragem (padrão)		=
lb necessário (m) (padrão)	21.973295	= (α1 * lb * (AS calculado / (Quantidade de barras do pil
lb mínimo (m) (padrão)	18.080883	= if((0.3 * lb) > (10 * (Bitola das barras do pilar / 10)), if((
Verificação da Tensão na Base (padrão)		=
Volume sapata (m³) (padrão)	2.778	= ((((H - H0) / 3) * ((Dimensão A da Sapata * Dimensão
Gsapata (padrão)	69.45 kN	= [Volume sapata (m³)] * γ concreto
σs (padrão)	0.158203 MPa	= (Gsapata + Solicitação) / (Área adotada)

Resultados da análise		
(A-a)=(B-b) (padrão)	SIM	= if(Diferença de dimensões A = Diferença
Conformidade da Verificação ao Cisalhamento (padrão)	CONFORME	= if(τsd < τRd, "CONFORME", "NÃO CON
Conformidade da Verificação da Ancoragem (padrão)	CONFORME	= if(lb necessário > lb mínimo, "CONFOR
Conformidade da Verificação da Tensão na Base (padrão)	CONFORME	= if(σs < σadm, "CONFORME", "NÃO CO

Figura 1. Parâmetros geotécnicos e expressões de cálculo implementados na família paramétrica de sapata no ambiente BIM.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos de dimensionamento analisados referem-se às dimensões finais das sapatas e às tensões atuantes na base, considerando os mesmos dados geotécnicos, cargas estimadas e critérios normativos. A análise foi conduzida de modo a permitir a comparação entre o método tradicional, desenvolvido em planilha eletrônica, e o método implementado no ambiente BIM, avaliando-se a coerência dos resultados e as implicações de cada abordagem no processo de projeto. A Tabela 1 apresenta a síntese dos principais parâmetros resultantes do dimensionamento pelo método tradicional, os quais serviram como base de referência para a comparação com os resultados obtidos no ambiente BIM ao longo desta seção.

Tabela 1. Síntese dos resultados do dimensionamento das fundações superficiais pelo método tradicional.

Parâmetro	Valor
Número total de sapatas	18
Dimensão típica das sapatas (A x B) (m)	0,70 x 0,60
Menor área adotada (m^2)	0,42
Maior área adotada (m^2)	0,81
Área média das sapatas (m^2)	0,46
Altura típica das sapatas, h (m)	0,20
Maior altura adotada, h (m)	0,25

A partir da análise dos resultados consolidados na Tabela 1, observa-se elevada padronização das dimensões das sapatas, com predominância de elementos com dimensões em planta de 0,70 m × 0,60 m e altura de 0,20 m. Esse comportamento indica coerência entre as cargas estimadas, os parâmetros geotécnicos adotados e a tensão admissível do solo, evidenciando que o processo de dimensionamento atendeu de forma consistente aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022). As sapatas de maiores dimensões correspondem a regiões com solicitações mais elevadas, destacando-se casos pontuais em que houve necessidade de aumento tanto da área quanto da altura, refletindo adequações locais às condições de carregamento.

A aplicação do método baseado no sistema BIM foi realizada utilizando os mesmos parâmetros geotécnicos, critérios normativos e hipóteses de cálculo empregados no método tradicional. A comparação entre os resultados evidenciou elevada coerência entre as dimensões obtidas pelos dois métodos, com diferenças reduzidas entre as áreas das sapatas e as tensões atuantes na base. As variações observadas, inferiores a 2% para os parâmetros analisados, indicam a consistência das hipóteses adotadas e a correta implementação dos critérios de dimensionamento, demonstrando que a utilização de diferentes ferramentas de cálculo não altera os fundamentos do projeto geotécnico de fundações superficiais quando mantidos os mesmos parâmetros de entrada.

As pequenas diferenças identificadas entre os métodos podem ser atribuídas, principalmente, à forma de implementação do dimensionamento em cada ambiente. No método tradicional, desenvolvido em planilha eletrônica, o engenheiro(a) possui controle direto sobre cada etapa do cálculo, o que facilita a verificação individual dos parâmetros e a realização de ajustes pontuais. No ambiente BIM, a atualização das dimensões das sapatas ocorre de forma integrada ao modelo paramétrico, sendo igualmente possível o ajuste manual dos parâmetros e das expressões de cálculo, de maneira análoga ao que ocorre em planilhas eletrônicas.

Para que os resultados obtidos no ambiente BIM fossem coerentes com o método tradicional, foi necessária a implementação explícita das equações de dimensionamento, o que evidencia que a confiabilidade dos resultados está diretamente associada ao domínio do usuário sobre os conceitos geotécnicos e sobre a ferramenta empregada. Nesse contexto, a principal dificuldade associada ao uso do BIM não está no método em si, mas na necessidade de que o engenheiro(a) possua familiaridade com o software e compreensão adequada de sua lógica de parametrização, condição essencial para a correta aplicação dos critérios de dimensionamento.

A análise dos resultados também evidencia a sensibilidade do dimensionamento das fundações superficiais em relação às cargas estimadas e às áreas adotadas para as sapatas. Pequenas variações nas dimensões geométricas refletem-se diretamente nos valores de tensão na base, reforçando a importância da correta estimativa dos carregamentos e da adequada interpretação dos dados geotécnicos. Nesse contexto, ambos os métodos mostraram-se capazes de atender às condições de segurança estabelecidas pela ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022), mantendo as tensões atuantes inferiores à tensão admissível estimada para o solo.

Sob a perspectiva do fluxo de projeto, as diferenças entre os métodos tornam-se mais evidentes. O ambiente BIM mostrou-se particularmente vantajoso desde as fases iniciais do projeto, ao possibilitar a integração das informações geotécnicas, estruturais e geométricas em um único modelo. Essa integração favorece a tomada de decisões ainda nas etapas preliminares e permite que alterações de carga ou de configuração estrutural sejam rapidamente refletidas nas dimensões das fundações. Além disso, a visualização tridimensional das sapatas em conjunto com pilares, vigas e demais elementos estruturais contribui de forma significativa para a compatibilização entre disciplinas, facilitando a identificação de interferências ainda durante a fase de modelagem e reduzindo a probabilidade de retrabalhos ao longo do desenvolvimento do projeto, conforme apresentado na Figura 2.

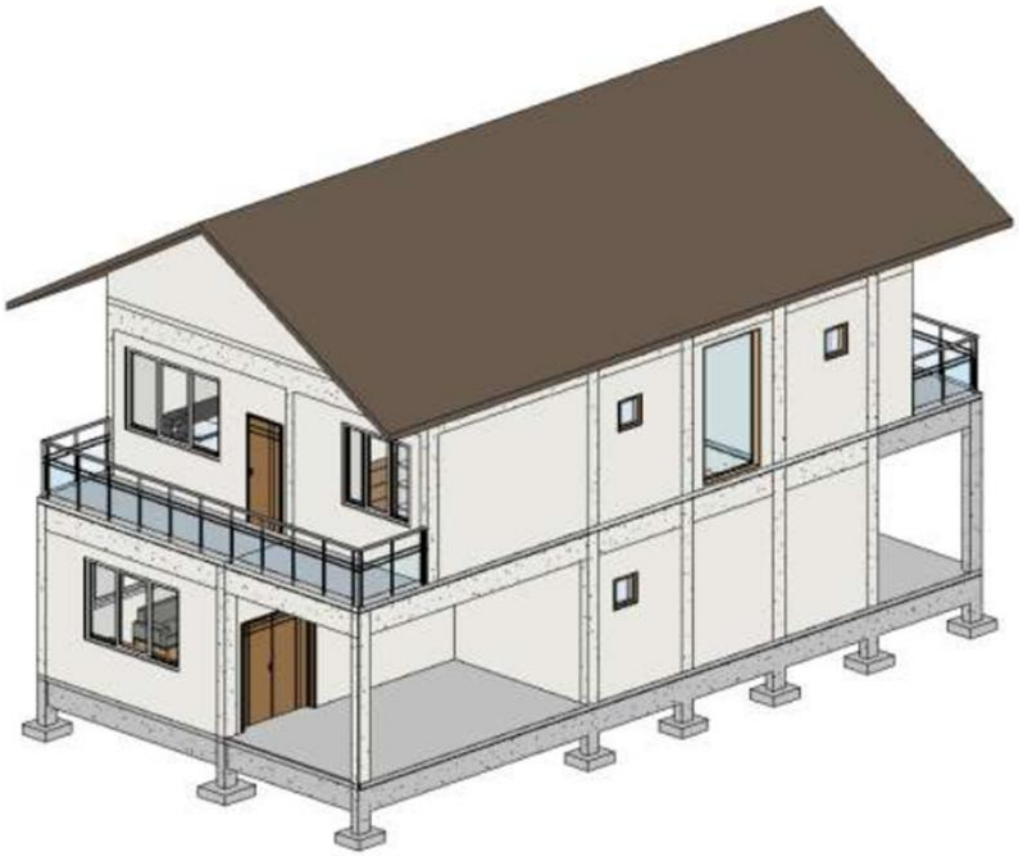


Figura 2. Modelo BIM das fundações superficiais, evidenciando a integração das sapatas com os elementos estruturais e arquitetônicos da edificação.

Cabe destacar que, no ambiente BIM, a obtenção de resultados coerentes com o método tradicional exigiu a implementação explícita das expressões de dimensionamento e a definição adequada dos parâmetros geotécnicos no modelo paramétrico. Esse processo demandou a tradução das equações utilizadas na planilha eletrônica para o ambiente de modelagem, permitindo que as dimensões das sapatas fossem atualizadas de forma consistente em função das cargas e dos parâmetros adotados.

Dessa forma, os métodos analisados não devem ser compreendidos como abordagens excludentes, mas sim complementares. Enquanto o método tradicional oferece simplicidade e controle direto sobre o processo de cálculo, o sistema BIM contribui para a integração das informações e para a agilidade no desenvolvimento do projeto. A utilização conjunta dessas ferramentas representa um avanço no processo de dimensionamento geotécnico de fundações superficiais, fortalecendo a interface entre a geotecnia e as demais áreas da engenharia civil.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou uma análise comparativa entre o método tradicional de dimensionamento de fundações superficiais, desenvolvido em planilha eletrônica, e o método baseado no sistema BIM, implementado por meio de uma família paramétrica no software Autodesk Revit. A comparação foi conduzida a partir de um estudo aplicado a uma edificação de pequeno porte, modelada especificamente para fins de análise, utilizando os mesmos dados geotécnicos, cargas estimadas e critérios normativos em ambos os métodos, assegurando a consistência das avaliações realizadas.

Os resultados evidenciaram elevada coerência entre os dois métodos, com diferenças inferiores a 2% nas dimensões finais das sapatas e nas tensões atuantes na base. Esse comportamento confirma que, quando adotados os mesmos parâmetros de entrada e respeitados os critérios estabelecidos pelas normas técnicas

vigentes, a escolha da ferramenta de cálculo não altera os princípios fundamentais do dimensionamento geotécnico de fundações superficiais.

Do ponto de vista do processo de projeto, o método tradicional mostrou-se eficiente pela simplicidade e pelo controle direto das etapas de cálculo, enquanto o sistema BIM destacou-se pela integração das informações geotécnicas, estruturais e geométricas em um único modelo digital. Essa integração favorece a compatibilização entre disciplinas, a visualização tridimensional das fundações e a atualização consistente das dimensões em função de alterações de carga ou geometria, contribuindo para a redução de inconsistências e retrabalhos ao longo do desenvolvimento do projeto.

Cabe ressaltar que, no modelo BIM desenvolvido neste trabalho, a inserção dos dados provenientes da sondagem à percussão não ocorre de forma direta, sendo necessária a interpretação prévia dos resultados do SPT para a definição de parâmetros como a tensão admissível do solo. Essa característica não representa uma limitação inerente ao sistema BIM, mas sim uma restrição do modelo paramétrico adotado, reforçando o papel central do profissional geotécnico na interpretação dos dados de investigação do subsolo e na definição consciente dos parâmetros de entrada do modelo.

Como perspectiva de aprimoramento, destaca-se o desenvolvimento de rotinas ou modelos paramétricos capazes de incorporar diretamente os resultados de sondagens geotécnicas no ambiente BIM, permitindo a estimativa automatizada de parâmetros e o dimensionamento preliminar das fundações a partir desses dados. A adoção conjunta do método tradicional e do sistema BIM, portanto, mostra-se promissora, ao unir rigor técnico, controle dos cálculos e integração multidisciplinar, contribuindo para o avanço do processo de projeto de fundações superficiais na engenharia geotécnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2022). NBR 6122. Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro. 153 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2023). NBR 6118. Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro. 284p.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; ALBIEIRO, José Henrique. Fundações Diretas: Projeto Geotécnico. 4. reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

CINTRA, José Carlos Angelo e AOKI, Nelson. Fundações por estacas: projeto geotécnico. . São Paulo: Oficina de Textos. Acesso em: 19 jan. 2026, 2010.

SACKS, Rafael et al. Manual de BIM: um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

TEIXEIRA, A. Estimativa do ângulo de atrito interno (ϕ) e coesão em solos arenosos a partir de correlações empíricas. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 1996.

TEIXEIRA, A.; GODOY, L. (1972). Avaliação da Coesão dos Solos com Base no Ensaio SPT. Revista de Engenharia Civil, v. 5, n. 2.