

Macêdo, A. K. A.¹; Silva, B. F. N.²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Caetano, M. A. T.³

Professor, Esp. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ adryankellyalves@gmail.com; ² brunofabricio.eng@outlook.com; ³ mcaetano@pucgoias.edu.br

RESUMO: O progresso econômico do Brasil se encontra correlacionado diretamente a solução de diversos contratempos sociais, entre eles se evidenciando o déficit habitacional. A fim de resolver esta questão foi criado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em 2009, obtendo como propósito essencial propiciar a tão sonhada conquista da casa própria, por famílias que se enquadrassem na renda familiar inferior ou igual a dez salários mínimos. Através do Governo Federal, a Caixa Econômica Federal foi outorgada como gestora operacional do programa. Com o objetivo de estudar os pilares de habitações que são aplicadas no programa Minha Casa Minha Vida, foram realizados cálculos manuais para análise de pilares com seção transversal inferiores ao mínimo preconizado em norma, sendo apresentados resultados insatisfatórios para carregamento de uma residência com padrão do Programa Minha Casa Minha Vida, chegando à conclusão que as construções realizadas pela Construtora X não atende ao que se indica nas normas vigentes.

Palavras-chaves: Pilares, seção transversal, NBR 6118 (ABNT,2014), NBR 15575 (ABNT, 2013).

Área de Concentração: 02 – Estruturas

1 INTRODUÇÃO

Em uma averiguação elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui cerca de 209,5 milhões de habitantes, entre esses 50 milhões, correspondente a 23,86%, se enquadram na linha da pobreza, sendo obrigados a sobreviver com uma renda mensal familiar de R\$ 387,07, tornando o que se denomina déficit habitacional.

Com a crise do mercado mundial e o país passando por um desequilíbrio no déficit habitacional, o governo federal difundiu, em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) com a intenção de abranger o incentivo à liquidez na economia doméstica e elaborar estímulos às atividades da economia no país.

Com o progresso do PMCMV em alta escala e o mercado da construção civil aquecendo, manifestou-se a necessidade de manutenções e intervenções nas edificações. Dessa forma, a

Associação Brasileira de Normas Técnicas revisou, no ano de 2013, a NBR 15.575 – Desempenho de Edificações Habitacionais (ABNT, 2013), a qual averigua desde a resistência de uma construção até o conforto que a mesma deve proporcionar aos usuários, especificando as condições que uma edificação deve atender, procurando sempre orientar as construtoras de forma técnica e instantaneamente provocar o mercado, objetivando aperfeiçoamentos nas propriedades das obras.

Por meio do presente trabalho calculou-se, manualmente um pilar com seção transversal de 14x20cm, dimensão esta inferior ao que é preconizado na NBR 6118 (ABNT,2014) - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, para analisar a viabilidade de sua execução em uma construção de uma casa nos padrões do PMCMV.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir da Lei 11.977/09, foi elaborado o Programa Minha Casa Minha Vida, com propósito de atender uma grande demanda e procura por lares que se enquadrassem entre 0 a 10 salários mínimos.

Com a crise internacional no final de 2008, foi determinado limites mais evidentes e cada vez mais críticos, ocasionando na mudança da conjuntura nacional, acarretando, dessa forma, com que o ano de 2009 se iniciasse com retrações econômicas e, conseqüentemente, uma diminuição do PIB. Possuindo como base este fundamento o governo ampliou estímulos de medidas à liquidez na economia e nas políticas de consolidação cambial, dispondo incentivos diretos à ação econômica. Na qual, maior parte desses estímulos aglomerou-se no departamento da construção civil e da infraestrutura, já que nesse setor existia uma demanda expressiva tanto na formação de empregos, quanto no desempenho sob o PIB.

Com o aumento da necessidade de manutenções, o Governo Federal em cooperação com a iniciativa privada, revisou, no ano de 2013, por meio da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), à NBR 15.575, validada em 19 de fevereiro de 2013, mas imposta apenas a partir de julho, sendo chamada de “a evolução do mercado imobiliário brasileiro”. Nesta, procurou estabelecer critérios mínimos de desempenho para as edificações, definindo parâmetros que devem ser respeitados em todo o processo da obra, como a especificação de materiais e sistemas que tratam-se do desempenho requerido a vida útil da construção, sendo que a eficiência na execução de uma edificação está acoplada ao suporte nas utilidades humanas, podendo ser fragmentada através de quesitos de qualidade no padrão, parâmetros quantitativos ou princípios e procedimentos avaliativos, que sempre permite a mensuração objetiva.

A norma de desempenho possui características específicas por contrapor trechos de normas já existentes pois, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) “a seção transversal de pilares e pilares-parede maciços, qualquer que seja a sua forma não pode apresentar dimensão menor que 19cm”; já a NBR 15575 (ABNT, 2013) argumenta que “para casas térreas e sobrados, cuja altura total não ultrapasse 6,0 m (desde o respaldo da fundação de cota mais baixa até o topo da cobertura), não há necessidade de atendimento às dimensões mínimas dos componentes estruturais estabelecidas nas normas de projeto estrutural específicas”.

Visto que a NBR 6118 (ABNT, 2014) outorga o uso de pilares com segmentos menores que 19 cm, porém o mesmo não pode ser menor que 14 cm. De acordo com a normativa essas dimensões menores que recomendadas devem ser substituídas por um coeficiente “ γ_n ” que deve ser multiplicado por todas as ações que forem consideradas para

o dimensionamento da estrutura, entretanto a seção transversal não pode ter área inferior a 360 cm² (para pilares). A NBR 6118 (ABNT, 2014) determina o coeficiente “ γ_n ”, pela Figura 1:

Figura 1 - Tabela NBR 6118

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

Nota: O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo quando de seu dimensionamento.
 $\gamma_n = 1,95 - 0,05 b$
b = menor dimensão da seção transversal (cm).

Fonte: ABNT (2014).

Na NBR 15.575 (ABNT, 2013), presume que para edifícios com até cinco andares a rigidez do elemento estrutural deve ser definida a partir dos ensaios destrutivos e do traçado equivalente ao diagrama carga x deslocamento, além de esclarecer os requisitos para o conjunto estrutural. Nessa atribuição, a mesma procura retratar o suporte às normas particulares aos processos de construção, tratando desde o estado limite último até o tempo de execução de todo o serviço. Para averiguar a força e o quanto a edificação resiste a ruptura, utiliza-se o ensaio de corpo mole e para analisar se há uma desestabilização ao longo da estrutura o mesmo é apurado a partir do ensaio de corpo duro, fornecendo dessa forma quais possíveis serão as perturbações que podem intervir numa boa qualidade, segurança e vida útil do edifício.

Ainda na NBR 15.575 (ABNT, 2013), toda a estrutura deve respeitar e cumprir a vida útil que é concebida em projeto, fornecendo as imposições como: não possuir instabilidade, propiciar autoconfiança aos moradores caso haja algum efeito, balanço ou qualquer outra instância calculada em projeto. Os estudos são feitos a partir das análises laboratoriais ou protótipos, que buscam apurar a resistência e o deslocamento mediante aos impactos.

2.1 Pilares

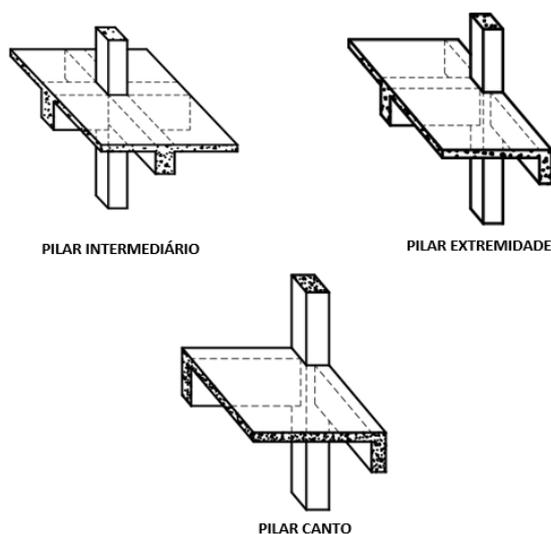
Por volta do ano de 1960, pilares eram dimensionados por flambagem, multiplicando a carga de trabalho axial pelo coeficiente de segurança e de majoração, o qual necessita do índice de esbeltez. Conforme os anos se passaram, foram avançadas propostas de dimensionamento de pilares que aprimoraram a partir de diversas categorias de seções e solicitações, incidindo na conduta das mesmas características não-lineares, tanto geométricas quanto físicas decorrentes das equações peculiares entre aço e concreto, as ações que atuam sobre os pilares são definidas a partir de forças solicitantes, como momento fletor, força normal e cortante.

A norma presume também simplificações pertinentes ao dimensionamento das armações, agindo de forma que as repercussões do estado-limite último passam a ser

desconsiderado as solicitações pertinentes a retração por secagem, proveniente das variações de temperatura e da umidade relativa do ar.

Para estabelecer as ocorrências básicas de projeto, pilares contraventados de uma edificação são determinados a partir da sua localização na própria estrutura, podendo ser chamado de pilares intermediários, de extremidade e de canto. Pilares intermediários (pilar interno ou de centro) são aqueles em que a ação de suporte das vigas é de compressão centrada, podendo ser desconsiderado momentos fletores a ele difundido. Tratando-se dos pilares de extremidades (pilar de borda) são aqueles que provindo das vigas recebe o momento fletor, no qual o carregamento encontra-se perpendicular ao momento, sendo assim estão sujeitos a flexão normal composta. Já os pilares de canto possuem vigas de continuidade suspensa em dois caminhos principais, se enquadrando na flexão oblíqua composta, ambos demonstrados na Figura 2.

Figura 2 – Classificação dos pilares



Fonte: (BASTOS, 2020)

A norma apresenta diferentes métodos aproximados, sendo eles: método de pilar-padrão com curvatura aproximada, método pilar-padrão com rigidez k aproximada, pilar-padrão acoplado a diagramas M , N , $1/r$ e pilar-padrão para seção retangular submetidos a flexão composta oblíqua.

O método de pilar-padrão consiste no procedimento utilizado para averiguar ideias que intervêm nas avaliações dos efeitos de segunda ordem e da instabilidade por dissensão no equilíbrio, em pilares de concreto armado sob flexo-compressão, conhecido pelo termo “flambagem”.

Quando se trata dos efeitos de projeto, os pilares da edificação como já falado acima, podem ser categorizados como pilares intermediários, extremidade ou de canto,

possuindo situações diferentes para cada um destes em projeto. O pilar intermediário possui carga de compressão centrada, isto é provocado por conta que as lajes e vigas são contínuas sobre o pilar, sendo capaz de determinar que os momentos fletores sejam tão pequenos, podendo ser desconsiderados.

Pilares de extremidade, está situado nas bordas do edifício, conhecidos pelo termo de pilares laterais ou até mesmo de borda, possui esta nomenclatura por ser extremo para uma viga, ou seja, aquela que não possui continuidade, existindo nessa forma momentos fletores. Como o próprio nome já determina a localização do pilar, os pilares de canto se encontram posicionados nos cantos da edificação, ocorrendo nas situações de projeto a flexão oblíqua, resultante da não continuidade de vigas apoiadas ao pilar.

2.2 Pré-dimensionamento

Disponibilizado por Bastos (2020), o cálculo do pré-dimensionamento de pilares para residências de pequeno porte, as equações se dividem em:

Equação 1 – Pré-dimensionamento para Pilar Intermediário

$$A_c = \frac{N_d}{0,5f_{ck} + 0,4}$$

Equação 2 – Pré-dimensionamento para Pilar Extremidade e de Canto

$$A_c = \frac{1,5 N_d}{0,5f_{ck} + 0,4}$$

Na qual:

A_c = Área de seção transversal do pilar (cm^2);

N_d = força normal de cálculo (Kn);

F_{ck} = resistência característica do concreto (kN/cm^2).

Edifícios estes, onde fenômenos naturais como a ação do vento provoca solicitações significativas que precisam ter a seção transversal considerada em relação às resultantes do pré-dimensionamento.

O processo de dimensionamento adotado para o presente trabalho, também foi o de Bastos (2020).

3 METODOLOGIA

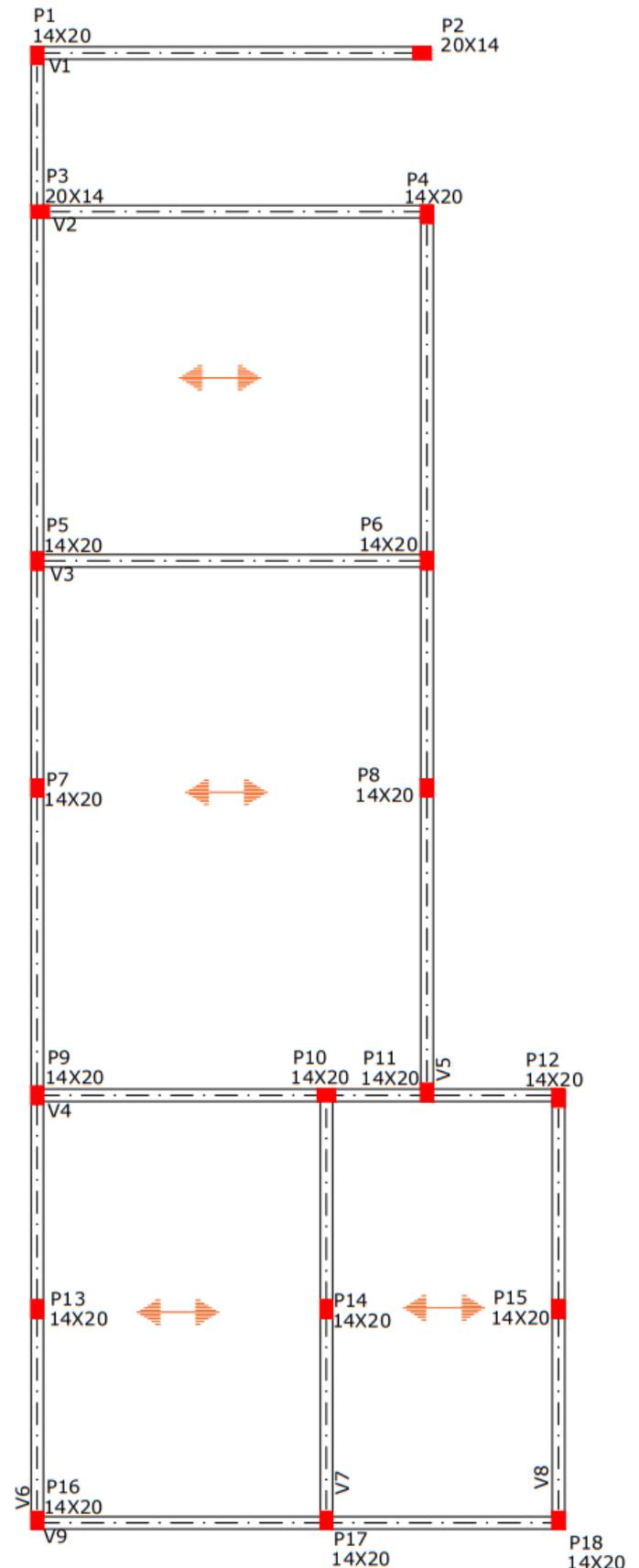
Figura 3 – Planta de Fôrma

De posse de um projeto arquitetônico disposto no Anexo 1, foram realizados cálculos para o dimensionamento da estrutura fora de norma, a fim dê-se obter resultados com dimensões das seções dos pilares 14x20 cm, com o propósito de analisar se os mesmos podem ser ou não executados.

Inicialmente para alcançar o resultado final, é necessário dimensionar as cargas em cada pilar, sendo eles de canto, centro e extremidade. A localização do pilar na estrutura acarretará carregamentos maiores ou menores. Estes carregamentos estão diretamente relacionados com a área de influência atuante no pilar.

O método das áreas de influência se resume em dividir a área total da edificação em áreas de influência, relativas a cada pilar, com isso estimar as cargas que cada pilar terá que absorver. Consequentemente pilares que contemplem maior área ao seu redor terá maiores cargas, considerando-se as cargas sendo distribuídas uniformemente.

Devido a inexistência de projeto estrutural, foi lançada uma estrutura embasada nos relatos da Construtora X, para confecção do projeto de fôrma. A estrutura é composta apenas por vigas e pilares em concreto armado sem nenhuma variação de material a ser utilizado, conforme demonstrado na Figura 3 a locação dos pilares da estrutura.



Fonte: Do Autor (2020)

De forma analítica, a planilha de cálculo do dimensionamento das cargas, apresentada na Tabela 1, busca resultar na primeira linha o número de pavimentos da edificação, na segunda identificação do carregamento total do pavimento, terceira determina o γ_n , quarta define o γ_f , na quinta estabelece o γ^* , sexta linha designa o f_{ck} de projeto, sétima a capacidade do reservatório, oitava a quantidade de pilares que terá o reservatório, nona linha determinação do α_C adotado, décima tem-se a resistência de cálculo a compressão do concreto, logo a baixo na décima primeira linha apresenta-se a taxa geométrica de armadura longitudinal de tração (ρ) e em seguida se determina a tensão aplicada (σ).

Tabela 1 – Planilha de Determinação dos Carregamentos

Linhas	DADOS DESPECÍFICOS	
1	Nº de Pavimentos	1
2	Q (kN/m ²)	10,0
3	γ_n	1,25
4	γ_f	1,4
5	γ^*	1,5
6	f_{ck} (MPa)	25,0
7	Vol reserv (litros)	1000
8	Qtd de pilares reservatorio	4
9	α_C	0,85
10	f_{cd} (Mpa)	1,79
11	ρ	0,02
12	σ	42

Fonte: Do Autor (2020)

Após a obtenção dos resultados, e determinado a área de influência em cada pilar da edificação, pelo método da área de influência, se calcula o N_k dos pilares, multiplicando entre área de influência da carga (q) e o número de pavimentos da edificação.

Adotando-se γ_n e a carga adicional em kn, é calculado o carregamento total aplicado no pilar (N_d), resultando-se da multiplicação entre $\gamma_f * \gamma_n * N_k$, obtendo parâmetros apresentados na Tabela 2. Os valores da área de influência inseridos tabela 2, estão apresentados no Apêndice 1.

Tabela 2 – Planilha de Determinação dos Carregamentos

Linhas	Pilar	Orientação do pilar	A (m ²)	N_k (kN)	γ_n	CAR.ADIC.(kN)	N_d (kN)
13	P1	Vertical	1,81	18,10	1,25	0,10	47,51
14	P2	Horizontal	1,85	18,50	1,25	0,10	48,56
15	P3	Horizontal	5,85	58,50	1,25	0,10	153,56
16	P4	Vertical	5,89	58,90	1,25	0,10	154,61
17	P5	Vertical	6,66	66,60	1,25	0,10	174,83
18	P6	Vertical	6,66	66,60	1,25	0,10	174,83
19	P7	Vertical	6,3	63,00	1,25	0,10	165,38
20	P8	Vertical	6,3	63,00	1,25	0,10	165,38
21	P9	Vertical	4,45	44,50	1,25	0,10	116,81
22	P10	Horizontal	4,45	44,50	1,25	0,10	116,81
23	P11	Vertical	3,24	32,40	1,25	0,10	85,05
24	P12	Vertical	0,78	7,80	1,25	0,10	20,48
25	P13	Vertical	3,63	36,30	1,25	0,10	95,29
26	P14	Vertical	6,52	65,20	1,25	0,10	171,15
27	P15	Vertical	2,89	28,90	1,25	0,10	75,86
28	P16	Vertical	1,83	18,30	1,25	0,10	48,04
29	P17	Vertical	3,28	32,80	1,25	0,10	86,10
30	P18	Vertical	1,45	14,50	1,25	0,10	38,06

Fonte: Do Autor (2020)

Com o carregamento total de cada pilar e de posse da planta de fôrmas, foram escolhidos 3 pilares da estrutura, sendo um para cada situação: Intermediário, Extremidade e Canto (P10, P3 e P1, respectivamente). Logo, para os cálculos dos respectivos pilares, foram utilizadas planilhas localizadas apresentadas em Apêndices 2, 3 e 4 respectivamente.

Para o cálculo dos pilares a primeira linha dos Apêndices 2, 3 e 4 determina o lado x, sendo a seção transversal, em seguida na segunda obtêm-se o lado y, seção longitudinal, resultando nas dimensões dos pilares e na terceira linha a verificação da seção do pilar. Logo abaixo é informado os coeficientes de ponderação.

Na nona linha calcula-se os esforços solicitantes, em seguida na décima primeira e décima segunda linha obtêm-se os índices de esbeltez. Os momentos fletores mínimos, tanto na direção x quanto na direção y, são calculados da décima primeira a décima quarta linha da tabela. Logo a baixo na décima sexta e décima sétima linha se apresenta-se os limites de esbeltez tanto em x como em y.

Os momentos fletores de segunda ordem são apresentados na décima oitava linha. Utilizando o método do pilar-padrão com curvatura aproximada, calcula-se a força normal adimensional, a curvatura na direção y sujeita aos momentos fletores de segunda ordem e a excentricidade máxima de segunda ordem na direção y que é determinada na vigésima terceira linha.

Em seguida, na vigésima sexta linha é solicitada o cobrimento lateral do pilar, tal informação é determinada através da tabela 7.2 da NBR 6118 (ABNT, 2014), identificando o cobrimento mínimo solicitado pela classe de agressividade do concreto em cada região.

Na vigésima sétima linha é calculada a relação entre distância do centro de gravidade das barras até a fase do pilar, pela seção transversal (d'/h), já na vigésima oitava linha é realizado o cálculo do μ na seção transversal do pilar.

Ao encontrar os valores de $d'x/hx$ e $d'y/hy$, substitui-se nos Ábacos de Venturini. Com o valor de ω , se calcula a área de aço na trigésima terceira linha. Na trigésima quarta solicitasse a bitola a ser utilizada Em seguida na trigésima quinta linha a quantidade de barras calculada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados lançados nas planilhas e valores pré-estabelecidos pela Construtora X, resultaram em valores inexistentes nos ábacos de Venturini, com a incompatibilidade de valores, não foi possível correlacionar a seção transversal do pilar determinada pela construtora.

Sendo que não se encaixa em questões normativas, tanto da NBR 6118 (ABNT, 2014) quanto NBR 15575 (ANT, 2013), portanto a dimensão do pilar, foge do que se é determinado nas normas.

No laboratório próprio da Construtora X, o concreto que se utilizam após testes que a mesma realiza, possui uma resistência a compressão de apenas 20 MPa, sendo realizado todos os padrões exigidos pela norma NBR 12655 (ABNT, 2015), com rompimento aos 28 dias. O cobrimento das armações adotado pela construtora é de 20mm. Nota-se, então, que, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), a resistência mínima para concretos com objetivos finais a estrutura da edificação é de 25 MPa e cobrimento mínimo para a classe desta estrutura é 30 mm. Sendo assim, os valores adotados também não se encaixam nos padrões mínimos normativos.

Com informações fornecidas pela construtora, o aço utilizado nas obras, tem sido armações pré-fabricadas com seu diâmetro longitudinal de 8.0mm (CA-50) e estribos utilizando o aço CA-60 com diâmetro de 4.2mm. Contudo, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) a armação mínima longitudinal para pilares, tem como diâmetro mínimo 10mm. Com informações da mesma normativa a seção transversal da armadura destinada a pilares (estribos), de modo algum pode ser inferior a bitola de 5.0mm (CA-60).

A meta da construtora analisada, são residências que têm como fim a venda através de financiamentos bancários, que se encaixam nos padrões do Programa Minha Casa Minha Vida, sendo vistoriadas devidamente pela prefeitura que estão localizadas, gerando assim autorização de uso. Não sendo verificadas as dimensões dos pilares nem mesmo a existência de projetos estruturais para a edificação, após a

autorização, tais moradias são financiadas pelo PMCMV, com financiamentos de até 30 anos (segundo o Banco Caixa Econômica Federal do Brasil). Logo, considerando a venda destes imóveis para pessoas de baixa renda, as possíveis patologias dificilmente serão corrigidas, sendo evidente que se fosse exigido projeto estrutural por parte dos órgãos fiscalizadores evitariam tais possíveis problemas.

5 CONCLUSÕES

Portanto, pode-se concluir que o dimensionamento dos pilares se torna inviável devido a inexistência de d'/h nos ábacos de flexão, conseqüentemente impossibilitando o dimensionamento por falta de informações. Foi realizado o dimensionamento com valores existentes nos Ábacos de Venturini, e o mesmo apresentou valores inadequados para cálculo.

Os ábacos apresentados por Venturini não apresentam valores para $d'/h= 0,3$. Para tanto, foi feita uma extrapolação linear com os valores de 0,15 e 0,20 com o intuito de se obter o valor de 0,3.

Com os resultados encontrados, se determina inviável a dimensão de pilares 14x20 cm, visto que além de não respeitar a questão normativa, o mesmo pode acarretar problemas graves no futuro, podendo até levar a estrutura a colapso dependendo da sua sobrecarga atuante. Uma vez que a seção 14x20 cm, não foi recomendada tem-se que as seções inferiores também não podem ser utilizadas.

Devido ao não dimensionamento correto da estrutura, as cargas não recebidas pelos pilares são direcionadas para as paredes que contém único objetivo de vedação, no qual se torna nítido o surgimento de patologias, possuindo características comuns de fissuras longitudinais com aberturas de 2 a 5 mm, sendo encontrado a maioria na junção de vigas e pilares.

De acordo com a Construtora X os problemas estruturais e a não conformidade com as normas estão além da seção transversal do pilar. O concreto aplicado nas estruturas, produzido in loco, possui uma resistência a compressão em 28 dias de apenas 20 MPa, inferior ao que é estabelecido em norma.

Com todas as informações já relatadas pode-se concluir a inviabilidade de pilares com seção 14x20 cm. A NBR 15575 (ANT, 2013) por sua vez segue autorizando a utilização da estrutura, contudo a mesma solicita que condições de segurança sejam respeitadas.

Como relatado pela Construtora X, as exigências vindas por parte dos órgãos públicos responsáveis, são apenas projetos arquitetônicos. Assim, a exigência de projeto estrutural, por parte dos órgãos públicos, poderia acarretar na queda dos problemas estruturais acima relatados. Conseqüentemente a

utilização das dimensões mínimas dos pilares solicitados pela NBR 6118 (ABNT, 2014) seria atendida, visto que a utilizada se torna totalmente inviáveis.

Programas habitacionais como o Minha Casa Minha vida tem sido desenvolvido no decorrer de anos anteriores com o apoio dos órgãos federais. Entretanto nos últimos anos com a mudança no governo, os financiamentos têm se tornado cada vez mais inviáveis e com maiores dificuldades sem os subsídios que anteriormente eram fornecidos pelo poder federal. Construções que vem utilizando a estrutura analisada pelo presente trabalho, vem sendo vendidas a pessoas de baixa renda que historicamente consideram suas residências não apenas como edificações, mais sim um sonho de vida, uma vitória alcançada pela classe trabalhadora brasileira.

6 AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus por nos ter proporcionado chegar até aqui. Segundo aos nossos pais, familiares e amigos pela força e apoio durante toda a nossa trajetória.

Nosso enorme respeito e reconhecimento ao professor e orientador Marco Aurélio Tavares Caetano e a faculdade por terem da melhor forma nos propiciar um melhor aprendizado e nos transforma em melhores profissionais.

Nosso imenso agradecimento a Construtora X, por ter repassado informações valiosas para a realização deste trabalho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

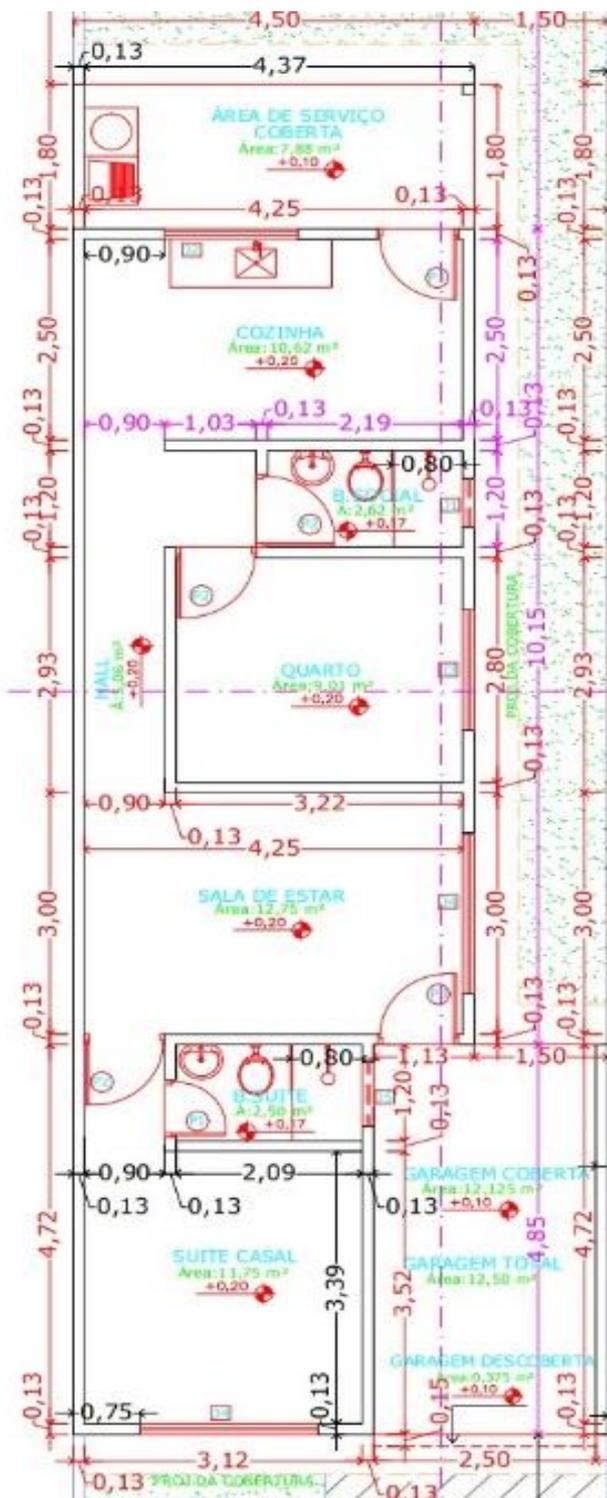
- ABNT. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. S.l.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.
- ABNT. Edificações Habitacionais – Desempenho. S.l.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.
- ABNT. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. S.l.: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014.
- BASTOS, P.S.S. **Pilares de Concreto Armado**. Bauru, São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2017.
- CARVALHO, R. **Análise do programa habitacional minha casa, minha vida nas perspectivas da inovação social e negócios sociais**. Minas Gerais: Revista de Gestão Social e Ambiental, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Carvalho8/publication/296822222_ANALISE_DO_PROGRAMA_HABITACIONAL_MINHA_CASA_MINHA_VIDA_NAS_PERSPECTIVAS_DA_INOVACAO_SOCIAL>

- E **NEGOCIOS SOCIAIS**/links/56daca4908aeb4638be e34d.pdf> Acesso em: 04 jun. 2020.
- CONSTRUTORA X. **Projeto Arquitetônico, planta baixa, planta de fôrmas**. Goiânia: Agosto, 2020.
- COSTA, J. **Desenvolvimento econômico brasileiro contemporâneo e a Caixa: o papel do FGTS**. Belo Horizonte: Caixa Econômica Federal e Centro Internacional Celso Furtado, 2010. Disponível em: <http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201111291655290.LivroCAIXA_T_0.pdf#page=33> Acesso em: 04 jun. 2020.
- FK COMÉRCIO. **Tijolo baiano**. São Paulo: FK Comércio, s.d. Disponível em: <http://www.fkcomercio.com.br/tijolo_furado.html>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- ITAMBÉ. **Carbonatação do concreto**. Goiânia: Tempestade comunicação, 2009. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/carbonatacao-do-concreto/>> Acesso em: 04 jun. 2020.
- ROJAS, D. – **Você sabe qual a dimensão mínima de um pilar?** S.l: Soluções em projetos de estrutura, 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/voc%C3%AA-sabe-qual-dimens%C3%A3o-m%C3%ADnima-de-um-pilar-diego-rojas>> Acesso em: 04 jun. 2020.
- ROMAGNOLI, A. – **O programa “minha casa minha vida”: continuidades, inovações e retrocessos**. São Carlos: s.n., s.d. Disponível em: <<file:///C:/Users/Adryan%20Kelly/Downloads/6181-15404-1-SM.pdf>> Acesso em: 04 jun. 2020.
- PERFORMANCE. **Serviços Impacto de corpo mole**. Belo Horizonte: Unisinos, s.d. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/itt/ittperformance/servicos/impacto-de-corpo-mole>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

8 SIMBOLOS E UNIDADES

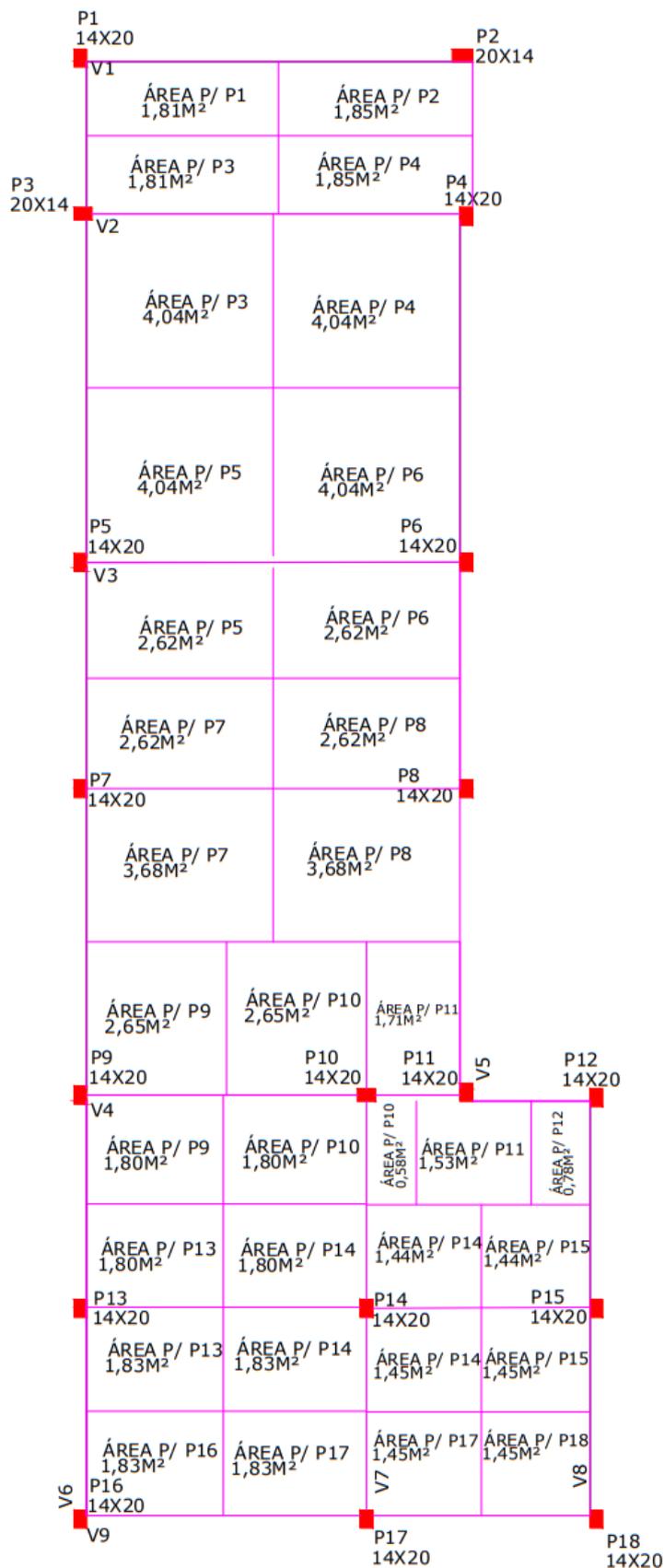
- kN/m² - Quilo Newton por metro quadrado
- γ_n – Gama N
- γ_f – Gama F
- γ^* - Gama *
- f_{ck} – Feature Compression Kneow (Resistência característica do concreto à compressão)
- N_k – Esforço Normal Característica

Anêxo-01-Planta Baixa



Fonte: Construtora X (2020).

Apêndice 01- Área de Influência



Fonte: Do Autor (2020).

Apêndice 02 - Pilar de Intermediário

PILAR INTERMEDIÁRIO N°10	Resultados	ITEM
DIMENSÃO X	14	1
DIMENSÃO Y	20	2
ÁREA DA SEÇÃO	280	3
Fck do concreto Mpa	20	4
COMPRIMENTO EQUIVALETE (FLAMBAGEM)	280	5
$\gamma_c = \gamma_f$	1,4	6
λ_n	1,25	7
Nk	116,81	8
Nd (KN)	204	9
λ_x	69,2	10
λ_y	48,4	11
Momento mínimo direção x (KN.cm)	392	12
e1x, mín(cm)	1,92	13
Momento mínimo direção y (KN.cm)	429,3	14
e1y, mín(cm)	2,1	15
Esbeltez Limite λ_x	69,2	16
Esbeltez Limite λ_y	48,4	17
Força Normal Adimensional V	0,511	18
1/r cm ⁻¹	2,47E-04	19
Verificação de compatibilidade	ok	20
Exentricidade Máxima de 2ª ordem em y (cm)	1,94	21
Dir.x: Md,tot,x= M1d, mín,x	392	22
Dir.y: Md,tot,y (KN.cm)	2625	23
Md,tot,y	ok	24
Cobrimento Lateral	3	25
d'/h na direção x	0,3	26
μ flexão composta	0,33	27
ω	1,2	28
μ na direção y	0,33	29
d'/h na direção y	0,2	30
ω	0,7	31
As Mínimo	1,12	32
As	6,44	33
\varnothing Barra longitudinal (mm)	16	34
QUANTIDADE DE BARRAS CALCULADA	3	35
QUANTIDADE DE BARRAS ADOTADA	4	35

Fonte: Do Autor (2020).

Apêndice 03 - Pilar de Extremidade

PILAR EXTREMIDADE N° 3	Resultados	ITEM
DIMENSÃO X	14	1
DIMENSÃO Y	20	2
Fck do concreto Mpa	20	3
αb	1	4
ÁREA DA SEÇÃO	280	5
COMPRIMENTO EQUIVALETE (FLAMBAGEM)	280	6
γc=γf	1,4	7
γs	1,15	8
λn	1,25	9
Nk (KN)	153,56	10
Nd (KN)	269	11
M1d,A,x = - M1d,B,x KN.cm	516	12
e1x (cm)	1,92	13
λx	69,2	14
λy	48,4	15
M1d,mín, x (KN.cm)	516	16
e1x,mín(cm)	1,92	17
Momento minimo direção y (KN.cm)	564	18
e1y,mín(cm)	2,10	19
Esbeltez Limite λ1,x	26,3	20
Esbeltez Limite λ1,x a usar	35	21
Esbeltez Limite λy	25,0	22
VERIFICAÇÃO Esbeltez Limite λ1,x	35	23
Força normal adimensional V	0,67	24
VERIFICAÇÃO	OK!	26
e2x	2,39	27
Md,tot,x	1158,07	28
VERIFICAÇÃO Md,tot,x	ok!	29
Md,tot,y	1158,07	30
e1x,C verificação 1ª	0,38	31
e1x,C verificação 2ª	0,56	32
e1x,C UTILIZAR	0,56	33
μ na direção x	0,21	34
cobrimento	3	35
d'/h de x	0,3	36
ω	0,75	37
μ na direção x	0,14	38
d'/h de y	0,1	39
ω	0,1	40
As Mínimo	1,12	41
As	6,9	42
As calculado	6,9	43
∅ Barra longitudinal (mm)	16	44
QUANTIDADE DE BARRAS CALCULADA	3	45
QUANTIDADE DE BARRAS ADOTADA	4	46

Fonte: Do Autor (2020).

Apêndice 04 - Pilar de canto

PILAR DE CANTO N 1	RESULTADOS	ITEM
DIMENSÃO X	14	1
DIMENSÃO Y	20	2
Fck do concreto Mpa	20	3
αb	1	4
ÁREA DA SEÇÃO	280	5
COMPRIMENTO EQUIVALETE (FLAMBAGEM)	280	6
γc=γf	1,4	7
γs	1,15	8
λn	1,25	9
Nk (KN)	44	10
Nd (KN)	77	11
M1d,A,x = - M1d,B,x KN.cm	148	12
e1x (cm)	1,92	13
M1d,A,y = - M1d,B,y	162	14
e1y,A	2,1	15
λx	69,2	16
λy	48,4	17
M1d,mín, x (KN.cm)	148	18
e1x,mín(cm)	1,92	19
Momento minimo direção y (KN.cm)	162	20
e1y,mín(cm)	2,10	21
Esbeltez Limite λ1,x	26,3	22
Esbeltez Limite λ1,x a usar	35	23
Esbeltez Limite λy	25,0	24
Força normal adimensional V	0,19	26
1/r cm^-1	5,16E-04	27
VERIFICAÇÃO	0,005	28
e2x	4,04	29
Md,tot,x	459,18	30
VERIFICAÇÃO Md,tot,x	ok!	31
Md,tot,y	162,00	32
VERIFICAÇÃO Md,tot,Y	161,7	33
e1x,C verificação 1ª	0,38	34
e1x,C verificação 2ª	0,77	35
e1x,C UTILIZAR	0,77	36
e1y,C verificação 1ª	0,42	37
e1y,C verificação 2ª	0,84	38
e1y,C UTILIZAR	0,84	39
μ na direção x	0,08	40
μ na direção y	0,02	42
cobrimento	3	44
d'/h de x	0,3	45
ω	0,15	46
μ na direção x	0,02	47
d'/h de y	0,1	48
ω	0	49
As Mínimo	1,12	50
As	1,38	51
As calculado	1,38	52
∅ Barra longitudinal (mm)	10	53
QUANTIDADE DE BARRAS	2	54
QUANTIDADE DE BARRAS ADOTADAS	4	55

Fonte: Do Autor (2020).