



ANÁLISE DE CUSTO ENTRE DOIS MÉTODOS DE FUNDAÇÕES RASAS: radier e sapata corrida

RAFAEL ZUCCHI¹
GEILSON BISPO²
ANDRÉIA ALVES BOTIN³

RESUMO: Este estudo apresenta uma pesquisa aplicada com o objetivo de oferecer uma solução prática para o processo de escolha de fundações em edificações de pequeno porte, através de uma análise comparativa de custos entre os sistemas de fundação tipo radier e sapata corrida. A metodologia adotada foi documental e quantitativa, utilizando dados secundários provenientes da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), ensaios de sondagem SPT (Standard Penetration Test) e o projeto arquitetônico de uma edificação residencial unifamiliar. O estudo focou em uma obra localizada no município de Vera-MT. A análise geotécnica envolveu dados de seis sondagens SPT, que permitiram determinar a tensão admissível do solo. O projeto estrutural das fundações foi dimensionado utilizando o software Eberick, considerando as cargas da superestrutura e a capacidade de suporte do solo. A pesquisa orçamentária para ambos os tipos de fundação foi realizada com base nos quantitativos extraídos do projeto estrutural e nos custos do banco de dados SINAPI sendo os resultados apresentados e comparados por meio de planilhas e gráficos de barra. Os resultados demonstraram que a fundação do tipo radier apresentou um custo total de R\$ 27.664,14, sendo aproximadamente 42% inferior ao da sapata corrida, que totalizou R\$ 47.765,56. Além da economia global, o radier demandou significativamente menos mão de obra, representando apenas 9,32% do custo total do radier – cerca de quatro vezes menor que os 36,73% da sapata corrida, e menos equipamentos (0,59%), aproximadamente 12 vezes menor que na sapata corrida (7,10%). Embora o custo de material seja o maior componente em ambas as soluções, no radier ele representa uma parcela consideravelmente maior (90,09% contra 56,17% na sapata corrida), refletindo a simplicidade e a rapidez de sua execução. Concluiu-se que o radier representa uma alternativa economicamente e operacionalmente mais viável para edificações de pequeno porte, especialmente em solos com baixa capacidade de carga, onde a distribuição uniforme das tensões é vantajosa.

PALAVRAS-CHAVES: Análise comparativa de custos; Edificações de pequeno porte; Fundações superficiais; Radier; Sapata corrida.

COST ANALYSIS BETWEEN TWO SHALLOW FOUNDATION METHODS: raft and footing

ABSTRACT: This study presents applied research aimed at offering a practical solution for the process of choosing foundations in small buildings, through a comparative cost analysis between raft foundation and strip footing systems. The methodology adopted was

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: spancod@gmail.com

² Graduado em Engenharia Civil. Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: geilson-bispo@hotmail.com

³ Professora Doutora em Biotecnologia e Biodiversidade, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: andrea.botin@yahoo.com.br



documentary and quantitative, using secondary data from the SINAPI (National Civil Construction Cost and Index Research System) table, SPT (Standard Penetration Test) surveys, and the architectural design of a single-family residential building. The study focused on a construction project located in the municipality of Vera-MT. The geotechnical analysis involved data from six SPT tests, which allowed the permissible soil stress to be determined. The structural design of the foundations was dimensioned using Eberick software, considering the superstructure loads and the bearing capacity of the soil. The budget research for both types of foundations was carried out based on the quantities extracted from the structural design and the costs from the SINAPI database, with the results being presented and compared using spreadsheets and bar charts. The results showed that the raft foundation had a total cost of R\$ 27,664.14, approximately 42% lower than the strip footing, which totaled R\$ 47,765.56. In addition to the overall savings, the raft foundation required significantly less labor, representing only 9.32% of the total cost—about four times less than the 36.73% for the strip footing—and less equipment (0.59%), approximately 12 times less than the strip footing (7.10%). Although the cost of materials is the largest component in both solutions, in the raft foundation it represents a considerably larger share (90.09% versus 56.17% in the strip footing), reflecting the simplicity and speed of its execution. It was concluded that the raft foundation represents a more economically and operationally viable alternative for small buildings, especially on soils with low bearing capacity, where uniform stress distribution is advantageous.

KEYWORDS: Comparative cost analysis; Continuous footing; Radier; Shallow foundations; Small buildings.

1 INTRODUÇÃO

A análise de custo entre diferentes métodos de fundação é crucial no planejamento de obras residenciais, especialmente considerando a necessidade de otimização de recursos e eficiência na execução. No contexto da engenharia civil, as fundações rasas, como o radier e a sapata corrida, são amplamente utilizadas devido à sua simplicidade e eficácia em diversas condições de solo (Kumar *et al.*, 2020).

A importância de comparar os custos desses métodos reside na necessidade de escolher a solução mais econômica e técnica para projetos residenciais. Segundo Reis *et al.* (2022), o custo total de uma fundação pode variar significativamente de acordo com as particularidades do solo e as exigências estruturais, o que torna a comparação entre radier e sapata corrida uma etapa fundamental na otimização dos investimentos em construção. Analisar os preços e a viabilidade desses métodos permite uma melhor alocação de recursos e pode impactar diretamente na viabilidade econômica dos projetos (Barros e Pinto, 2020).

No planejamento de obras residenciais, a escolha do modelo de fundação pode influenciar de forma relevante nos custos e na eficiência do projeto. O radier e a sapata corrida são duas opções comuns de fundação rasa, cada uma com suas características e implicações financeiras distintas. O radier, por exemplo, é uma fundação feita em concreto armado que se distribui por toda a área da edificação, distribuindo a carga de maneira uniforme e potencialmente reduzindo os custos associados à escavação e preparação do terreno (Kumar *et al.*, 2020). Por outro lado, a sapata corrida é uma fundação linear que suporta cargas concentradas e pode ser mais adequada em terrenos específicos, mas pode implicar em custos variados dependendo da complexidade do projeto e das condições do solo (Silva e Almeida, 2021).

No presente estudo a questão central que precisa ser abordada é como os custos



associados a cada tipo de fundação se comparam quando aplicados em uma obra residencial. Este problema envolve não apenas a análise dos custos diretos de material, mas também a consideração de fatores como a preparação do terreno e a durabilidade a longo prazo das fundações. A solução desse problema permitirá identificar qual método oferece a melhor relação custo-benefício em diferentes cenários de construção, oferecendo informações valiosas para engenheiros e construtores na tomada de decisões financeiras e técnicas.

A relevância do tema se reflete na sua importância social e econômica pois a escolha de métodos de fundação que ofereçam uma boa relação custo-benefício pode impactar diretamente a acessibilidade e a viabilidade de projetos residenciais, especialmente em mercados com recursos financeiros limitados (Fernandes, 2022).

A pertinência do tema também se manifesta na contribuição para a prática profissional e para a literatura técnica existente. Com base em estudos anteriores e nas cotações elaborada pela tabela SINAPI, a pesquisa pretende preencher lacunas no conhecimento sobre os custos relativos de diferentes métodos de fundação e fornecer dados atualizados que podem guiar decisões de engenharia. Esta contribuição é essencial para promover melhores práticas e otimizar o uso de recursos em projetos residenciais.

O desenvolvimento desta pesquisa foi fundamentado em um objetivo geral onde buscou analisar o custo entre os métodos de fundação radier e sapata corrida, aplicados a uma obra residencial de pequeno porte localizada no município de Vera-MT, com base em cotações obtidas no banco de dados da SINAPI. Através dessa análise, pretende-se fornecer informações que ajudem engenheiros e construtores a tomar decisões mais informadas e financeiras em suas práticas (Lim, 2021). Para a elaboração da pesquisa foi definido alguns objetivos específicos, como; Elaborar um estudo de caso que ilustre a aplicação prática dos métodos de fundação radier e sapata corrida com ênfase na análise comparativa dos custos diretos de execução, obter as características do solo e da edificação com base na sondagem SPT e no projeto arquitetônico de uma residência de pequeno porte, dimensionar as fundações radier e sapata corrida utilizando o software Eberick, comparar os custos de cada etapa de execução dos métodos de fundação radier e sapata corrida com base na análise de composições de preços do banco de dados SINAPI.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fundações

As fundações são infraestruturas que possui a função de suportar e transmitir todas as cargas provenientes das superestruturas, garantindo que não ocorram deformações significativas. Segundo Santana (2011), não deve haver recalques diferenciais de grande magnitude, para evitar danos estruturais à edificação.

Conforme Velloso e Lopes (2004), projetar uma fundação requer diversos elementos, como dados geotécnicos, investigação do solo, características topográficas da área, informações sobre a estrutura a ser erguida, tipo da obra, sistema estrutural e até informações sobre edificações próximas. Com base em todas essas informações, o engenheiro responsável poderá escolher a fundação mais apropriada.

Segundo a norma NBR 6122 (2019), as fundações são classificadas em: fundações superficiais e fundações profundas.

2.2 Fundações Rasas

De acordo com a NBR 6122 (2019), as fundações superficiais, também chamadas



de fundações rasas ou diretas, são elementos de fundação onde as cargas são transmitidas diretamente ao solo sob a base da estrutura. Além disso, a profundidade de assentamento deve ser inferior a duas vezes a menor dimensão da base da fundação e, no máximo, de 3,00 m. Exemplos de fundações rasas incluem sapatas, sapatas corridas, sapatas associadas, blocos, grelhas, vigas de fundação e radier.

2.3 Fundação Radier

O radier constitui-se como uma fundação superficial do tipo direta, caracterizada por ser uma espécie de placa monolítica em concreto armado ou protendido que envolve toda a área da projeção da edificação. Sua principal finalidade é receber as cargas de todos os elementos estruturais, como pilares e paredes, e transmiti-las ao solo de maneira distribuída. Conforme definem Velloso e Lopes (2010), essa tipologia de fundação é frequentemente empregada como uma laje contínua sob toda a área da estrutura, funcionando como um corpo único e robusto.

O comportamento estrutural desta fundação é análogo ao de uma laje invertida, submetida a um carregamento ascendente correspondente à reação do terreno. Essa pressão do solo gera esforços de flexão e cisalhamento na placa, exigindo um dimensionamento cuidadoso da armadura para garantir sua integridade e desempenho. O projeto deve seguir rigorosamente as especificações da ABNT NBR 6118:2023, que estabelece os parâmetros para o cálculo de estruturas de concreto, garantindo a segurança contra os estados limites últimos e de serviço.

Segundo Caputo (1982), seu uso é indicado para solos que apresentam baixa capacidade de carga, onde fundações isoladas se tornariam excessivamente grandes e antieconômicas. Adicionalmente, o radier é uma solução eficaz para o controle de recalques diferenciais, pois sua elevada rigidez tende a uniformizar os assentamentos da estrutura, um aspecto crucial para a estabilidade e durabilidade da edificação (Carvalho; Figueiredo Filho, 2014).

Existem diferentes tipologias de radier que se adaptam às necessidades do projeto, sendo as principais: liso, em pedestal (cogumelo), nervurado e em caixão. A escolha da geometria depende da magnitude das cargas e dos vãos entre os pilares. O Radier liso é comumente utilizado em construções de menor custo, devido à sua fácil execução e economia (Pacheco, 2010).

2.4 Fundação Sapata

Conforme a NBR 6122 (ABNT, 2019), as sapatas isoladas são estruturas de fundação rasa construídas em concreto armado, projetadas de tal forma em que as solicitações de tração sejam resistidas pela armadura, e não pelo concreto.

De acordo com Ferreira (2017), a função das sapatas isoladas é distribuir a carga de um único pilar ao solo. Elas podem ter diferentes formatos, sendo o retangular o mais comum, pois sua geometria é determinada pelo dimensionamento estrutural e geotécnico em função das cargas dos pilares, o que agiliza o trabalho com as fôrmas e a concretagem.

As sapatas isoladas podem ser categorizadas com base em sua rigidez e forma. Além disso, segundo a NBR 6118 (2023), uma sapata pode ser considerada rígida ou flexível se atender a certas condições. As sapatas flexíveis são utilizadas em fundações que suportam pequenas cargas e em solos de baixa resistência, enquanto as sapatas rígidas são geralmente empregadas em solos mais resistentes, especialmente em camadas próximas à superfície (NBR 6118, 2014, item 19.5.3.1).

De acordo com Rebello (2008), as sapatas são classificadas em Sapata Isolada, Sapata Associada, Sapata de Divisa e Sapata Corrida. Suas dimensões são definidas com base na carga aplicada e na resistência do solo (Rebello, 2008).



2.5 Fundação Sapata corrida

A sapata corrida é definida como uma infraestrutura de fundação superficial em concreto armado, dimensionado para receber as cargas de elementos contínuos, como paredes, muros ou fileiras de pilares, e distribuí-las ao solo. Esse tipo de fundação é caracterizado por um comprimento bem maior que a largura (Velosso; Lopes, 2010).

O comportamento estrutural da sapata corrida é análogo ao de uma laje em balanço. Conforme destaca Rebello (2008, p. 115), ela “apresenta um comportamento semelhante ao de uma laje, com balanços em suas duas faces, que são separadas por uma parede ou viga de rigidez”. A carga linear aplicada pelo elemento superior e a reação distribuída do solo na base da fundação geram momentos fletores nos balanços laterais.

Esses esforços de flexão provocam tensões de tração na fibra inferior da sapata. Em virtude da baixa resistência a tração do concreto, é essencial o uso de uma armadura de aço. O projeto e o detalhamento dessa armadura devem seguir os critérios da norma ABNT NBR 6118:2023, que especifica seu posicionamento na face inferior e no sentido transversal ao comprimento da sapata para absorver eficazmente tais tensões.

A viga sobre a sapata (geralmente a viga baldrame) ou a própria parede atua como um elemento de enrijecimento. Segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2014), a rigidez do conjunto viga-sapata é crucial para que o carregamento no solo seja o mais uniforme possível, contendo as deformações. Portanto, a sapata corrida não é apenas uma base de apoio, mas um componente estrutural que trabalha em flexão para transferir a carga de forma segura.

2.6 Capacidade de carga

Toda ação gera uma reação, portanto a fundação exerce uma tensão sobre o solo, que, por sua vez, responderá a essa carga. O aumento da carga aplicada à sapata pode resultar no surgimento de uma superfície de ruptura. Quando o rompimento está próximo, o solo opera em sua resistência máxima, que é chamada de capacidade de carga do solo (Silva & Almeida, 2021).

Conforme Cintra (2014), existem três modos de ruptura, sendo eles: ruptura geral; ruptura por puncionamento; e ruptura localizada.

Conforme a norma técnica NBR 6122 (2019), a avaliação da capacidade de carga dos solos deve executada por meio de um dos métodos: métodos semiempíricos (como correlações com o ensaio SPT), métodos analíticos (como o de Terzaghi) e provas de carga.

2.7 Análise Geotécnica

Segundo Botelho (2016), mais de 90% das edificações térreas no Brasil não realizam nenhum tipo de sondagem do terreno. Conhecer as condições do subsolo é essencial para a criação de projetos geotécnicos seguros e econômicos. A investigação do solo, por meio de sondagens, é necessária para obter os parâmetros que permitirão um adequado dimensionamento da fundação.

2.8 Recalque diferencial

Segundo Botelho (2016), toda obra passa por recalques, ou seja, todos os solos submetidos a cargas verticais, resultantes das construções, sofrem alguma deformação, o que significa que afundam um pouco.

Botelho (2016) destaca que o recalque diferencial é o mais preocupante, pois, além de causar o afundamento da estrutura, pode gerar esforços imprevistos, resultando no rompimento de partes da construção e até inviabilizando seu uso. A fundação é o



componente responsável por suportar esse recalque inevitável.

Para calcular os recalques diferenciais, é necessário analisar o recalque que cada elemento sofrerá. Existem vários métodos para calcular o recalque de cada componente. O cálculo depende da classe de solo em que a fundação será instalada; em solos argilosos, os recalques por adensamento são predominantes, enquanto em solos arenosos, o recalque imediato costuma ser mais relevante (Botelho, 2016).

2.9 Dimensionamento de Sapatas: Métodos das Bielas e Flexão

Estruturalmente, seu dimensionamento se baseia no conceito de viga invertida, como também apresentado por Teixeira e Cintra (2014). A verificação à flexão, por meio do cálculo dos momentos fletores, é essencial para garantir a resistência da sapata, que sofre esforços gerados pela reação ascendente do solo combinada às cargas verticais descendentes.

A análise estrutural segue os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 6118:2014, que regulamenta os parâmetros de dimensionamento para os elementos de concreto armado. Nessa norma, o dimensionamento da armadura longitudinal é realizado para resistir aos esforços de tração provocados pelos momentos fletores, prevenindo fissuração excessiva e assegurando a integridade estrutural da fundação.

Para situações específicas, como a ocorrência de cargas excêntricas, descontinuidades geométricas ou concentração de tensões, aplica-se o Método das Bielas e Tirantes (MBT), conforme recomendado pela NBR 6118.

2.10 Dimensionamento de Radier

O dimensionamento de radier é um procedimento essencial na engenharia civil, crucial para garantir a segurança e a correta distribuição das cargas estruturais no solo. Entre os métodos utilizados para o cálculo e dimensionamento da fundação radier, destacam-se; método estático, método de placa sobre o solo de Winkler, método das diferenças finitas e o Método de Elementos Finitos (MEF) (Suarez *et al.*, 2018).

A escolha do método mais adequado para o dimensionamento de radiers depende das características específicas do projeto, das propriedades do solo e da complexidade da estrutura. Métodos mais simples, como o estático e o de placa sobre o solo de Winkler, são eficazes em análises iniciais, enquanto técnicas numéricas como o método das diferenças finitas e o MEF são indispensáveis em cenários que demandam maior precisão e detalhamento (Suarez *et al.*, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho visa realizar uma análise de custo comparativa entre dois métodos de fundações rasas: radier e sapata corrida. Este estudo proporcionará uma visão aprofundada sobre a viabilidade econômica de cada técnica, considerando os dados das condições do solo obtidas por sondagem SPT e um modelo de obra residencial localizados no município de Vera-MT.

Esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois objetiva oferecer uma solução prática para o processo de escolha de fundações em edificações de pequeno porte, por meio da análise comparativa de custos entre fundações do tipo radier e sapata corrida. Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa documental, pois se baseia na análise de dados secundários previamente disponíveis. Entre as fontes analisadas, destacam-se: tabela SINAPI, sondagem SPT e projeto arquitetônico da edificação. A pesquisa é caracterizada por ser quantitativa, visto que se baseia na obtenção e análise de dados



numéricos dos custos associados a dois tipos de fundações superficiais: radier e sapata corrida. Essa abordagem permite a visão aprofundada sobre a viabilidade econômica de cada técnica, considerando as condições do solo e as características estruturais da edificação.

A pesquisa foi realizada no banco de dados da SINAPI, com foco na Análise de custo entre os métodos de fundação radier e sapata corrida, aplicados a uma obra residencial modelada para um ambiente virtual de estudo.

Quanto ao dimensionamento estrutural das fundações, o projeto arquitetônico da edificação e os ensaios de solo foram fornecidos por um engenheiro civil nos formatos DWG e PDF.

Para a análise geotécnica, foi coletado os valores do NSPT até os seis metros de profundidade devido a atuação do bulbo de tensões das fundações rasa em estudo. Os dados são provenientes de seis sondagens do tipo SPT (*Standard Penetration Test*), realizada pela empresa Domus Engenharia da cidade de Sinop-MT, no dia 23 de março de 2023, ao lado do Estádio Municipal Victório Moro localizado na avenida Nicaragua próximo ao centro do município de Vera-MT.

Com base nessas informações, a tensão admissível do solo foi determinada por meio da aplicação da seguinte fórmula empírica $S=0,2 \cdot NSPT$, utilizada para estimar esforços admissíveis do solo em fundações rasas a partir da correlação com o número de golpes do SPT (Alonso, 1943; Teixeira; Godoy, 1996). Para a estimativa de carga no projeto das fundações foi considerado uma Edificação residencial unifamiliar com parede estrutural em placas de concreto pré-moldado, telha isotérmica de zinco sobre um pavimento com estrutura metálica e laje, e acabamentos em: piso cerâmico, azulejo até o teto, pintura sobre massa corrida e forro de gesso.

Após o levantamento das cargas da superestrutura e determinação da resistência de suporte do solo via ensaio SPT, foi realizado o dimensionamento das fundações sapata corrida e radier, por meio da inserção dos dados no software de cálculo estrutural Eberick. Os quantitativos de materiais necessários para a execução de cada tipo de fundação foram extraídos a partir dos resultados obtidos no projeto estrutural para posterior realização da pesquisa orçamentaria.

Para a realização da pesquisa orçamentaria foi consultado o custo de cada etapa de execução para ambos os métodos de fundação em estudo, fundamentado no banco de dados SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) na data de referência de 25/05/2025, a fim de garantir maior confiabilidade aos valores obtidos. A coleta de dados foi estruturada em duas etapas principais. Na primeira etapa, foi realizada a avaliação geotécnica do solo, por meio de ensaios de SPT (*Standard Penetration Test*). Esse ensaio foi fundamental para determinar a resistência e a capacidade de suporte do solo, fatores essenciais para o dimensionamento adequado das fundações. Os resultados do SPT forneceram dados cruciais sobre a estratigrafia do terreno, que influenciam diretamente a escolha do tipo e método de fundação mais adequado.

Com base nos dados obtidos da análise do solo, foi iniciado a segunda etapa, que consistiu na definição das dimensões e na estimativa da quantidade de materiais necessários para cada tipo de fundação (sapata corrida e radier). A formulação de um projeto adequado é de grande importância, considerando que as características da fundação dependem diretamente das especificações da edificação.

O dimensionamento tanto da sapata corrida quanto do radier foi realizado utilizando exclusivamente o software estrutural Eberick, que possibilita maior precisão nos cálculos e na definição dos elementos estruturais.

Após a definição do projeto, foi feito o levantamento de preços dos materiais e serviços necessários para a execução das fundações. Para isso, foi utilizado a tabela



SINAPI como fonte principal de pesquisa.

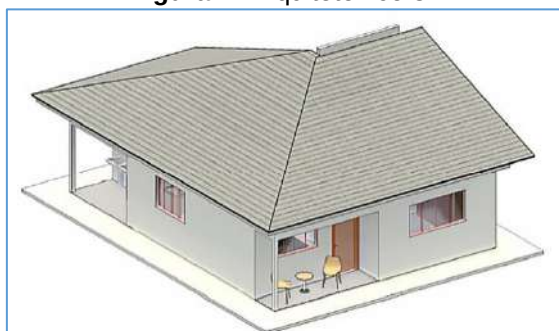
Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas, no *Microsoft Excel*, para facilitar a comparação entre os custos de execução das fundações em radier e sapata corrida. As informações foram representadas também por meio de gráficos de barras ou colunas, a fim de proporcionar uma visualização clara e objetiva das variações de custos entre os dois métodos.

A análise comparativa permitiu verificar qual das fundações apresentou melhor viabilidade econômica, considerando as condições do solo analisado e as cargas estruturais da edificação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta análise, utilizou-se como base de comparação uma construção residencial térrea com área total de 67,19 m², localizada no município de Vera-MT, como mostra a figura 1.

Figura 1: Arquitetônico 3D



Fonte: Própria (2025)

O processo de levantamento foi realizado com base em dois pilares:

Análise do projeto estrutural gerado pelo software técnico Eberick, que forneceu os elementos dimensionais de cada fundação;

Orçamento técnico baseado em composições do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), que oferece preços médios praticados na região, garantindo que os valores utilizados estivessem atualizados e dentro da realidade do mercado em 2025.

No dimensionamento da fundação Radier adotou-se o modelo de radier liso, com resistência admissível do solo de 0,73kgf/cm², e uma espessura de 15 cm em concreto com Fck de 25 MPa. O coeficiente de deslocamento horizontal adotado foi de 680 tf/m³, obtido pela correlação empírica $K_h = v \cdot K_v$, assumindo o valor de 0,40 para o coeficiente de Poisson em solo argiloso. Para o coeficiente de recalque vertical foi adotado o valor de 1700 tf/m³, com base na correlação empírica entre a tensão admissível do solo e a tabela proposta por Nelson Morrison (1993).

Após o dimensionamento, a estrutura foi definida com armadura dupla, composta por uma malha inferior com barras de 6,3 mm espaçadas a cada 20 cm e uma malha superior com barras de 8,0 mm com espaçamento de 10 cm. A inclusão de malhas duplas proporciona maior rigidez à laje e melhora a resistência à flexão, o que é essencial quando se busca evitar recalques diferenciais. Os principais itens que compõem o custo do radier são:

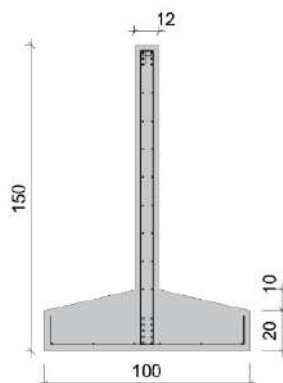
**Tabela 1: Custo de execução do radier**

Código	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
97102	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE 15 CM, FCK = 30 MPA, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA. AF_09/2021	M2	67,19	411,73	27664,1387
97096	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_09/2021	M3	12,43	858,17	10667,18
97087	CAMADA SEPARADORA PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM LONA PLÁSTICA. AF_09/2021	M2	83,32	3,08	256,61
97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2021	M2	6,719	122,2	821,06
97083	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM COMPACTADOR DE SOLOS A PERCUSSÃO. AF_09/2021	M2	67,19	3,25	218,37
96624	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE "10 CM". AF_01/2024	M3	6,719	254,77	1711,80
92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	20,1	12,95	260,30
92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	1125,3	12,2	13728,7
MÃO DE OBRA			9,32%		2577,2
EQUIPAMENTO			0,59%		164,25
MATERIAL			90,09%		24922,6

Fonte: Própria (2025)

Para o dimensionamento da sapata corrida neste estudo, adotou-se uma altura total de 1,50 metro, e viga de arranque com espessura de 12 cm. Considerou-se um solo com tensão admissível de 0,73 kgf/cm² do tipo coesivo com característica argiloso muito mole a rija, e profundidade de assentamento de 1,00 metro. Após o dimensionamento da sapata corrida pelo software de cálculo estrutural Eberick, resultou nas seguintes dimensões; largura de 1,00 metro em sua menor dimensão, base com espessura de 20 cm, tronco de pirâmide com 10 cm de altura e configurada como sapata do tipo piramidal, como demonstra a figura 2. A classificação quanto a sua rigidez podemos verificar que é do tipo rígida segundo a correlação da formula $h \geq (a - a_p)/3$ e $h \geq (b - b_p)/3$ (ABNT NBR 6118:2014).

A aplicação de sapatas rígidas em solos de baixa capacidade de suporte é tecnicamente viável, desde que condicionada à adoção de medidas geotécnicas mitigadoras. Conforme a ABNT NBR 6122 (2019), tal utilização é aceitável somente quando o dimensionamento garante a estabilidade geotécnica e o atendimento aos limites de deformação admissíveis.

Figura 2 Corte transversal da sapata corrida**Fonte: Própria (2025)**

Os principais itens que compõem o custo da fundação com sapata corrida são:



Tabela 2: Custo de execução da sapata corrida

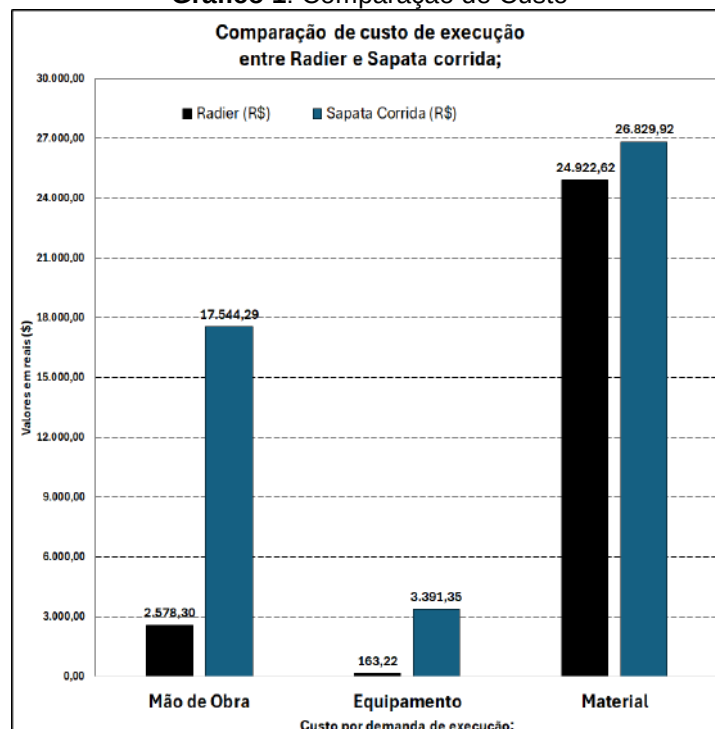
Código	Banco	Descrição	Unid.	Quant.	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
FUNDAÇÃO EM SAPATA CORRIDA						47765,56
90106	SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARGURA DE 0,8 M A 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA.	M3	55	7,75	426,25
93588	SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA EM LEITO NATURA	M3/KM	17,1	3,24	55,4
101616	SINAPI	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ACERTO DO SOLO NATURAL)	M2	38,5	6,12	235,62
96535	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_01/2024	M2	128,16	134,68	17260,6
95240	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIER, ESPESSURA DE 3 CM.	M2	38,5	21,6	831,6
104918	SINAPI	ARMAÇÃO DE SAPATA ISOLADA, VIGA BALDRAME E SAPATA CORRIDA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM.	KG	222,7	14,5	3229,2
104917	SINAPI	ARMAÇÃO DE SAPATA ISOLADA, VIGA BALDRAME E SAPATA CORRIDA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM.	KG	311,2	15,57	4845,4
104111	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EMBUTIDA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM.	KG	134,6	20,22	2721,6
96556	SINAPI	CONCRETAGEM DE SAPATA, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	M3	17,1	1007,64	17230,64
93382	SINAPI	REATERRO MANUAL DE VALAS, COM COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO.	M3	37,9	24,52	929,31
MÃO DE OBRA				36,73%		17544,3
EQUIPAMENTO				7,10%		3391,36
MATERIAL				56%		26829,92

Fonte: Própria (2025)

4.1 Comparação Técnica dos Itens de Custo

A fundação do tipo radier apresentou um custo total de aproximadamente 42% inferior ao da sapata corrida, sendo R\$ 27.664,14 contra R\$ 47.765,56, respectivamente (gráfico 1).

Gráfico 1: Comparação de Custo



Fonte: Própria (2025)



O radier, além de mais econômico, demandou menor participação de mão de obra (9,32%) cerca de quatro vezes menor que no caso da sapata corrida que registrou 36,73%, o que pode estar ligado à maior quantidade de etapas construtivas (escavações, fôrmas, armações individualizadas etc.). A demanda de equipamentos no radier representou (0,59%) cerca de 12 vezes menor em comparação à sapata corrida, que registrou (7,10%), respectivamente, isso se deve à maior complexidade do processo construtivo pois a sapata corrida exige escavações localizadas, montagem de formas e concretagens individualizadas, o que demanda mais horas-máquina e uso de diferentes equipamentos, como retroescavadeiras, compactadores e vibradores de concreto. O custo de material é o maior componente em ambas as soluções, mas no radier representa uma parcela significativamente maior (90,09% contra 56,17%), indicando menor demanda de mão de obra e equipamentos. Essa diferença evidencia a simplicidade e rapidez na execução do radier, que pode representar uma alternativa viável em termos econômicos e operacionais, especialmente em solos com baixa capacidade de carga e onde a distribuição uniforme das tensões é vantajosa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal analisar a viabilidade econômica entre a fundação radier e sapata corrida para uma residência térrea de 67,19 m² em solo argiloso muito mole e de baixa resistência. Diante do cenário estudado, o radier apresentou um desempenho superior, abrangendo vantagens técnicas e econômicas. Os resultados demonstraram que a fundação tipo radier apresentou um custo total aproximadamente 42% inferior ao da sapata corrida, totalizando R\$ 27.664,14 contra R\$ 47.765,56, respectivamente.

A análise aprofundada dos componentes de custo evidenciou que o radier não só é mais econômico globalmente, mas também demanda uma participação significativamente menor de mão de obra (9,32% versus 36,73%) e equipamentos (0,59% versus 7,10%). Essa diferença é atribuída à maior simplicidade e rapidez na execução do radier, que, por ser uma laje contínua, evita as complexas e individualizadas etapas construtivas exigidas pela sapata corrida, como escavações localizadas, montagem de formas e concretagens separadas. Embora o custo de material represente a maior parcela em ambas as soluções, no radier ele compõe uma fração significativamente maior (90,09% contra 56,17% na sapata corrida), confirmando a menor dependência de mão de obra e maquinário.

Apesar da clara vantagem do radier no cenário analisado, é fundamental reconhecer que a sapata corrida permanece como uma alternativa técnica viável em outras circunstâncias. Para solos mais firmes, estruturas leves e projetos com cargas bem distribuídas, sua utilização pode ser perfeitamente adequada. Contudo, para o contexto específico desta pesquisa o radier se consolidou como a opção mais vantajosa, oferecendo não apenas economia substancial, mas também maior eficiência operacional e construtiva.

Conclui-se que a engenharia de custos, aliada a uma abordagem técnica criteriosa, desempenha um papel essencial na otimização de projetos construtivos. A pesquisa evidenciou que, por meio de escolhas fundamentadas e estratégias eficientes, é possível garantir edificações mais econômicas, seguras e duráveis, contribuindo para uma construção civil mais racional e sustentável.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ALONSO, Urbano Rodriguez. Exercícios de fundações. São Paulo: Edgard Blucher, 1943.
- ABNT. NBR 6122:2019 – Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2023.
- BARROS, M. J.; PINTO, A. L. (2020). Análise de Custos em Construção Civil. Editora Engenharia.
- BOTELHO, M. R. Princípios da mecânica dos solos e fundamentos para construção civil. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2016.
- CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982.
- CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. Fundações diretas: projeto geotécnico. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2014.
- CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado: Segundo a NBR 6118:2014. 4. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014.
- Cintra, J. C. A., & Aoki, N. (2014). Manual de Investigação do Subsolo. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos.
- FERNANDES, A. (2022). Economia e Sustentabilidade na Construção Civil. Rio de Janeiro: Editora Técnica.
- FERREIRA, R. A. Estudo comparativo de técnica e de custo entre fundações rasas: Estudo de caso entre radier e sapata isolada. Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, Varginha, 2017.
- KUMAR, P.; SHARMA, S.; RAI, R. (2020). Structural Foundations in Construction Engineering. New York: Springer.
- LIM, S. (2021). Effective Cost Management in Construction Projects. London: Wiley.
- MORRISON, Nelson. Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler. 1993.
- PACHECO, M. P. Projeto de Fundações por Sapatas e Radier. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2010. Apostila.



REBELLO, Y. Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. 4. ed. São Paulo: Editora Zigurate, 2008.

REIS, A. M.; SOARES, P. R.; MOREIRA, J. (2022). Fundamentos e Custo de Fundações em Obras Residenciais. Porto Alegre: Editora Obras.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. 5. ed. São Paulo: Zigurate, 2008.

SILVA, Elias Kleington; ALMEIDA, Arlete Silva. Patologia em concreto armado e seus métodos de recuperação estrutural, Belém, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais, v. 16, n. 2, p. 203-213, 2021.

SCHLAICH, J.; SCHÄFER, K.; JENNEWEIN, M. Toward a Consistent Design of Structural Concrete. PCI Journal, v. 32, n. 3, p. 74–150, 1987.

SANTANA, O. S. de. Fundações rasas para residências populares. 2011. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

SILVA, J. R.; ALMEIDA, L. (2021). Estruturas e Fundações em Engenharia Civil. Editora Técnica.

SUAREZ, Susany flory; CEOLIN, Andrey Oro; RIBEIRO, Carlos Suzam; ORAVIOL, Weslyein. Fundações superficiais com base estabilizada com cimento alcalino. 2018.

TEIXEIRA, C.; CINTRA, J. C. A. Fundações: Teoria e Prática. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

TEIXEIRA, S. H. C.; CINTRA, J. C. A. Fundações: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

TEIXEIRA, Alcibíades; GODOY, Nilo de Souza. Análise, projeto e execução de fundações rasas. In: HACHICH, Waldemar *et al.* (Org.). Fundações: teoria e prática. São Paulo: Pini, 1996.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações, Vol. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.