

## **O IMPACTO DO COEFICIENTE ADICIONAL $\gamma_n$ EM PILARES DE CONCRETO ARMADO COM LARGURA DA SEÇÃO TRANSVERSAL INFERIOR A 19 CM.**

Eduardo Rocha Marques<sup>1</sup>; André Felipe Aparecido de Mello<sup>2</sup>

Acadêmico do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)<sup>1</sup>; Professor do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)<sup>2</sup>;

Edurmarques26@gmail.com<sup>1</sup>; andremello@ufgd.edu.br<sup>2</sup>;

**RESUMO** - O presente trabalho propõe um estudo para analisar o impacto que o coeficiente adicional  $\gamma_n$  causa nos pilares de concreto armado, com dimensões na seção transversal menores que 19 cm, majorando seus esforços solicitantes de cálculo. Com o auxílio do programa Sistemas TQS – Universidades v20, para a realização dos cálculos e fornecimento dos dados, foi proposto um edifício de concreto armado com diferentes lançamentos de modelos de pilares em sua estrutura. Os modelos variaram sua largura de 19 a 15 cm, buscando permanecer as mesmas áreas na sessão transversal em todos os casos. Foi apresentado uma análise que mostra um aumento no consumo de aço e custo final dos pilares ao terem suas cargas majoradas.

**Palavras-chave:** Pilares; Coeficiente adicional; Majoração.

**ABSTRACT** – The present work proposes a study to analyze the impact that the additional coefficient  $\gamma_n$  causes in the pillars of reinforced concrete with dimensions in the cross section smaller than 19 cm by increasing their calculation efforts. Through the program TQS - Universities v20, to perform calculations and data provision, it was proposed a reinforced concrete building with different models of pillars in its structure. The models vary their width from 19 to 15 cm, seeking to remain the same areas in the transversal session in all cases. An analysis was presented showing an increase in steel consumption and cost of the pillars.

**Keywords:** Pillars; Additional coefficient; Increase.

## 1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil ao longo dos anos sofreu constantes evoluções e com isso trouxe diversas mudanças para o setor de construção, sendo comum hoje em dia a utilização de diferentes tipos estruturais para as edificações, visando uma ideia de inovação, sustentabilidade e funcionalidade para atingir o melhor custo-benefício. Porém, o concreto armado ainda é o material mais comum encontrado nesse ramo, principalmente em edifícios e pequenas obras.

Para atender aos esforços ocasionados pelas cargas do edifício e a agressividade do meio ambiente, as estruturas de concreto armado necessitam passar por adaptações que as façam garantir qualidade, conforto e segurança, bem como atender as peculiaridades dos projetos arquitetônicos atuais. Desta forma, a NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, vem sofrendo mudanças, de modo que acompanhe os constantes avanços tecnológicos em relação ao projeto estrutural, bem como ao desenvolvimento dos concretos de alta resistência.

Sobretudo no caso dos pilares, de acordo com Bastos (2015), a versão de 2003 da norma implantou diversas modificações, sendo essas: Valor da excentricidade accidental, maior cobrimento de concreto, nova metodologia para calcular a esbeltez

limite relativa para a consideração dos momentos fletores de 2ª ordem. A revisão de 2014, apresenta as mesmas orientações, incluindo a verificação do momento fletor mínimo que pode ser feita comparando uma envoltória resistente, englobando a envoltória mínima de 2ª ordem.

De acordo com a NBR 6118/2014, a seção transversal dos pilares não deve apresentar área menor que 360 cm<sup>2</sup> e também, independente da sua forma, nenhuma das suas dimensões devem ser menores que 19 cm. No entanto, em casos especiais, dimensões entre 19 cm e 14 cm, terão seus esforços solicitantes multiplicados por um coeficiente adicional  $\gamma_n$  em seu dimensionamento.

Essa orientação da norma segue como base para o estudo deste trabalho, em que foi proposto uma análise dos pilares com largura entre a 19 cm e 15 cm, com o intuito de observar as consequências da majoração dos esforços solicitantes de cálculo para a composição destes elementos estruturais.

## 2. OBJETIVOS

Durante a concepção de um edifício de concreto armado, optar por um bom arrojamento estrutural pode aumentar a funcionalidade, durabilidade e qualidade, bem como diminuir o custo final dos seus elementos estruturais.

De acordo com o apresentado, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise para demonstrar o impacto que a majoração das cargas, devido ao coeficiente adicional  $\gamma_n$ , pode trazer nas construções de pilares.

A análise relacionou larguras na seção transversal de pilares entre 19 cm e 15 cm, comparando as diferenças no consumo de aço e nos custos finais de construção de cada dimensão, tomando-se como base de comparação a dimensão mínima de 19 cm.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1. ARROJAMENTO ESTRUTURAL**

Os elementos estruturais são objetos que constituem uma estrutura, tendo uma ou mais dimensões dominantes sobre as outras como vigas, lajes, pilares entre outros. Sendo chamado de sistema estrutural o modo que estes elementos estão arrançados, seu comportamento pode depender somente de como está esse arranjo, não importando o tipo de material que são produzidos. (CARVALHO e FIGUEIREDO FILHO, 2010).

A compreensão do arrojamento estrutural de uma edificação é tão importante quanto saber os cálculos para o seu dimensionamento, de modo que um bom arrojamento trará melhores resultados, tanto em relação aos esforços de dimensionamento

quanto ao desempenho da estrutura em serviço.

#### **3.2. PILARES**

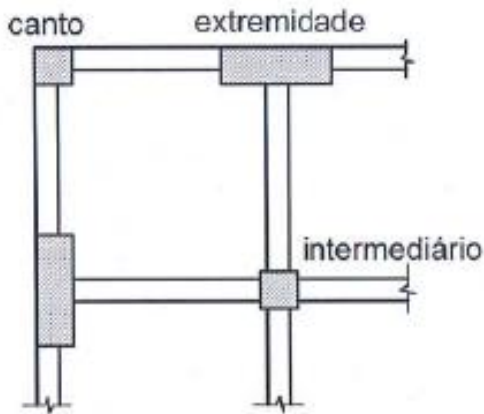
Pilar é um elemento estrutural que possui a função de conduzir as cargas das vigas ou lajes para as fundações, recebe principalmente os esforços de compressão, podendo assim, estar sujeito a compressão normal ou oblíqua. Pode ser posicionado na vertical ou inclinado. (CARVALHO e PINHEIRO, 2009)

Os pilares podem estar sujeitos a forças normais e momentos fletores, enquanto somente a força normal agir sobre o pilar, será compressão centrada ou simples, se esta força atuar em conjunto com o momento fletor, acontecerá a flexão composta, podendo ser classificada como normal, quando o momento é considerado em apenas uma das direções principais da seção ou oblíqua, caso considere o momento nas duas direções principais. (NASCIMENTO, 2009)

#### **3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS PILARES QUANTO A POSIÇÃO NA ESTRUTURA**

Conforme Araújo (2010), os pilares podem ser classificados de acordo com a maneira que são dispostos na estrutura, podendo ser pilares intermediários, de extremidade ou de canto, como ilustrados na figura 1:

**Figura 1.** Classificação dos pilares quanto à posição de projeto.



Fonte: (Araújo, 2010)

- Pilares intermediários – São chamados assim, pilares de apoios para vigas contínuas, considerando apenas o carregamento de compressão vertical e desprezando os momentos fletores transmitidos por elas;

- Pilares de extremidade – São pilares que servirão de apoio de extremidade para uma viga descontínua, assim deve-se considerar os momentos transmitidos, possuindo situação de projeto de flexo-compressão normal;

- Pilares de canto – São pilares que servem de apoio para duas vigas descontínuas, assim deve-se considerar os momentos fletores de ambas e situação de projeto de flexo-compressão oblíqua.

### 3.4. COEFICIENTE DE MAJORAÇÃO

A seção transversal de pilares, em qualquer tipo de forma, não pode possuir dimensão menor que 19 cm. Em casos especiais, a norma permite utilizar dimensões

entre 19 cm e 14 cm, desde que os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados no dimensionamento sejam majorados por um coeficiente adicional  $\gamma_n$ . Em todos os casos, não são permitidos pilares com seção transversal de área menor que 360 cm<sup>2</sup>. (NBR 6118, 2014).

Os valores do coeficiente adicional  $\gamma_n$  são mostrados na Tabela 1:

**Tabela 1** – Valores do coeficiente adicional  $\gamma_n$  para pilares e pilares - parede

b (cm)	19	18	17	16	15	14
$\gamma_n$	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

Fonte: (NBR6118, 2014)

Onde o coeficiente adicional  $\gamma_n$ , deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo para o dimensionamento, o coeficiente adicional  $\gamma_n$  pode ser calculado utilizando a equação 1:

$$\gamma_n = 1,95 - 0,05b \tag{1}$$

Onde:

b: É a menor dimensão da seção transversal, em centímetros.

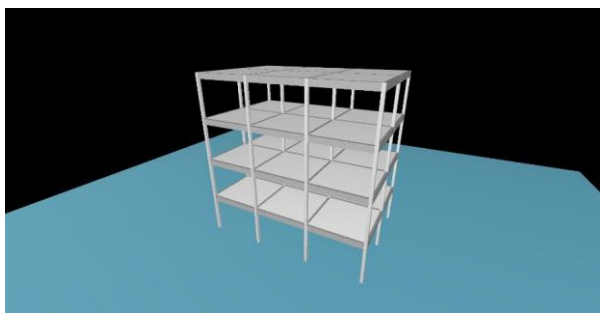
### 4. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado por meio de uma análise, com o objetivo de apresentar uma comparação relacionando diferentes larguras de pilares de concreto armado de um edifício, utilizando o programa Sistemas TQS, versão v20 - TQS universidades (2017).

O edifício proposto tem a superestrutura em concreto armado, é situado em perímetro urbano, contém 4 pavimentos, de área  $96 \text{ m}^2$  ( $8\text{m} \times 12\text{m}$ ) e pé direito de 3 metros.

A Figura 2 demonstra o edifício proposto em um plano 3D para uma melhor visualização dos elementos estruturais e como estão arrojados na estrutura. Imagem fornecida pelo Sistema TQS, após o lançamento dos dados supracitados.

**Figura 2.** Imagem 3D do edifício proposto.



A estrutura do edifício é composta por 12 pilares, sendo estes 2 pilares intermediários, 6 pilares de extremidade e 4 pilares de canto, laje treliçada em todos os pavimentos com 16 cm de altura, sendo 4 cm de capa e 12 cm de preenchimento, e vigas com as mesmas dimensões por todo o edifício de 15 cm de largura e 40 cm de altura.

A análise estrutural seguiu os critérios exigidos pela NBR6118:2014, utilizando concreto classe C25. Os cobrimentos das vigas e pilares são de 3 cm e os esforços ocasionados pelo vento não são considerados.

A alvenaria está apoiada diretamente sobre as vigas em cada pavimento, gerando uma carga linear de  $8 \text{ kN/m}$ .

Seguindo as prescrições da NBR 6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas e edificações, o edifício foi considerado como residencial e desta maneira, foram adotados para as lajes de cada pavimento uma carga permanente de  $1 \text{ kN/m}^2$  e uma carga acidental de  $2 \text{ kN/m}^2$ .

O peso próprio dos elementos estruturais já está incluso nos cálculos devido as análises serem realizadas pelo Sistema Computacional TQS. O sistema desenvolvido pela TQS informática Ltda, fornece os dados, combina as ações e dimensionamento dos elementos estruturais, através da entrada dos dados de geometria e cargas.

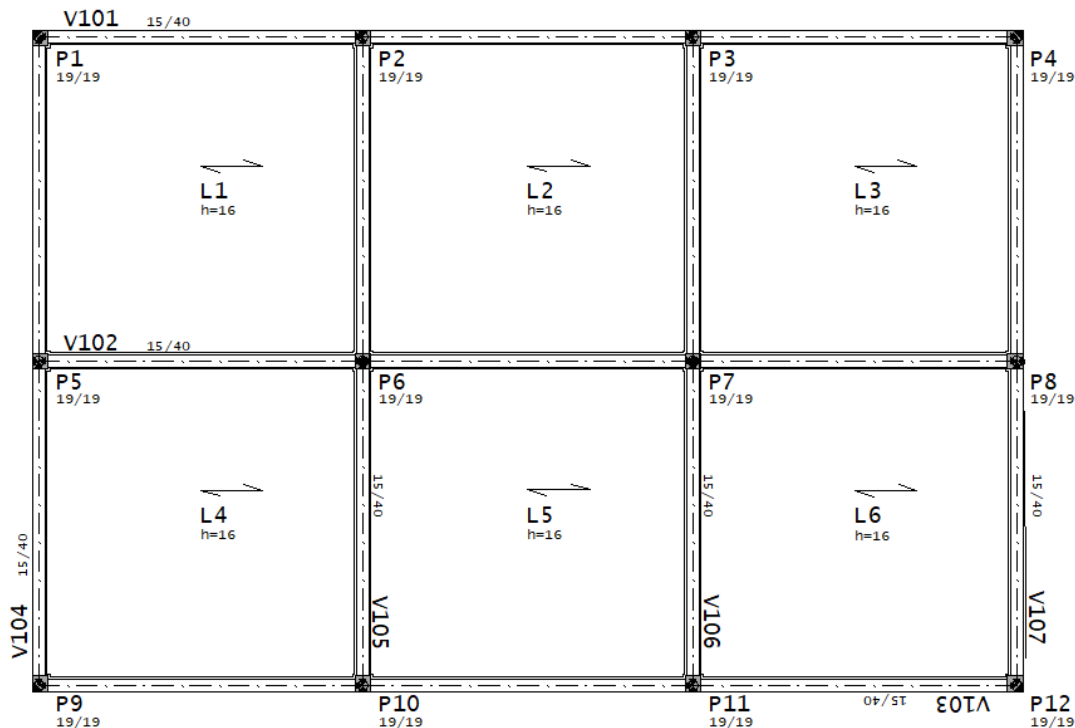
A coleta de dados foi realizada propondo 5 modelos diferentes de pilares para estruturar o edifício, em que as larguras variaram entre 19, 18, 17, 16 e 15 cm, procurando conseguir-se manter a área mínima de  $360 \text{ m}^2$ . A análise foi realizada pelas diferenças das cargas exercidas nos pilares, devido ao coeficiente adicional, de modo que aconteça uma variação no consumo do aço, influenciando no custo de cada situação.

Os valores do consumo de aço encontrados foram comparados com o primeiro modelo, pilar com seção de  $19 \text{ cm} \times 19 \text{ cm}$ , devido a este não possuir majoração

em suas cargas, pois é a dimensão mínima aceita pela norma sem que seja considerado como um caso especial. Nos outros modelos, os esforços solicitantes de cálculo foram majorados pelo coeficiente adicional, resultando numa carga até 20% maior que valor inicial.

A figura 3 mostra a planta de forma com a posição dos pilares de 19 cm x 19 cm no edifício. Os outros modelos apresentam a mesma planta de forma, com os pilares posicionados com o lado de menor inercia no eixo y.

**Figura 3.** Planta de forma do edifício para os modelos.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a montagem dos carregamentos o Sistema TQS calcula diferentes combinações dos esforços para o pórtico espacial do edifício. As combinações avaliam o Estado de Limite Ultimo (ELU), peso permanente, peso próprio e a carga accidental geradas pelos dados recebidos pelo software, de modo que o pior caso considerado dará origem a força normal inicial de cálculo.

As verificações e cálculos dos efeitos locais de segunda ordem são realizadas de maneira automática pelo programa. Ressaltando-se que o dimensionamento só será realizado se os elementos estruturais suportarem todas as combinações possíveis.

Ao analisar as combinações dos esforços do edifício proposto, observou-se que após a majoração de segurança, houveram diferenças consideráveis nos esforços solicitantes de cálculo entre os pilares de dimensão transversal de 19 cm a 15

cm. Essas diferenças se deram devido a majoração ocasionada pelo coeficiente adicional, acarretando-se em um aumento de 5% para cada centímetro diminuído na dimensão transversal de cada pilar.

Notou-se também, que alguns valores sofrem uma pequena aproximação para obtenção de resultados mais exatos.

A tabela 2, demonstra como foram adotados os esforços solicitantes para o cálculo dos pilares de canto, de acordo com a sua respectiva largura, exemplificando como o software adota os valores das cargas no dimensionamento de cada pilar do edifício.

**Tabela 2.** Esforços solicitantes - Pilares de canto

Largura	$\gamma_n$	$N_d \times \gamma_n$	$N_d$ adotado
19 cm	1,00	24,00 tf	24,00 tf
18 cm	1,05	25,20 tf	25,20 tf
17 cm	1,10	26,50 tf	27,00 tf
16 cm	1,15	27,60 tf	28,00 tf
15 cm	1,20	28,80 tf	29,00 tf

### 5.1. CONSUMO DE AÇO

Analisando os dados, observou-se que ao diminuir uma dimensão da seção transversal do pilar, haverá um aumento no consumo de aço, isso ocorre devido ao coeficiente adicional  $\gamma_n$ . Deste modo, ao diminuir um dimensão, aumentará a carga atuante no elemento, necessitando assim do aumento na quantidade de aço para a armadura longitudinal, atendendo às novas solicitações de cálculo.

A coleta dos dados foi realizada através da alteração de todos os pilares existentes no edifício, observando as diferenças causadas pelo  $\gamma_n$  em suas cargas e conseqüentemente na quantidade das armaduras longitudinais de cada modelo proposto:

- Modelo 1: Seção transversal de 19 cm x 19 cm;
- Modelo 2: Seção transversal de 18 cm x 20 cm;
- Modelo 3: Seção transversal de 17 cm x 22 cm;
- Modelo 4: Seção transversal de 16 cm x 23 cm;
- Modelo 5: Seção transversal de 15 cm x 24 cm.

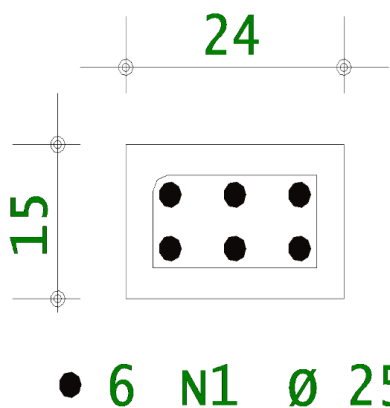
Os pilares de todos os modelos foram dimensionados pelo próprio Software TQS, satisfazendo os critérios estabelecidos pela NBR6118:2014, com exceções dos pilares intermediários P6 e P7 (figura 3) do modelo 5, que ao sofrerem as majorações, apresentaram alguns problemas, conforme descritos a seguir.

Em primeiro momento, o Sistema TQS, classificou que a resistência obtida ( $R_d$ ) foi inferior à solicitação ( $S_d$ ), nestes casos é recomendável aumentar a armadura, a resistência do concreto ou a seção do pilar. Para manter a seção e a resistência do concreto com objetivo de realizar as

comparações, foi optado por aumentar a armadura do elemento.

A figura 4, mostra a configuração final das armaduras longitudinais dos pilares P6 e P7 do modelo 5.

**Figura 4.** Armaduras longitudinais do P6 e P7 do modelo 5.



Esta configuração de armadura longitudinal satisfaz os critérios exigidos pelos esforços, porém não satisfaz duas recomendações da norma que garantem a qualidade da trabalhabilidade do elemento estrutural:

- Excedeu-se a taxa de armadura máxima de 8%;
- Ultrapassou-se a recomendação da armadura longitudinal não ser superior a 1/8 do menor lado da seção pilar, que, neste caso, seria a bitola de 16 mm. Entretanto, ao usar esta dimensão, não seria respeitado o espaçamento limite de armaduras longitudinais.

O consumo de aço é demonstrado a seguir pelas tabelas de 3 a 7, sendo que cada uma mostra o quantitativo necessário para

cada modelo proposto. Inicialmente, o consumo contabilizado será somente das armaduras longitudinais, que são as de importâncias estruturais. Os estribos, que possuem mais importância nos processos construtivos, serão contabilizados nas análises de composição de custos.

**Tabela 3.** Consumo de aço P19x19

Modelo 1. $\gamma_n = 1$	
Ø 10	371,30 kg
Ø 12,5	65,60 kg
Ø 20	110,50 kg
<b>Total</b>	<b>547,40 kg</b>

**Tabela 4.** Consumo de aço P18x20

Modelo 2. $\gamma_n = 1.05$	
Ø 10	322,00 kg
Ø 12,5	77,20 kg
Ø 16	112,70 kg
Ø 20	110,50 kg
<b>Total</b>	<b>622,40 kg</b>

**Tabela 5.** Consumo de aço P17x22

Modelo 3. $\gamma_n = 1.10$	
Ø 10	322,00 kg
Ø 12,5	77,20 kg
Ø 16	46,00 kg
Ø 20	221,00 kg
<b>Total</b>	<b>666,20 kg</b>

**Tabela 6.** Consumo de aço P16x23

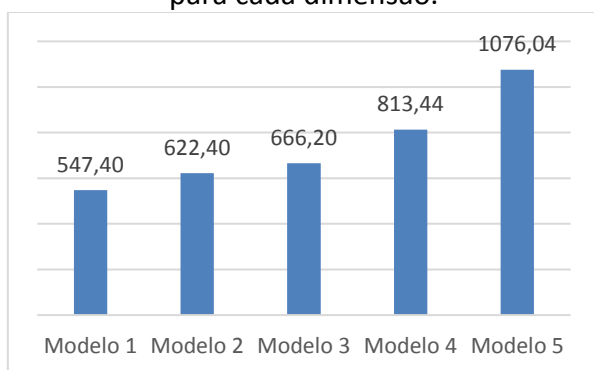
Modelo 4. $\gamma_n = 1.15$	
Ø 10	319,74 kg
Ø 12,5	26,90 kg
Ø 16	133,40 kg
Ø 20	333,40 kg
<b>Total</b>	<b>813,44 kg</b>



**Tabela 7.** Consumo de aço P15x24

<b>Modelo 5. <math>\gamma_n = 1.20</math></b>	
<b>Ø 10</b>	319,74 kg
<b>Ø 16</b>	245,96 kg
<b>Ø 20</b>	270,00 kg
<b>Ø 25</b>	240,34 kg
<b>Total</b>	1.076,04 kg

O Gráfico 1 mostra o resumo do consumo de aço para cada modelo, no qual, observa-se que o consumo de aço aumentou de acordo com a redução nas dimensões dos pilares. Comparando o modelo 1 aos demais modelos, tem-se que no modelo 2 o consumo chegou a aumentar cerca de 13,70%, no modelo 3 aumentou cerca de 21,70%, no modelo 4, para suportar as cargas majoradas, aumentou cerca de 48,60% o seu consumo e no modelo 5, apresentou um aumento de 96,60%, devido a necessidade de reforçar a resistência obtida.

**Gráfico 1.** Resumo do consumo do aço (kg) para cada dimensão.

## 5.2. CUSTOS

Para a composição dos custos foi necessário também o quantitativo de

concreto e de formas utilizados para a execução dos pilares, sendo estes dados fornecidos pelo Software Sistema TQS. Reunindo os quantitativos de concreto, formas e a análise de consumo de aço foi realizada a composição dos custos adotando os preços existentes no boletim de preços do SindusCon MS – Sindicato Intermunicipal da Indústria da Construção do Estado de Mato Grosso do Sul (Data-base setembro e outubro de 2018).

Os preços fornecidos, estão incluindo tanto material quanto a mão de obra:

- Aço fino = R\$ 9,72/kg;
- Aço médio = R\$ 9,05/kg;
- Aço grosso = R\$ 9,10/kg;
- Concreto Fck 25 Mpa = R\$ 316,00/m<sup>3</sup>;
- Forma para pilares, utilizadas 2x = R\$ 81,01/m<sup>2</sup>.

Analisando a tabela 8 - Composição dos custos para cada modelo, confirma-se que ao reduzir a dimensão do pilar de 19 cm até 15 cm, o custo total dos pilares aumenta. Comparando o modelo 1 até o modelo 5 o custo aumentou cerca de 38,30%, devido da necessidade de um consumo maior do aço.

Isso demonstra que o aço tem, de maneira geral, o custo mais elevado na construção dos pilares. Deste modo, a maneira que os pilares são dimensionados podem trazer diferenças significantes para o custo final da obra.

É necessário ressaltar que a tabela 8,

contém somente o custo originado para a construção dos pilares deste estudo, não incluindo os outros elementos que compõem uma estrutura de concreto armado.

Ressalta-se também que o objetivo dos custos é demonstrar a diferença de preço

que os consumos de aço ocasionam no final da obra, porém cada projeto possui sua própria peculiaridade e a decisão de como os pilares são arrojados no projeto deve ser do engenheiro responsável juntamente com o cliente.

**Tabela 8.** Custos de materiais para cada modelo.

	<b>Aço</b>	<b>Formas</b>	<b>Concreto</b>	<b>Total</b>
<b>Modelo 1</b>	R\$ 6.438,25	R\$ 4.431,25	R\$ 1.643,20	R\$ 12.512,70
<b>Modelo 2</b>	R\$ 7.043,70	R\$ 4.431,25	R\$ 1.643,20	R\$ 13.118,20
<b>Modelo 3</b>	R\$ 7.412,10	R\$ 4.548,70	R\$ 1.706,40	R\$ 13.667,16
<b>Modelo 4</b>	R\$ 8.921,45	R\$ 4.548,70	R\$ 1.678,00	R\$ 14.994,70
<b>Modelo 5</b>	R\$ 11.265,80	R\$ 4.431,00	R\$ 1.643,20	R\$ 17.304,10

## 6. CONCLUSÃO

O edifício proposto foi desenvolvido de maneira que possibilitasse encontrar resultados que permitissem alcançar os objetivos apresentados.

Ao comparar o quantitativo de aço de cada modelo, concluiu-se que ao diminuir a largura dos pilares para um valor menor que 19 cm em sua seção transversal, acarretará em um maior consumo de aço na estrutura e por consequência, um maior custo final da obra na construção de pilares, devido ao aço estar entre os custos mais altos em uma obra de concreto armado.

Pode-se observar que mesmo mantendo a área de 360 cm<sup>2</sup>, os esforços solicitantes de cálculo, ao serem majorados, podem ter muita influência na composição final de um elemento estrutural. Esta majoração acontece com o objetivo de provocar um limite mínimo para a dimensão transversal, garantindo que pilares com larguras menores tenham um desempenho aceitável.

A NBR 6118:2014 recomenda a dimensão mínima de 19 cm para a seção transversal dos pilares, justamente por este apresentar um melhor comportamento estrutural em relação aos inferiores. Isso

acontece, devido as dimensões menores estarem sujeitas ao aumento da probabilidade de ocorrer desvios relativos e falhas na construção. Assim, o coeficiente adicional  $\gamma_n$ , tem a função de ajustamento da estrutura, garantindo que estes desvios não ocorram de maneira significativa nas construções.

De maneira geral, estes aspectos podem influenciar tanto na esbeltez e na flambagem dos pilares, como também na durabilidade, já que as dimensões mínimas garantem os espaçamentos necessários para os cobrimentos das armaduras. As dimensões podem variar de projeto para projeto e caberá ao engenheiro determinar as medidas exigidas para cada elemento estrutural atender a estabilidade devida para o edifício.

Portanto ao buscar um padrão estético, econômico, durabilidade ou até mesmo um melhor processo construtivo dos elementos estruturais, pode-se decidir em manter a seção transversal e aumentar a resistência do concreto utilizado ou aumentar a seção transversal e permanecer na resistência atual. Ambas alternativas solucionam o aumento do consumo de aço nas estruturas.

Ressalta-se que este trabalho não possui aprofundamento nos cálculos dos elementos estruturais. O estudo de estruturas de concreto armado é muito mais amplo e complexo, portanto apenas foram

apresentados os dados precisos para alcançar os objetivos propostos, para que sirvam como uma análise teórica em casos semelhantes.

Como possibilidade para estudos futuros, pode-se realizar a análise da estabilidade global da estrutura, a qual é influenciada pelas áreas das seções dos elementos calculados. Também é possível verificar o comportamento estrutural dos demais elementos que compõem uma estrutura (vigas e lajes), analisando as melhores opções de consumo de material e o seu comportamento estrutural.

## 7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M.; **CURSO DE CONCRETO ARMADO**. Editora Dunas, 2010.

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 6120: Carga para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 1980.

BASTOS, P.S.S.; Pilares de concreto armado. **Notas de aula da disciplina de Estruturas de concreto armado**. Bauru -SP, 2015.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R.; **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais**

**de concreto armado: segundo a NBR 6118:2003.** 3. ed. São Carlos, 2010. 367 p.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M.; **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: volume 2.** Editora Pini, 2009.

NASCIMENTO, P.P.; et al. **Análise experimental de pilares de concreto armado submetidos à flexo-compressão, reforçados com concreto auto-adensável e conectores.** 2009.