

Análise comparativa entre variações no custo de uma estrutura de concreto armado dimensionada com alterações na locação dos pilares

Comparative analysis between variations in the cost of an armed concrete structure dimensioned with changes in pillar location

Análisis comparativo entre variaciones en el costo de una estructura de hormigón armado dimensionada con cambios en la ubicación del pilar

Recebido: 21/10/2019 | Revisado: 21/10/2019 | Aceito: 23/10/2019 | Publicado: 31/10/2019

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Marcos Vinícius Costa Fróis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4311-3879>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: marcos_frois@hotmail.com

Rodrigo Silva Colares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4254-7023>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: rscolares2@hotmail.com

Resumo

No campo da construção civil cada etapa exige a elaboração de um projeto específico, que são fundamentais para a qualidade do serviço, nesse sentido o presente trabalho é voltado para a área de estruturas, visto que diante as necessidades do cenário brasileiro na redução dos custos, este estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa de uma estrutura de concreto armado, atendendo as recomendações da ABNT NBR 6118 (2014). A edificação é composta por quatro pavimentos residenciais, situado na região de Teófilo Otoni, com área de cerca de 130 m² em cada pavimento, são feitas variações nas locações dos elementos estruturais, constatando e analisando os impactos financeiros, a fim de identificar o percentual de aumento e sua relevância no valor final. No dimensionamento utilizou-se o software TQS, para a quantificação dos custos adotou-se como base os dados do Sistema Nacional de

Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI) para região de Minas Gerais. A partir das planilhas de orçamento com os custos finais, obtiveram diferenças consideráveis, apresentando um percentual de economia em aproximadamente 10%, entre o pior caso e o mais barato. Com isso conclui-se que as variações finais no preço impactaram e mostram que existe a possibilidade de gerar uma estrutura mais barata, seguindo os requisitos das normas e presando pela segurança dos usuários.

Palavras-chave: ABNT NBR 6118 (2014); concreto armado; dimensionamento; economia; pilar.

Abstract

In the field of civil construction each step requires the elaboration of a specific project, which are fundamental for the quality of service. In this sense, the present work is focused on the area of structures, since the needs of the Brazilian scenario in cost reduction, this study aims to perform a comparative analysis of a reinforced concrete structure, meeting the recommendations of ABNT NBR 6118 (2014). The building consists of four residential floors, located in the region of Teófilo Otoni, with an area of about 130 m² on each floor. Variations are made in the locations of the structural elements, verifying and analyzing the financial impacts, in order to identify the percentage of increase and its relevance in the final value. In the design the TQS software was used, for the quantification of costs it was adopted as base the data of the National Construction Costs and Indexes Research System (SINAPI) for the region of Minas Gerais. From the budget spreadsheets with the final costs, they obtained considerable differences, presenting a savings percentage of approximately 10%, between the worst case and the cheapest. Thus, it is concluded that the final price changes affect and show that there is the possibility of generating a cheaper structure, following the requirements of the standards and the safety of users.

Keywords: ABNT NBR 6118 (2014); reinforced concrete; sizing; economy; cornerstone.

Resumen

En el campo de la construcción civil, cada paso requiere la elaboración de un proyecto específico, que es fundamental para la calidad del servicio, en este sentido, el presente trabajo se centra en el área de las estructuras, ya que, en vista de las necesidades del escenario brasileño en la reducción de costos, Este estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de una estructura de hormigón armado, cumpliendo con las recomendaciones de ABNT NBR 6118 (2014). La construcción y el compostaje de cuatro aceras residenciales,

ubicadas en la región de Teófilo Otoni, con un área de aproximadamente 130 m² en cada acera, se realizan variaciones en las ubicaciones de los elementos estructurales, verificando y analizando los impactos financieros para identificar el porcentaje de aumento y relevancia, no el valor final. En el diseño se utilizó el software TQS, para la cuantificación de costos se adoptó como base los datos del Sistema Nacional de Encuesta de Costos e Índices de Construcción (SINAPI) para la región de Minas Gerais. De acuerdo con los planes de la organización con las contribuciones finales, considerando un porcentaje de ahorro de aproximadamente 10% entre el más bajo y el más barato. Por lo tanto, se concluye que las variaciones finales en el precio han impactado y muestran que existe la posibilidad de generar una estructura más barata, siguiendo los requisitos de las normas y respetando la seguridad de los usuarios.

Palabras clave: ABNT NBR 6118 (2014); hormigón armado; dimensionamiento; economía; pilar.

1. INTRODUÇÃO

O cálculo estrutural tem grande importância devido a sua função de elaborar elementos com capacidade de resistir a todo peso e cargas da edificação de forma estável e segura ao usuário, compreendendo também uma complexa área da engenharia civil.

Lima (2018) afirma que habitualmente o sistema estrutural de concreto armado se divide em lajes, vigas e pilares, os quais exigem grande conhecimento teórico para o dimensionamento, visto que os materiais para a execução possuem qualidades variáveis complicando ainda mais a modelagem. Em virtude da necessidade de reduzir a incidência de erros e para diminuir o trabalho manual, existem softwares que fornecem o detalhamento de forma virtual, proporcionando a oportunidade de efetuar avaliações e mudanças.

Segundo Júnior & Peixoto (2017), o processo de otimização de projetos acontece no intuito de alcançar melhoria na qualidade e economia pautadas por recomendações das normas que visam à durabilidade e segurança da estrutura.

Atualmente o Brasil passa por um momento de escassez de recursos financeiros, onde acarreta a redução significativa de oportunidades na construção civil. As empresas no mercado buscam trabalhar com o mínimo de gastos e desperdícios para conseguir reduzir os valores dos seus serviços, criando um mercado mais chamativo aos clientes sem perder os lucros (Costa & Pereira, 2017).

A presente pesquisa produzirá o dimensionamento de uma estrutura de concreto armado, com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas, norma brasileira para projeto de estruturas de concreto, 6118, atualizada em 2014, (ABNT NBR 6118:2014), na cidade de Teófilo Otoni – MG, feito com o auxílio do software TQS, variando a locação dos pilares para avaliar os consumos e custos dos materiais. O orçamento dos resultados será elaborado embasado na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI).

A avaliação apresenta relevância devido a necessidade reduzir o consumo de materiais e otimizar o dimensionamento dos elementos, a partir disso proporciona que com planejamento o projetista conseguirá alcançar um melhor custo benefício, sem deixar de atender as recomendações das normas para a estrutura resistir as cargas com segurança.

Como objetivo geral busca-se realizar o dimensionamento de um edifício residencial de concreto armado composto por 4 pavimentos e analisar três formas diferentes da locação dos pilares em relação ao preço das estruturas. Para isso será produzido de início o projeto arquitetônico e a partir deste fazer o cálculo estrutural com o auxílio do software TQS. Em seguida, com os dados fornecidos pelo programa elaborar uma planilha de orçamento através da tabela SINAPI, por fim verificar os resultados obtidos e comparar as diferenças entre os custos finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Na construção civil, dentre as várias estruturas existentes, o concreto armado é o mais popular no país, devido elevada durabilidade, existência de recursos, abundante mão de obra e variedade de formas de execução. São constituídas basicamente por cimento, água, agregados graúdos e miúdos no concreto e o aço por armaduras passivas e ativas, sendo necessária a boa aderência entre todos os componentes (Bastos, 2014).

O sistema trabalha com o concreto absorvendo as cargas de compressão e o aço a tração, os quais ficam responsáveis por suportar os esforços que cada um são mais resistentes, esses materiais estão presentes juntos na maioria das obras.

Devido ao estudo ser baseado na análise dos custos de uma edificação quando feita a variação na locação de pilares no projeto estrutural, foram destacadas apenas as definições deste elemento e seus respectivos critérios para o dimensionamento em cada caso.

2.2 PILAR DE CONCRETO ARMADO

São peças verticais que possuem função primordial na sustentação e manutenção da estabilidade da estrutura, suportando as cargas oriundas dos níveis superiores e transportando todos estes esforços para a fundação (Lima, 2018).

As seções dos pilares são em sua maioria retangulares, podendo variar de acordo os critérios utilizados em cálculo e para atender as necessidades do projeto arquitetônico. É visto que a posição dos elementos tem grande importância, diante disso necessitam de certa cautela no processo de dimensionamento, os mesmos são locados formando pórticos juntos com as vigas, o que proporciona uma melhor resistência em aspectos como estabilidade e rigidez, fatores que influenciam na qualidade de uma estrutura (Júnior e Peixoto, 2017).

Toda transferência das cargas deve ser prevista em cálculo com segurança, pois quando o mesmo é feito de forma insuficiente irá comprometer a edificação.

2.2.1 DIMENSÕES MÍNIMAS

No intuito de aumentar a durabilidade e possibilitar a disposição das armaduras com espaçamento adequado, é estabelecido pela ABNT NBR 6118 (2014), que a menor dimensão de pilares deve ser 19 cm. Quando existe a necessidade de utilizar um menor lado são permitidos valores entre 19 cm e 14 cm, diante disso é preciso multiplicar a menor dimensão pelo coeficiente γ_n , apresentado no Quadro 1, com o objetivo de majorar os esforços solicitantes de cálculo. Mesmo assim, não é permitido um elemento com área da seção transversal inferior a 360 cm².

Quadro 1 – Valores do coeficiente adicional γ_n

b (cm)	≥ 19	18	17	16	15	14
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

Fonte: ABNT NBR 6118 (2014).

Como mostrado no quadro acima os valores dos coeficientes utilizados nos cálculos.

Sendo:

$$\gamma_n = 1,95 - 0,05.b$$

Eq. 1

b = Menor dimensão do pilar.

No caso de diferença entre as dimensões superior a 5 vezes ($h > 5b$), é denominado pilar parede, possuindo recomendações diferentes.

2.2.2 CARGAS

As edificações estão submetidas por determinados tipos de ações que são consideradas de acordo o seu uso e são divididas em permanentes, variáveis e excepcionais. Podem ser definidas de forma simplificada baseando nas ocorrências dessas cargas, a primeira classificação considera todos os esforços que estão sempre causando algum peso na estrutura, enquanto a segunda já se trata de casos onde as solicitações não estão sempre acontecendo, por fim as excepcionais são consideradas apenas em curta duração ou quando tem uma baixa chance de acontecer (Costa & Pereira, 2017).

São analisados nos dois eixos dos pilares todos os esforços da estrutura e os mais comuns que os elementos estão submetidos são a compressão, tração, momento fletor e de acordo o caso também pode ocorrer à torção (Virgens, 2015; Esteves, 2019).

As cargas são provenientes das solicitações da edificação e do seu peso próprio. No projeto estrutural busca-se fazer a locação dos pilares de forma simétrica em todos os pavimentos, com intuito de distribuir as cargas, facilitando a execução, reduzindo gastos com seções e armaduras diferentes.(Cristina, 2018; Salomão, 2019)

2.2.3 ARMADURAS

Os pilares possuem armaduras longitudinais, com a função de colaborar com o concreto no suporte a compressão, diminuir o tamanho da seção transversal e resistir aos esforços de tração. A ABNT NBR 6118 (2014), estabelece que os diâmetros mínimos e máximos são de 10 mm e 1/8 da menor dimensão, no cálculo do espaçamento é adotado o valor mínimo encontrado em:

- 20 mm;
- Diâmetro da barra;
- 1,2 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo.

As áreas mínimas e máximas das armaduras são:

$$A_s, \min = \left(\frac{0,15 \cdot Nd}{f_{yd}} \right) \geq 0,004 \cdot A_c \quad \text{Eq. 2}$$

$$A_s, \max = 0,08 \cdot A_c \quad \text{Eq. 3}$$

Sendo:

Nd: Carga normal de cálculo,

F_{yd}: Resistência característica do aço de cálculo,

A_c: Área da seção transversal do pilar.

As armaduras transversais tem o objetivo de fazer a amarração das armaduras principais impedindo o movimento das mesmas, segundo a ABNT NBR 6118 (2014), o diâmetro não pode ser inferior a 5 mm ou a (1 / 4) do diâmetro da barra longitudinal e o espaçamento é encontrado com o menor valor entre:

- 200 mm;
- Menor dimensão da seção;
- 24 ϕ para CA-25, 12 ϕ para CA-50.

2.2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS PILARES

No processo de cálculo de pilares é feita a análise de parâmetros para identificar e classificá-los quanto a sua posição e em relação ao índice de esbeltez. Esse método é executado com o objetivo de realizar o levantamento das cargas de acordo as características específicas de cada elemento.

2.2.4.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À POSIÇÃO

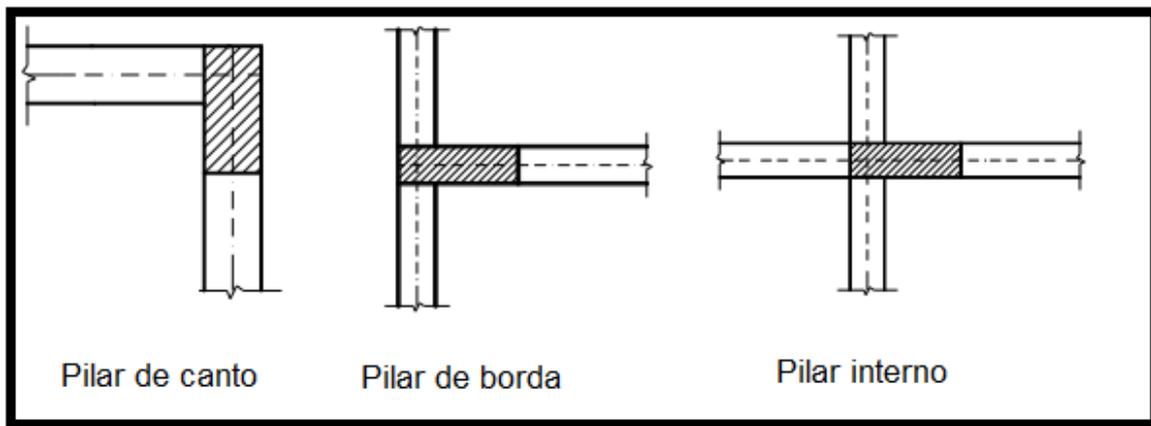
Quanto à posição, são catalogados pela ABNT NBR 6118 (2014) de acordo sua localização no projeto estrutural, podem ser pilares internos, de borda e de canto. Em todos os casos são considerados as solicitações de tração e compressão, no primeiro é adotado apenas

esses esforços, devido ao travamento do mesmo em todos os eixos da estrutura. No segundo

$$\lambda = \frac{le}{i} \quad \text{Eq. 4}$$

são levados em conta também a excentricidade inicial em uma das direções e no terceiro tipo é analisado que existe momento fletor nos dois lados, com isso estão submetidos à flexão oblíqua. A Figura 1 apresenta os tipos de pilares quanto a sua posição:

FIGURA 1 - Classificação dos pilares quanto à posição



Fonte: (Adaptado, Bastos, 2017)

Como pode ser visto na figura 1 os tipos de pilares podem ser de diferentes formas geométricas.

2.2.4.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ESBELTEZ

A ABNT NBR 6118 (2014) recomenda que a definição do índice de esbeltez (λ) é necessária e é encontrada a partir da equação:

Sendo:

$$i = \text{Raio de giração} = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

I = Momento de inércia da seção transversal no eixo escolhido;

A = Área de seção transversal.

Em seguida é feita a análise do elemento, de acordo Bastos (2017), são catalogados a partir do índice de esbeltez máximo como:

- Pilares curtos $\rightarrow \lambda \leq 35$;
- Pilares de esbeltez média $\rightarrow 35 < \lambda \leq 90$;
- Pilares medianamente esbeltos $\rightarrow 90 < \lambda \leq 140$;
- Pilares excessivamente esbeltos $\rightarrow 140 < \lambda \leq 200$.

A ABNT NBR 6118 (2014), regulamenta que não é permitido quando a esbeltez é superior a duzentos ($\lambda > 200$).

Existe um fenômeno que pode ocorrer de acordo as deformações que o pilar está submetido, o índice de esbeltez é um fator para a determinação da necessidade de considerar o cálculo desse fator. Através da vinculação é encontrado o coeficiente de flambagem, apresentada na figura 2, multiplica-se pelo tamanho do elemento, resultando no comprimento equivalente.

O estudo feito por Júnior e Peixoto (2017) cita que diante da situação em planta onde os pilares não estão locados com vigas em todas as direções, ocasiona um aumento no comprimento de flambagem, por consequência eleva o índice de esbeltez, afetando no cálculo por estar sujeito a momentos de segunda ordem.

FIGURA 2 – Coeficiente de flambagem de elementos isolados

A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio	Rotação e translação impedidas Rotação livre, translação impedida Rotação impedida, translação livre Rotação e translação livres					

Fonte: ABNT NBR 8800:2008

Pode-se segundo a ABNT NBR 6118 (2014), desconsiderar esse fenômeno no caso onde o índice de esbeltez for menor que o limite, com a equação apresentada:

$$\lambda_{lim} = \frac{25 + 12,5 \cdot \left(\frac{e_1}{h}\right)}{\alpha b} \quad \text{Eq. 5}$$

Utiliza-se o valor entre:

$$35 \leq \lambda_{lim} \leq 90$$

e_1 = Excentricidade de 1ª ordem no eixo escolhido.

2.2.5 EXCENTRICIDADE

Quando o esforço recebido pelo pilar é aplicado em um ponto diferente do centro da seção transversal ocasiona a existência de uma excentricidade, por consequência desse fator o elemento receberá cargas de momento fletor que devem ser analisadas no processo de cálculo (Lima, 2018).

Durante a análise a ABNT NBR 6118 (2014) sugere que as estruturas devem ser dimensionadas considerando alguns fatores como: excentricidades iniciais para pilares de canto e borda, casos onde a locação das vigas não atravessam o centro de carga dos elementos

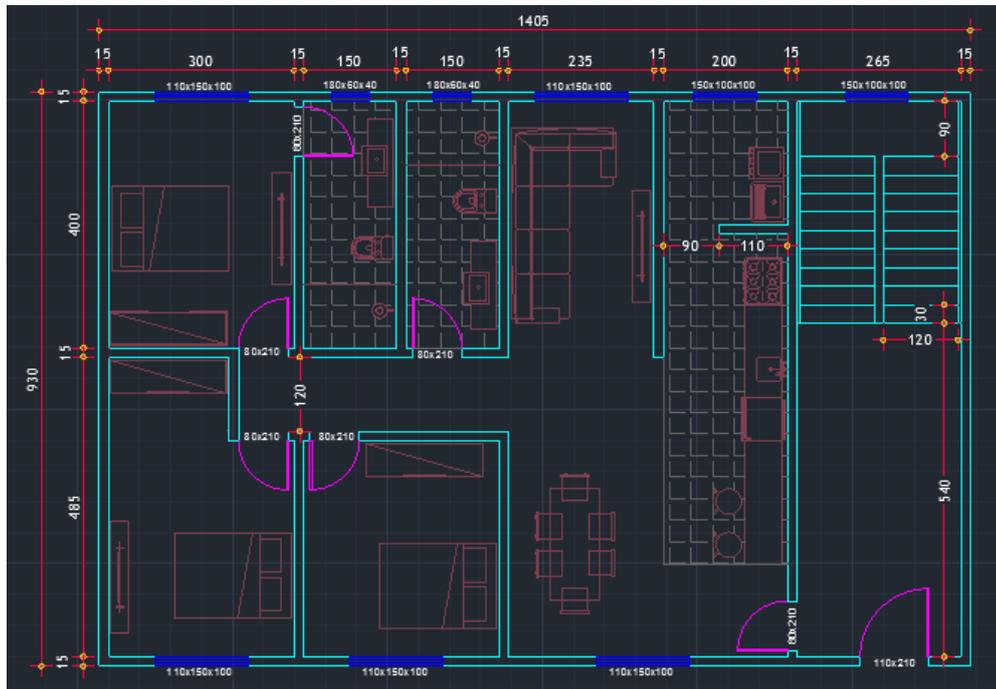
e ocorrência de deficiência na geometria das peças que devem ser consideradas mesmo com todos os coeficientes de majoração, pois podem comprometer a estabilidade da edificação. Quanto maior o índice de esbeltez, maiores serão as recomendações para se verificar nos cálculos, como fatores de fluência e efeitos de segunda ordem, o que deixa mais complexo o processo.

3. METODOLOGIA

3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

No intuito de efetuar a análise comparativa nas alterações das locações dos pilares foi elaborado um projeto arquitetônico de um edifício demonstrado na figura 3, composto por 4 pavimentos residenciais, cada um possuindo um apartamento de aproximadamente 130 m² e pé direito de 3 m.

FIGURA 3 - Projeto arquitetônico



Fonte: Autoria própria, 2019.

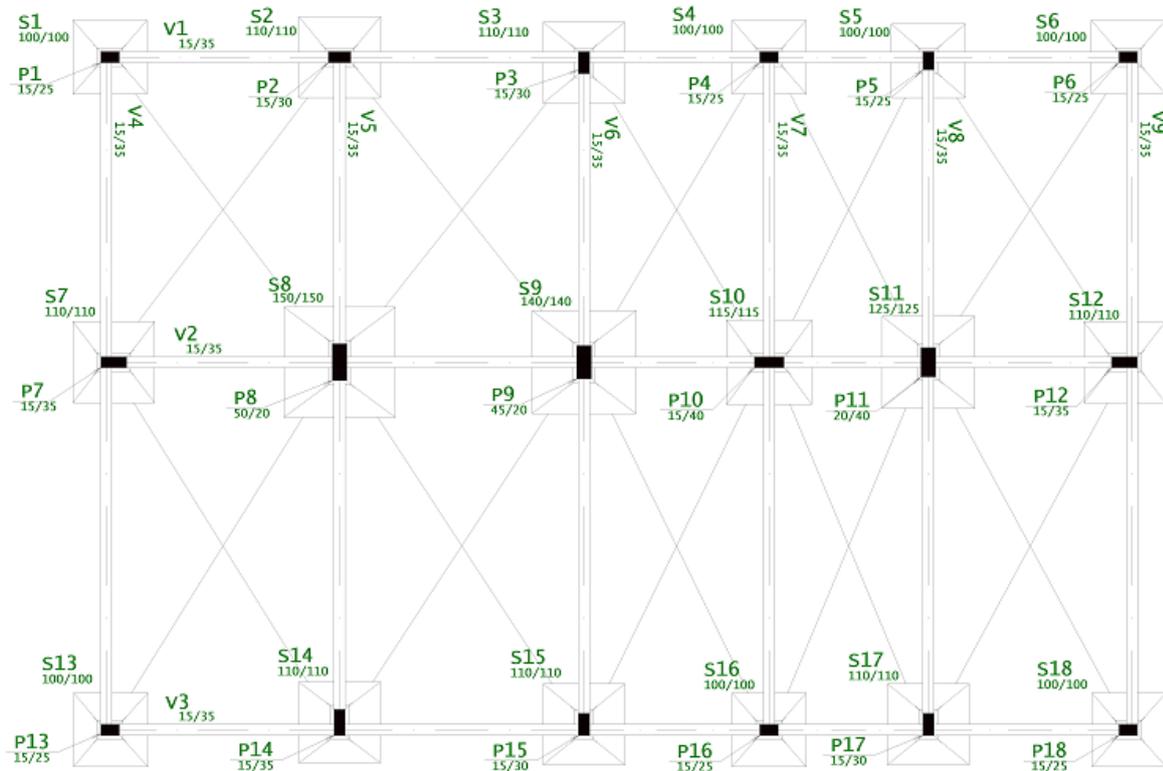
Na figura acima pode-se ser visto o representado o projeto feito de autoria própria.

3.2 PROJETO ESTRUTURAL

Para o cálculo estrutural dos projetos intitulados Proj.1, Proj.2 e Proj.3 utilizou-se o software TQS, adotando nos três casos uma laje maciça com classe de agressividade II (moderada), devido ao local ser em um ambiente urbano o cobrimento com 3 cm foi considerado. O tipo de fundação utilizada foi sapata, as quais foram calculadas com uma resistência do solo de 4 kgf/cm². Toda a estrutura foi lançada de início com as dimensões mínimas permitidas em norma, sendo realizadas mudanças de acordo os avisos e erros de processamento apontados pelo programa, até o resultado satisfatório.

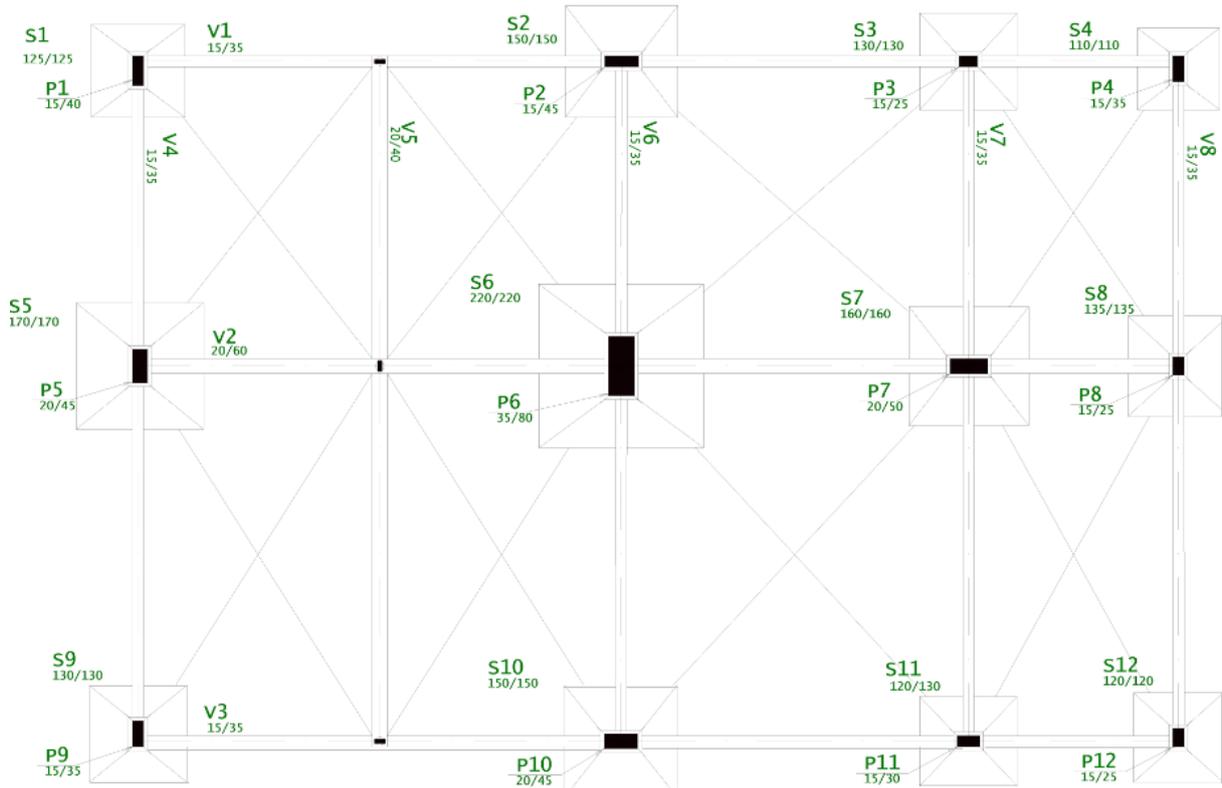
Na análise foi feito o dimensionamento de três formas da edificação, variando apenas a posição dos pilares e adequando as vigas para cruzarem com os mesmos em cada caso. As figuras mostradas a seguir, seguem o mesmo padrão na qual apresentam as plantas de fundação dos projetos, mostrando as locações de vigas, pilares e sapatas.

FIGURA 4 – Planta de fundação referente ao projeto estrutural Proj.1



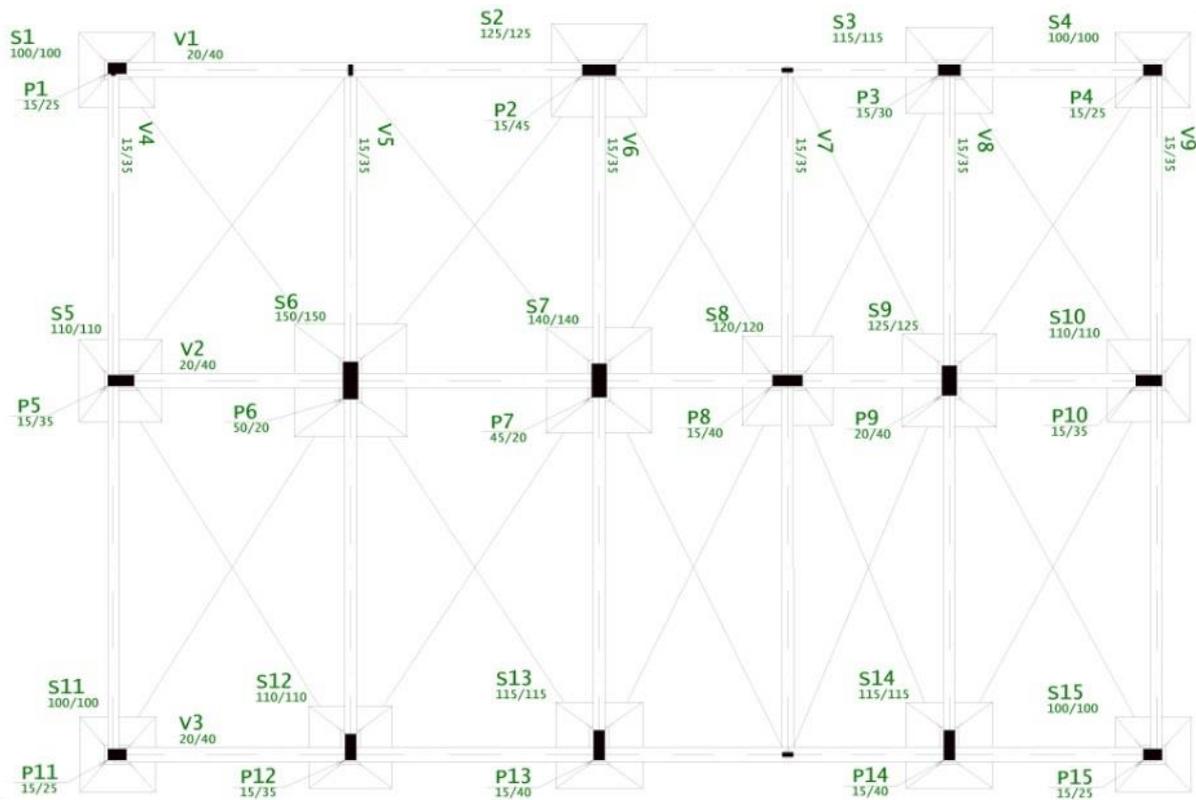
Fonte: Autoria própria, 2019.

FIGURA 5 – Planta de fundação referente ao projeto estrutural Proj.2



Fonte: Autoria própria, 2019.

FIGURA 6 – Planta de fundação referente ao projeto estrutural Proj.3



Fonte: Autoria própria, 2019.

3.3 VERIFICAÇÃO DOS CUSTOS

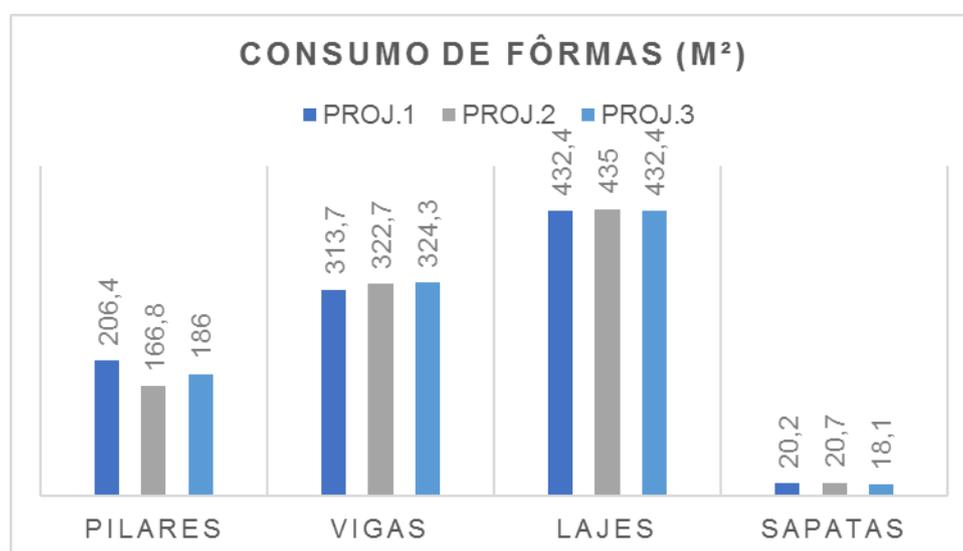
Conforme o relatório do consumo de materiais gerados pelo software TQS, foram produzidas três planilhas de orçamento dos elementos estruturais: laje, viga, pilar e sapata. As tabelas são divididas em unidade de medida, quantidade, preço unitário e preço total, exibidas nos apêndices A, B e C. Como fonte de toda estimativa foi utilizado o sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção (SINAPI), que fornece preços de insumos e custos de serviços relacionados à construção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de apresentar uma verificação mais clara dos quantitativos, foram elaborados os gráficos 1, 2 e 3 baseados no total dos materiais utilizados nos pilares, vigas, lajes e sapatas.

O Gráfico 1 mostra o comparativo entre as quantidades de fôrmas (m²) necessárias para execução de cada projeto.

GRÁFICO 1- Gráfico referente a quantidade de fôrmas (m²).

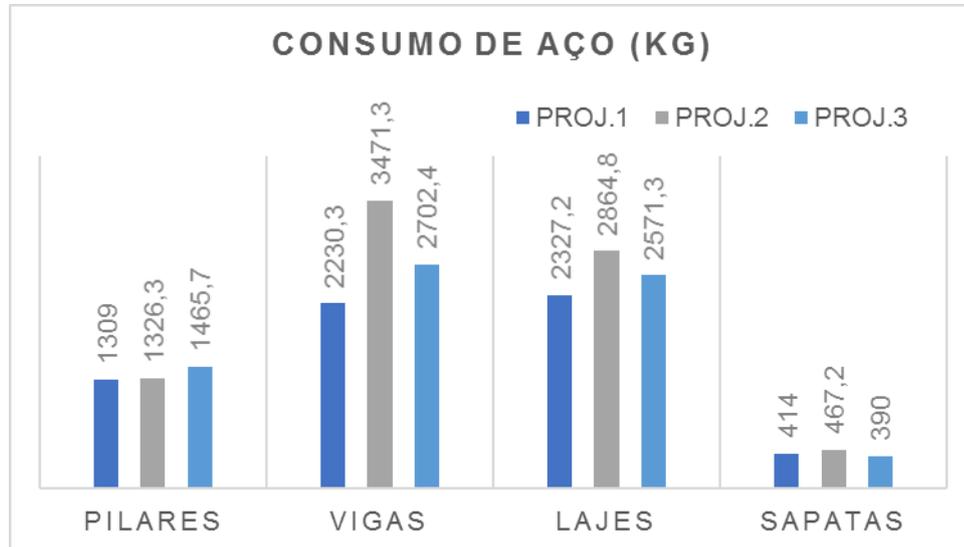


Fonte: Autoria própria, 2019.

Após análise do primeiro gráfico, nota-se que houve pouca variação na quantidade de fôrmas nas vigas, lajes e sapatas, quando considerado o tamanho da edificação. Os gastos se apresentam maiores na ordem da quantidade de pilares em cada projeto, devido a esse fator o

Proj.1 necessita de maior número de fôrmas para estes elementos, em seguida o Proj.3 e por fim o Proj.2. O gráfico 2 é referente a quantidade de aço (kg) necessária para cada caso.

GRÁFICO 2- Gráfico referente a quantidade de aço (kg)

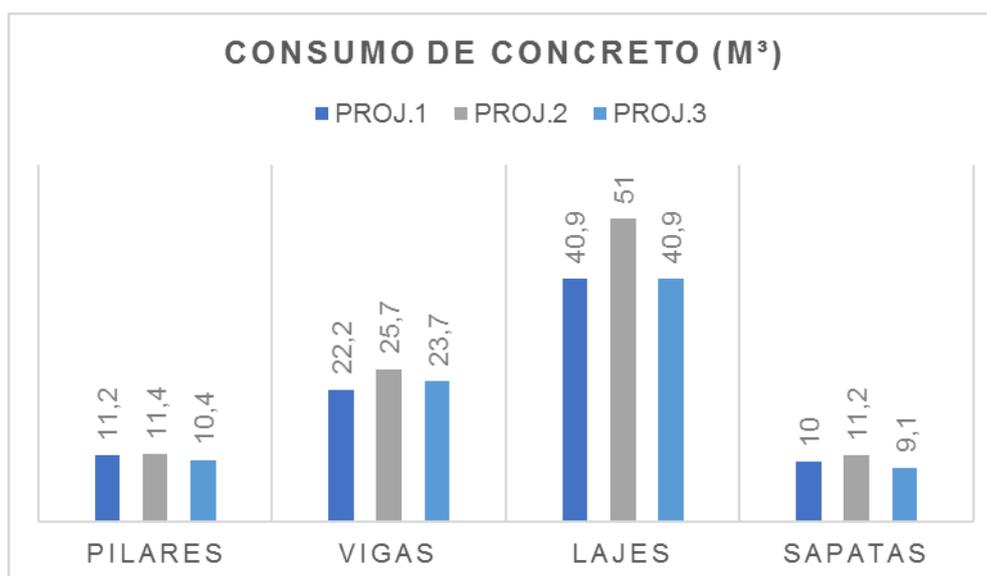


Fonte: Autoria própria, 2019.

A maior oscilação se apresenta nesse gráfico, nota-se que quando considerado o consumo de aço do Proj.1, o mesmo se manteve com quantidade inferior nos pilares, vigas e lajes em relação aos outros projetos, o que é muito satisfatório para economia. A variação mais vista ocorreu entre as vigas, onde houve um acréscimo de aproximadamente 56% entre os arquivos Proj.1 e Proj.2, quando comparado o Proj.1 com o Proj.3 existe um aumento de cerca de 21%. Esse fato ocorreu devido à ausência de pilares nas extremidades de algumas vigas, gerando assim a necessidade de um maior consumo de aço nos dois piores casos.

O gráfico 3 apresenta a quantidade de concreto (m³) entre os projetos.

GRÁFICO 3- Gráfico referente à quantidade de concreto (m³)



Fonte: Autoria própria, 2019.

O terceiro gráfico mostra uma pequena diferença na quantidade de consumo de concreto nos pilares e sapatas dos três projetos. O maior acréscimo foi nas vigas e lajes do Proj.2, devido as variações no tamanho destes elementos em relação aos outros projetos, fator esse que aumenta o custo dessa estrutura.

Após efetuar um comparativo da quantidade total de insumos, considerando as variações nas estruturas, criou-se a Tabela 1.

TABELA 1 - Tabela sintética referente a quantidade de insumos

INSUMO	PROJ.1	PROJ.2	PROJ.3
Forma (m ²)	972,6	945,2	960,7
Aço (kg)	6280,4	8129,6	7129,4
Concreto (m ³)	84,3	99,3	84,2

Fonte: Autoria própria, 2019.

A Tabela 1 apresenta pouca variação na quantidade das fôrmas. O concreto teve uma pequena diferença entre o 1º e o 3º caso, mas o 2º consumiu cerca de 15 m³ a mais que os outros. O primeiro projeto foi o que necessitou de menor quantidade de aço, acontecendo um aumento significativo de aproximadamente 29% comparando o Proj.1 com o Proj.2. Na análise entre o Proj.1 e o Proj.3 notou-se uma diferença de quase 14%.

Considerando a quantidade de insumos e os dados obtidos através do SINAPI, foi elaborada a Tabela 2, que apresenta o custo final do projeto de cada estrutura:

TABELA 2 - Tabela referente ao custo final da estrutura

PROJETO	CUSTO FINAL DA ESTRUTURA
PROJ.1	R\$ 123.236,66
PROJ.2	R\$ 135.642,60
PROJ.3	R\$ 126.296,81

Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com o que é apresentado na tabela 2, observa-se uma maior alteração principalmente entre o primeiro e segundo projeto, gerando um acréscimo de 10% no valor final, entre o primeiro e o terceiro houve variação de 2%. Pode-se notar também que de acordo que for aumentando a quantidade de pavimentos, maior será a diferença no preço total da estrutura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variações analisadas no presente trabalho afetam diretamente no custo final da edificação. Diante disso, na elaboração dos três projetos estruturais, percebe-se que o Proj.1 obteve o menor custo, apresentando uma economia de 10% em relação ao Proj.2 que foi o mais caro. Já o custo do Proj.3 aumentou em cerca de 2% em relação ao Proj.1. Em vista disso e com a análise das tabelas de quantitativos, é notório que a principal influência no valor final foi à quantidade de aço e concreto em cada estrutura.

Em virtude desses fatores, no desenvolvimento do projeto o profissional deve realizar algumas variações na locação dos elementos, visando otimizar o custo final e seguindo as recomendações das normas vigentes para dimensionar uma estrutura, garantindo durabilidade, segurança e conforto os usuários. É importante ressaltar que este trabalho foi baseado no projeto mostrado, apresentando que esses resultados não podem ser considerados para todas as estruturas, sendo necessário a análise em todos os outros casos, permitindo o desenvolvimento de novos estudos e assim gerar outras conclusões.

Referências

NBR, A. B. N. T. (2014). 6118: Projeto de Estruturas de Concreto. *Rio de Janeiro*.

NBR, A. B. N. T. (2008). 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. *Rio de Janeiro*.

Bastos, P. S. D. S. (2014). *Estruturas de Concreto Armado*. Bauru: UNESP.

Bastos, P. S. D. S. (2017). *Pilares de Concreto Armado*. Bauru: UNESP.

Costa, L. F., & Pereira, F. (2017). Análise das cargas em um edifício de concreto armado, quando comparado a utilização de paredes de vedação interna de alvenaria convencional e drywall. *Engenharia Civil-Pedra Branca*.

Júnior, E. T. M., & Peixoto, U. S. B. (2017). Utilização De Vigas De Travamento Na Otimização Do Dimensionamento De Pilares Utilizando O Software Eberick V8 Gold.

Lima, P. V. N. D. (2018). Ferramenta computacional para dimensionamento de pilares de concreto armado submetidos à flexo-compressão oblíqua.

Pinto, V. S. (2017). *Dimensionamento de pilares de concreto com seção transversal retangular usando envoltórias de momentos*. Universidade de São Paulo).

SINAPI. (2019). Relatórios de Insumos e Composições. < <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>> Acesso: 21/10/2019

Virgens, J. P. D. (2015). Análise experimental de pilares de concreto armado, com carga excêntrica, reforçados com chumbadores e concreto autoadensável (CAA).

Esteves, H. M., Colares, R. S., da Silva Lages, M., Starick, H., & Salomão, P. E. A. (2019). Estudo comparativo entre as resistências a compressão axial de argamassas com os seguintes aditivos: detergente líquido, cal, e cola branca. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 22(1), 187-192.

Cristina, P., Salomão, P. E. A., Cangussú, L., & de Carvalho, P. H. V. (2018). Tijolo solo cimento com adição de fibra vegetal: uma alternativa na construção civil. *Research, Society and Development*, 7(9), 12.

Salomão, P. E. A., Porto, T. B., Cabrai, S. C., da Silva, W. L., & de Oliveira, A. N. S. (2018). Elaboration of tables for concrete dosage based on the aggregates used in Northeast Mineiro. *Research, Society and Development*, 7(4), 1274305.

Apêndice A - Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto referente ao projeto Proj.1.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1 SUPERESTRUTURA							
1.1 CONCRETO ARMADO - PILARES							R\$ 29.461,68
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	206,4	R\$ 83,45	R\$ 17.224,08
1.1.2	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	11,2	R\$ 279,03	R\$ 3.125,14
1.1.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	220	R\$ 9,34	R\$ 2.054,80
1.1.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	78	R\$ 8,26	R\$ 644,28
1.1.5	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	584	R\$ 6,69	R\$ 3.906,96
1.1.6	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	256	R\$ 6,01	R\$ 1.538,56
1.1.7	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	171	R\$ 5,66	R\$ 967,86
1.2 CONCRETO ARMADO - VIGAS							R\$ 42.302,14
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	313,7	R\$ 65,51	R\$ 20.550,49
1.2.2	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	22,2	R\$ 279,03	R\$ 6.194,47
1.2.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	399	R\$ 9,34	R\$ 3.726,66
1.2.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	28	R\$ 8,26	R\$ 231,28
1.2.5	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	241	R\$ 8,18	R\$ 1.971,38
1.2.6	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	729	R\$ 6,69	R\$ 4.877,01
1.2.7	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	237	R\$ 6,01	R\$ 1.424,37
1.2.8	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	487	R\$ 5,66	R\$ 2.756,42
1.2.9	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	109	R\$ 5,23	R\$ 570,07
1.3 CONCRETO ARMADO - LAJES							R\$ 42.483,56
1.3.1	92510	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	432,4	R\$ 31,10	R\$ 13.447,64
1.3.2	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	40,9	R\$ 279,03	R\$ 11.412,33
1.3.3	92768	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	312	R\$ 8,29	R\$ 2.586,48
1.3.4	92769	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	2013	R\$ 7,47	R\$ 15.037,11

2 INFRAESTRUTURA							
2.1 CONCRETO ARMADO - SAPATAS							R\$ 8.989,29
2.1.2	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	20,2	R\$ 160,84	R\$ 3.248,97
2.1.3	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	10	R\$ 279,03	R\$ 2.790,30
2.1.4	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	174	R\$ 7,63	R\$ 1.327,62
2.1.5	96547	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	240	R\$ 6,76	R\$ 1.622,40
CUSTO TOTAL							R\$ 123.236,66

Apêndice B - Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto referente ao projeto Proj.2.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1 SUPERESTRUTURA							
1.1 CONCRETO ARMADO - PILARES							R\$ 25.954,59
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	166,8	R\$ 83,45	R\$ 13.919,46
1.1.2	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	11,4	R\$ 279,03	R\$ 3.180,94
1.1.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	146	R\$ 9,34	R\$ 1.363,64
1.1.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	160	R\$ 8,26	R\$ 1.321,60
1.1.5	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	359	R\$ 6,69	R\$ 2.401,71
1.1.6	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	271	R\$ 6,01	R\$ 1.628,71
1.1.7	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	242	R\$ 5,66	R\$ 1.369,72
1.1.8	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	147	R\$ 5,23	R\$ 768,81
1.2 CONCRETO ARMADO - VIGAS							R\$ 50.768,05
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	322,7	R\$ 65,51	R\$ 21.140,08
1.2.2	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	25,7	R\$ 279,03	R\$ 7.171,07
1.2.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	343	R\$ 9,34	R\$ 3.203,62
1.2.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	104	R\$ 8,26	R\$ 859,04
1.2.5	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	297	R\$ 8,18	R\$ 2.429,46
1.2.6	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	615	R\$ 6,69	R\$ 4.114,35
1.2.7	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	464	R\$ 6,01	R\$ 2.788,64
1.2.8	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	744	R\$ 5,66	R\$ 4.211,04
1.2.9	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	695	R\$ 5,23	R\$ 3.634,85
1.2.10	92766	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 25,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	210	R\$ 5,79	R\$ 1.215,90

1.3 CONCRETO ARMADO - LAJES							R\$	49.308,52
1.3.1	92510	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	435	R\$ 31,10	R\$ 13.528,50	
1.3.2	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	51	R\$ 279,03	R\$ 14.230,53	
1.3.3	92768	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	178	R\$ 8,29	R\$ 1.475,62	
1.3.4	92769	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	2581	R\$ 7,47	R\$ 19.280,07	
1.3.5	92770	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	105	R\$ 7,56	R\$ 793,80	
2 INFRAESTRUTURA								
2.1 CONCRETO ARMADO - SAPATAS							R\$	9.611,44
2.1.1	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	20,7	R\$ 160,84	R\$ 3.329,39	
2.1.2	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	11,2	R\$ 279,03	R\$ 3.125,14	
2.1.3	96547	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	467	R\$ 6,76	R\$ 3.156,92	
CUSTO TOTAL							R\$	135.642,60

Apêndice C - Tabela de custo por unidade de consumo referente ao projeto referente ao projeto Proj.3.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL	
1 SUPERESTRUTURA								
1.1 CONCRETO ARMADO - PILARES							R\$	28.261,33
1.1.1	92263	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	186	R\$ 83,45	R\$ 15.521,70	
1.1.2	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	10,4	R\$ 279,03	R\$ 2.901,91	
1.1.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	202	R\$ 9,34	R\$ 1.886,68	
1.1.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	86	R\$ 8,26	R\$ 710,36	
1.1.5	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	9	R\$ 8,18	R\$ 73,62	
1.1.6	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	507	R\$ 6,69	R\$ 3.391,83	
1.1.7	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	116	R\$ 6,01	R\$ 697,16	
1.1.8	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	362	R\$ 5,66	R\$ 2.048,92	
1.1.9	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	75	R\$ 5,23	R\$ 392,25	
1.1.10	92766	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 25,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	110	R\$ 5,79	R\$ 636,90	

1.2 CONCRETO ARMADO - VIGAS							R\$ 45.856,03
1.2.1	92265	SINAPI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	324,3	R\$ 65,51	R\$ 21.244,89
1.2.2	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	23,7	R\$ 279,03	R\$ 6.613,01
1.2.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	403	R\$ 9,34	R\$ 3.764,02
1.2.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	53	R\$ 8,26	R\$ 437,78
1.2.5	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	106	R\$ 8,18	R\$ 867,08
1.2.6	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	763	R\$ 6,69	R\$ 5.104,47
1.2.7	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	380	R\$ 6,01	R\$ 2.283,80
1.2.8	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	715	R\$ 5,66	R\$ 4.046,90
1.2.9	92765	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	227	R\$ 5,23	R\$ 1.187,21
1.2.10	92766	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 25,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	53	R\$ 5,79	R\$ 306,87
1.3 CONCRETO ARMADO - LAJES							R\$ 44.041,34
1.3.1	92510	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	432,4	R\$ 31,10	R\$ 13.447,64
1.3.2	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	40,9	R\$ 279,03	R\$ 11.412,33
1.3.3	92768	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	290	R\$ 8,29	R\$ 2.404,10
1.3.4	92769	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	2057	R\$ 7,47	R\$ 15.365,79
1.3.5	92770	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	3	R\$ 7,56	R\$ 22,68
1.3.6	92771	SINAPI	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	224	R\$ 6,20	R\$ 1.388,80
2 INFRAESTRUTURA							
2.1 CONCRETO ARMADO - SAPATAS							R\$ 8.138,11
2.1.2	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	18,1	R\$ 160,84	R\$ 2.911,20
2.1.3	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	9,1	R\$ 279,03	R\$ 2.539,17
2.1.4	96546	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	59	R\$ 7,63	R\$ 450,17
2.1.5	96547	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	331	R\$ 6,76	R\$ 2.237,56
CUSTO TOTAL							R\$ 126.296,81

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Marcos Vinícius Costa Fróis – 40%

Pedro Emílio Amador Salomão – 30%

Rodrigo Silva Colares – 30%