

DIMENSÕES MÍNIMAS DE PILARES DE CONCRETO ARMADO EM EDIFICAÇÕES DE BAIXO PADRÃO: ANÁLISE SEGUNDO A NBR 6118:2023

Ademir Souza Ferreira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS – Campus Aquidauana) E-mail: ademir.ferreira@estudante.ifms.edu.br
Osmar Vasconcelos Lima (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS – Campus Aquidauana) E-mail: osmar.lima@estudante.ifms.edu.br
Luan Matheus Moreira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS – Campus Aquidauana) E-mail: luan.moreira@ifms.edu.br

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi analisar se a redução da dimensão mínima de pilares, de 14 cm para 12 cm, atende aos Estados Limites Último e de Serviço prescritos para edificações de baixo padrão. Com base em um projeto arquitetônico de uma edificação residencial popular, foram analisados quatro tipos de situações: (i) pilares com seção transversal 12 x 30 cm com laje em concreto armado, (ii) pilares com seção transversal 14 x 26 cm com laje em concreto armado, (iii) pilares com seção transversal 12 x 30 cm sem laje e (iv) pilares com seção transversal 14 x 26 cm sem laje. Os resultados de cada situação foram obtidos por meio de modelagem estrutural no software AltoQI Eberick. Pode-se concluir que é possível utilizar pilares com dimensão de 12 cm, sem alterações significativas no consumo de aço, desde que a área mínima de 360 cm² seja atendida.

Palavras-chave: Pilares de concreto armado, NBR 6118:2023, Edificações de pequeno porte.

MINIMUM DIMENSIONS OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS IN LOW-STANDARD BUILDINGS: ANALYSIS ACCORDING TO NBR 6118:2023

Abstract: The objective of this paper was to analyze whether the reduction in the minimum dimension of columns, from 14 cm to 12 cm, meets the Ultimate and Service Limit States as prescribed for low-standard buildings. Based on an architectural project for a popular residential building, four types of situations were analyzed: (i) columns with a cross section of 12 x 30 cm with a reinforced concrete slab, (ii) columns with a cross section of 14 x 26 cm with a reinforced concrete slab, (iii) columns with a cross section of 12 x 30 cm without a slab and (iv) columns with a cross section of 14 x 26 cm without a slab. The results for each situation were obtained from structural modeling in AltoQI Eberick software. It can be concluded that it is possible to use columns with a dimension of 12 cm, without significant changes in steel consumption, as long as the minimum area of 360 cm² is met.

Keywords: Reinforced concrete columns, NBR 6118:2023, Small-scale buildings.

1. Introdução

De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, os pilares são elementos estruturais lineares, usualmente dispostos na vertical, nos quais predominam esforços normais de compressão. Independentemente da forma da seção transversal, a norma estabelece que a menor dimensão dos pilares deve ser igual ou superior a 19 cm. Em situações especiais, admite-se a utilização de pilares com dimensões compreendidas entre 14 cm e 19 cm, desde que os esforços solicitantes de cálculo sejam majorados por um coeficiente adicional (γ_n). Ainda assim, a norma impõe como condição inegociável que a área da seção transversal do pilar não seja inferior a 360 cm², visando compensar os riscos associados a imperfeições geométricas, desvios construtivos e falhas de execução.

A literatura técnica tem investigado os impactos estruturais e econômicos associados à adoção de seções reduzidas de pilares. Moreira e Martins (2015), ao analisarem estruturas residenciais térreas com pilares de seções 14×26 cm e 12×30 cm, observaram que pilares com dimensão mínima de 14 cm tendem a apresentar comportamento estrutural mais favorável, com redução da taxa de armadura longitudinal e melhores condições de concretagem. Resultados semelhantes foram observados por Souza e Carvalho Júnior (2016), que destacaram o aumento significativo do custo final da obra à medida que a seção transversal dos pilares é reduzida, em função do maior consumo de aço, além dos impactos sobre a estabilidade global da estrutura.

Marques e Mello (2018) reforçam que a redução da menor dimensão dos pilares para valores inferiores a 19 cm implica, em geral, aumento do consumo de aço e do custo final da construção. Segundo os autores, o coeficiente adicional previsto na norma busca justamente compensar o aumento da probabilidade de ocorrência de desvios relativos e falhas construtivas associadas a seções mais esbeltas. Amaral (2019), ao estudar edificações de pequeno porte submetidas a ações de vento, concluiu que a adoção de pilares com dimensões mínimas de 12×30 cm pode ser tecnicamente viável em determinadas situações, embora ressalve que, em edificações com esforços normais elevados, essa solução pode se tornar inadequada.

Estudos voltados à prática construtiva evidenciam que, em edificações residenciais de baixo padrão, é comum a execução de pilares com dimensões inferiores às prescritas pela norma. Queiroz, Silva e Fernandes (2019) identificaram a padronização empírica de seções de pilares, frequentemente com menor dimensão de 12 cm, resultando tanto em subdimensionamento quanto em superdimensionamento estrutural. Silveira (2022) também constatou a presença de pilares com área de seção transversal inferior ao limite normativo mínimo, chegando a dimensões de até 9,5 cm em obras residenciais.

Na prática da construção civil, especialmente em edificações de baixo padrão, observa-se a utilização da própria alvenaria como fôrma para a concretagem dos pilares. Nesses casos, a menor dimensão dos pilares geralmente corresponde à espessura do tijolo cerâmico acrescida das camadas de revestimento, resultando, de forma recorrente, em seções com aproximadamente 12 cm. Tal prática evidencia um descompasso entre as prescrições normativas e a realidade construtiva observada em edificações de pequeno porte.

Diante desse contexto, e considerando a escassez de estudos específicos voltados ao dimensionamento de pilares em edificações de pequeno porte, o presente trabalho tem como objetivo analisar se a redução da dimensão mínima dos pilares, de 14 cm para 12 cm, atende aos Estados Limites Último (ELU) e de Serviço (ELS) no contexto de edificações residenciais de baixo padrão, mantendo níveis aceitáveis de segurança estrutural e consumo de materiais.

2. Metodologia

Esta pesquisa tem natureza quantitativa (Marconi; Lakatos, 2011), cujos procedimentos estão associados à simulação computacional com auxílio do software AltoQI Eberick (versão 2021-11[v.15,293]) e a produção de estatísticas descritivas.

A primeira etapa da pesquisa foi selecionar um projeto arquitetônico referente a uma residência unifamiliar de baixo padrão construída na área urbana do município de Aquidauana/MS. Na Figura 1 é apresentada a planta baixa do projeto arquitetônico, em que a altura do pé direito do projeto arquitetônico é de 2,80 m. Em razão de limitações

de espaço, a planta baixa foi dividida ao meio; a imagem à direita é uma continuação da imagem à esquerda.

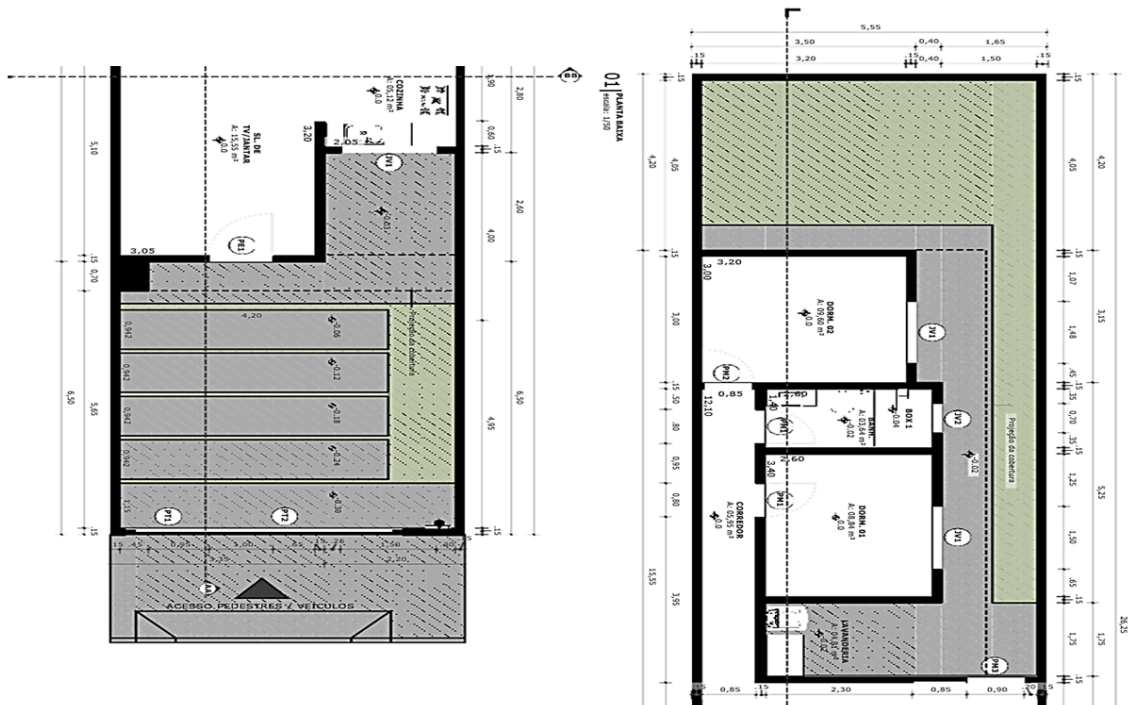
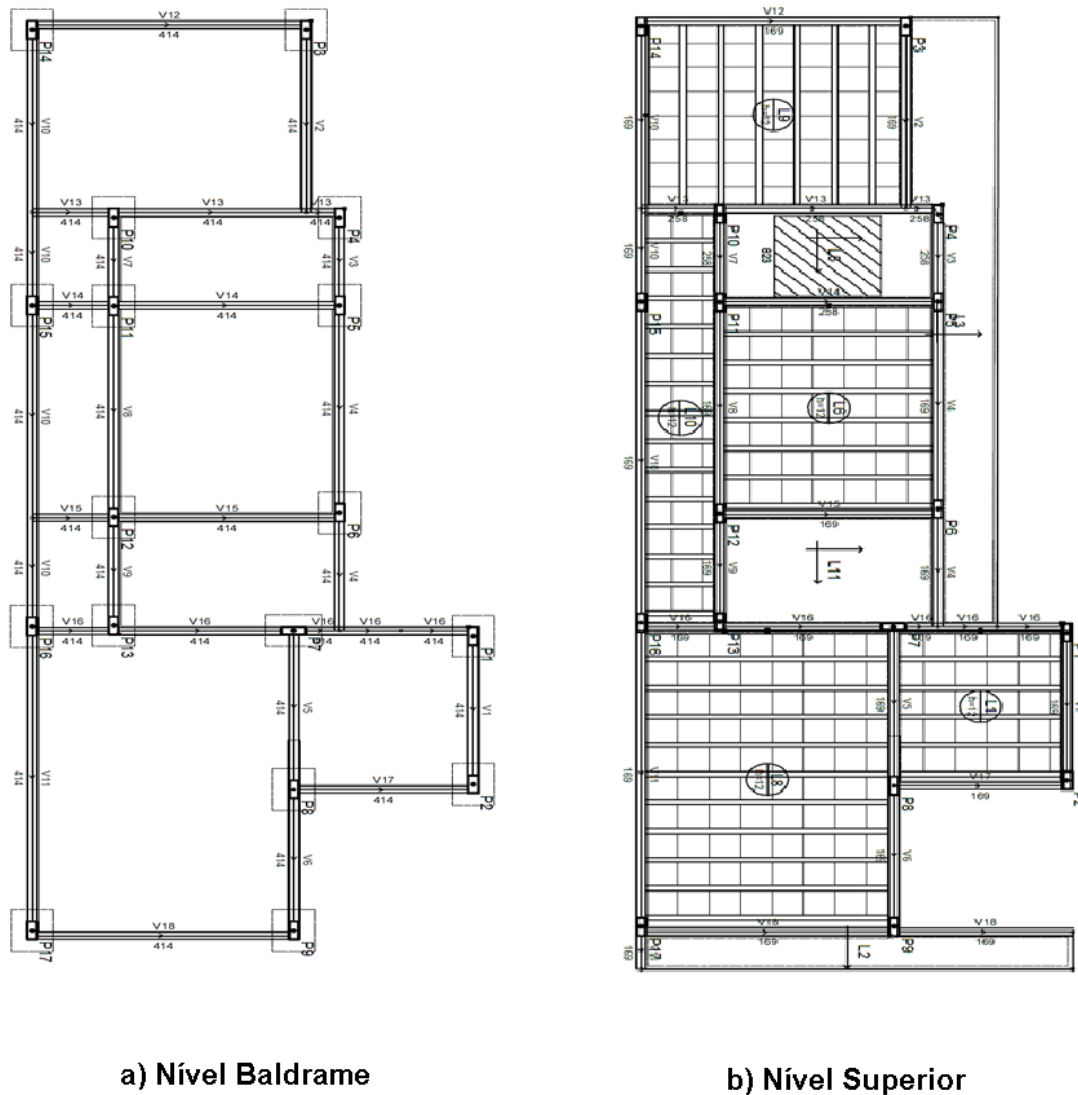


Figura 1 – Planta baixa do Projeto Arquitetônico. Fonte: projeto real obtido pelos autores.

A segunda etapa da pesquisa foi realizar o lançamento da estrutura (i. e., vigas baldrame, pilares, vigas superior e lajes) e seus respectivos carregamentos e vinculações no software AltoQI Eberick, conforme apresentado na Figura 2.



a) Nível Baldrame

b) Nível Superior

Figura 2 – Plantas de forma da estrutura lançada. Fonte: elaborado pelos autores.

Após isso, foram avaliadas as configurações padrão do software AltoQI Eberick e, no Quadro 1, apresentam-se as modificações necessárias para o estudo de caso.

Quadro 1 – Configurações efetuadas no software AltoQI Eberick

Dimensões dos pilares	12x30 cm ou 14x26 cm.
Dimensões das vigas	12 cm para a largura. Altura foi pré-dimensionada utilizando: <ul style="list-style-type: none"> ● vão livre dividido por 10 (viga biapoiada); ou ● vão livre dividido por 12 (viga contínua).
Dimensões das lajes	12 cm de espessura.
Carregamento da caixa d'água sobre a Laje 5	Carga = 823 kgf/m ² .
Carga acidental aplicada sobre as lajes, de acordo com a ABNT NBR 6120:2019	Laje Forro - Carga = 10 kgf/m ² . Revestimento - Carga = 154,05 kgf/m ² .

Carga de telhado aplicada sobre as lajes (telhado tipo galvanizada de 1 mm), de acordo com a ABNT NBR 6120:2019	Carga = 35 kgf/m ² .
Carga de parede sobre vigas baldrame e do pavimento superior	Carga = 99 kgf/m.
Não-linearidade física aproximada – de acordo com Moreira e Martins (2018)	Coefficientes redutores de rigidez das vigas = 0,17. Coefficientes redutores de rigidez dos pilares = 0,66.
Redução no engaste para nós semirrígidos	25%, item 14.7.3.2 da NBR 6118:2023.
Redução na torção para os pilares	90%, item 17.5.1.2 da NBR 6118:2023.
Redução na torção para as vigas	85%, item 17.5.1.2 da NBR 6118:2023.

Fonte: elaborado pelos autores.

A terceira etapa consistiu na manipulação do lançamento estrutural totalizando-se quatro situações de simulação:

1. Pilares com 12x30 cm e lajes em concreto armado.
2. Pilares com 14x26 cm e lajes em concreto armado.
3. Pilares com 12x30 cm e sem laje em concreto armado.
4. Pilares com 14x26 cm e sem lajes em concreto armado.

Para cada situação foi realizado o processamento da estrutura com correção de todos os avisos e erros enunciados pelo software.

Na última etapa foram realizados levantamentos de dados gerados pelo software AltoQI Eberick sobre Deslocamentos Horizontais, Estabilidade Global e Consumo de Aço.

A partir desses procedimentos, são apresentados, na sequência, os resultados das simulações realizadas e sua discussão com base nos critérios normativos vigentes e na literatura especializada.

3. Resultados e Discussões

Após todos os lançamentos e processamento dos dados no software AltoQI Eberick, alguns elementos apresentavam os seguintes avisos: “Erro A02 – Espaçamento entre barras menor que permitido” e “Erro D09 – Nenhuma bitola configurada pode ser utilizada. Assim, foi necessário aumentar a altura de algumas vigas para atender ao ELU.

No Quadro 2 apresentam-se as dimensões dos pilares e das vigas lançados após o processamento da estrutura.

Quadro 2 – Seção transversal de Pilares e Vigas

E l e m e n t o	SEÇÃO (cm)											
	Situação 1			Situação 2			Situação 3			Situação 4		
	Com Laje						Sem Laje					
	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior
1	1	12 x 25	12x25	1	14x25	14x25	1	12x25	12x25	1	14x25	14x25
2	2	12 x 35	12x35	4	14x30	14x30	2	12x35	12x35	4	14x30	14x30
3	x	12 x 20	12x20	x	14x30	14x30	x	12x20	12x20	x	14x30	14x30
4	3 0	12 x 35	12x35	2 6	14x30	14x30	3 0	12x35	12x35	2 6	14x30	14x30

E l e m e n t o	SEÇÃO (cm)											
	Situação 1			Situação 2			Situação 3			Situação 4		
	Com Laje						Sem Laje					
	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior	P i l a r	Viga Bald ram e	Viga Sup erior
5	1 2 x 3 0	12 x 25	12x25	1 4 x 2 6	14x30	14x20	1 2 x 3 0	12x25	12x25	1 4 x 2 6	14x20	14x20
6		12 x 20	12x20		14x20	14x20		12x20	12x20		14x20	14x20
7		12 x 20	12x20		14x20	14x30		12x20	12x20		14x30	14x30
8		12 x 35	12x35		14x30	14x30		12x35	12x35		14x30	14x30
9		12 x 20	12x20		14x30	14x30		12x20	12x20		14x30	14x30
10		12 x 45	12x45		14x30	14x40		12x45	12x45		14x40	14x40
11		12 x 45	12x45		14x40	14x45		12x45	12x45		14x45	14x40
12		12 x 35	12x35		14x40	14x30		12x35	12x35		14x30	14x30
13		12 x 30	12x30		14x45	14x25		12x30	12x30		14x25	14x25
14		12 x 30	12x30		14x45	14x25		12x30	12x30		14x25	14x25
15		12 x 30	12x30		14x45	14x25		12x30	12x30		14x25	14x25

Fonte: elaborado pelos autores.

Comparando-se os lançamentos das vigas, tanto na situação 1 quanto na situação 2 (ambas possuem laje), somente as vigas 1, 6 e 11 não tiveram a dimensão da altura alterada. Já no lançamento das vigas das situações 3 e 4 (ambas não possuem laje), somente as vigas 1 e 6 não tiveram a dimensão da altura alteradas.

Após o processamento “final” da estrutura, todas as situações atenderam ao ELU e ao ELS, conforme relatórios indicados pelo software. Com base nos dados da Tabela 1, verifica-se que o maior deslocamento horizontal ocorreu na direção Y+ e Y- na Situação 1 (0,07 cm), valor abaixo do limite máximo admitido. Para a estabilidade global, o maior coeficiente γ_z foi obtido na direção X+ e X- na Situação 2 (1,12), ligeiramente acima do limite de 1,10 para estruturas de nós fixos.

Tabela 1 – Resultados da Análise Estática Linear

RESULTADOS		SITUAÇÃO			
		1	2	3	4
Deslocamento horizontal (Limite 0.21)	X+ (cm)	0,00	0,00	0,00	0,00
	X- (cm)	0,00	0,00	0,00	0,00
	Y+ (cm)	0,07	0,06	0,06	0,06
	Y- (cm)	0,07	0,06	0,06	0,06
Verificação de estabilidade gama-z (Limite 1.10)	X+ (cm)	1,06	1,12	1,09	1,04
	X- (cm)	1,05	1,12	1,09	1,04
	Y+ (cm)	1,04	1,03	1,03	1,02
	Y- (cm)	1,06	1,07	1,06	1,03

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 2 apresenta-se o consumo de aço para as duas situações com laje. Nota-se que a situação 1 apresenta um consumo de aço nas vigas baldrame e nos pilares um pouco superior do que a situação 2. No entanto, também apresenta uma pequena redução no consumo de aço nas vigas superiores e uma redução significativa nas lajes.

Tabela 2 – Consumo de aço para as situações 1 e 2

Elemento	SITUAÇÃO COM LAJE		Resultado
	1	2	
	Pilares com 12 cm	Pilares com 14 cm	%
	Consumo de aço (kg/m ³)	Consumo de aço (kg/m ³)	
Vigas Baldrame	67,78	66,45	2,00
Pilares	141,06	129,82	8,65
Vigas Superior	69,59	73,43	-5,22
Lajes	29,53	47,81	-38,24

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 3 apresenta-se o consumo de aço para as duas situações sem laje. Analogamente à Tabela 2, também se nota que a situação 3 apresenta um consumo de aço nas vigas baldrame e nos pilares superiores ao da situação 4. Porém, diferentemente da comparação anterior, também se constatou um consumo de aço da situação 3 superior ao da situação 4 no que se refere às vigas superiores.

Tabela 3 – Consumo de aço para as situações 3 e 4

Elemento	SITUAÇÃO SEM LAJE		Resultado
	3	4	
	Pilares com 12 cm	Pilares com 14 cm	%
	Consumo de aço (kg/m ³)	Consumo de aço (kg/m ³)	
Vigas Baldrame	67,96	62,00	9,62
Pilares	132,59	104,06	27,42
Vigas Superior	70,93	64,11	10,64

Fonte: elaborado pelos autores.

A diferença no consumo de aço das lajes tem relação com o tipo de laje especificado e demandaria uma investigação específica. A existência de laje em concreto armado tende a reduzir a diferença no consumo de aço quando comparadas as situações com pilares de 12 cm e 14 cm. Isso pode ser explicado pelo maior nível de carga axial aplicada nos pilares das situações com laje.

À luz dos resultados apresentados, procede-se, a seguir, à sua discussão em diálogo com a literatura especializada.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram, em grande medida, os achados previamente reportados na literatura sobre o dimensionamento de pilares em edificações de pequeno porte. A verificação do atendimento aos Estados Limites Último (ELU) e de Serviço (ELS) em todas as situações simuladas está em consonância com as observações de Amaral (2019), que identificou a viabilidade técnica da adoção de pilares com seções de 12 × 30 cm em edificações de pequeno porte, desde que

respeitados os limites normativos de área mínima e as condições de carregamento. Da mesma forma, os valores reduzidos de deslocamentos horizontais e os coeficientes de estabilidade global obtidos indicam que, para o contexto analisado, os efeitos de segunda ordem não assumem caráter crítico, o que reforça a adequação estrutural das soluções investigadas.

No que se refere ao consumo de aço, os resultados evidenciam comportamento semelhante ao apontado por Marques e Mello (2018) e Souza e Carvalho Júnior (2016), segundo os quais a redução da menor dimensão dos pilares tende a implicar aumento da taxa de armadura, sobretudo em situações nas quais não há contribuição da laje em concreto armado para o aumento das cargas axiais. Observou-se, entretanto, que a presença de lajes contribui para reduzir as diferenças relativas no consumo de aço entre pilares com dimensões mínimas de 12 cm e 14 cm, o que sugere que o nível de sollicitação axial exerce papel relevante na eficiência estrutural dessas seções, conforme já indicado por Moreira e Martins (2015).

Adicionalmente, os resultados obtidos dialogam com as evidências empíricas apresentadas por Queiroz, Silva e Fernandes (2019) e Silveira (2022), que destacam a recorrente adoção de pilares com menor dimensão de 12 cm na prática construtiva de edificações residenciais de baixo padrão. Embora tais práticas sejam frequentemente executadas de forma empírica e, em muitos casos, sem respaldo técnico, os resultados desta pesquisa indicam que, quando devidamente dimensionados e analisados segundo os critérios normativos, pilares com dimensão mínima de 12 cm podem apresentar desempenho estrutural satisfatório no contexto investigado.

Por fim, importa observar que os resultados obtidos não invalidam as prescrições gerais da ABNT NBR 6118:2023, mas reforçam a necessidade de interpretação criteriosa de seus limites mínimos à luz do contexto estrutural analisado. Assim, os achados contribuem para o debate técnico acerca da adequação dos parâmetros normativos em edificações de pequeno porte, oferecendo subsídios para futuras investigações e para o aprimoramento das práticas de projeto nesse segmento específico da construção civil.

3. Considerações Finais

Este estudo analisou os efeitos da redução da dimensão mínima dos pilares, de 14 cm para 12 cm, em edificações residenciais de baixo padrão, com ênfase na segurança estrutural e no consumo de materiais. Para tanto, foram avaliadas quatro configurações estruturais distintas, variando-se a dimensão mínima dos pilares e a presença de laje em concreto armado, por meio de modelagem computacional realizada conforme as prescrições normativas vigentes.

Os resultados obtidos indicaram que, para o contexto investigado, a utilização de pilares com dimensão mínima de 12 cm, respeitado o limite normativo de área mínima de 360 cm², mostrou-se tecnicamente viável, com atendimento aos Estados Limites Último (ELU) e de Serviço (ELS) em todas as situações analisadas. Observou-se que os deslocamentos horizontais e os parâmetros de estabilidade global permaneceram dentro dos limites recomendados, sugerindo comportamento estrutural adequado para as condições de carregamento consideradas.

No que se refere ao consumo de aço, verificou-se que essa variável assume maior relevância em edificações que não possuem laje em concreto armado, nas quais os pilares com menor dimensão mínima tendem a apresentar aumento mais significativo na taxa de armadura. Por outro lado, a presença de laje contribuiu para reduzir as

diferenças relativas no consumo de aço entre as soluções analisadas, indicando que o nível de sollicitação axial exerce influência direta sobre a eficiência estrutural dos pilares.

Embora os resultados apontem para a viabilidade técnica da adoção de pilares com dimensão mínima de 12 cm no contexto específico analisado, ressalta-se que tais conclusões não devem ser generalizadas para edificações com maiores níveis de carregamento, maiores alturas ou condições estruturais mais complexas.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a análise para edificações com diferentes padrões construtivos, incluindo sobrados e edificações com maiores alturas e carregamentos, bem como considerem outras variáveis relevantes, como ações horizontais mais significativas, diferentes condições de vinculação e alternativas construtivas. Tais investigações podem fornecer subsídios adicionais para o aprimoramento das práticas de projeto estrutural em edificações de pequeno porte.

Referências

- AMARAL, M. L. *Dimensões Mínimas de pilares para edificações de pequeno porte*. Dissertação, Mestrado (Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Caruaru, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto*. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ABNT NBR 6120 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações*. Rio de Janeiro, 2019.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos da Metodologia Científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MARQUES, E. R.; MELLO, A. F. A. *O Impacto do coeficiente adicional γ_n em pilares de concreto armado com largura da seção transversal inferior a 19 cm*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2018.
- MOREIRA, L. M.; MARTINS, C. H. Estudo Numérico Sobre as Dimensões Mínimas em Pilares de Concreto Armado Para Edificações Residenciais Térreas. In: Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar, n. IX, 2015. *Anais...* Maringá, PR, 2015.
- MOREIRA, L. M.; MARTINS, C. H. Estruturas de pequeno porte em concreto armado: consideração aproximada da não-linearidade física para análise da estabilidade global. *Revista IBRACON de Estrutura e Materiais*. São Paulo, v. 11, n. 7, p. 1-25, 2018.
- QUEIROZ, D. P.; SILVA, C. A.; FERNANDES, M. W. Q. FALHA NO DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO DE PILARES DE CONCRETO ARMADO CONSTRUÍDOS DE FORMA EMPÍRICA - PESQUISA REALIZADA DE ACORDO COM A NBR 6118/2014. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, n. IV, 2019. *Anais...* Campina Grande, PB, 2019.
- SILVEIRA, L. A. F. *POSSÍVEIS PROBLEMAS OCASIONADOS PELA IMPRUDÊNCIA NA EXECUÇÃO DE PROJETOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM OBRAS RESIDENCIAIS*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário FAEMA. Ariquemes, 2022.
- SOUZA, J. V.; CARVALHO JÚNIOR, C. H. IMPACTO ECONÔMICO CAUSADO PELA UTILIZAÇÃO DOS COEFICIENTES DE MAJORAÇÃO PARA SEÇÕES DE PILARES REDUZIDA. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DA FACIG, n. II, 2016. *Anais...* Igarassu, PE, 2016.