



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS**  
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI**  
**CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

**MATHEUS PINHEIRO NEVES**

**A INFLUÊNCIA DA EXCENTRICIDADE NOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE**  
**FUNDAÇÃO COM APLICAÇÃO NA SAPATA**

**TEÓFILO OTONI-MG**

**2019**

## **MATHEUS PINHEIRO NEVES**

### **A INFLUÊNCIA DA EXCENTRICIDADE NOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE FUNDAÇÃO COM APLICAÇÃO NA SAPATA**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo aluno Matheus Pinheiro Neves, orientado pelo Prof. Pedro Emílio Amador Salomão.

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador Pedro Emílio Amador Salomão  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

---

Prof. Avaliador 2  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

---

Prof. Avaliador 3  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

## RESUMO

O presente documento tem o condão de discutir a excentricidade em um elemento de fundação, qual seja, a sapata de divisa. Durante o decorrer do trabalho serão apresentados tópicos que explanam as etapas de uma estrutura, demonstrando a função de cada unidade da construção até chegar no momento em que se visualiza a funcionalidade da fundação para o todo da estrutura e conseqüentemente abordando a importância e a trabalhabilidade da modalidade de sapata estudada. O trabalho que se segue possibilita a constatação em um breve apanhado de assuntos como as particularidades da superestrutura, a imprescindibilidade do estudo de resistência do solo, os diferentes espécimes de fundação, bem como os pormenores da sapata, incluindo logicamente a sapata de divisa. Para uma melhor análise comparativa, e corroborando o explanado em forma literária, será possível observar um projeto em que se encontra aplicada as modalidades de sapata isolada quanto aos distintos carregamentos, assim demonstrando a real diferença da sapata de divisa com relação à sapata comum.

**Palavras-chave:** Elemento de fundação; Mudança no dimensionamento; Sapata de divisa; Transposição de carga.

## ABSTRACT

This document is intended to exceed eccentricity in a foundation element, namely a currency shoe. During the course of the work, topics will be presented that explain the steps of a structure, demonstrating the function of each building unit until the moment when the functionality of the foundation for the whole of the structure is visualized and consequently addressing the importance and workability of the structure. shoe modality studied. The following work makes it possible to see in a brief overview of subjects such as the superstructure particulars, the indispensability of the ground strength study, the different foundation specimens, as well as the details of the shoe, including logically the boundary shoe. For a better comparative analysis, and corroborating the explanation in literary form, it will be possible to observe a project in which the isolated shoe modalities are applied to the different loads, thus demonstrating the real difference between the currency shoe and the common shoe.

**Key words:** Foundation element; Change in sizing; Currency shoe; Cargo transposition.

### 1. Introdução

Segundo Lourenção, Andrião e Alves (2017) as técnicas de otimização, resultante de pesquisas operacionais, são cada vez mais usuais com o propósito de encontrar medidas para que a construção e elaboração das sapatas tornem-se mais econômicas e sem perder a resistência e critérios estabelecidos pela norma.

A excentricidade quando aplicada no âmbito da sapata levanta inúmeras questões, posto que a denominada sapata de divisa se compõe por uma modalidade de função que tem a

recepção da carga na sua extremidade. Neste ponto, de primeiro plano nota-se um holocausto, já que o provimento da carga é feito de forma desigual na estrutura da sapata, aqui abre-se a discussão de qual o melhor método para extinguir a distribuição distinta. Para tal questão levantada se faz necessária a análise de diversos vértices, bem como a mudança no dimensionamento do elemento estrutural, a quantidade de concreto e aço, e eventualmente a utilização da viga de equilíbrio (MOREIRA, 2017).

Em se tratando do aspecto monetário, segundo Tizott (2014), entende-se que a sapata de divisa traz uma onerosidade maior, porém, compensa com a possibilidade de se utilizar o terreno em sua totalidade, posto que viabiliza a construção até o perímetro legal estabelecido no local da construção, sendo que cada município tem ou deveria ter um Plano Diretor, e aqueles que não se encontram inclusos na citada obrigação devem seguir o Código de Obra, sendo que ambas as redações normativas regulamentam os aspectos da construção civil (BRAGA, 2001).

No entanto, durante a realização de uma sapata excêntrica os protocolos de construção devem ser seguidos à risca, já que pelo fato do dimensionamento sofrer mudanças, um mínimo erro quanto a sua medida pode causar a liquidação dos benefícios, já que eventualmente surgiriam trincas ou até o colapso da própria estrutura (ALVA, 2007).

O presente documento tem o escopo de analisar e comparar as distinções entre a sapata de divisa e a sapata centrada, num edifício correspondente a 3 (três) pavimentos, bem como, quantificar os valores, demonstrando a diferença de gasto com alguns materiais solicitados no projeto nos dois casos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 BREVE HISTÓRICO**

A Engenharia Civil, é uma ciência destinada a uma necessidade comum no meio social, qual seja, de moradia. Os primeiros vestígios de construção civil, são percebidos no momento em que a história relata que algumas tribos abdicaram do nomadismo, para residirem permanentemente em locais definidos. Com a atitude de se afixarem em uma determinada região, gerou-se a necessidade de construção dos abrigos, bem como, de elementos que contribuíssem de forma positiva na rotina da comunidade. Levando em conta a presente

necessidade de executar algumas funções, foram criadas pontes, casas, dentre outros engenhos que viriam a facilitar a vida no meio social (TIZOTT, 2014).

A sociedade encontra-se historicamente dividida em eras, e em cada um desses momentos existem marcos ligados à Engenharia, sendo que para cada referência de período há um grande salto em se tratando da construção civil. Grandes exemplos da dita evolução encontram-se arraigados às histórias de nações como os Impérios Romano e Grego.

Um marco de suma importância para a Engenharia Civil foi a Revolução Industrial que trouxe consigo o reconhecimento da profissão, já que em uma era de emigração da área rural para o perímetro urbano tornou-se indispensável a mão de obra na área da construção civil, posto que o êxodo rural insurgiu em um aumento significativo da sociedade sendo necessária a presença de profissionais capacitados para a edificação de moradias. É certo que esse momento foi só a primeira fronteira atravessada pelas ciências da construção civil, nota-se na história uma enorme evolução quanto aos meios utilizados para o conforto das aglomerações gradativamente mais intensas nos espaços urbanísticos (CAMARANO, 1999).

## **2.2 ESTRUTURA**

### **2.2.1. SUPERESTRUTURA**

Conforme explana Bastos (2019) a superestrutura, é a parte superior ao nível do solo em construção, que se constituem em elementos apoiados na subestrutura, quais sejam, a laje, viga e o pilar. Para que se entenda melhor a temática da superestrutura, faz-se necessária a especificação de cada um dos três elementos supracitados.

Inicialmente em se tratando da laje, é um instrumento da superestrutura responsável pelo recebimento direto das cargas, servindo para cobrir vãos entre as vigas, resistindo à carga recebida e assim possibilitando a transferência para a viga (LOPES e VELLOSO, 2011).

No tocante à viga, trata-se de um elemento resistente à carga recebida pela laje, constituindo um carregamento linear e suavizando a transposição da carga, resultando no travamento da estrutura, e dessa forma, trazendo estabilidade. Importante destacar que o presente instrumento possibilita a trabalhabilidade do pilar (LOPES e VELLOSO, 2011).

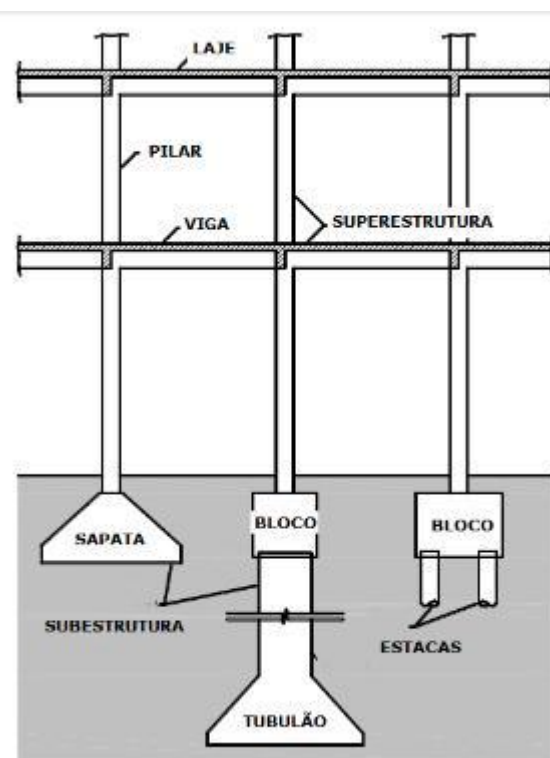
Tanto Lopes e veloso (2011) quanto Bastos (2017) explanam que o pilar constitui o último elemento da superestrutura, sendo o receptor das cargas provenientes da viga, transmitindo um carregamento pontual à fundação.

### 2.2.2 SUBESTRUTURA

Segundo Bastos (2019) a subestrutura, é a região da obra onde se identifica o elemento estrutural de fundação. Desse modo pode-se dizer que a subestrutura é a parte que tem ligação direta com o solo, estando no nível mais baixo da construção, para assim servir como base de apoio para toda a edificação.

Para melhor demonstração dos tópicos supracitados, segue a imagem abaixo:

FIGURA 1- Subestrutura e Superestrutura



Fonte: google.com (Adaptado,2019)

### 2.3 RESISTÊNCIA DO SOLO

É indiscutível que a segurança na construção é um fator imprescindível, destarte, é essencial que haja uma análise do solo de forma técnica, para tanto, é realizada uma

investigação geotécnica (sondagem), que consiste em uma captação de dados indispensáveis no dimensionamento de qualquer obra abarcada pela Engenharia.

Segundo Lopes e Velloso (2011) as sondagens a percussão, como no caso do SPT (standard penetration test), são perfurações realizadas para obter-se a resistência do solo, tendo como ponto de partida as ditas perfurações capazes de ultrapassar o nível d'água.

O SPT é um ensaio trivial, que consiste nas seguintes fases:

- Um martelo de 65 kg é erguido 75 cm acima do solo.
- Há uma queda livre sobre o solo em análise por repetidas vezes até que se alcance uma profundidade 45 cm.
- A cada 15 centímetro penetrados é computada a quantidade de golpes do martelo.
- Obtendo, portanto, um relatório com a descrição dos horizontes do solo e respectivamente as cargas resistentes a cada um.

O relatório, ou NSPT contém especificamente a diversidade das camadas do subsolo, a classificação tátil visual do solo, a presença de lençol freático (compõe esse quesito tanto o momento da penetração como e um momento posterior, determinado em 24 horas), e por fim, a capacidade de carga aguentada pelo solo em todas as profundidades. (LOPES e VELLOSO, 2011).

Em síntese, a investigação geotécnica tem a capacidade de evitar um posterior prejuízo da estrutura, sendo que o laudo é a ferramenta que possibilita o profissional a escolher o tipo de fundação utilizada na elaboração do projeto. Ademais, há uma precisão maior no momento de elaborar tal projeto, resultando no não superdimensionamento e conseqüentemente em economia. (STEINDORFF, 2017).

## **2.4 FUNDAÇÃO**

Ao raciocínio de Alva (2007), a função primordial de uma fundação é receber todas as cargas geradas na edificação como peso próprio da estrutura, a carga de utilização, as sobrecargas e transpô-las ao solo de forma segura, para não haver um rompimento do solo ou recalque diferencial na fundação gerando assim trincas indesejadas ou até o colapso da obra.

### **2.4.1 MODALIDADES DE FUNDAÇÃO**

Em observância a NBR 6122 (2010, itens 3.1 e 3.7) as fundações podem ser definidas como direta ou indireta; superficial ou profunda. Conforme passa-se a explicar:

A diferença entre as fundações direta e indireta se dá pela maneira de transferência das cargas advindas da estrutura para o solo receptor.

A fundação direta tem uma resistência de ponta pela base, em sua maioria se apoia nos primeiros horizontes e dessa forma, possibilita a transmissão da carga para os níveis do solo capazes de suportá-las, sem originar deformação exagerada.

Por outro lado, a fundação indireta é aquela em que a transferência de carga é feita pela ponta da estrutura ou por atrito lateral (resistência de fuste), também podendo ser por uma combinação das duas.

Para uma subestrutura ser definida como superficial, é preciso que ela esteja apoiada nos primeiros horizontes do solo, sendo necessário muitas das vezes que nos primeiros horizontes haja uma ótima resistência para não ter uma deformação maior que o esperado, desse modo, sua maior dimensão não pode ultrapassar o dobro da menor direção da fundação, entrando na presente modalidade, as sapatas, radier e viga de equilíbrio.

Já a fundação profunda, pode ser caracterizada pelo fato de sua ponta chegar aos horizontes mais resistentes do solo, pois sua dimensão de profundidade deve chegar ao menos em duas vezes à menor medida em planta. Para executar esse tipo de fundação é necessário escavar ou cravar a estrutura até a parte mais resistente do solo, para que a superestrutura possa se estabilizar garantindo que tudo ocorra como projetado e, portanto, esse modelo de fundação abarca os tubulões, estacas e caixão.

## **2.5 ALGUNS ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO**

### **2.5.1 SAPATA**

Segundo a NBR 6122, (2010, item 3.2) a sapata é um elemento de fundação superficial, no qual ocorre um dimensionamento para que a junção do concreto com o aço resista às tensões da estrutura. Dessa forma, quando há uma variação do esforço de algum material, fazendo com que ele trabalhe mais, como no caso da tensão de tração, ainda assim deverá ser resistida pelo emprego do aço, e não do concreto, já que a resistência do concreto à tração é demasiadamente inferior do que a de compressão.



## **2.5.2 BLOCO**

Quanto ao bloco, caracteriza-se por ser um instrumento onde o dimensionamento estrutural é feito para que não haja necessidade de utilizar armadura para flexão. É composto de concreto, e as tensões de tração devem ser resistidas pelo próprio concreto (NBR 6122, 2010, item 3.3).

## **2.5.3 RADIÉR**

Tratando do radier Lopes e Velloso (2011), afirma ser um elemento de fundação superficial onde as dimensões recebem todos, ou quase todos os pilares da construção. No entanto, em questões de cálculo, os dois casos podem ser levados da mesma forma.

## **2.5.4 ESTACA**

Por fim, a estaca compreende um elemento de fundação profunda, em que a carga resistida pela fundação é distribuída para o solo por atrito lateral. E o que diferencia das outras fundações profundas, é que, no momento da execução não há em nenhuma fase a necessidade de descida de operários pelo percurso, a fixação é feita por cravamento ou perfuração. Os principais materiais usados nessa modalidade de fundação são a madeira, aço e concreto pré-moldado. (NBR6122,2010, item 3.9).

## **2.6 SAPATA**

### **2.6.1. SAPATA QUANTO A FLEXIBILIDADE**

No tocante a flexibilidade da sapata, são elencadas duas modalidades pela NBR 6118 (2014), sendo elas a sapata rígida e a sapata flexível.

Para a caracterização da sapata rígida a NBR 6118 (2014; item 22.6.1), traz a seguinte expressão:

$$h \geq (a - ap)/3$$

**Eq. 1**

onde

“*h*” é a altura da sapata;

“*a*” é a dimensão da sapata em planta em uma determinada direção;

“*ap*” é a dimensão do pilar na mesma direção.

Ainda segundo à norma supratranscrita, no caso da sapata rígida a tensão atuante é normal, não havendo uma flexibilidade significativa.

No caso em que a expressão acima exposta seja contrária, é essencial a verificação a punção, pois o tamanho inferior na altura da sapata tendência a força referenciada na punção (BASTOS, 2019).

### **2.6.2. O USO DA SAPATA NA CONSTRUÇÃO CONTEMPORÂNEA**

O emprego da sapata nas construções depende de dois fatores, o primeiro direciona à estabilidade do solo, isto é, a condição do solo segundo o  $N_{spt}$ , e o último, relativo ao tipo de obra. Um coeficiente que resulta no uso corrente da sapata na maioria das construções é a facilidade da mão de obra, juntamente com a facilidade e trabalhabilidade dos materiais, visto que, podem ser comumente encontrados na área comercial da construção. É um tipo de fundação que não necessita de grandes máquinas no desenvolver da elaboração, a não ser para agilizar o serviço, tendo assim, uma economia considerável no custo final da obra, e ainda, não deixa de atender todos os quesitos necessários para suportar as cargas transpostas da superestrutura (ALVA, 2007).

### **2.6.3. TIPOS DE SAPATA E AS SUAS FUNÇÕES**

As sapatas podem ser definidas como corrida, isolada ou associada. A aplicação de cada uma se dá pelo tipo de carregamento em que a fundação deve resistir.

A sapata corrida é uma sustentação contínua de concreto armado, utilizado para as cargas lineares, como paredes, muros, ou elementos alongados que direcionam a carga de maneira uniforme em um sentido, podendo o formato da sapata ser reto ou piramidal. (NBR 6122, 2010, item 3.6; ALVA, 2007).

Já a sapata isolada, segundo Alva (2007), é a mais utilizada, sendo que tal espécime pode apresentar bases retangulares, circulares ou quadradas, e, portanto, é a mais eficaz para carregamentos únicos e pontuais.

Por fim, a sapata associada recebe carregamentos pontuais, assim como a isolada, entretanto, a nomenclatura diferenciada referencia o recebimento da carga de dois ou mais pilares. (NBR 6122, 2010, item 3.5)

#### **2.6.4. A SAPATA DE DIVISA**

A sapata de divisa tem vantagens no setor econômico, já que alguns terrenos são supervalorizados na área comercial, como em centros urbanos, e essa modalidade de sapata traz um aproveitamento da totalidade do terreno, sendo possível o emprego em divisas. Ainda, eventualmente tendência um retorno econômico mais célere (ALVA, 2007).

As dimensões deste modelo são distintas por conta da recepção das cargas transpostas pelo pilar de forma excêntrica, fazendo com que a transferência de carga para o solo seja mais acentuada e problemática. No que tange a diferença com relação a transmissão, entende-se que a sapata de divisa não tem seu carregamento centrado, portanto, a transmissão irá ocorrer de forma mais pontual, tendendo o solo à ruptura, pois a carga acumula-se em parte da área da sapata, e passa uma tensão maior para o solo, fazendo com que aumente a área de aço e o volume de concreto, para resistir e transpor de forma pacífica para o solo (STEINDORFF, 2017).

Nesse ponto, forçoso adentrar ao tópico do “Momento na sapata”

#### **2.6.5. MOMENTO NA SAPATA**

Ainda no entendimento de Steindorff (2017), a sapata quando receptora de carregamento central, fica livre do esforço de flexão, mas no caso da sapata de divisa o carregamento chega de forma excêntrica, gerando a necessidade de um estudo mais aprofundado e cauteloso no dimensionamento.

O esforço elencado acima pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$M = e \cdot p \qquad \text{Eq. 2}$$

Onde:

“M” é o momento fletor na estrutura

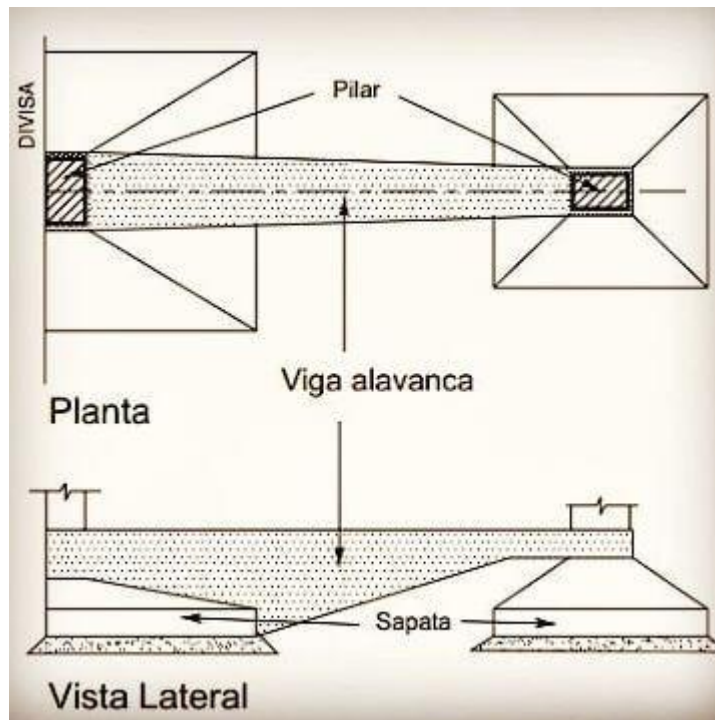
“e” é a distância do centro de carga da sapata até o carregamento

“p” é o carregamento vertical que o pilar descarrega na sapata

Neste passo, a viga de equilíbrio pode trabalhar para combater o esforço do momento fletor, em que a sapata tende a girar fazendo com que solicite mais uma parte do solo.

É possível observar o resultado da excentricidade e da viga de equilíbrio desse modelo de sapata na imagem abaixo:

FIGURA 2- Viga de Equilíbrio



Fonte 2: google.com (Adaptado,2019)

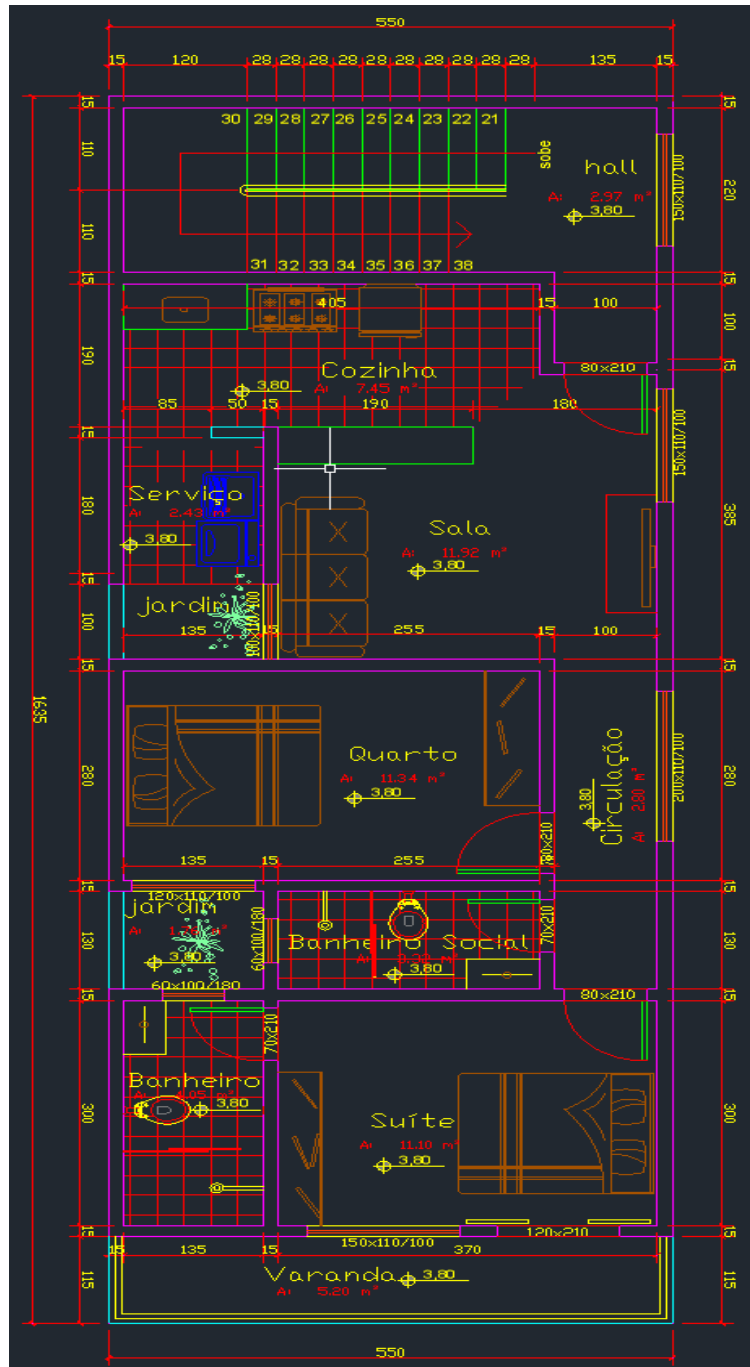
Em observância a NBR 6122 (2010, item 3.3.6), a viga de equilíbrio age distribuindo a carga recebida de um ou dois pilares para as sapatas adjacentes, ajudando no funcionamento e diminuindo as dimensões da sapata de divisa.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 PROJETO TESTE



FIGURA 4 – PLANTA BAIXA TIPO 2º; 3º PAVIMENTO.

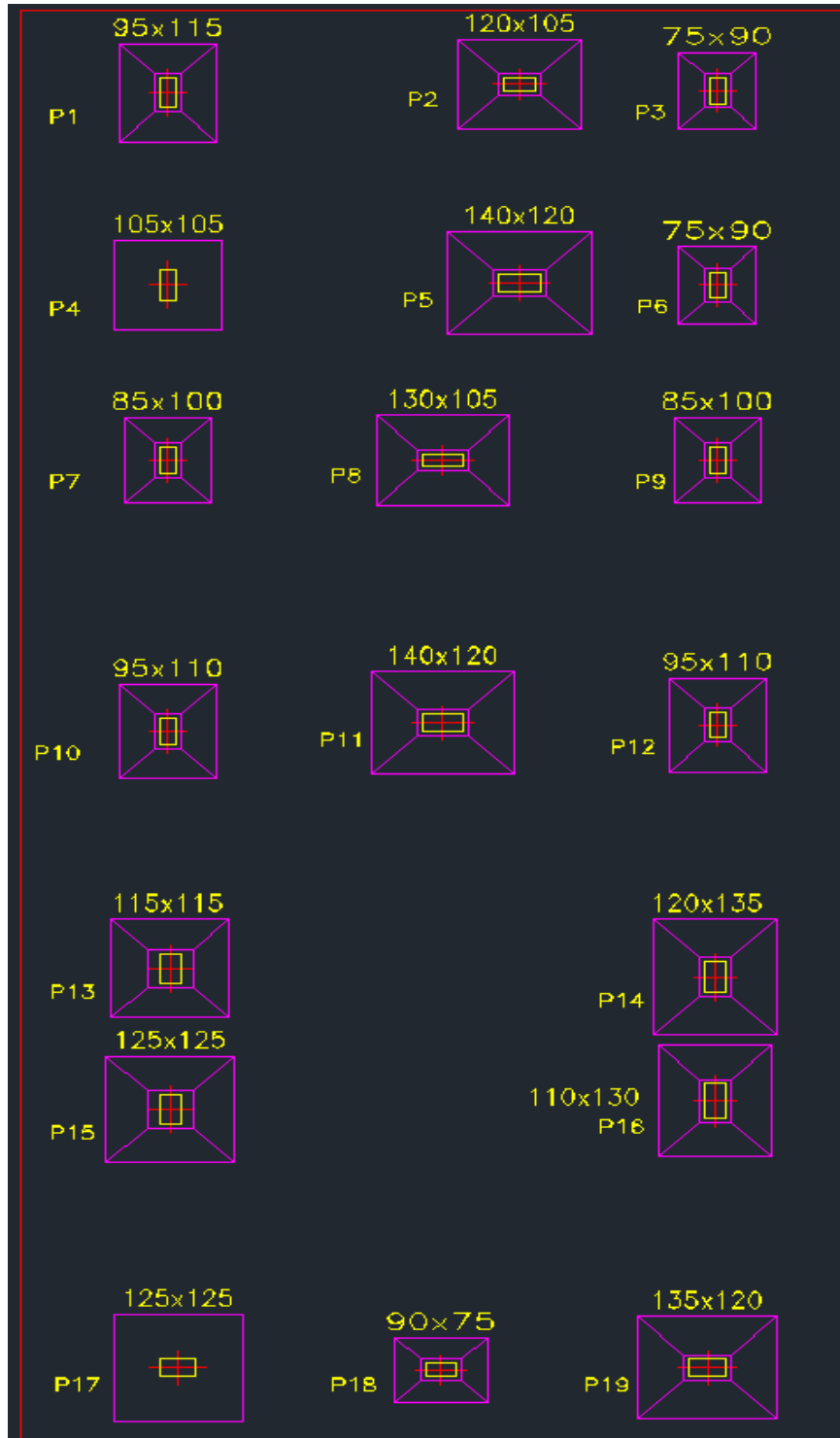


Fonte: autoria própria (Adaptado,2019).

Nota-se que, nas figuras a área construída é de aproximadamente 83 m<sup>2</sup>, utilizando tal área na figura 3 com funcionamento de uma sala comercial, desprovida de divisões, e na figura 4 uma residência composta por cômodos que abrange o segundo e terceiro pavimento.

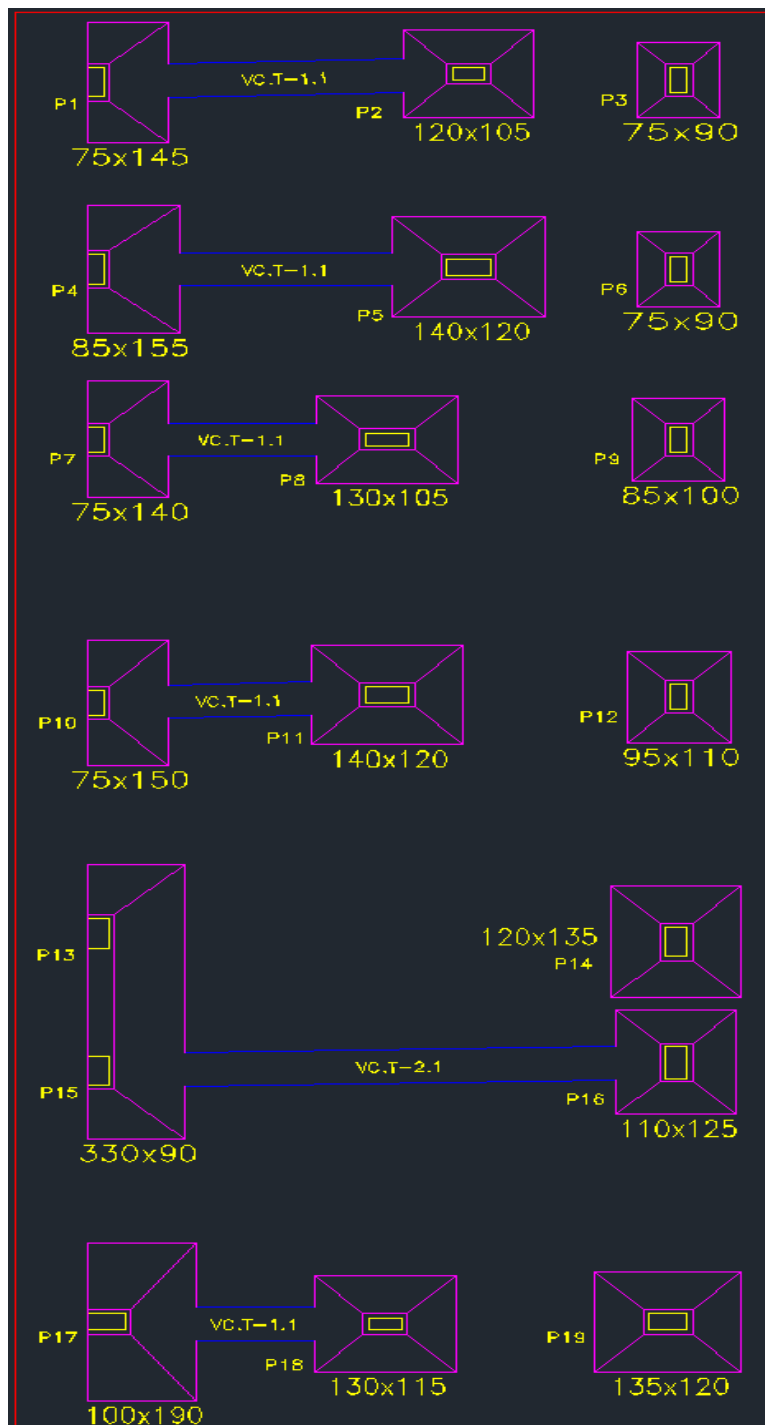
Abaixo encontra-se parte do projeto em que na figura 5 pode-se visualizar uma locação de sapatas sem considerar a divisa, e na figura 6 considerando a divisa:

FIGURA 5 – LOCAÇÃO DE SAPATAS SEM CONSIDERAR DIVISA.



Fonte: autoria própria (Adaptado,2019).

FIGURA 6- LOCAÇÃO DE SAPATAS CONSIDERANDO A DIVISA.



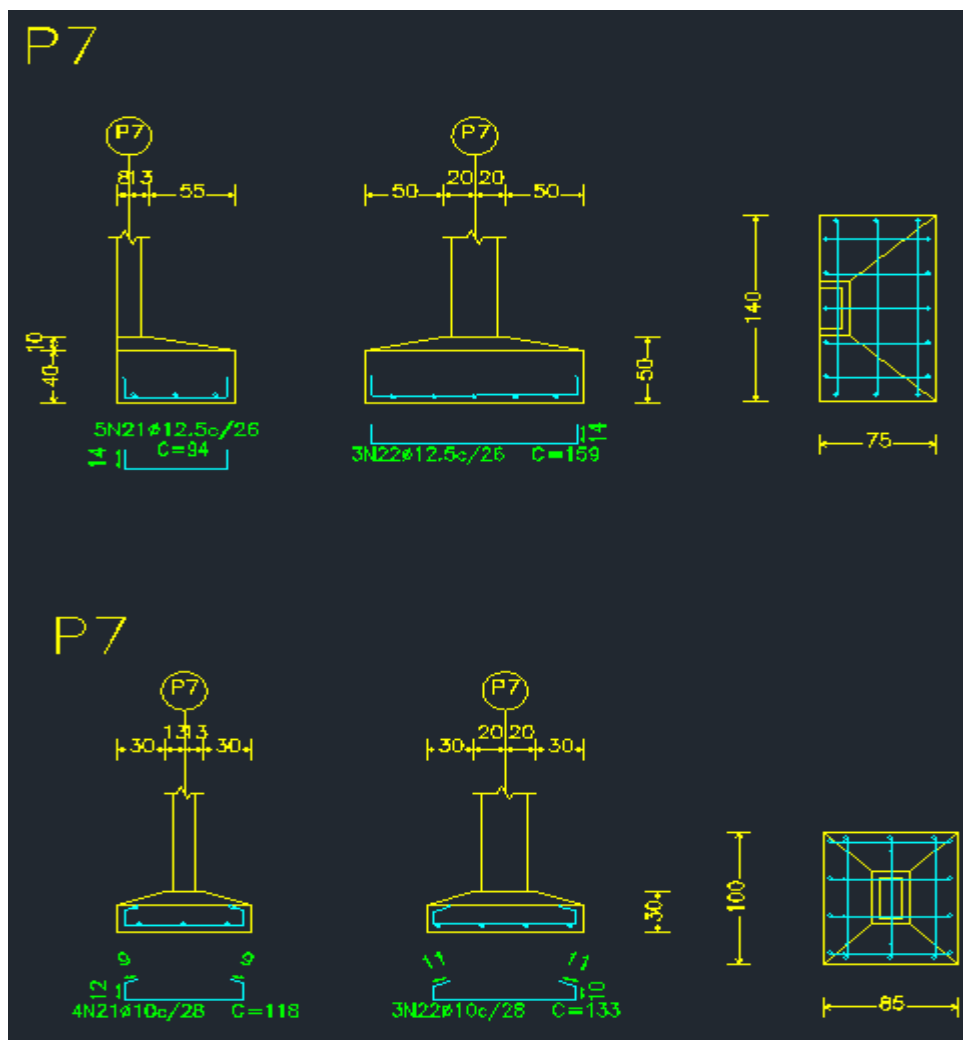
Fonte: autoria própria (Adaptado,2019).

Foi considerado que a divisa está ao lado direito da imagem, dessa forma, o dimensionamento diferencia entre as figuras no âmbito do formato e nas áreas de aço e concreto.



A partir das próximas figuras, demonstrar-se-á o detalhamento das dimensões das sapatas, explanando a diferença no que tange a sapata excêntrica e a sapata centrada:

FIGURA 7 – DIMENSÕES DA SAPATA 7 PARA OS DOIS PROJETOS



Fonte: autoria própria (Adaptado,2019).

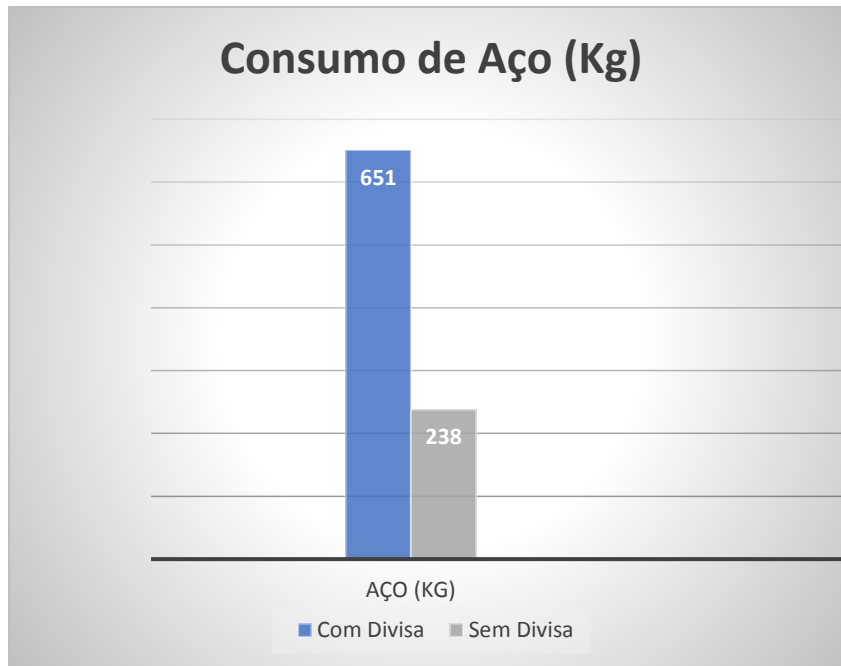
O lançamento da estrutura foi feito da mesma edificação, entretanto, em um foi feito considerando a divisa, e outro sem existência de divisa. Foram adotados para os dois casos, a mesma resistência do solo, mesmas cargas de utilização, justamente para averiguar o comportamento desta modalidade de fundação.

Ficou clarividente, que na sapata de divisa a dimensão paralela à divisa fica maior, posto que na medida perpendicular não pode a sapata ultrapassar as limitações do terreno. Já quanto a sapata centrada observa-se que esta é proporcional em suas medidas.

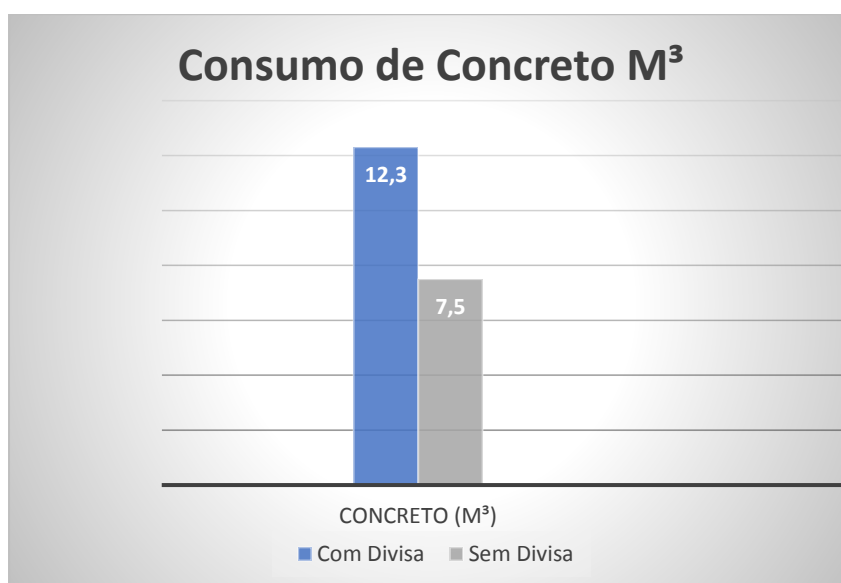
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 GRÁFICOS

Os gráficos que se seguem vislumbram respectivamente o consumo de aço e concreto.



O gráfico demonstra o consumo de aço entre os dois tipos de sapata, podendo ser observado que na sapata de divisa é utilizado 651 kg, e ainda, que tal medida compreende a sapata sem divisa num percentual de aproximadamente 273% maior que a comparada.



Entretanto, no segundo gráfico observa-se que o consumo do concreto não apresenta um aumento excessivo como o do aço, sendo a diferença de 4,8 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1 TABELA DE CUSTOS

Em análise ao quantitativo de alguns materiais, foi notória a desigualdade no comparativo entre os projetos, visto isso, foi feito uma planilha orçamentária com alguns materiais existentes em uma possível execução das estruturas. Os valores foram retirados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI). Segue abaixo a tabela 1, que mostra o valor total dos materiais comparados.

TABELA 1- Tabela referente ao custo da fundação.

ESTRUTURA	CUSTO FINAL DA ESTRUTURA
SEM CONSIDERAR DIVISA	R\$ 8.209,04
CONSIDERANDO DIVISA	R\$ 16.988,76

Fonte: Autoria própria (Adaptado 2019).

Devido ao acréscimo de materiais para combater o aumento dos esforços solicitantes por estar a estrutura na divisa, é possível visualizar na tabela acima, que, o custo de implantação da estrutura excêntrica, ultrapassa o dobro do valor da que foi comparada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os aspectos observados, pode-se inferir que, a excentricidade aplicada na sapata isolada em todos os seus pormenores apresenta pontos negativos e positivos. Desta forma, o presente documento visou explicar a diferença no dimensionamento, demonstrando, para tanto o excessivo uso de materiais como o aço e concreto.

Averiguou-se ao discorrer do tema, as peculiaridades da fundação estudada, posto que, a utilização da sapata de divisa, poderá ser considerada após um longo estudo em que há o levantamento das condições do terreno, bem como da necessidade funcional da construção, e ainda, a satisfação do cliente. Conclui-se aqui, que tais dados são indispensáveis para a escolha da fundação a ser utilizada.

O escopo é demonstrar que dependendo do resultado visado, a sapata excêntrica pode ser dispensável, dado que, mesmo havendo um ganho quanto a área construída, há que se levar em conta a necessidade de uma armadura excessiva para combater a flexão, ao passo que a carga transposta pelo pilar interfere diretamente nas dimensões da sapata. Portanto, resta comprovada a maior utilização de materiais, quais sejam, o aço e o concreto

Deste modo, além de quantificar os resultados de uma sapata de divisa aplicada ao terreno, este artigo científico possibilitou um levantamento de discussão acerca da responsabilidade profissional quanto ao custo da obra, em razão disso, deve-se rever o custo-benefício na implantação do projeto.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT, NBR. 6122 (2010) Projeto e execução de fundações. **Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil**, 2010.

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. Projeto estrutural de sapatas. **Departamento de Estruturas e Construção Civil–Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em:< <http://www.ufsm.br/decc/ECC1008/Downloads/Sapatas.pdf>**, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Pilares de concreto armado. **Notas de aula da disciplina de Estruturas de**, 2015.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Sapatas de fundação. **Bauru, UNESP,(Notas de aula)**, 2012.

BRAGA, Roberto. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias. Rio Claro: LPM–UNESP, p. 95, 2001.

CAMARANO, Ana Amélia; ABRAMOVAY, Ricardo. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. 1999.

LOURENÇÃO, Jéssica Salomão; ANDRIÃO, Emerson Gentil Santos; ALVES, E. C. Dimensionamento otimizado de sapatas rígidas isoladas.

MOREIRA, Rafael Ozório. Contribuição para o estudo do dimensionamento de vigas de equilíbrio em concreto armado. 2017.

SINAPI, SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO: Relatórios de Insumos e Composições. 2019.

TIZOTT, Rafael Mallmann. Comparação do custo benefício entre dois tipos de fundações: sapata rígida e radier. 2014.

Torresgeotecnia.com.br. (2019). *SONDAGEM À PERCUSSÃO (SPT)* - *torresgeotecnia.site.com.br*. [online] Available at: <http://www.torresgeotecnia.com.br/portfolio-view/sondagem-a-percussao-spt-2/> [Accessed 29 Oct. 2019].

Velloso, D. and Lopes, F. (2011). Fundações. São Paulo: Oficina de Textos.

Apêndice A- Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto sem considerar divisa

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1	<b>SUBESTRUTURA</b>						
1.1	<b>CONCRETO ARMADO - SAPATAS</b>						
	94965	SINAPI	CONCRETO FCK = 25MPa, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M3	7,5	R\$ 279,03	R\$ 2.092,73
	96538	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	26,69	160,84	R\$ 4.292,82
	96544	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	9	9,34	R\$ 84,06
	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	220	7,63	R\$ 1.678,60
	96547	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	9	6,76	R\$ 60,84
<b>CUSTO TOTAL</b>							<b>R\$ 8.209,04</b>

Fonte: SINAPI Setembro, (2019).

Apêndice B- Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto considerando a divisa

ITEM	CÓDIGO	FONTES	SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
2	<b>SUBESTRUTURA</b>						
2.1	<b>CONCRETO ARMADO - SAPATAS</b>						
94965	SINAPI		CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M3	12,313	R\$ 279,03	R\$ 3.435,70
96538	SINAPI		FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	55,76	160,84	R\$ 8.968,44
96544	SINAPI		ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	9	9,34	R\$ 84,06
96545	SINAPI		ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	49	9,36	R\$ 458,64
96546	SINAPI		ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	194	7,63	R\$ 1.480,22
96547	SINAPI		ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	206	6,76	R\$ 1.392,56
96548	SINAPI		ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	123	6,25	R\$ 768,75
96549	SINAPI		ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	70	5,72	R\$ 400,40
<b>CUSTO TOTAL</b>							<b>R\$ 16.988,76</b>

Fonte: SINAPI Setembro, (2019).