

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
MARCOS VINICIUS CRUZ DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA SOBRE APLICABILIDADE DE  
FUNDAÇÃO RASA, ENTRE SAPATA ISOLADA E RADIER, EM  
CASAS POPULARES NA CIDADE DE CAMPOS NOVOS –SC**

LAGES

2020

MARCOS VINICIUS CRUZ DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA SOBRE APLICABILIDADE DE  
FUNDAÇÃO RASA, ENTRE SAPATA ISOLADA E RADIER, EM  
CASAS POPULARES NA CIDADE DE CAMPOS NOVOS –SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário Unifacvest, como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2020

MARCOS VINICIUS CRUZ DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA SOBRE APLICABILIDADE DE  
FUNDAÇÃO RASA, ENTRE SAPATA ISOLADA E RADIER, EM  
CASAS POPULARES NA CIDADE DE CAMPOS NOVOS –SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário Unifacvest, como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Aldori Batista dos Anjos

Data de apresentação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Componentes da Banca Examinadora:

Prof. \_\_\_\_\_ da Universidade \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ da Universidade \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ da Universidade \_\_\_\_\_

Coordenador do Curso de Engenharia Civil da Unifacvest \_\_\_\_\_

LAGES

2020

Aos meus pais Jane e Joacir pelo apoio e incentivo  
Aos professores que me dispuseram os ensinamentos

## AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar Deus pela vida, pela saúde e por me permitir seguir meus sonhos e por me acompanhar nessa trajetória.

A meus pais que sempre me deram apoio e me incentivaram a seguir com os estudos, lembro muitas vezes que minha mãe passou por dificuldades para eu poder seguir em frente, que para muitos era impossível um jovem de classe baixa ter ensino superior e alcançar o que era conquistado apenas por quem tem dinheiro. As dificuldades durante esses 5 anos foram muitas, mas sempre vocês estavam por perto para me ajudar.

A meu orientador Prof<sup>o</sup> Aldori Batista dos Anjos por todo o apoio disponibilizado a me ajudar na pesquisa e desenvolvimento do meu trabalho, esses anos tive muitas disciplinas lecionadas pelo mestre, também não poderia deixar de falar da viagem para Itaipu que ficou pra memória e foi inenarrável e inesquecível. Ao Prof<sup>o</sup> Nicolas que não mediu esforços para me ajudar até mesmo tomando tempo que poderia estar descansando ou trabalhando.

A minha namorada Daiani em especial, por sempre me aguentar várias vezes nervoso e exausto na rotina dos estudos, estagio e trabalho.

A todos os Professores que sempre acreditaram em mim e sempre e contribuíram todo esse processo de formação.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!

## RESUMO

Marcos Vinicius Cruz da Silva<sup>1</sup>

Aldori Batista dos Anjos<sup>2</sup>

As fundações rasas são aquelas situadas na superfície, e o tipo mais frequentemente utilizado em fundações de casas populares é a sapata isolada. Porém, há outros tipos que apresentam inúmeros benefícios em comparação com a sapata isolada, como é o caso do radier, ainda pouco utilizado atualmente, apesar de sua técnica ser conhecida a séculos atrás. Esta comparação sobre a aplicabilidade entre sapata isolada e radier se fez necessária neste estudo a fim de compreender a percepção dos profissionais que atuam na área de construção civil, em relação ao uso dos dois tipos de fundações rasas. Foi possível identificar o tipo de fundação utilizada por cada profissional projetista, os motivos pelos quais regularmente se opta por cada um deles, custo-benefício envolvido, e qual é o mais apropriado para a região estudada, considerando o mesmo tipo de construção e o mesmo perfil geotécnico do solo. Foi elaborado um questionário e aplicado aos profissionais que atuam na área de construção civil na região de Campos Novos/SC, desta forma, obteve-se a percepção atual relacionada à utilização de fundações em casas populares. Com estes dados, confrontou-se a literatura, comparando com estudos semelhantes já publicados, e através de uma breve revisão bibliográfica foram esclarecidos alguns conceitos e paradigmas envolvidos com a utilização de fundações.

**Palavras-chave:** Edificações. Construção civil. Questionário. Mão de obra.

---

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>2</sup> Docente, Orientador e Coordenador do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACVEST

## ABSTRACT

Marcos Vinicius Cruz da Silva<sup>3</sup>

Aldori Batista dos Anjos<sup>4</sup>

Shallow foundations are those located on the surface, and the most frequently used type of foundation for popular houses is the isolated shoe. However, there are other types that present numerous benefits compared to the isolated shoe, such as the radier, which is still little used today, despite its technique being known centuries ago. This comparison on the applicability between isolated shoe and radier was necessary in this study in order to understand the perception of professionals working in the construction area, regarding the use of the two types of shallow foundations. It was possible to identify the type of foundation used by each professional designer, the reasons why each one is regularly chosen, the cost-benefit involved, and which is the most appropriate for the region studied, considering the same type of construction and the same geotechnical profile of the soil. A questionnaire was prepared and applied to professionals working in the area of civil construction in the region of Campos Novos/SC, thus obtaining the current perception related to the use of foundations in popular houses. With these data, the literature was compared with similar studies already published, and through a brief bibliographic review some concepts and paradigms involved with the use of foundations were clarified.

**Keywords:** Buildings. Construction. Questionnaire. Hand of work.

---

<sup>3</sup> Student of Civil Engineering at Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>4</sup> Lecturer, Advisor and Coordinator of the Civil Engineering course at Centro Universitário UNIFACVEST

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fundação Rasa.....	16
Figura 2 – a) sapata de altura constante; b) sapata de altura variável.....	17
Figura 3 – Sapata sob carga centrada.....	19
Figura 4 – Sapata sob carga excêntrica.....	19
Figura 5 – Fundação em Radier.....	20



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Formação dos profissionais entrevistados.....	24
Gráfico 2 – Profissionais que já utilizaram fundações com sapatas isoladas e radiers.....	25
Gráfico 3 – Motivo pela pouca utilização da fundação em radiers em comparação com sapata isolada.....	26
Gráfico 4 – Tipo de fundação que apresenta o melhor custo-benefício.....	26
Gráfico 5 – Análise da qualificação da mão de obra na região .....	28
Gráfico 6 – Avaliação da fundação mais adequada para casas populares em Campos Novos - SC.....	29

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Questionário elaborado para pesquisa.....	22
---	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1. Objetivo Geral</b> .....	12
<b>1.2. Objetivos Específicos</b> .....	13
<b>1.3. Justificativa</b> .....	13
<b>1.4. Problemática</b> .....	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	15
<b>2.1. Conceito de fundação</b> .....	15
<b>2.2. Fundações rasas</b> .....	15
<b>2.2.1. Sapata isolada</b> .....	16
<b>2.2.2. Radier</b> .....	19
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	22
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho tem como tema principal a área de fundações, sendo sua delimitação uma comparação entre a aplicabilidade de dois diferentes tipos de fundação rasa, empregada em casas populares do município de Campos Novos, estado de Santa Catarina.

As fundações dividem-se principalmente em dois grupos: fundações rasas e fundações profundas. As fundações rasas situam-se na camada da superfície e são, em geral, mais econômicas e mais simples de executar, em comparação com as fundações profundas.

Segundo Formigoni (2009), existe também um terceiro grupo, denominadas fundações mistas, que é formado pela junção dos dois primeiros, tornando-se construções que apresentem elementos de fundações rasas e profundas em conjunto. Desta forma, essas fundações podem possuir suas simetrias muito variadas, dependendo das combinações que sejam feitas. Alguns exemplos são fundações com radier ligado a estacas, radier sobre tubulão, sapata sobre estaca, que também recebe o nome de “estaca T”.

Para obras comerciais e residenciais de pequeno e médio porte, dependendo das características do solo, a fundação pode ser rasa. Dentre esta, o engenheiro civil dispõe de várias opções e duas destas são as sapatas isoladas e o radier. Porém, fica difícil a escolha de uma técnica mais econômica e que atenda às necessidades do projeto. Então a pesquisa se fundamentou no propósito de encontrar o método mais utilizado na região e a razão pela qual é escolhido.

Será realizado o detalhamento das sapatas isoladas e do radier, através de uma revisão de literatura, a fim de salientar as características de ambos, e realizar desta forma a comparação sobre sua aplicabilidade na região.

### **1.1. Objetivo Geral**

Analisar as fundações rasas entre sapata isolada e radier, levando em consideração o mesmo tipo de construção e o mesmo perfil geotécnico do solo estudado, a fim de definir a aplicabilidade de cada uma delas na região estudada.

## 1.2. Objetivos Específicos

Para se alcançar o propósito da pesquisa, será importante a definição dos itens a seguir:

- Definir e conceituar fundações, enfatizando as fundações rasas entre sapata isolada e radier;
- Analisar através de um questionário a percepção dos profissionais formados em engenharia civil e arquitetura, que atuam na região de Campos Novos/SC;
- Explorar a amostragem de profissionais que utilizam as fundações abordadas;
- Ressaltar a importância dos conceitos culturais na aplicação dos métodos de fundações.

## 1.3. Justificativa

A realização deste trabalho traz uma importância significativa relacionada ao desempenho das soluções de fundações de casas populares, que vem sendo utilizadas constantemente em várias regiões do Brasil, tais como residências de programas habitacionais do governo, que necessitam possuir custo mais baixo em geral, e também velocidade maior de execução, quando comparadas com outros sistemas construtivos de fundação, também são muito utilizadas em países da Europa e da América do Norte, sendo estes os maiores utilizadores de fundações em radier.

Por serem frequentemente utilizadas atualmente, esta análise comparativa sobre a sua aplicabilidade se torna importante tanto para o Engenheiro Civil, responsável pela execução e qualidade, quanto para o cliente, beneficiado com as vantagens alcançadas com a escolha do método mais adequado a sua obra.

## 1.4. Problemática

O tipo de fundação a ser escolhida em construções é de suma importância para a qualidade final e excelência da obra. A escolha nem sempre é fácil, pois deve levar em consideração diversos fatores, a serem analisados minuciosamente pelo engenheiro civil.

Dentre os tipos de fundações, destaca-se a fundação rasa, que pode ser utilizada em sapata isolada e radier. Como funciona cada sistema? Qual é a percepção do profissional projetista ao escolher qual será utilizada?

Levando em consideração a região a ser estudada, os conceitos culturais envolvidos, custos e mão de obra, qual sistema se mostra mais eficiente diante da opinião dos profissionais?

Os questionamentos acerca de melhores opções de construções adaptadas a cada público e região, incentivam pesquisas a fim de elencar a aplicação de sistemas mais econômicos, com menor tempo para realização, garantindo ainda eficiência e segurança como fatores primordiais.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Conceito de fundação**

A subestrutura, ou fundação, é a parte de uma estrutura composta por elementos estruturais, geralmente construídos abaixo do nível final do terreno, e que são os responsáveis por transmitir ao solo todas as ações que atuam na edificação, como cargas verticais, forças do vento, entre outros (BASTOS, 2019).

Desta forma, fundação pode ser definida como a parte da edificação encarregada de distribuir as cargas provenientes da estrutura para o solo em que está apoiada, ou seja, é composta pelo conjunto de solo e infraestrutura com propósito de transferir cargas a um terreno firme (FERREIRA, 2017; TIZOTT, 2013).

A escolha da fundação para cada tipo de construção, deve ser feita somente após certificar-se que a mesma satisfaz às condições técnicas e econômicas da obra em questão (DELALIBERA, 2006). Neste contexto, Pacheco (2010) salienta que é de suma importância conhecer os parâmetros que influenciam diretamente o desempenho da fundação (uniformidade do suporte da base, a qualidade do concreto, o tipo de espaçamento das juntas e o tipo de acabamento superficial), assim como as propriedades e características do solo sobre o qual será executada a obra. Desta forma, pode-se proceder com a escolha do tipo de fundação ideal.

As fundações podem ser classificadas conforme sua natureza de disseminação da carga aplicada e também por sua cota de assentamento. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 6122 (2010), as fundações podem ser divididas em superficiais, também chamadas de “rasas” ou “diretas” (a qual abordaremos neste trabalho), e fundações profundas.

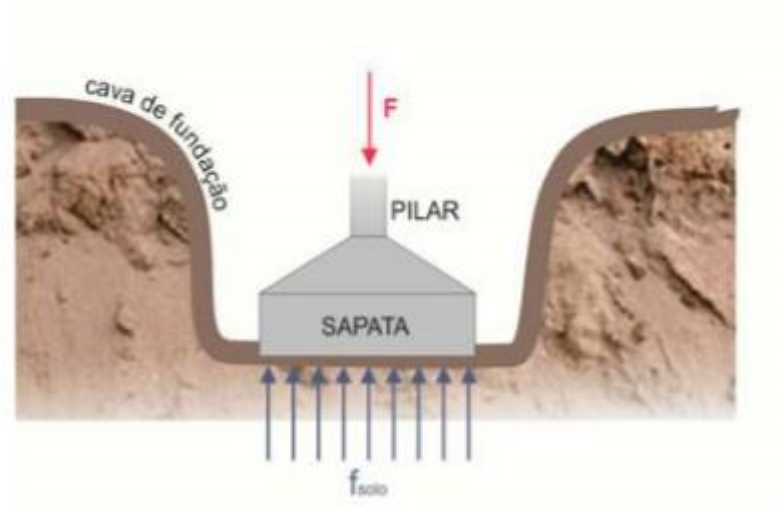
### **2.2. Fundações rasas**

A estrutura situada acima da subestrutura e que se apoia nela é chamada de superestrutura. Segundo Bastos (2019) o solo geralmente tem resistência muito inferior à do concreto do pilar, necessitando assim, de algum outro tipo de elemento estrutural com a função de transmitir as ações que atuam na superestrutura da edificação, e que é transferida na direção vertical pelo pilar. Este elemento pode ser a fundação rasa, também conhecida como “superficial” (figura 1).

A ABNT, NBR 6122:2010, classifica as fundações rasas também tomando como referência a cota de assentamento destas, que deve ser “inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação”.

De acordo com a ABNT, NBR 6122: 2019, são alguns exemplos de fundações rasas: bloco, sapata corrida, sapata isolada e radier, sendo estes dois últimos abordados neste trabalho.

Figura 1- Fundação rasa.



Fonte: Resende et al (2018).

Segundo Cintra (2003) uma fundação rasa é aquela em que a carga proveniente da superestrutura é distribuída sob a base da fundação, ou seja, a carga do pilar é totalmente aplicada de forma homogênea na base da fundação, eliminando a parcela de carga que a resistência lateral consegue absorver, como é o caso das fundações profundas.

### 2.2.1. Sapata isolada

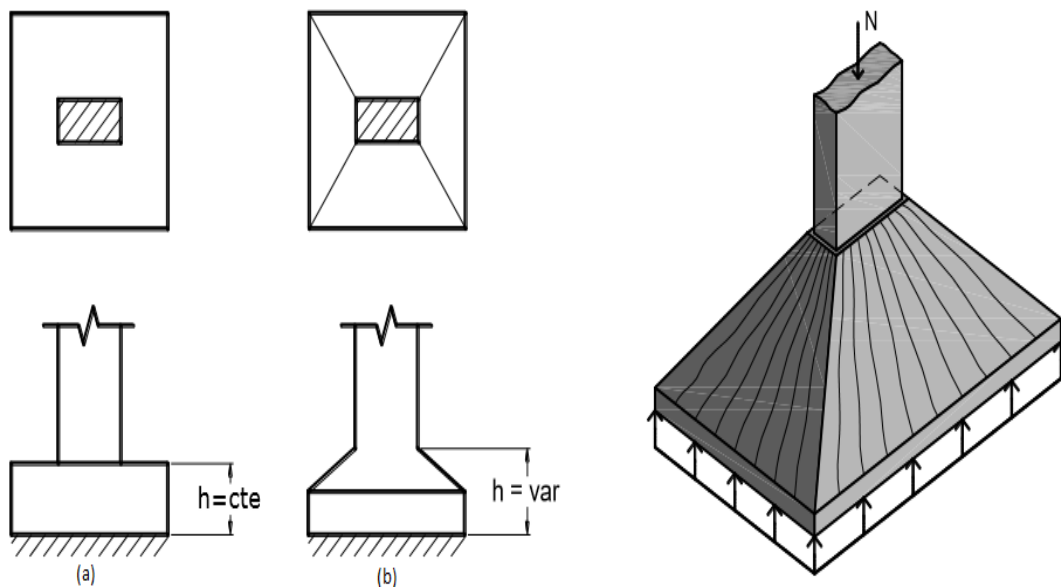
O conceito de sapata foi definido pela ABNT, NBR 6122:2019, que dispõe sobre Projeto e execução de fundações, como “elemento de fundação rasa, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim”.



A sapata isolada é um elemento da fundação rasa feito de concreto armado, que recebe a carga de um único pilar, e apresentam uma altura pequena comparada com sua base (FERREIRA, 2017; TIZOTT, 2013).

A altura das sapatas pode ser variável ou constante, conforme figura 2.

Figura 2 – a) sapata de altura constante; b) sapata de altura variável.



Fonte: Bastos (2019).

Há diversas vantagens na utilização de sapatas em relação às outras fundações, como rapidez e facilidade de execução, além disso, não necessita de equipamentos especiais ou mão de obra especializada, e a indicação seria para utilizar em locais que apresentam um solo de média a alta capacidade de suporte de carga (CARVALHO, 2014, apud FERREIRA, 2017).

Em relação à execução de sapatas isoladas, temos ainda a seguinte definição “utiliza-se sapatas isoladas quando o terreno proporciona boas condições de trabalho sobre ele e quando as cargas a serem descarregadas sobre o terreno são relativamente baixas” (AZZEREDO; 1977; apud D’AGOSTINI 2018).

De acordo com a ABNT, NBR 6118: 2014 que dispõe sobre Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, as sapatas são classificadas em rígidas e flexíveis, e foi estabelecida

uma relação entre as dimensões da sapata, que se for atendida a sapata é rígida, caso contrário é flexível, conforme a equação:

$$h \geq \frac{A - ap}{3}$$

Onde h: altura da sapata;

A: dimensão da sapata em uma determinada direção;

ap: Dimensão do pilar na mesma direção.

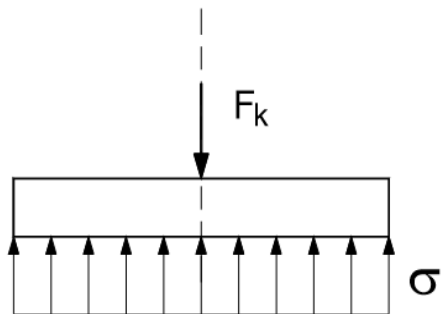
O comportamento estrutural da sapata flexível é análogo ao de uma peça fletida, trabalhando à flexão nas duas direções ortogonais. Desta maneira, as sapatas são dimensionadas ao momento fletor e à força cortante (ALVA, 2007).

Quando a sapata é rígida, admite-se plana a distribuição de tensões normais na relação sapata-solo (ABNT – NBR 6122: 2010). Para Bastos (2019), deve-se preconizar o uso das sapatas rígidas no projeto de fundações, pois são menos deformáveis, menos sujeitas à ruptura por punção e mais seguras. Alva (2007) acrescenta que sapatas rígidas “são comumente adotadas como elementos de fundações em terrenos que possuem boa resistência em camadas próximas da superfície”.

Segundo Alva (2007), quanto à solicitação, as sapatas são classificadas em carga excêntrica e carga centrada:

- Sapatas sob carga centrada - acontecem quando a carga normal do pilar que solicita a sapata passa pelo centro de gravidade da sapata, para esse caso admite-se que as tensões se distribuem constante e uniformemente pela base da sapata, assim, a tensão será a carga normal pela área de base da sapata (figura 3);
- Sapatas sob carga excêntrica - a carga vertical vinda do pilar não é aplicada no centro de gravidade da sapata, o que gera momentos fletores na fundação. Com a consideração da ação dos ventos, os pilares podem transmitir momentos em uma ou nas duas direções principais, deste modo, a sapata estará sujeita a flexão normal composta ou a flexão oblíqua composta (figura 4).

Figura 3 – Sapata sob carga centrada.



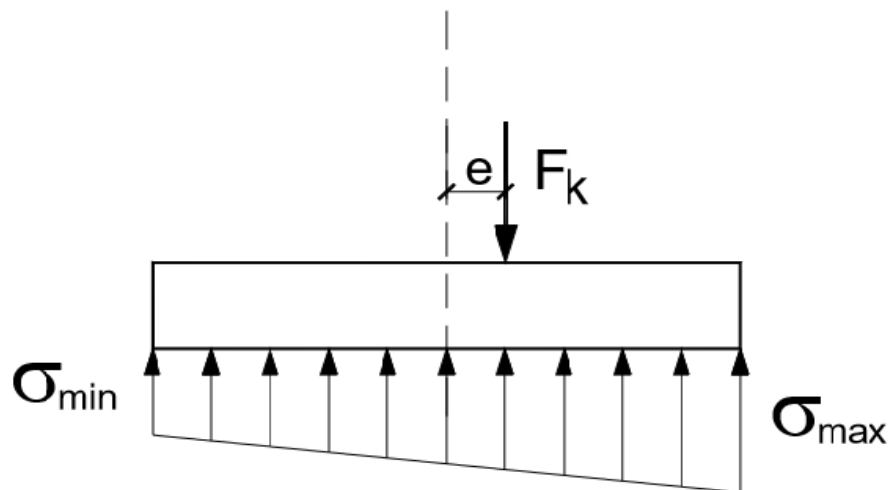
$$\sigma = \frac{F_k}{A}$$

onde

$F_k$  é a ação vertical na sapata  
 $A$  é a área da base da sapata

Fonte: Alva (2007).

Figura 4 – Sapata sob carga excêntrica.



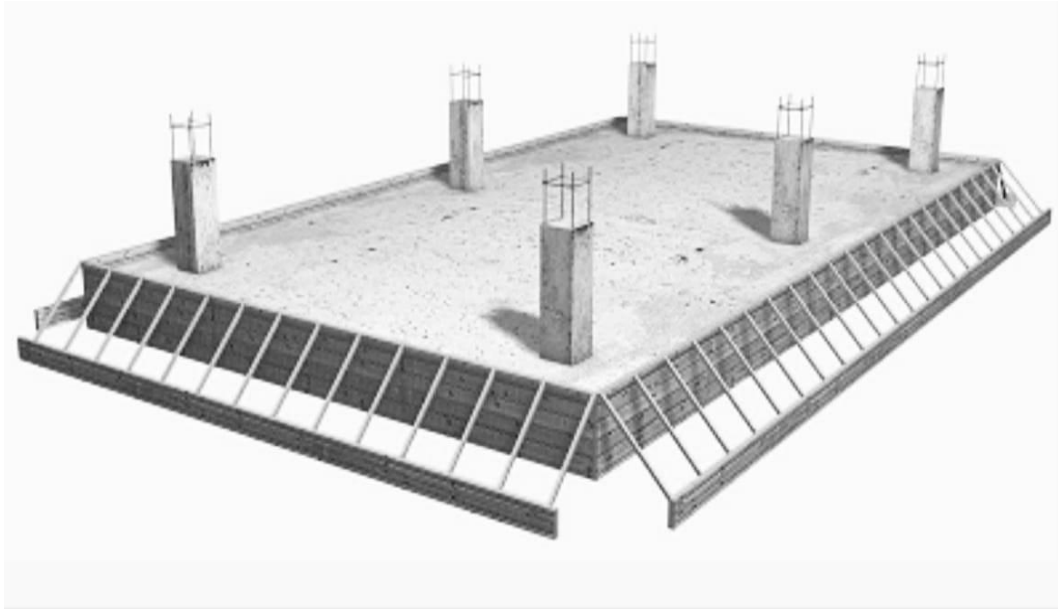
Fonte: Alva (2007).

### 2.2.2. Radier

De acordo com a ABNT, NBR 6122: 2019, que dispõe sobre Projeto e execução de fundações, o radier é um elemento de fundação rasa dotado de rigidez para receber e distribuir mais do que 70% das cargas da estrutura. Desta forma, em um radier as cargas provenientes da estrutura são distribuídas em uma grande área, que abrange todo o perímetro da edificação (TIZOTT, 2013).

O radier é executado em concreto armado ou protendido, e recebe todas as cargas através de pilares ou alvenarias da construção, distribuindo-as de forma homogênea ao solo, representado na figura 5 (DORIA, 2007; D'AGOSTINI, 2018).

Figura 5 – Fundação em Radier



Fonte: Bandeira et al. (2015)

Quanto à forma, pode-se classificar os radiers como lisos, com pedestais, nervurados ou em caixão, diferenciados entre eles pela rigidez relativa. É possível fazer combinações utilizando o radier juntamente com outro tipo de fundação, são chamados de fundações mistas, utilizando um elemento horizontal (o radier) e outro vertical; os mais comuns são radier estaqueado (sobre estaca ou tubulão) e radier com vigas de borda (FORMIGONI, 2009).

Doria (2007) cita que o radier é utilizado quando o solo tem baixa capacidade de carga, quando deseja-se uniformizar os recalques, quando as áreas das sapatas se aproximam umas das outras ou a área destas for maior que a metade da área de construção. Também pode ser empregado esse tipo de fundação quando o solo apresentar baixa capacidade de carga ou lençol freático muito superficial.

Fissuras em radier em concreto armado podem aparecer devido ao movimento do solo, do comportamento térmico do concreto ou do comportamento de retração do concreto. Fissuras devidas aos carregamentos não deveriam existir no caso das lajes sem armadura, pois as mesmas são dimensionadas com tensões de tração inferiores a resistência à tração do concreto na flexão (DORIA, 2007).

Conforme Formigoni (2009) o uso do radier vêm surgindo como uma alternativa interessante em várias situações atualmente, apesar de seu uso já realizar-se desde 300 anos a.C. Delalibera (2006), aponta que nos dias de hoje o radier é largamente utilizado em construções de casas populares, devido à facilidade de execução.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada é uma análise comparativa sobre a aplicabilidade de fundações rasas, entre sapatas isoladas e radiers.

Primeiramente foi feito um levantamento bibliográfico a fim de serem coletados algumas definições e conceitos sobre o assunto para o melhor entendimento do trabalho. Consultou-se a norma brasileira regulamentadora NBR 6122:2010 e sua atualização de 2019, que dispõe a respeito de projeto e execuções de fundações, a NBR 6118:2014, que dispõe sobre projeto de estruturas de concreto (procedimento), e artigos, monografias, materiais de referência no assunto de fundações rasas que foram publicados em revistas e periódicos conceituados.

De maneira a atingir os objetivos traçados inicialmente, foi desenvolvido o questionário padrão para obtenção dos dados, o questionário foi elaborado com o intuito de analisar a percepção dos profissionais da região em relação a utilização de fundações em casas populares térreas. Para as pesquisas foram entrevistados 26 (vinte e seis) profissionais habilitados que atuam na cidade de Campos Novos – SC.

Tabela 1: Questionário elaborado para pesquisa.

<b>Pesquisa sobre Fundações Rasas</b>		
Formulário de pesquisa sobre a percepção do profissional ao utilizar fundações rasas, entre sapatas isolada e radiers em casas populares térreas na cidade de Campos Novos (Trabalho de Conclusão de Curso).		
Nome:		
Bacharelado em:	<input type="checkbox"/> Engenharia Civil	<input type="checkbox"/> Arquitetura
1- Em seus projetos, já utilizou fundações com sapatas isoladas e radiers?		
<input type="checkbox"/> a) Já utilizei as duas fundações;		
<input type="checkbox"/> b) Apenas sapatas isolada;		
<input type="checkbox"/> c) Apenas radiers;		
<input type="checkbox"/> d) Nenhuma das fundações.		
2- Sabe-se que atualmente a fundação em radier ainda é pouco utilizada em comparação com sapata isolada. Na sua opinião, por qual motivo ?		
<input type="checkbox"/> a) Falta de conhecimento sobre a sua aplicação;		
<input type="checkbox"/> b) Questões culturais ( não há costume em se usar);		
<input type="checkbox"/> c) Falta de mão de obra qualificada;		

<input type="checkbox"/> d) Incompatibilidade com o projeto desejado.
<input type="checkbox"/> e) Outros
3- Em sua opinião, qual tipo de fundação apresenta o melhor custo-benefício?
<input type="checkbox"/> a) Sapata isolada;
<input type="checkbox"/> b) Radier.
4- Sabendo-se que a fundação em radier é um método ainda pouco aplicado, em sua opinião, a mão de obra seria um problema em sua execução?
<input type="checkbox"/> Sim
<input type="checkbox"/> Não
<input type="checkbox"/> Talvez
5- Para a cidade de Campos Novos - SC, na sua opinião, qual tipo de fundação poderia ser mais adequada para casas populares?
<input type="checkbox"/> Sapatas Isolada
<input type="checkbox"/> Radiers

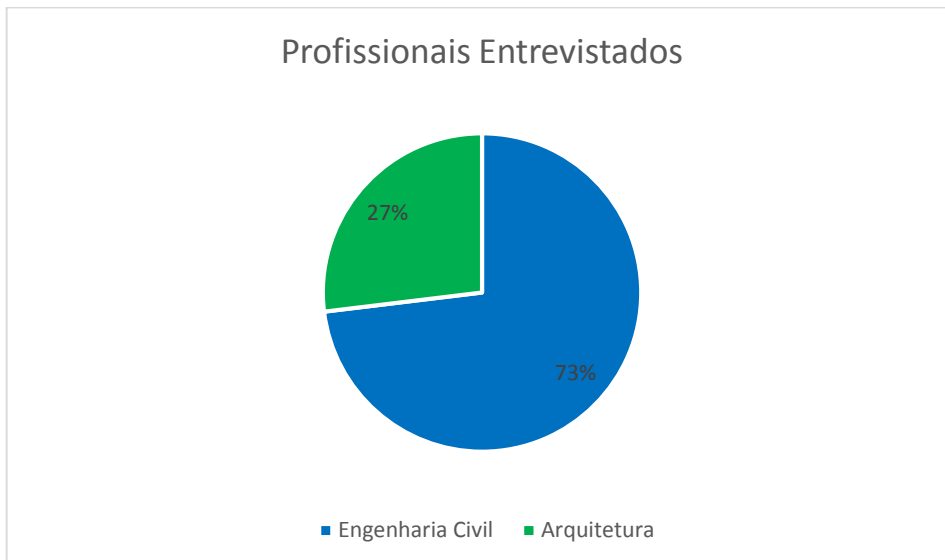
Fonte: Autor (2020)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos nas análises realizadas, através da pesquisa a campo, onde foi utilizado um questionário para saber a percepção dos profissionais habilitados quanto ao tipo de fundação é mais aplicável na região estudada.

Através dos resultados obtidos por meio do questionário aplicado, pôde-se observar que a grande maioria dos profissionais entrevistados são engenheiros civis, sendo 19 pessoas, que resulta 73% dos entrevistados, os demais são arquitetos, sendo 7 pessoas que resultam 27%, totalizando 26 pessoas entrevistadas (gráfico 1).

Gráfico 1 – Formação dos profissionais entrevistados

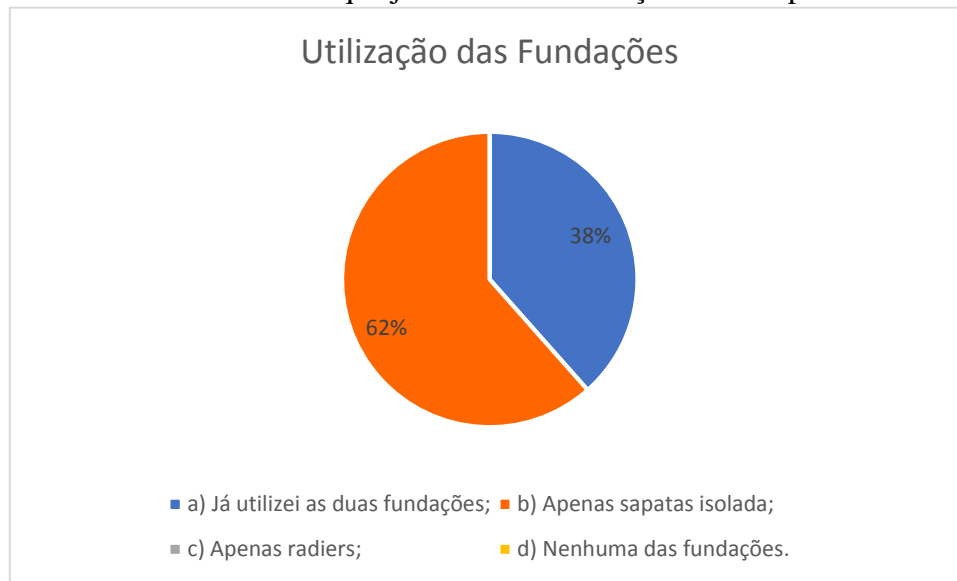


Fonte: Autor (2020).

Para os resultados obtidos através da segunda pergunta, observa-se que alguns dos entrevistados nunca utilizaram a fundação em radier e que todos já utilizaram a fundação em sapata isolada, sendo que 62% das pessoas apenas usaram o tipo sapata isolada, e que 38% dos entrevistados já utilizaram em seus projetos os dois tipos de fundações que foram abordados no estudo deste trabalho, como pode se observar no gráfico 2.



Gráfico 2 – Profissionais que já utilizaram fundações com sapatas isoladas e radiers



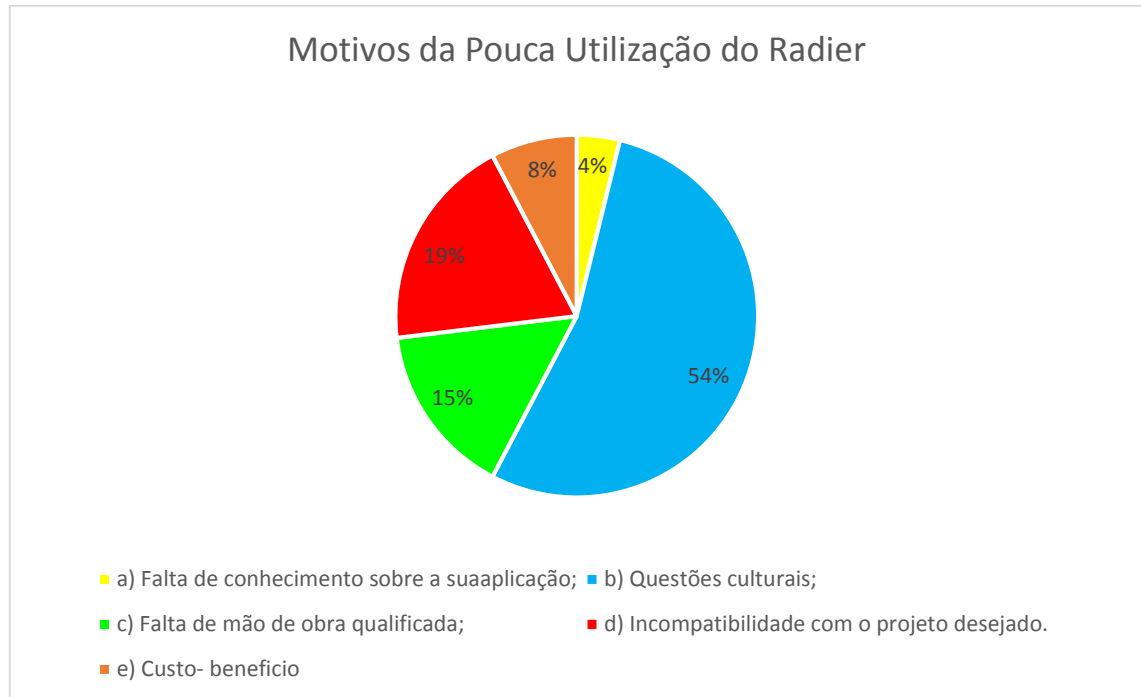
Fonte: Autor (2020).

Este resultado está de acordo com Delalibera (2006), onde afirma que a sapata isolada é o tipo de fundação mais utilizada.

No gráfico 3, obtido através dos dados de resposta da terceira questão do questionário aplicado, pôde-se observar que a maioria dos profissionais entrevistados acreditam que o motivo pela pouca utilização da fundação em radiers em comparação com a sapata isolada é devido a questões culturais, sendo 54% das pessoas entrevistadas, já os demais se dividem em opiniões, sendo 19% pela incompatibilidade do projeto, 15% por considerar que falta mão de obra qualificada, 8% por motivos de custo-benefício e 4% por falta de conhecimento sobre sua aplicabilidade.

Estes resultados, nos trazem a concepção de Doria (2007), que em seu trabalho ressaltou o fato de que a construção civil no Brasil está repleta de mitos, e um deles, por exemplo, seria o de que o sistema composto por estacas e vigas baldrames seria mais econômico, fato que pode ter ocorrido há décadas atrás, quando a disponibilidade de concreto usinado era escassa. Atualmente, o radier pode ser projetado e executado com economia e mais importante ainda, é enfatizar que esse sistema proporciona uma plataforma estável para o restante da construção, sendo ainda mais seguro do que a sapata isolada, por exemplo.

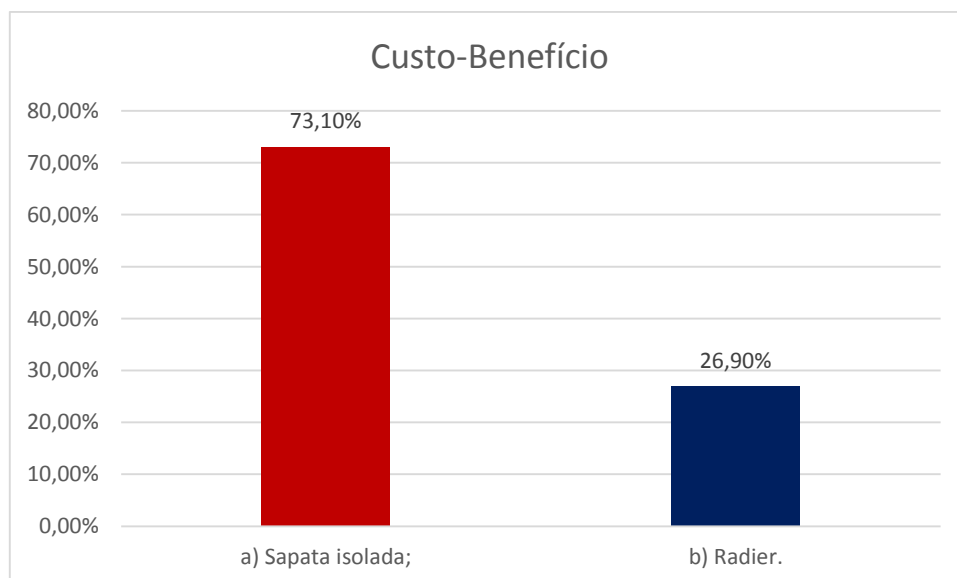
Gráfico 3 – Motivo pela pouca utilização da fundação em radiers em comparação com sapata isolada



Fonte: Autor (2020).

Pode-se verificar que nos resultados obtidos pela quarta pergunta, que 73,1% dos profissionais entrevistados acreditam que a fundação em sapata isolada tem melhor custo-benefício para a região, já o restante, que resulta em um valor de 26,9% consideram que o tipo de fundação em radier teria o melhor custo-benefício, como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4 – Tipo de fundação que apresenta o melhor custo-benefício



Fonte: Autor (2020).

Hoje, na literatura, pode-se encontrar alguns trabalhos semelhantes a este, porém, que avaliam principalmente custos envolvidos na construção de sapatas isoladas e radiers. Um deles é o de Ferreira (2017), seu objetivo com o estudo foi comparar a técnica e o custo entre fundações rasas (sapata isolada e radier), em uma residência de dois pavimentos, onde concluiu que a sapata apresentou uma viabilidade maior, e o valor final foi equivalente a 52% do valor com o radier.

Na mesma concepção, D'agostini (2018) realizou outro estudo a fim de comparar economicamente sapata isolada e radier como fundações de casas populares no estado do Paraná, utilizando três tipos de solo com resistência diferentes (um mais resistente, um menos resistente, e um com resistência média). Nos três casos o orçamento total das sapatas foi menor do que o radier, sendo as sapatas mais viáveis economicamente para este caso, que são residências de cunho popular, onde busca-se construir da melhor forma possível com a menor quantidade de recursos financeiros.

No entanto, se tratando de custo-benefício, pode-se citar o trabalho de Formigoni (2009), onde comparou consumo de materiais e deslocamentos sofridos pela fundação. Mostrou que se bem dimensionado, o radier proporciona uma boa economia dos custos que envolvem a obra em sua fase inicial, além de possuir recalques elásticos totais e diferenciais menores comparado com os valores de recalques obtidos com a solução de sapata isolada. O autor ressalta ainda, que a ausência de uma série de serviços que não necessitam ser feitas no radier é a diferença que garante essa vantagem, como por exemplo piso e vigas baldrames, além de não gastar tempo com escavação e reaterro, e economizando em área de formas de madeira para concretagem.

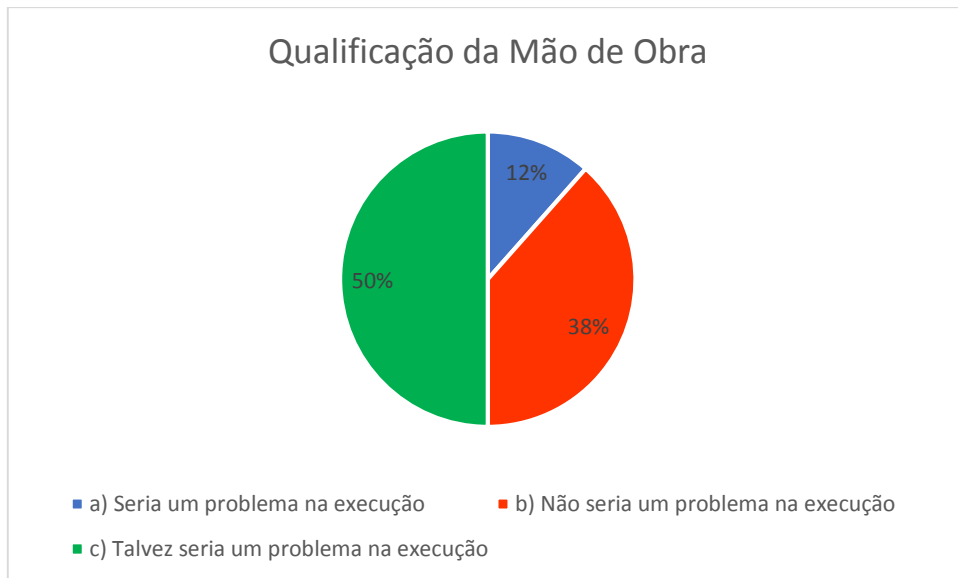
Doria (2007) salienta em seu trabalho que fundações em radier mostram-se muito eficientes em edificações do tipo PAR (executados em alvenaria estrutural), pelo fato de possibilitar uma melhor distribuição dos carregamentos provenientes da alvenaria para a fundação, reduzindo o recalque diferencial e melhorando a distribuição de tensões no solo.

Além destas, o radier apresenta outras vantagens em relação à sapata isolada, como demonstrado por Pacheco (2010) em seu estudo, destacando agilidade na execução, e o fato de que as lajes utilizadas podem ser feitas em canteiros e transportadas para o local da obra.

Para os resultados obtidos através da quinta pergunta, observa-se que a metade dos entrevistados (50 %) responderam que talvez teriam problema com a mão de obra para execução

de seus projetos, 38% acreditam que não seria um problema e 12% ressaltam que seria um problema, como analisado no gráfico 5.

Gráfico 5 – Análise da qualificação da mão de obra na região

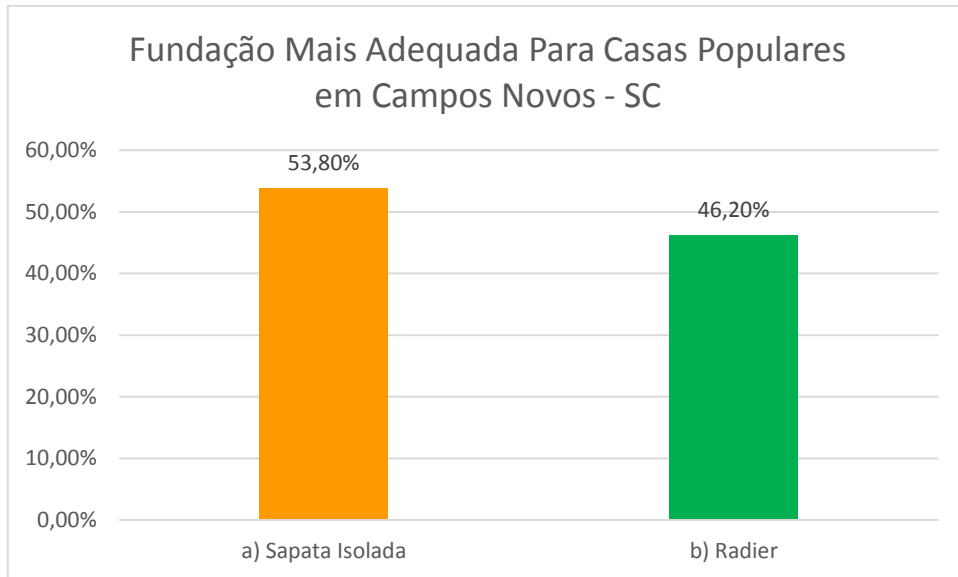


Fonte: Autor (2020).

Deve-se destacar o fato de que a maioria dos profissionais hoje em dia enfrentam problemas relacionados à mão de obra nas construções. Assim como evidenciado em duas das perguntas deste trabalho sobre a pouca utilização do radier, que um dos principais motivos seria a falta de qualificação da mão de obra, podendo ser um problema durante a execução da construção. Neste contexto, pode-se sugerir que o responsável pela obra antes de iniciá-la, ministre um treinamento à equipe que fará a execução da fundação, a fim de evitar problemas futuros, fornecendo recomendações práticas e específicas para cada método a ser adotado, desta forma, qualificando a mão de obra.

No gráfico 6 podemos observar resultados obtidos da sexta e última questão da pesquisa, onde conseguimos avaliar que para a opinião de 53,8% dos entrevistados acreditam que a sapata isolada é a fundação mais adequada para casas populares, já os outros 46,2% que seria a fundação do tipo em radier.

Gráfico 6 – Avaliação da fundação mais adequada para casas populares em Campos Novos - SC



Fonte: Autor (2020).

As discussões a respeito das dificuldades que envolvem a utilização de fundação rasa do tipo radier já ocorrem a muito tempo. Em um estudo realizado por Almeida (2001) já considerava que a situação da construção civil brasileira em relação ao radier mostrava pouca atenção, tanto durante a fase de projeto quanto durante a fase de construção, tendo como consequência a falta de recomendações que poderiam evitar muitos problemas. Doria (2007) salienta que não existe uma Norma Brasileira específica para projeto e execução de laje sobre solo.

Doria (2007) faz uma importante consideração: “entende-se que a escolha do tipo de fundação deve ser fruto da análise de diversas alternativas e não se deve deixar levar pelas imposições do sistema que se apresenta no mercado”. Em relação a isso, entende-se que o profissional deve sempre buscar mais conhecimento para aplica-lo de forma útil no dia a dia das construções, e não se detenha a utilizar somente o que já está predeterminado por questões que fogem do cunho técnico.

## 5. CONCLUSÃO

As fundações dividem-se principalmente em dois grupos, fundações rasas, situadas na superfície, e fundações profundas. O método mais empregado em obras residenciais de pequeno e médio porte é a fundação rasa do tipo sapata isolada.

A realização deste trabalho traz algumas considerações importantes, principalmente para profissionais que atuam na área de construção civil, pois esclarece vários pontos sobre os benefícios de cada método de fundação utilizado, servindo como um auxílio para a realização de novos projetos, além de mostrar dados importantes sobre a região delimitada para este estudo.

Foi possível constatar que a maioria dos profissionais atualmente enfrentam problemas relacionados com a mão de obra nas construções, o que é um dos motivos pela pouca utilização do radier, o qual apresenta diversos benefícios em relação à sapata isolada, que ainda é o método mais aplicado de fundação rasa, e segundo a percepção dos profissionais entrevistados, é a opção mais adequada para a região de Campos Novos, e que também apresentaria o melhor custo-benefício.

A fim de solucionar alguns dos problemas encontrados na falta de qualificação da mão de obra, sugere-se que o profissional forneça treinamento à equipe que executará a obra, antes de inicia-la, direcionado exclusivamente ao método utilizado.

Também deve-se considerar outros aspectos importantes sinalizados pelos entrevistados, como a falta de conhecimento sobre a aplicação e o método ser incompatível com o projeto desejado. Desta forma, evidenciando a necessidade de constante aprimoramento dos profissionais sobre os métodos utilizados.

Outro fator importante que contribui para a escolha da sapata isolada ao invés do radier, são questões culturais, como os “mitos” envolvidos na sua utilização, que se perpetuam com o passar dos anos, dos quais boa parte foram elucidados neste trabalho, mostrando que os benefícios da utilização do radier são inúmeros, e vão muito além dos custos, envolvendo principalmente agilidade na execução, qualidade e segurança da obra a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.C. **Laje Sobre Solo para Fundação de Residências, 2001**. Dissertação de Mestrado da UNICAMP/FEC.

ALVA, G.M.S. **Projeto estrutural de sapatas**. Santa Maria, Departamento de Estruturas e Construção Civil. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**, Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6122: **Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6122: **Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2019.

BANDEIRA, R.F. et al. Análise comparativa de custos entre as fundações do tipo radier e sapata corrida utilizadas em obras de padrão popular. **Vetor**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 76-83, 2015.

BASTOS, P.S. dos S. **Estruturas de Concreto III - Sapatas de Fundação**. Bauru/SP, UNESP, 2019.

CINTRA, J.C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. Tensão Admissível em Fundações Diretas. **RIMA**, São Carlos, 142 p. 2003.

D'AGOSTINI, G.R. **Estudo comparativo de sapatas isoladas e radier flexível como fundações em casas populares: estudo de caso**. 2018, 124p. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco.

DELALIBERA, R.G., **Tópicos especiais em concreto armado**. São Carlo, UNILINS. 2016.

DORIA, L.E.S. **Projeto de estrutura de fundação em concreto do tipo radier**. 2007. 108 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas. Maceió.

FERREIRA, R.A. **Estudo comparativo de técnica e de custo entre fundações rasas: Estudo de caso entre radier e sapata isolada.** 2017, 117 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil. Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS. Varginha.

FORMIGONI, D.D. de P. **Análise comparativa do desempenho de fundação rasa do tipo radier com fundação rasa de sapatas isoladas.** 2009, 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.

PACHECO, T.M. **Análise comparativa de custos entre o radier e fundação em sapata corrida utilizadas em obras de padrão popular de quatro pavimentos no município de Feira de Santana, Bahia.** 2010, 91 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia.

RESENDE, P.B.; GOULART, L.B.; JUNIOR, J.L.A. **Fundações Superficiais.** Pesquisa Unifimes. Goiás, p. 1-12, 2018.

TIZOTT, R.M. **Comparação do custo benefício entre dois tipos de fundações: sapata rígida e radier.** 2013, 117 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí.