

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Apresentado ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Análise da influência da altura da edificação e do vão livre de fachada em edifícios de múltiplos pavimentos em concreto pré-fabricado com pé direito duplo na fachada frontal da edificação

São Carlos, SP

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Análise da influência da altura da edificação e do vão livre de fachada em edifícios de múltiplos pavimentos em concreto pré-fabricado com pé direito duplo na fachada frontal da edificação

Trabalho apresentado ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) como parte dos requisitos avaliativos para a conclusão do curso e para a obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Menezes de Almeida Filho

Aluno: Matheus Ferreira Garcia

São Carlos, 2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

O presente trabalho de conclusão de curso (TCC) foi julgado e avaliado pela banca examinadora para a obtenção do título de bacharel em engenharia civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Centro de ciências exatas e tecnologia.

São Carlos (SP), 06 de setembro de 2024.

Prof. Dr. Fernando Menezes de Almeida Filho

Orientador

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof. Dr. Marcelo de Araújo Ferreira

Membro avaliador

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof. Ms. Raphael Saverio Spozito

Membro avaliador

Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus Votuporanga

Faço a dedicatória do presente trabalho aos meus pais e familiares, os quais são responsáveis por todo o suporte e carinho oferecidos a minha pessoa e por toda minha formação como ser humano. Ademais, dedico esse trabalho a todos meus amigos e professores pelo apoio, ensinamentos e pela confiança atribuídos a mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por me oferecer todas as condições e oportunidades para evoluir como filho, amigo, aluno e, principalmente, como pessoa.

Segundamente, agradeço aos meus pais, Débora Cristina e Luiz Alessandro, por todo carinho, suporte e ensinamentos, os quais, certamente, me possibilitaram alcançar meus objetivos como filho e ser humano.

Ademais, agradeço aos meus avós e familiares: Dona Helena, Seu Sérgio, Dona Clarice, Seu Luiz, Gisleine, Antônio e Juliano pelo suporte e ensinamentos que me guiaram durante toda a minha vida.

Além disso, agradeço meu orientador, Prof. Dr. Fernando Menezes de Almeida Filho, por todas as conversas e orientações, as quais me guiaram durante a minha formação como profissional.

Não obstante, agradeço aos meus demais professores por todo o conhecimento fornecido e lapidado, de modo a possibilitar a minha evolução como aluno e profissional.

Da mesma maneira, agradeço a comunidade da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por fornecer os recursos necessários para a realização da minha graduação.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos, que são como irmãos para mim, pelo suporte e apoio, de modo a garantir minha formação como amigo, irmão e profissional.

RESUMO

O objetivo deste projeto foi investigar o comportamento de estruturas de edifícios montados a partir de peças de concreto pré-moldado com a implementação de pé direito duplo na fachada do pavimento térreo. Para isso, foram realizadas extensas simulações de modelos numéricos inseridos no Software TQS®. Dessa maneira, foram parametrizadas variáveis como posição e geometria dos pilares, vão livre de fachada e o número de pavimentos da edificação, de modo a contemplar todos os parâmetros de projeto. Portanto, a meta alcançada ao término deste trabalho foi estabelecer correlações entre as variáveis adotadas e o comportamento da estrutura em relação a sua estabilidade global e à sua necessidade de armação. Dessa forma, buscou-se aprofundar o conhecimento sobre comportamento e propor recomendações para o projeto para a execução deste tipo de edificação pré-fabricada, a qual vem sendo amplamente utilizada em edificações comerciais e residenciais, hodiernamente. Por fim, qualitativamente, encontrou-se que edifícios com maiores vãos de fachada apresentaram um custo menor para a fabricação dos elementos, apesar de apresentarem uma maior sensibilidade a necessidade de armadura para os pilares de fachada.

Palavras-Chave: Concreto pré-moldado; Edifícios comerciais; Projeto; Pé direito duplo; Estabilidade Global.

ABSTRACT

The aim of this project was to investigate the structural behavior of buildings assembled from precast concrete with double-height ceilings on the first floor façade. To this end, extensive numerical model simulations were carried out using TQS® software. In this way, variables such as the position and geometry of the columns, the free façade span and the number of floors of the building were parameterized in order to take into account all the project parameters. Therefore, the goal achieved at the end of this work was to establish correlations between the variables adopted and the behavior of the structure in relation to its global stability and its need for reinforcement. In this way, we sought to deepen our knowledge of behavior and propose design recommendations for the execution of this type of prefabricated building, which is being widely used in commercial and residential buildings today. Finally, qualitatively, it was found that buildings with larger façade spans were less expensive to manufacture, although they were more sensitive to the need for reinforcement in the façade columns.

Keywords: Precast concrete; Commercial buildings; Design; Double height ceilings; Global stability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Edificação com pé-direito duplo	12
Figura 2 - subsistema vertical aporticado e subsistema horizontal em painéis alveolares	25
Figura 3 - Comparação do sistema de concreto moldado in loco com o sistema em concreto pré-moldado	26
Figura 4 - Mapa de isopletas do Brasil.....	30
Figura 5 - Ábaco do coeficiente de arrasto (Ca) para baixa turbulência.....	31
Figura 6 - Ábaco do coeficiente de arrasto (Ca) para alta turbulência.....	31
Figura 7 - Identificação dos modelos	36
Figura 8 - Escolha do sistema construtivo	37
Figura 9 - Escolha do modelo de análise da estrutura.....	38
Figura 10 - Escolha do método de análise de 2ª ordem	38
Figura 11 - Definição da edificação para elementos pré-moldados (etapas e regiões construtivas).....	39
Figura 12 - Definição das plantas e pavimentos	40
Figura 13 - Definição dos materiais dos elementos estruturais.....	41
Figura 14 - Definição dos cobrimentos mínimos.....	41
Figura 15 - Definição dos critérios de projeto - Pré-moldados.....	42
Figura 16 - Definição dos critérios de projeto - Ligação viga-pilar.....	43
Figura 17 - Definição dos critérios de dimensionamento, detalhamento e desenho dos elementos estruturais	43
Figura 18 - Definição das cargas verticais atuantes	44
Figura 19 - Definição da carga ocasionada pelo vento	45
Figura 20 - Identificação do elemento - Pilar.....	46
Figura 21 - Definição da seção transversal - Pilar	47
Figura 22 - Definição do modelo de trabalho - Pilar	47
Figura 23 - Definição da continuidade - Pilar	48
Figura 24 - Definição das características do pré-moldado - Pilar.....	48
Figura 25 - Identificação do elemento - Viga	49
Figura 26 - Definição do carregamento distribuído - Viga.....	50
Figura 27 - Definição da seção transversal - Viga.....	50
Figura 28 - Definição das características do pré-moldado - Viga.....	51
Figura 29 - Identificação do elemento - Laje	52

Figura 30 - Definição do carregamento distribuído - Laje	52
Figura 31 - Definição da seção transversal - Laje	53
Figura 32 - Especificações da fabricante - LP 265	53
Figura 33 - Definição das características geométricas - Consolo.....	54
Figura 34 - Modelagem da planta do pavimento - MO - V4.....	55
Figura 35 - Modelagem da planta do pavimento - MO - V8.....	56
Figura 36 - Modelagem da planta do pavimento - MO - V12.....	57
Figura 37 - Modelagem do pórtico espacial - MO - V4 - P6.....	58
Figura 38 - Modelagem do pórtico espacial - MO - V8 - P6.....	58
Figura 39 - Modelagem do pórtico espacial - MO - V12 - P6.....	59
Figura 40 - Armadura necessária - MO - V4 - PC.....	61
Figura 41 - Taxa de armadura - MO - V4 - PC	62
Figura 42 - Variação da seção - MO - V4 - PC	62
Figura 43 - Armadura necessária - MO - V4 - PI.....	64
Figura 44 - Variação da seção - MO - V4 - PI.....	64
Figura 45 - Taxa de armadura - MO - V4 - PI.....	65
Figura 46 - Armadura necessário - MO - V8 - PC	66
Figura 47 - Variação da seção - MO - V8 - PC	67
Figura 48 - Taxa de armadura - MO - V8 - PC	67
Figura 49 - Armadura necessária - MO - V8 - PI.....	68
Figura 50 - Variação da seção - MO - V8 - PI	69
Figura 51 - Taxa de armadura - MO - V8 - PI.....	69
Figura 52 - Armadura necessária - MO - V12 - PC.....	71
Figura 53 - Variação da seção - MO - V12 - PC	71
Figura 54 - Taxa de armadura - MO - V12 - PC	72
Figura 55 - Armadura necessária - MO - V12 - PI.....	73
Figura 56 - Variação de seção - MO - V12 - PI	73
Figura 57 - Taxa de armadura - MO - V12 - PI.....	74
Figura 58 - Armadura necessário - MO - P2 - PC	75
Figura 59 - Variação de armadura - MO - P2 - PC.....	76
Figura 60 - Taxa de armadura - MO - P2 - PC	76
Figura 61 - Armadura necessário - MO - P2 - PI	77
Figura 62 - Variação da seção - MO - P2 - PI	78
Figura 63 - Taxa de armadura - MO - P2 - PI	78

Figura 64 - Armadura necessária - MO - P4 - PC.....	80
Figura 65 - Variação de seção - MO - P4 - PC	80
Figura 66 - Taxa de armadura - MO - P4 - PC.....	81
Figura 67 - Armadura necessária - MO - P4 - PI.....	82
Figura 68 - Variação da seção - MO - P4 - PI.....	82
Figura 69 - Taxa de armadura - MO - P4 - PI.....	83
Figura 70 - Armadura necessária - MO - P6 - PC.....	84
Figura 71 - Variação da seção - MO - P6 - PC	84
Figura 72 - Taxa de armadura - MO - P6 - PC.....	85
Figura 73 - Armadura necessária - MO - P6 - PI.....	86
Figura 74 - Variação da seção - MO - P6 - PI.....	87
Figura 75 - Taxa de armadura - MO - P6 - PI.....	87
Figura 76 - Armadura necessária - MO - V4, V8 e V12 - PC.....	88
Figura 77 - Taxa de armadura - MO - V4, V8 e V12 – PC.....	89
Figura 78 - Variação da seção - MO - V4, V8 e V12 - PC	90
Figura 79 - Armadura necessária - MO - V4, V8 e V12 - PI.....	91
Figura 80 - Taxa de armadura - MO - V4, V8 e V12 - PI.....	92
Figura 81 - Variação da seção - MO - V4, V8 e V12 - PI	93
Figura 82 - Armadura necessária - MO - P2, P4 e P6 - PC.....	94
Figura 83 - Taxa de armadura - P2, P4 e P6 - PC	95
Figura 84 - Variação da seção - MO - P2, P4 e P6 - PC	96
Figura 85 - Armadura necessária - MO - P2, P4 e P6 - PI.....	97
Figura 86 - Taxa de armadura - MO - P2, P4 e P6 - PI.....	98
Figura 87 - Variação da seção - MO - P2, P4 e P6 - PI	99
Figura 88 - Consumo de concreto	102
Figura 89 - Consumo de formas.....	102
Figura 90 - Consumo de aço	102
Figura 91 - Custo total da execução dos pilares.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Revisão bibliográfica fundamental (continua).....	16
Quadro 2 - Resumo da análise quantitativa de trabalhos acerca dos temas propostos (continua).....	21
Quadro 3 - Normativas técnicas avaliadas	23
Quadro 4 - Carregamento distribuído para lajes	27
Quadro 5 - Carregamento distribuído para vigas	27
Quadro 6 - Representação esquemática dos modelos desenvolvidos	36
Quadro 7 - Definição dos parâmetros de entrada relacionados ao vento	45
Quadro 8 - Resultados - MO - V4 - PC.....	60
Quadro 9 - Resultados - MO - V4 - PI	63
Quadro 10 - Resultados - MO - V8 - PC.....	66
Quadro 11 - Resultados - MO - V8 - PI	68
Quadro 12 - Resultados - MO - V12 - PC.....	70
Quadro 13 - Resultados - MO - V12 - PI	72
Quadro 14 - Resultados - MO - P2 - PC	75
Quadro 15 - Resultados - MO - P2 - PI.....	77
Quadro 16 - Resultados - MO - P4 - PC	79
Quadro 17 - Resultados - MO - P4 - PI.....	81
Quadro 18 - Resultados - MO - P6 - PC	84
Quadro 19 - Resultados - MO - P6 - PI.....	86
Quadro 20 - Situação crítica - Pilares de canto	99
Quadro 21 - Situação crítica - Pilares intermediários de fachada	100
Quadro 22 - Consumo de materiais para execução dos pilares.....	101
Quadro 23 - Custos totais - Pilares.....	104
Quadro 24 - Economia no consumo de materiais - MO - P2, P4 e P6.....	105

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. JUSTIFICATIVA	13
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1. Objetivos gerais	14
1.2.2. Objetivos específicos.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.2. NORMATIVAS AVALIADAS.....	22
2.3. CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL DE SISTEMAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADOS.....	23
2.4. PROJETO DOS ELEMENTOS E ESTRUTURAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADOS.....	25
2.5. AÇÕES ATUANTES EM UMA ESTRUTURA	27
2.5.1. Cargas verticais permanentes	27
2.5.2. Cargas verticais acidentais	28
2.5.3. Cargas horizontais (vento).....	28
2.6. ANÁLISE DE ESTABILIDADE EM ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS .	32
2.6.1. Parâmetros estruturais	32
2.6.2. Coeficiente γ_z.....	33
2.7. MODELO DE GRELHA E PÓRTICO ESPACIAL	34
2.8. TQS ® E TQS PREO ®.....	34
3. METODOLOGIA	35
3.1. MONTAGEM DOS MODELOS.....	35
3.1.1. Identificação dos modelos	36
3.1.2. Inserção das características da edificação.....	37
3.1.3. Inserção dos parâmetros dos elementos pré-moldados.....	40

3.1.4.	Inserção das cargas atuantes na edificação	44
3.1.5.	Modelagem dos elementos estruturais – pilares.....	46
3.1.6.	Modelagem dos elementos estruturais – vigas.....	49
3.1.7.	Modelagem dos elementos estruturais – lajes	51
3.1.8.	Modelagem dos elementos estruturais – consolos	54
3.1.9.	Montagem das plantas dos pavimentos.....	55
3.1.10.	Montagem dos pórticos espaciais	57
4.	RESULTADOS OBTIDOS	59
4.1.	RESULTADOS PARA MODELOS COM O VÃO LIVRE FIXADO	60
4.1.1.	MO – V4.....	60
4.1.1.1.	Pilar de canto (PC)	60
4.1.1.2.	Pilar intermediário (PI)	63
4.1.2.	MO – V8.....	65
4.1.2.1.	Pilar de canto (PC)	65
4.1.2.2.	Pilar intermediário (PI)	68
4.1.3.	MO – V12.....	70
4.1.3.1.	Pilar de canto (PC)	70
4.1.3.2.	Pilar intermediário (PI)	72
4.2.	RESULTADOS PARA MODELOS COM O NÚMERO DE PAVIMENTOS FIXADOS 74	
4.2.1.	MO – P2	74
4.2.1.1.	Pilar de canto (PC)	75
4.2.1.2.	Pilar intermediário (PI)	77
4.2.2.	MO – P4	79
4.2.2.1.	Pilar de canto (PC)	79
4.2.2.2.	Pilar intermediário (PI)	81
4.2.3.	MO – P6	83
4.2.3.1.	Pilar de canto (PC)	83

4.2.3.2. Pilar intermediário (PI).....	86
4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
4.3.1. Considerações quanto a influência da altura total da edificação.....	88
4.3.2. Considerações quanta a influência do vão livre da fachada.....	93
4.3.3. Considerações sobre a situação crítica	99
4.3.4. Considerações sobre o consumo de materiais	100
5. CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DE PILARES – ESFORÇOES E AS_{nesc} (TQS)	112
ANEXO B – PLANILHA GERAL DE VERIFICAÇÃO DE ARMADURAS	122

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, ao longo da história, é responsável por desempenhar um papel essencial e único na evolução e desenvolvimento das sociedades, a partir da construção do ambiente construído que permeia as cidades e os campos. No entanto, é evidente a disparidade tecnológica e metodológica em comparação com os demais setores de produção de serviços e produtos, isso pode ser observado pela falta de inovação de tecnologias e pela utilização de processos antiquíssimos para a execução de edificações.

Segundo El Debs (2017), tal atraso da construção civil é evidenciado de forma direta pelos indicadores de produtividade, desperdício, morosidade e controle de qualidade, os quais apresentam resultados baixíssimos quando comparados a outros setores produtivos. Ainda sobre El Debs (2017), nota-se que umas das formas para a redução dessa disparidade entre os setores produtivos está na utilização e aprimoramento de técnicas de construção com elementos pré-moldados. Dessa forma, há uma crescente preocupação dos profissionais ligados à área em produzir novos materiais e conceitos para acelerar o desenvolvimento dessa área tão importantes para a sociedade.

Seguindo esse paradigma, há estudos que abordam os processos construtivos com a utilização de peças de concreto pré-moldado como pilares, vigas e lajes, as quais são projetadas e montadas em ambientes fabris que apresentam um maior controle de qualidade dos seus produtos e, segundo Silva *et al* (2016), reduzem, significativamente, o tempo de execução quando comparadas com a execução dessas *in loco*, aspecto que tem tido muita valorização na construção de novas edificações, além de garantir uma maior economia de materiais, um maior controle de qualidade e uma construção mais limpa dos elementos estruturais.

Ademais, de maneira conjunta à necessidade da utilização de peças de concreto pré-moldado surgiu-se uma crescente tendência nas construções contemporâneas em utilizar edifícios de uso misto, ou seja, construções que comportem duas ou mais funções como comercial e residencial, por exemplo. Tais edificações buscam utilizar da localização do edifício e da sua geometria segmentada por níveis e funções para a otimização do uso do espaço urbano.

No entanto, com esse entendimento, nota-se que essas construções apresentam necessidades intrínsecas ao seu funcionamento, como a criação de espaços amplos e versáteis para as áreas comerciais da edificação enquanto busca a modulação e potencialização dos espaços para os ambientes residenciais.

Tais requisitos têm como solução o uso de processos construtivos e materiais específicos. Isso pode ser observado pela utilização de pé-direito duplo ou triplo na maioria desses empreendimentos, pois a necessidade arquitetônica de criar ambientes espaçosos e imponentes juntou-se com o requisito dimensional da execução de instalações prediais que atendem os serviços necessários do comércio, e encontrou como solução o aumento do pé-direito, isto é, da altura livre entre os pisos da edificação.

A partir do conceito exposto, a consultora de engenharia norte-americana AVRO começou a implementar em seus projetos conceitos que atendessem os requerimentos do mercado como a implantação de edificações com pé-direito duplo na fachada, como pode ser observado na Figura 1, a qual representa um projeto realizado pela consultora para a execução de uma loja de artigos esportivos da *National Basketball Association* (NBA).

Figura 1 - Edificação com pé-direito duplo



Fonte: AVRO (2023).

Portanto, este trabalho pretende estudar o comportamento dos pilares de estruturas montadas a partir de peças de concreto pré-moldado e com a inserção do pé-direito duplo na fachada do primeiro andar da edificação de modo a simular o uso das metodologias e dos materiais para a construção desses edifícios mistos. Desta maneira, proporcionando a evolução do setor de construção civil através de soluções que preguem a sustentabilidade, a qualidade e o desenvolvimento.

Neste sentido, serão avaliados, na presente composição, a influência dos parâmetros ligados à altura total da edificação (em número de pavimentos) e do vão livre de fachada, os quais apresentam tanto uma grande influência na resposta estrutural da edificação quanto uma grande alteração no orçamento para a execução dos elementos de pilares.

1.1. JUSTIFICATIVA

A construção de edificações com pé-direito duplo ou triplo vem se tornando cada vez mais presente e necessária para a execução de edifícios modernos, devido às suas características arquitetônicas e funcionais, pois atendem as necessidades de espaços amplos e flexíveis dos novos empreendimentos. Dessa forma, podem ser criados ambientes comerciais e/ou residenciais que comportem as instalações prediais necessárias para o seu funcionamento e ao mesmo tempo permitam o trabalho de composição de ambientes realizado pelos arquitetos.

Outrossim, há a crescente utilização das peças de concreto pré-moldado (pilares, vigas, placas, entre outras.) para acelerar o processo construtivo, reduzir os desperdícios envolvidos no trabalho com peças moldadas *in loco* e criar um ambiente de trabalho mais limpo e seguro.

Dessa maneira, entende-se que pesquisas que auxiliem nessas áreas serão extremamente benéficas para o modelo de construção hodierna, principalmente, para edifícios mistos que se utilizam em demasia das soluções adotadas.

Neste mérito, a partir do levantamento da bibliografia fundamental acerca do tema que foi analisado neste estudo, nota-se que, apesar da evidente importância da utilização de ambas as soluções (pé direito duplo e a utilização de peças de concreto pré-moldado), há uma carência de estudos relacionados a esses recursos em si, e mais ainda em relação a utilização de ambas as decisões projetuais, simultaneamente.

Portanto, pretende-se averiguar como a adoção de ambas as características de forma síncrona, pode afetar o desempenho da estabilidade global da estrutura. Essa, por sua vez, sofre influências das decisões projetuais como: altura de pavimentos, dimensão de vãos livres e posições dos pilares, tais elementos serão tratados e relacionados ao longo da pesquisa de modo a apresentar os resultados das correlações entre as características do projeto e a estabilidade global, e estabelecer considerações, recomendações e metodologias para abordar a projeto com esses materiais.

1.2. OBJETIVOS

Na presente seção do documento, serão retratados os objetivos gerais e específicos acerca da realização de pesquisa realizada, por meio da modelagem realizado no Software TQS®, de modo a apresentar os resultados e apurações esperados com o término de tal estudo.

1.2.1. Objetivos gerais

Á luz do exposto, nota-se que os objetivos gerais da presente composição se baseiam no estudo e compreensão sobre o comportamento dos pilares de estruturas de concreto pré-moldado em adição à influência imposta pela utilização de fachadas com pé-direito duplo no pavimento térreo da edificação. Neste sentido, os modelos desenvolvidos foram orientados de forma a possibilitar a análise comportamental da estrutura por meio de parâmetros referenciados na literatura clássica.

1.2.2. Objetivos específicos

A fim de atingir o objetivo principal do estudo, foram propostos objetivos específicos, os quais se subdividem em etapas menores de verificação e análise sobre o comportamento estrutural dos edifícios, estes podem ser observados pelos seguintes tópicos:

- Explorar e compreender o comportamento da estrutura frente ao posicionamento e orientação dos pilares tendo em vista que os diferentes tipos de arranjos de pilares podem afetar a distribuição de cargas na estrutura, desde os esforços verticais e gravitacionais até mesmo a distribuição de momentos frente à rotação desses elementos lineares.
- Determinar a influência dos parâmetros relacionados à altura total da edificação (H), o comprimento do vão entre pilares de fachada (L) e a área da seção transversal dos pilares (A) em termos de distribuição global dos esforços horizontais e em relação a necessidade de armadura para os pilares de fachada com pé-direito duplo (A_{nesc}).
- Verificar os parâmetros estudados com indicadores de estabilidade conceituados na literatura, por meio do coeficiente gama-z (γ_z), responsável pela comparação entre os momentos de primeira e segunda ordem da estrutura, para modelos com 2, 4 e 6 pavimentos com a inserção do pé-direito duplo, de modo a entender o impacto de cada item na estabilidade global da edificação.
- Explorar os conceitos relacionados ao custo de fabricação dos elementos de pilar, por meio de uma estimativa, a qual baseia-se na mensuração do consumo de materiais para a execução desses materiais nos moldes *in loco*.
- Determinar a situação crítica de dimensionamento, por meio da avaliação dos resultados relacionados à armadura necessária para resistir aos esforços das situações de saque, içamento, armadura mínima e acabada.

Dessa forma, tais objetivos apresentados anteriormente, trabalham em forma conjunta para atingir o objetivo principal, isto é, caracterizar o comportamento estrutural de edificações com pé-direito duplo em concreto pré-moldado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir da problemática apresentada, notou-se, a partir de uma breve pesquisa na literatura disponível, que esse tipo de estudo sobre as correlações entre a peças de concreto pré-moldado e estabilidade global ainda é muito carente em relação aos demais estudos de estruturas na construção civil. Além disso, percebeu-se que os estudos existentes focalizam somente a parte de ligações entre os elementos de pilar e viga, as quais podem ser rígidas, semirrígidas ou flexíveis, dependendo da sua configuração de montagem e da distribuição dos esforços realizados por esses elementos.

Por conseguinte, percebeu-se a necessidade de analisar diferentes tipos de trabalhos e temas, separadamente, de forma a construir uma noção básica sobre o assunto a ser estudado, uma vez que trabalhos que abordam os temas desta pesquisa, de forma síncrona, são extremamente escassos.

Dessa maneira, para retratar as correlações necessárias para o presente trabalho, nota-se a necessidade de dividir os trabalhos presentes na literatura clássica, de forma a contemplar os seguintes temas:

- **Concreto pré-moldado:** buscou-se pesquisas relacionadas ao projeto, execução e utilização de peças de concreto pré-moldado ou pré-fabricado, as quais abordam elementos estruturais fabricados previamente em ambiente industrial.
- **Estabilidade global:** investigou-se na literatura existente trabalhos que retratassem o conceito de estabilidade global, o qual, segundo a norma ABNT NBR 6118, refere-se à capacidade da estrutura de resistir a esforços e deslocamentos horizontais de modo a garantir a qualidade da estrutura e segurança dos seus usuários. Além disso, analisou-se também nestes trabalhos como foram feitas as correlações entre os tópicos abordados e os coeficientes normativos e teóricos que descrevem o comportamento da estrutura, como α , α_c e γ_c .
- **Pé direito duplo:** almejou-se buscar conhecimento sobre o tópico relacionado aos pés direitos duplos ou triplos, ou seja, pavimentos que apresentam alturas superiores as alturas tradicionais (2,80 – 3,50 m) podem variar de 6,00 a 8,00 metros para pé direito duplo e de 9,00 a 12,00 metros para pé direito triplo. Dessa

maneira, tornou-se importante o estudo das peculiaridades estruturais, as quais são criadas a partir da introdução desse incremento de altura em um dos pavimentos.

2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste sentido, para a realização desta pesquisa foram utilizadas as plataformas de divulgação científicas: CAPES, SciELO, Elsevier e demais plataformas disponibilizadas por universidades públicas, eventos e revistas relacionados a construção civil e a inovação, de modo a possibilitar a pesquisa de trabalhos, os quais apresentam temas e escopos em concordância com a presente composição textual. Para isso, foi conduzida uma busca, a partir de palavras chave, as quais foram dispostas, de forma representativa, na presente *string* de pesquisa: “Concreto pré-moldado (E/OU) Estabilidade global (E/OU) Pé-direito duplo (E/OU) Projeto (E/OU) Vento”.

A partir disso, os estudos encontrados foram classificados conforme seu autor, data, título, pertencimento aos tópicos apresentados anteriormente. Além disso, foram feitos comentários e observações sobre o conteúdo apresentado nos trabalhos. Isto pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Revisão bibliográfica fundamental (continua)

Autor	Data	Título	Descrição	Concreto pré-moldado	Estabilidade global	Pé direito duplo	Projeto	Vento
ARÁUJO, J. M.	2010	Avaliação do parâmetro de instabilidade para os edifícios altos	O trabalho teve como objetivo determinar os valores relacionados à rigidez das vigas, pilares e paredes estruturais em busca de obter os parâmetros de estabilidade e correlação entre estes.		X		X	X
BECKER, E.P.	1989	Edifícios Altos: Interação tridimensional das peças de contraventamento	O trabalho teve como premissa descrever as interações entre as peças estruturais e modelos de contraventamento de modo a descrever suas rigidezes e deslocamentos		X		X	X

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 1 – Revisão bibliográfica fundamental (continuação)

Autor	Data	Título	Descrição	Concreto pré-moldado	Estabilidade global	Pé direito duplo	Projeto	Vento
CHEN, Y. et al	2010	Decision support for construction method selection in concrete buildings: Prefabrication adoption and optimization	O trabalho buscou desenvolver uma ferramenta de tomada de decisões para avaliar o uso do concreto pré-moldado em comparação ao concreto moldado in loco	X			X	
EL DEBS, M. K.	2017	Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações	O documento abordou o tema concreto pré-moldado em todos os seus parâmetros mais gerais	X	X		X	X
EL DEBS, M. K. et. Al	2001	Estruturas de concreto pré-moldado	A apostila apresentou um compilado de diversos trabalhos e autores que almejam criar ensaios e modelos analíticos para o estudo de rigidez e deformabilidade de peças de concreto pré-moldado	X	X		X	X
FELIX, K. de S.	2019	Comportamento de ligações semirrígidas em estruturas de concreto pré-moldado	O trabalho buscou apresentar o comportamento das estruturas de concreto pré-moldado frente às ligações semirrígidas	X	X		X	X

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 1 – Revisão bibliográfica fundamental (continuação)

Autor	Data	Título	Descrição	Concreto pré-moldado	Estabilidade global	Pé direito duplo	Projeto	Vento
FREITAS, F. C. et al	2016	Análise da estabilidade global das estruturas e ações de controle dos seus efeitos	O trabalho buscou apresentar os conceitos básicos dos parâmetros de instabilidade		X		X	X
JUNIOR, A. R. M.	2005	Edifício pré-moldado com ligação rígida	Trabalho apresentou os procedimentos de projeto e execução de um edifício comercial de concreto pré-moldado	X	X		X	X
MARIN, M. C.	2009	Contribuição à análise da estabilidade global de estruturas em concreto pré-moldado de múltiplos pavimentos	O trabalho apresentou os principais parâmetros de estabilidade global de um estruturas de concreto pré-moldado de múltiplos pavimentos	X	X		X	X
MONTES, R. O. P. et al	2018	Análise da influência do núcleo rígido e das ligações semirrígidas no comportamento estrutural de edifícios com estruturas pré-moldadas de concreto	O artigo buscou apresentar e analisar a influência do núcleo rígido e das ligações semirrígidas na estabilidade global da estrutura	X	X		X	X
NETO, I. C. A.	2013	Contribuições à análise da estabilidade global em edifícios de concreto armado com redução brusca de rigidez entre pavimento	O trabalho apresentou os impactos na estabilidade global de estruturas de concreto por meio de casos de redução brusca de rigidez		X	X	X	X

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 1 – Revisão bibliográfica fundamental (continuação)

Autor	Data	Título	Descrição	Concreto pré-moldado	Estabilidade global	Pé direito duplo	Projeto	Vento
OLIVEIRA, M. R. C. et al	2020	Estudo comparativo da estabilidade global em diferentes tipos de lajes	O trabalho buscou apresentar como os diferentes tipos de lajes impactam na estabilidade global de uma estrutura		X		X	X
PAIXÃO, J. F. M; ALVES, C. A.	2017	Análise de estabilidade global em edifícios altos	O trabalho buscou demonstrar como a utilização de diversos modelos de contraventamento e de ligações entre estruturas impactam na estabilidade global da estrutura		X		X	X
REUTER, L. P	2019	Consideração dos efeitos da rigidez das ligações viga-pilar na análise da estabilidade global em estruturas de concreto pré-moldado	O trabalho apresentou os efeitos das ligações entre vigas e pilares de concreto pré-moldado na estabilidade global das estruturas	X	X		X	X
SILVA, P. C. S. et al	2016	Análise da estabilidade de estruturas pré-moldadas de concreto / stability analysis of precast concrete structures	O trabalho apresentou uma análise da ligação viga-pilar de um edifício pré-moldado com seis pavimentos	X	X		X	X
ROGERIO, R. W. V.	2023	Dimensionamento de estrutura pré-fabricada: estudo de caso em galpão comercial	O estudo foi direcionado para o uso do TQS PREO para o dimensionamento de galpões comerciais em concreto pré-moldado	X	X	X	X	X

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 1 – Revisão bibliográfica fundamental (continuação)

Autor	Data	Título	Descrição	Concreto pré-moldado	Estabilidade global	Pé direito duplo	Projeto	Vento
PEREIRA, J. N. L.	2018	Estudo comparativo de custos e modulação estrutural entre estrutura pré-moldada e moldada in loco - estudo de caso	Este trabalho tem como objetivo fazer um comparativo de modulação estrutural e viabilidade econômica, entre estrutura pré-moldada e moldada in loco.	X	X	X	X	X
CUNHA, B. F. da	2016	Sistema pré-moldado de concreto: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina	Este estudo tem como objetivo identificar e analisar os problemas existentes nas edificações montadas a partir de concreto pré-moldado na UFSC.	X	X		X	X
JEREMIAS JÚNIOR, A. C.	2007	Análise da estabilidade de estruturas pré-moldadas de concreto: influência das ligações semi-rígidas	Estudo com objetivo de estudar a influência das ligações semi-rígidas em estruturas de concreto pré-moldado	X	X		X	X
KATAOKA, L. T.	2005	Estudo experimental da deformação ao longo do tempo de lajes contínuas e simplesmente apoiadas executadas com vigotas pré-moldadas de concreto	Trabalho relacionado a verificação da deformação ao longo tempo em lajes feitas com vigotas pré-moldadas	X			X	
CATOIA, B.	2007	Comportamento de vigas pré-moldadas com ligações semi-rígidas	Mestrado relacionado ao estudo da influência das ligações semi-rígidas para o comportamento de vigas em concreto pré-moldado	X	X		X	X

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 1 – Revisão bibliográfica fundamental (conclusão)

Autor	Data	Título	Descrição	Concreto pré-moldado	Estabilidade global	Pé direito duplo	Projeto	Vento
RODRIGUES, C.	2012	Sistematização do cálculo e verificação de sistemas estruturais de galpões pré-fabricados de concreto	Trabalho com objetivo de sistematizar o cálculo do sistema estrutural de galpões em concreto pré-fabricado	X	X		X	X

Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, a partir da extensa pesquisa realizada, notou-se uma assimetria entre os temas abordados em relação ao assunto apresentado para o projeto, isso pode ser observado pela quantidade de trabalhos que apresentam cada tema ou combinações desses em relação a quantidade total de pesquisas analisadas, o que pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 - Resumo da análise quantitativa de trabalhos acerca dos temas propostos (continua)

Palavras - chave	Quantidade de trabalhos	Porcentagem de presença
Concreto pré-moldado	16	72,73%
Estabilidade global	20	90,91%
Pé direito duplo	3	13,64%
Projeto	22	100,00%
Vento	20	90,91%
Concreto pré-moldado e Estabilidade Global	14	63,64%
Concreto pré-moldado e Pé direito duplo	2	9,09%
Concreto pré-moldado e Projeto	16	72,73%
Concreto pré-moldado e Vento	14	63,64%
Estabilidade Global e Pé direito duplo	3	13,64%
Estabilidade Global e Projeto	20	90,91%
Estabilidade Global e Vento	20	90,91%

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 2 – Resumo da análise quantitativa de trabalhos acerca dos temas propostos (conclusão)

Palavras - chave	Quantidade de trabalhos	Porcentagem de presença
Pé direito duplo e Projeto	3	13,64%
Pé direito duplo e Vento	3	13,64%
Projeto e Vento	20	90,91%
Concreto pré-moldado, Estabilidade Global e Pé direito duplo	2	9,09%
Concreto pré-moldado, Estabilidade Global e Projeto	14	63,64%
Concreto pré-moldado, Estabilidade Global e Vento	14	63,64%
Estabilidade Global, Pé direito duplo e Projeto	3	13,64%
Estabilidade Global, Pé direito duplo e Vento	3	13,64%
Pé direito duplo, Projeto e Vento	3	13,64%
Todos	2	9,09%

Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, observa-se que a presente pesquisa, será realizada de modo a complementar os trabalhos realizados, por meio da combinação entre os temas estudados, uma vez que o trato em conjunto destes tópicos é pouco realizado, apesar da sua importância relacionado ao projeto de tais estruturas.

2.2. NORMATIVAS AVALIADAS

A partir do entendimento do tema a ser estudado e sua importância para com a sociedade, para a execução dos estudos, pretende-se utilizar as recomendações apresentadas pelas normas dispostas no Quadro 3.

Quadro 3 - Normativas técnicas avaliadas

Autor	Data	Nome	Tipo	Descrição
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)	2023	NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento	Norma técnica ABNT	Parâmetros gerais de qualidade e requerimentos para estruturas de concreto em geral
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)	2017	NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado	Norma técnica ABNT	Parâmetros específicos para estruturas de concreto pré-moldado
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)	2019	NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações	Norma técnica ABNT	Levantamento de cargas e peso específicos de materiais atuantes em edificações
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)	2023	NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações	Norma técnica ABNT	Cálculo dos esforços ocasionados pelo vento nas edificações

Fonte: Autoria própria (2024).

Desta maneira, por meio do estudo e aplicação dos conceitos preconizados por cada norma a presente pesquisa pode ser avaliada como em conformidade com as recomendações e instruções vigentes pelos órgãos regulamentadores.

2.3. CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL DE SISTEMAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADOS

De acordo com El Debs (2000) e Ferreira (2018), os sistemas estruturais em concreto pré-moldado (CPM) para edifícios de múltiplos pavimentos se dividem em duas grandes designações: os subsistemas verticais, os quais são responsáveis pela transferência de cargas verticais de uma edificação, que são recebidas pelos elementos como pilares e/ou paredes estruturais e encaminhadas por tais elementos até a fundação; e os subsistemas horizontais, os quais são designados para a transmissão dos esforços horizontais gerados pela aplicação de cargas nos elementos de laje (permanentes e acidentais) e forças horizontais, como vento e sismos, aos elementos do subsistema vertical (pilares e paredes). Neste sentido, a fim de

aprofundar o conhecimento em tais subsistemas, observou-se que estes modelos verticais podem assumir três concepções distintas, as quais podem ser descritas como:

- **Sistema estrutural de esqueleto:** trata-se de um sistema estrutural constituído por pilares, vigas e lajes utilizadas, geralmente para edificações de médio e baixo porte, e podem apresentar pequenas paredes de contraventamento quando aplicadas em edifícios de grande porte. Tais estruturas podem ser conformadas em modelos de Portal Frame para galpões industriais de 1 pavimento, modelos aporticados para edificações de múltiplos pavimentos ou modelos contraventados com paredes, núcleos e diagonais de contraventamento para edificações mais altas.
- **Sistema estrutural em painéis estruturais:** define-se com um sistema estrutural constituído por painéis pré-fabricados portantes ou de fechamento em concreto pré-moldado, os quais devem substituir o funcionamento dos pilares, vigas e paredes. Dessa maneira, tal sistema é altamente recomendado para edificações residenciais (casas ou apartamentos).
- **Sistema estrutural misto:** consiste em um sistema estrutural formado pela utilização de ambos sistemas estruturais descritos anteriormente, em que há a utilização de modelos aporticados, mas, também, existem aplicações para paredes estruturais.

Ademais, notou-se que para os subsistemas horizontais, tais concepções baseiam-se no tipo de componente utilizado para a realização dos elementos de piso e cobertura, entre têm-se:

- Sistemas de painéis alveolares protendidos;
- Sistemas de painéis com nervuras protendidas (seções T ou duplo T);
- Sistemas de painéis maciços de concreto;
- Sistemas de lajes mistas;
- Sistemas de laje com vigotas pré-moldadas.

Dessa maneira, para o desenvolvimento do presente trabalho, observou-se que, para o atendimento das necessidades relacionadas ao uso e montagem dessas edificações mistas, as quais foram descritas, tal edifício a ser modelado no software deve ser composto por um subsistema vertical em esqueleto e um subsistema horizontal em painéis alveolares protendidos, os quais podem ser observados pela Figura 2.

Figura 2 - subsistema vertical aporticado e subsistema horizontal em painéis alveolares



Fonte: Ferreira (2018).

Neste sentido, uma vez que as necessidades de grandes vãos e flexibilidade se tornaram predominantes, a utilização de subsistemas verticais que permitam o vencimento de grandes vãos verticais e horizontais se torna determinante para o projeto do edifício.

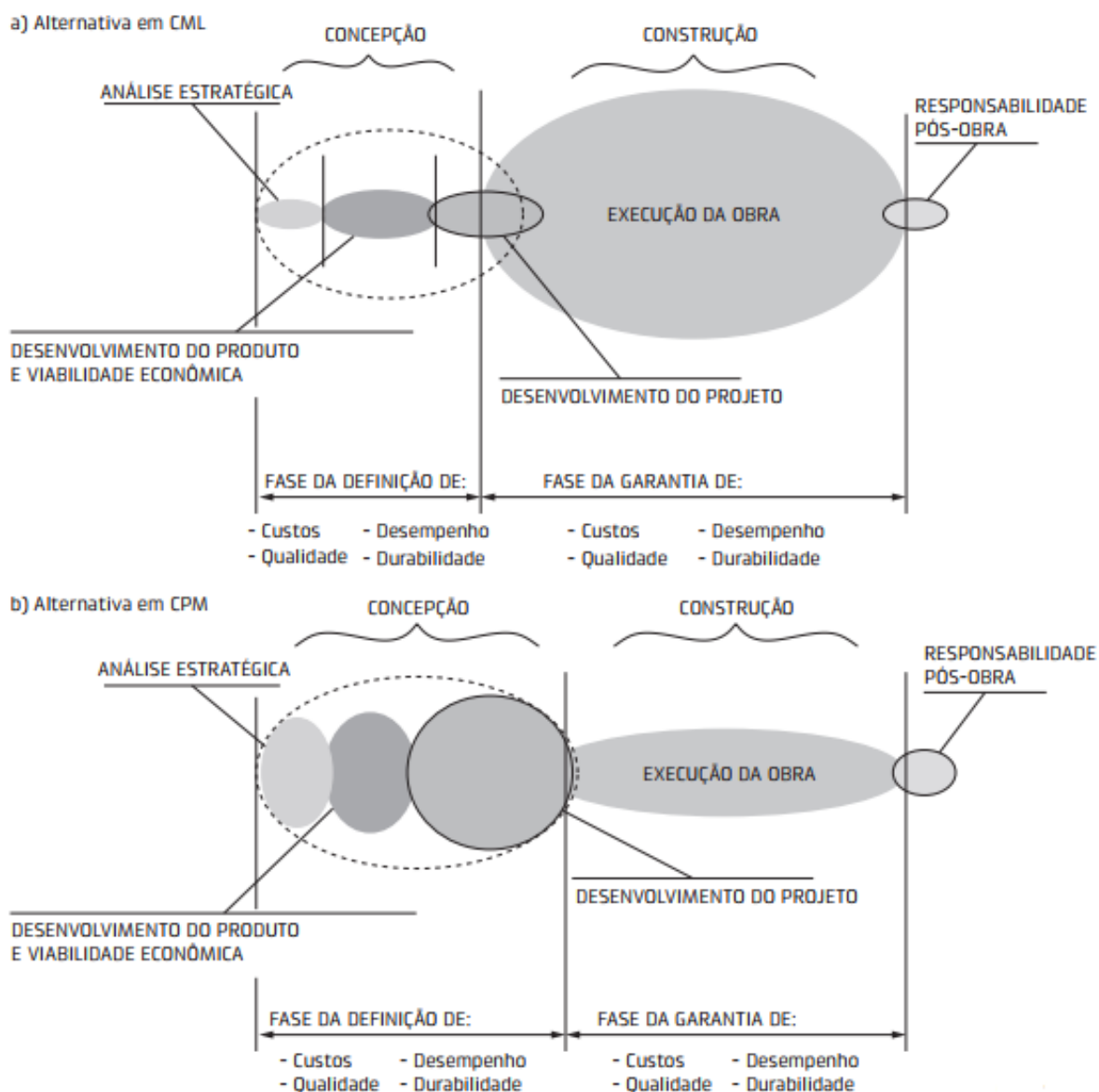
2.4. PROJETO DOS ELEMENTOS E ESTRUTURAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADOS

De acordo com El Debs (2000), a utilização de elementos estruturais em concreto pré-moldado deve ser norteada por quatro princípios básicos, os quais podem ser listados como:

- Concepção do projeto da obra visando à utilização do CPM;
- Resolução das interações da estrutura com as outras partes da construção;
- Minimização o número de ligações;
- Minimização número de tipos de elemento;
- Utilização de elementos de mesma faixa de peso;

A partir do conhecimento de tais diretrizes, El Debs (2000) acredita que tal planejamento voltado para a concepção básica do edifício por meio dos processos de análise estratégica, desenvolvimento do produto, viabilidade econômica e desenvolvimento do projeto deve garantir de forma mais assertiva a qualidade, o desempenho e a durabilidade dos elementos construtivos e da estrutura em si, como pode ser observado pela ilustração apresentada pela Figura 3.

Figura 3 - Comparação do sistema de concreto moldado in loco com o sistema em concreto pré-moldado



Fonte: El Debs (2000).

Neste sentido, conforme apresentado por Ferreira (2018), a utilização de modelos de pré-fabricação para tais elementos estruturais objetiva a redução do tempo de construção, assim como, ocasiona o fluxo contínuo de obra e garante a qualidade destas peças industrializadas.

Por conseguinte, denota-se que o presente estudo se baseia no aprimoramento da fase de concepção de projeto, conforme apresentado pela Figura 3. Desta maneira, fornecendo informações e recomendações para o projeto de tais estruturas, com base na avaliação do comportamento estrutural da edificação e por meio de uma análise de custos para a execução dos pilares.

2.5. AÇÕES ATUANTES EM UMA ESTRUTURA

Nesta seção serão apresentadas as definições para ações atuantes no sistema estrutural da edificação a serem consideradas para o desenvolvimento do modelo, e o procedimento realizado para estimar tais cargas atuantes neste edifício hipotético, conforme as normas regulamentadoras apropriadas.

2.5.1. Cargas verticais permanentes

Segundo a norma NBR 6120 (ABNT, 2019), as ações permanentes de uma edificação são causadas a partir do conjunto de ações causadas pelo peso próprio da estrutura, o peso dos componentes construtivos (alvenarias, divisórias, revestimentos, coberturas, etc.) e o peso devido a armazenagem de materiais. Neste sentido, de modo a estimar a carga vertical permanente relacionada ao peso dos componentes construtivos do edifício em estudo, a qual deverá ser somada com o peso próprio da estrutura posteriormente, foram elaboradas o Quadro 4 e o Quadro 5, os quais, respectivamente, apresentam tais ações sobre os elementos estruturais de lajes e vigas.

Quadro 4 - Carregamento distribuído para lajes

Tipo	Valor	Unidade
Carga permanente - Forro de gesso (placas)	0,15	kN/m ²
Carga permanente - Piso (7 cm)	1,4	kN/m ²
Carga permanente	1,55	kN/m ²
Carga permanente	0,16	tf/m ²

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 5 - Carregamento distribuído para vigas

Tipo	Valor	Unidade
Peso - Bloco cerâmico vazado (15 cm / 1 cm)	1,5	kN/m ²
Altura da parede	4	m
Carga distribuída	6	kN/m
Carga distribuída	0,61	tf/m

Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa forma, por meio da consideração de um revestimento de piso cerâmico com peças de 7,00 cm de espessura sobre as lajes e um revestimento de forro com placas de gesso apoiados nesses elementos, obteve-se uma carga permanente adicional de 0,16 tf/m² para os componentes de laje. Ademais, a partir da utilização de blocos cerâmicos vazados com largura de 15 cm para a realização da alvenaria de vedação, a qual deve apresentar um revestimento de 1,00 cm de argamassa por face, observou-se que os elementos horizontais de vigas seriam submetidos a uma ação adicional de 0,61 tf/m.

2.5.2. Cargas verticais acidentais

Conforme a descrição da norma NBR 6120 (ABNT, 2019), ações acidentais de uma edificação estão relacionadas, principalmente, com a utilização da edificação em si e suas repartições. Neste sentido, a definição do uso de uma edificação é de extrema importância, uma vez que tal decisão implica diretamente no dimensionamento da estrutura para o seu uso posterior.

Dessa maneira, para a modelagem da edificação hipotética a ser analisada por este estudo, foi considerado que tal edifício deveria ter como uso principal ambientes comerciais, corporativos e escritórios, tendo em vista que, o ambiente do térreo da edificação deve ser utilizado como parte comercial, apossando-se vantagem do pé-direito duplo, e os ambientes superiores poderiam ser tanto salas comerciais quanto ambientes residenciais, uma vez que as cargas residenciais são menores, assim, garantindo a flexibilização discutida anteriormente. Por conseguinte, conforme estabelecido pela norma, o valor característico para carga uniformemente distribuída para salas de uso geral e sanitárias para tais edificações é de 2,5 kN/m² ou 0,25 tf/m².

2.5.3. Cargas horizontais (vento)

De acordo com a norma NBR 6123 (ABNT, 2023), as forças causadas devido a influência do vento sobre uma edificação, estrutura ou componente, devem ser calculadas de forma separada, neste sentido, tal força devida ao vento pode ser calculada genericamente pela seguinte formulação:

$$F = q \times C_a \times f_v \quad (1)$$

Em que,

F é a força devida ao vento

q é a pressão dinâmica

C é o coeficiente aerodinâmico de força ou de pressão

A é a área de referência

f_v é o fator de vizinhança

Para tal finalidade, se faz necessário calcular a pressão dinâmica (q), a qual pode ser obtida através das equações (II) e (III)

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3 \quad (2)$$

$$q = 0,613 \times V_k^2 \quad (3)$$

Em que,

V_k é velocidade característica do vento

V₀ é a velocidade básica do vento

S₁ é o fator topográfico

S₂ é o fator da altura da edificação

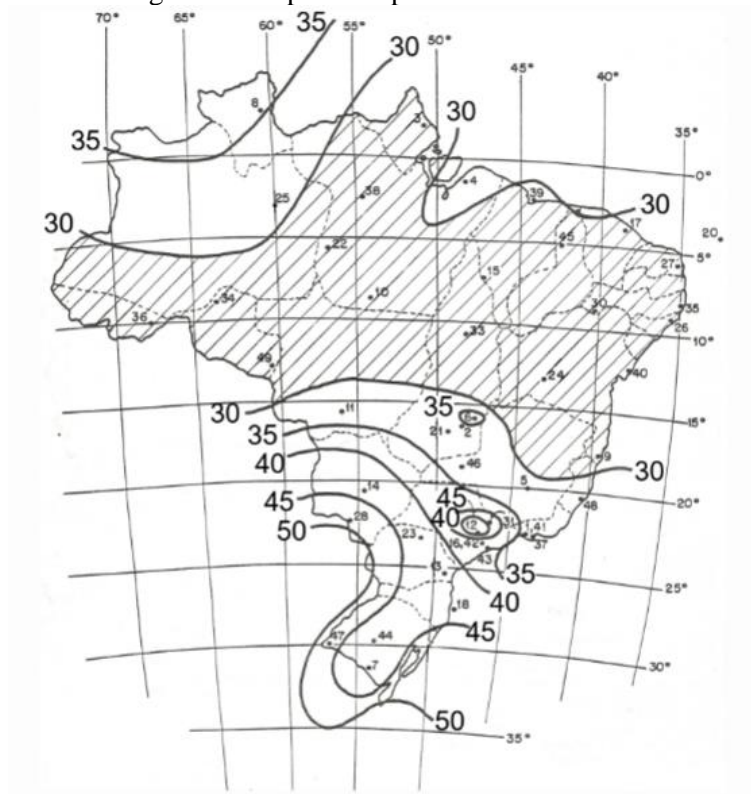
S₃ é o fator estatístico

q é a pressão dinâmica

Desta maneira, para o cálculo da velocidade característica do vento e, posteriormente, os cálculos da pressão dinâmica e da força aplicada do vento, se faz necessário entender como são definidos tais fatores.

Em primeiro plano, a obtenção da velocidade básica do vento (V₀), deve ser realizada uma interpolação a partir do local da obra em questão e o mapa de isopletras de velocidade básica brasileiro, o qual pode ser observado pela Figura 4.

Figura 4 - Mapa de isopleias do Brasil



Fonte: NBR 6123 (ABNT, 2023).

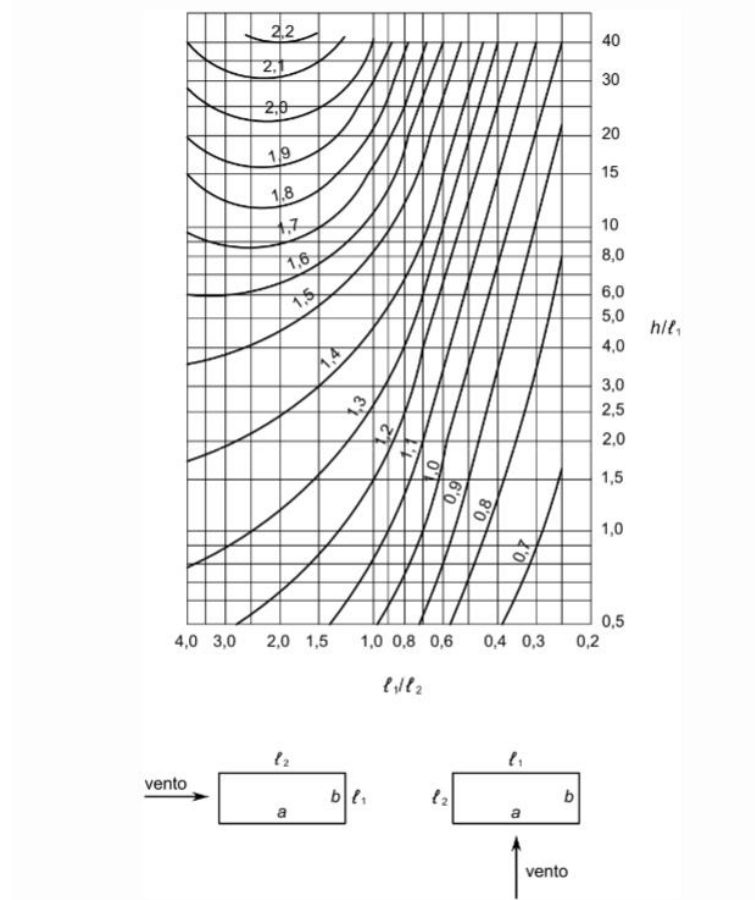
Em segundo plano, tem-se a definição do fator topográfico (S_1), o qual pode ser obtido a partir de uma análise das condições do terreno, conforme o procedimento preconizado pela norma para terrenos planos ou francamente acidentados; taludes e morros; e vales profundos.

Em sequência, para a determinação do parâmetro S_2 , deve ser realizado um processo de enquadramento da edificação quanto à geometria (Classes A, B e C) e quanto a rugosidade do terreno em que esta está inserida (Categoria I, II, III e IV), dessa forma, podem ser obtidos os parâmetros b_m , p e F_r , os quais são utilizados para calcular S_2 para cada respectiva altura (z) pela seguinte expressão:

$$S_2 = b_m \times F_r \times \left(\frac{z}{10}\right)^p \quad (4)$$

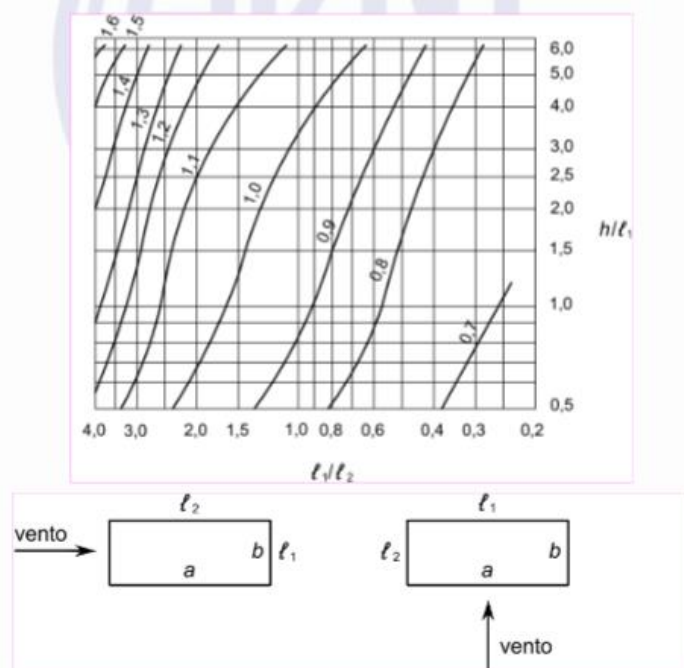
A seguir, para o cálculo do coeficiente de arrasto (C_a) para edificações paralelepípedicas em ventos de alta e baixa turbulência, se faz necessário realizar uma interpolação dos ábacos apresentados pela norma, os quais podem ser observados na Figura 5 e na Figura 6 .

Figura 5 - Ábaco do coeficiente de arrasto (C_a) para baixa turbulência



Fonte: NBR 6123 (ABNT, 2023).

Figura 6 - Ábaco do coeficiente de arrasto (C_a) para alta turbulência



Fonte: NBR 6123 (ABNT, 2023).

Por fim, para a determinação do fator de vizinhança (F_v), introduzido pela norma em sua edição de 2023, basta realizar uma comparação entre coeficiente aerodinâmico (C) da edificação em estudo em situação isolada e com vizinhança.

2.6. ANÁLISE DE ESTABILIDADE EM ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Nesta seção serão apresentados os procedimentos e normas regulamentadoras utilizados para a caracterização de estruturas em concreto pré-moldado quanto a sua estabilidade e deslocabilidade. Neste sentido, serão retratados nas subseções posteriores os parâmetros estruturais relacionados à edificação e suas correlações com a normas. E, posteriormente, será apresentado o processo de cálculo do coeficiente γ_z , o qual será utilizado para a classificação da estrutura quanto seu deslocamento.

2.6.1. Parâmetros estruturais

Segundo a norma NBR 9062 (ABNT, 2017), relacionada ao projeto e execução de estrutura em concreto pré-moldado, de modo a garantir a estabilidade global de um edifício em concreto pré-fabricado, os sistemas estruturais podem atuar de forma isolada ou em combinação entre si, conforme as seguintes possibilidades:

- a) Estruturas onde a estabilidade é proporcionada por ação de pilares engastados na fundação, podendo estar associados a vigas articuladas;
- b) Estruturas onde a estabilidade é proporcionada por ação de pórtico composto por pilares e vigas, interligados entre si por meio de ligações resistentes a momentos fletores;
- c) Estruturas verticais onde a estabilidade é proporcionada por elementos de contraventamento, como paredes, elementos celulares e elementos de contraventamento tipo X elou outros;
- d) Estruturas de pisos ou cobertura que formam diafragmas que garantem a transferência de esforços horizontais para os elementos verticais de sustentação e contraventamento.

Dessa maneira, para a modelagem do edifício misto hipotético, o qual deve ser alvo deste presente estudo, foi utilizado o item B, o qual apresenta sua estabilidade a partir de ações de pórtico composto por elementos pilares e vigas, conectados por meio de ligações que possam absorver momento fletor.

Além disso, de acordo com o capítulo 5.1.2.3 da norma NBR 9062 (ABNT, 2017), o qual apresenta os critérios de projeto para com estruturas de concreto pré-moldado, em edificações em que a estabilidade global for proporcionada por meio de ações de pórticos, por meio de ligações resistentes à flexão, tais estruturas podem ser tratadas de três formas distintas a depender do fator de restrição à rotação (α_r) adotado para a ligação entre os elementos de viga e pilar, as quais são descritas pela norma como comportamentos, flexíveis ($\alpha_r < 0,15$), semirrígidos ($0,15 < \alpha_r < 0,85$) ou rígidos ($\alpha_r < 0,85$).

Neste sentido, foi adotado para a realização das modelagens, de forma simplificadora, um fator de restrição de à rotação (α_r) igual à 1,00, isto é, simulando um engaste perfeito para a ligação entre a viga e o pilar. Dessa maneira, entende-se que tal comportamento foge à realidade em termos relacionados às ligações para concreto pré-moldado, as quais apresentam um limite teórico próximo a 0,85.

Assim, tal análise seria de maior credibilidade, em caso do trato com peças de concreto moldado in loco. No entanto, como o objetivo da presente composição foi entender a distribuição dos esforços entre tais elementos, adotou-se tal valor, mesmo que incoerente com os valores reais, para observar de forma mais clara tal fenômeno.

2.6.2. Coeficiente γ_z

Em concordância com a norma NBR 9062 (ABNT, 2017), o coeficiente γ_z tem como função avaliar a importância dos esforços de segunda ordem globais, isto é, dos esforços gerados a partir dos deslocamentos da estrutura ocasionados por efeitos de primeira ordem. Neste sentido, para realizar a obtenção de tal parâmetro, a normativa descreve a seguinte equação:

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M_{tot,d}}{M_{1,tot,d}}} \quad (5)$$

Em que,

$M_{1,tot,d}$ é o momento de tombamento, ou seja, a soma dos momentos de todas as forças horizontais da combinação considerada, com seus valores de cálculo, em relação à base da estrutura.

$\Delta M_{tot,d}$ é a soma dos produtos de todas as forças verticais atuantes na estrutura, na combinação considerada, com seus valores de cálculo, pelos deslocamentos horizontais de seus respectivos pontos de aplicação, obtidos na análise de 1ª ordem.

A partir de tal análise, a norma NBR 9062 (ABNT, 2017) realiza uma categorização das edificações conforme as seguintes premissas:

- **Estruturas de deslocabilidade reduzida:** para efeito de cálculo, quando os deslocamentos horizontais dos nós são pequenos e os efeitos globais de 2ª ordem são desprezíveis (inferiores a 10 % dos respectivos efeitos de 1ª ordem).
- **Estruturas com deslocabilidade moderada:** são aquelas onde os efeitos de 2ª ordem não são desprezíveis (estão no intervalo entre 10 % a 30 % dos respectivos efeitos de 1ª ordem) e devem ser considerados os efeitos de 2ª ordem global na estrutura.
- **Estruturas com deslocabilidade acentuada:** são aquelas onde os deslocamentos horizontais são significativos (onde os efeitos de 2ª ordem são superiores a 30 % dos respectivos efeitos de 1ª ordem).

No entanto, ainda sobre NBR 9062 (ABNT, 2017), avaliou-se que a utilização do parâmetro gama-z (γ_z) para a avaliação da estabilidade global dos modelos da presente composição não seria ideal devido a irregularidade de rigidez causada pela adição do pé-direito duplo na fachada da edificação, portanto, sendo mais recomendável a utilização de métodos mais sofisticados como P-Delta. Ainda assim, a título de simplificação do procedimento de análise da situação de estabilidade global foi utilizado o parâmetro gama-z (γ_z) como verificação desta etapa.

2.7. MODELO DE GRELHA E PÓRTICO ESPACIAL

O modelo em grelhas é utilizado como um modelo de análise de estruturas bidimensionais compostas por barras, as quais representam os elementos estruturais de vigas e lajes. Nesse sentido, por meio da avaliação destes componentes (barras) e suas interações com os nós (pontos de conexão das barras), os graus de liberdade da estrutura e os carregamentos aplicados, se faz possível determinar os deslocamentos, esforços internos e reações de cada elemento presente no modelo.

À luz do exposto, entende-se que o modelo de pórticos espaciais consiste em uma generalização tridimensional do modelo de grelha, em que os elementos de vigas, colunas e lajes são apresentados como barras em três dimensões, os nós apresentam 6 graus de liberdade e os esforços podem ser concebidos em todas as direções. Dessa maneira, realizando o processo de determinação de deslocamentos e esforços de forma mais otimizada a fidedigna possível.

2.8. TQS ® E TQS PREO ®

A empresa TQS Informática LTDA, consiste em uma desenvolvedora de softwares gráficos para cálculo e modelagem de projetos de estruturas e fundações, tal empresa foi

fundada em 1986 e é referência em seu campo de atuação devido a excelência de seus programas.

O software TQS ®, apresenta diversas funcionalidades, as quais vão desde a modelagem das formas estruturais do edifício em plantas (2D) até o dimensionamento de elementos estruturais como vigas, pilares, lajes e fundações por meio da utilização de modelos de análise de grelha (2D) e pórtico espacial (3D).

Ademais, como complemento a excelência do software em questão a TQS informática LTDA, disponibilizou uma expansão de suas funcionalidades para o mercado de projetos e peças em concreto pré-moldado, por meio do TQS PREO ®, o qual se utiliza das normas vigentes para tais elementos para modelar, dimensionar e detalhar estes componentes.

3. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, será utilizado o Software TQS® com aplicações voltadas para a construção com peças de concreto pré-moldado de modo a simular o comportamento real do edifício sobre as condições impostas. Para isso, serão realizados modelos estruturais de uma edificação padrão com alterações características do edifício. Neste sentido, para o presente estudo serão alterados os vãos entre pilares de fachada (m) e o número de pavimentos totais da edificação.

3.1. MONTAGEM DOS MODELOS

O procedimento de montagem e detalhamento de modelos estruturais é de extrema importância para a análise e dimensionamento dos elementos estruturais como pilares, vigas e lajes. Dessa forma, na presente seção serão apresentados como foram montados os modelos, baseando-se nos processos de rotina do software TQS ®.

Neste sentido, a fim de realizar os objetivos propostos para o presente trabalho, foram concebidos a realização de 9 modelos diferentes, os quais foram categorizados segundo às suas alturas totais em pavimentos e o comprimento do vão entre pilares da fachada a receber o pé direito duplo. Neste sentido, tais modelos podem ser observados de forma ilustrativa pelo Quadro 6.

Quadro 6 - Representação esquemática dos modelos desenvolvidos

X	Altura da edificação (pavimentos)		
	2 pavimentos	4 pavimentos	6 pavimentos
Vão entre pilares de fachada (m)			
4 metros	MO-V4-P2	MO-V4-P4	MO-V4-P6
8 metros	MO-V8-P2	MO-V8-P4	MO-V8-P6
12 metros	MO-V12-P2	MO-V12-P4	MO-V12-P6

Fonte: Autoria própria (2024)

Dessa forma, por meio da análise dos resultados de tais modelos e das correlações com os parâmetros de verificação como, por exemplo, o coeficiente γ_z , puderam ser investigadas as influências de tais parâmetros para com o comportamento global da estrutura e de forma individualizada entre os elementos.

3.1.1. Identificação dos modelos

Em primeiro plano, ao início do procedimento de criação de uma nova edificação no software, se faz necessário identificar tal edifício de forma a diferenciá-lo dos demais modelos criados. Para isso, o software apresenta uma janela, como pode ser visto na Figura 7, a qual permite a inserção de informações relevantes sobre a edificação.

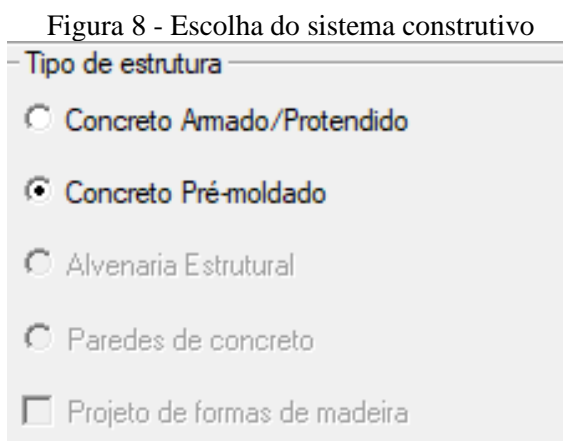
Figura 7 - Identificação dos modelos

Fonte: Autoria própria (2024)

Dessa forma, os títulos dos edifícios foram dados conforme a separação indicada pelo Quadro 6, anteriormente, em que se utilizou do Prefixo “MO” para modelo, do Prefixo “V__” para indicar o comprimento do vão entre pilares da fachada frontal e do prefixo “P__” para representar a altura total da edificação em termo do número de pavimentos, dessa forma, tais títulos apresentam a forma “MO-V__-P__” para auxiliar na identificação destes.

3.1.2. Inserção das características da edificação

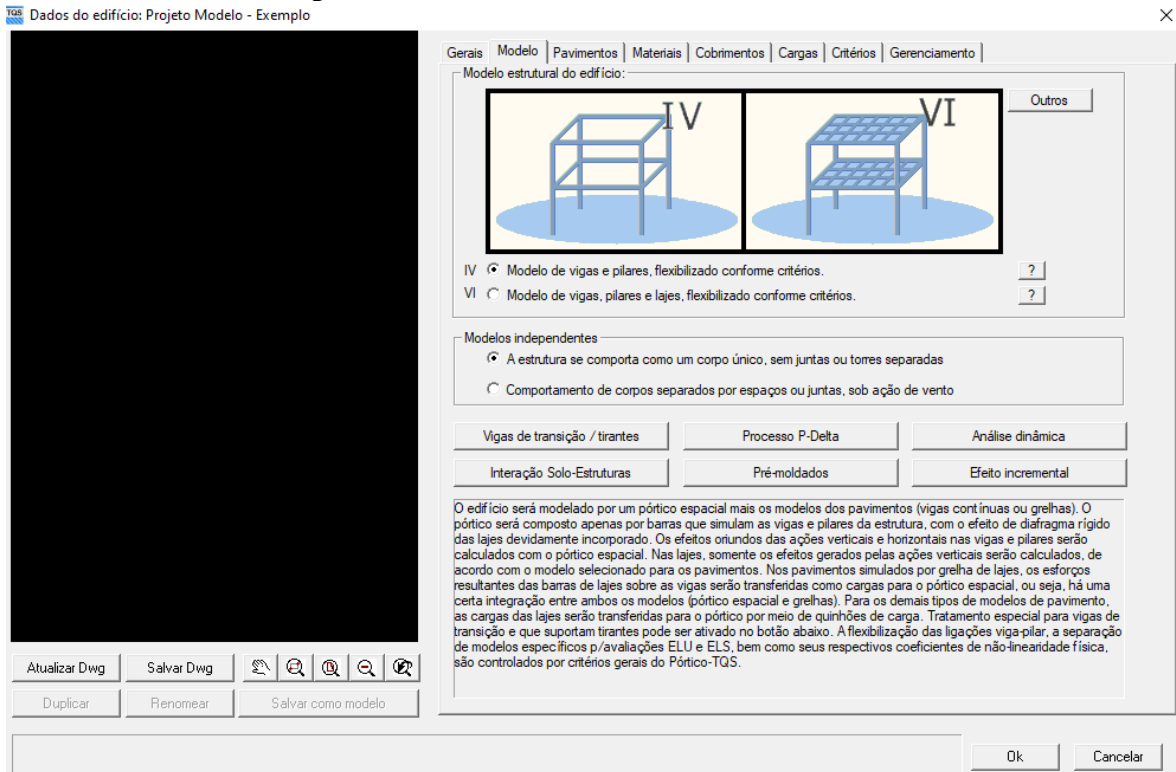
Em sequência, necessita-se da inserção de parâmetros relacionados a características gerais da edificação, como o tipo de sistema estrutural utilizado, o que pode ser observado pela Figura 8.



Fonte: Autoria própria (2024).

Com base nessa seleção, se faz necessário determinar os procedimentos de análise e dimensionamento dos esforços a serem considerados pelo software, para isso, conforme pode ser visto na Figura 9, Figura 10 e Figura 11, o software apresenta opções relacionadas ao processo de análise do modelo estrutural, dos efeitos de segunda ordem e da edificação em concreto pré-moldado, respectivamente.

Figura 9 - Escolha do modelo de análise da estrutura



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 10 - Escolha do método de análise de 2ª ordem

Escolha do método de análise dos efeitos de 2ª ordem globais

Método de análise dos efeitos de 2ª ordem globais

Gama Z

P-Delta

Em geral, em estruturas com 4 ou mais pisos, efetuamos a análise linear e estimamos os efeitos de 2ª ordem através do Gama Z ou Alfa. A consideração simplificada dos efeitos de 2ª ordem é feita multiplicando-se os esforços devido a carregamento horizontal pelo valor de Gama Z.

Nas estruturas com menos de 4 pisos, o parâmetro Gama Z não tem precisão, e somente o Alfa pode ser considerado.

Em estruturas com Gama Z muito alto (1.3 e acima) e em estruturas com menos de 4 pisos onde o Alfa é alto, é necessário analisar os efeitos globais de 2ª ordem por um processo mais refinado, como o P-Delta.

Escolha o processo de análise dos efeitos de 2ª ordem acima.

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M_{tot,d}}{M_{1,tot,d}}}$$

$$\alpha = H_{tot} \sqrt{N_k / (E_{ci} I_c)} \leq \alpha_1$$

Fechar

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 11 - Definição da edificação para elementos pré-moldados (etapas e regiões construtivas)

Tipo de edificação
Edifício com 5 ou mais pavimentos

Etapas e regiões construtivas
Número de etapas 0 Número de regiões 0

Se forem definidas etapas construtivas, o sistema abrirá uma árvore extra sob o edifício para cada etapa. O processamento será realizado em cada etapa para os pisos definidos por região e solidarizados em cada região até o piso indicado. O agrupamento dos elementos estruturais em regiões é feito dentro do Modelador.

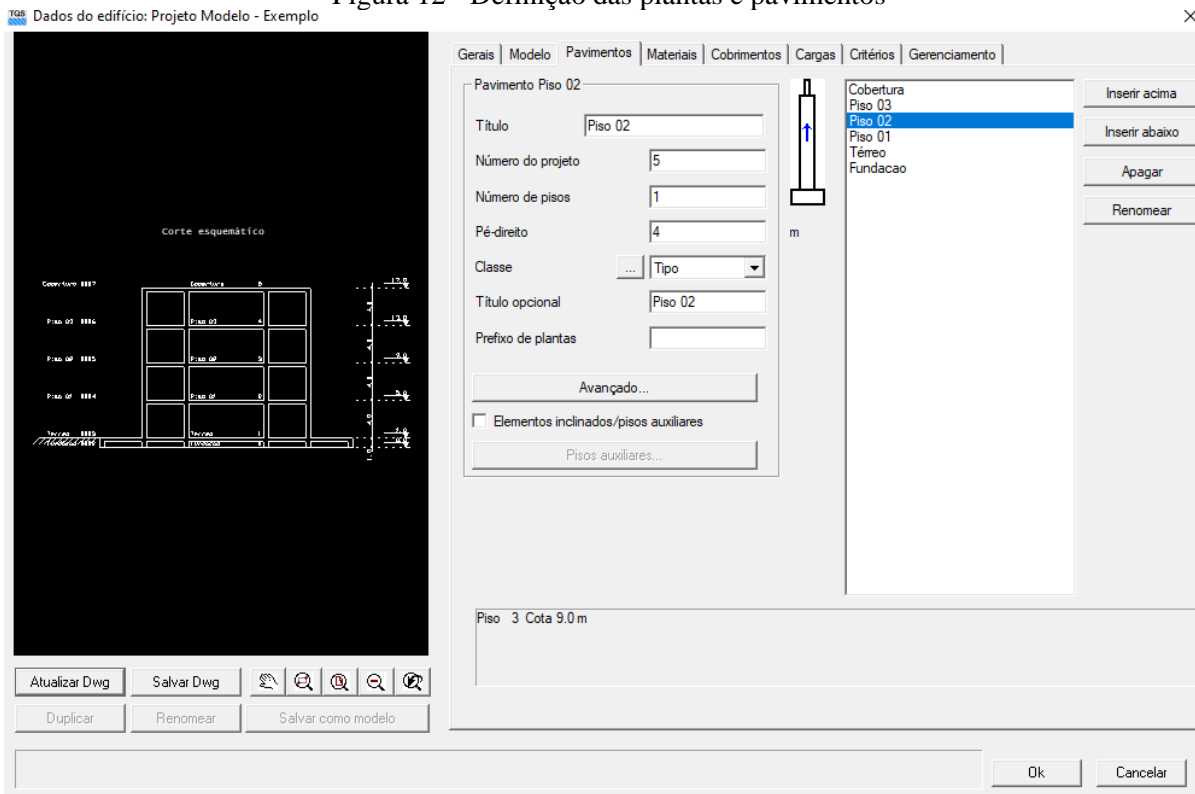
OK Cancelar

Fonte: Autoria própria (2024).

Por conseguinte, foram escolhidos o modelo IV para a verificação da estrutura, o qual consiste na verificação por meio de vigas e pilares, flexibilizados conforme os critérios inseridos, devido a estrutura em esqueleto apertado adotada; o método de verificação γ_z para a verificação dos efeitos de segunda ordem da estrutura, conforme explicitado anteriormente, ainda que em discordância com a norma; e para a definição da edificação perante os critérios da norma de estruturas em concreto pré-moldado foram utilizadas alturas respectivas a cada modelo, e foi analisado, somente, a etapa acabada do edifício.

Em seguida, se fez necessário realizar a definição das plantas e seus respectivos níveis, uma vez que o software TQS trabalha com a inserção dos elementos estruturais, por meio do posicionamento deste em tais plantas para realizar as conexões necessárias com os demais componentes. Dessa maneira, a Figura 12 apresenta os critérios requeridos para o cadastro de cada planta.

Figura 12 - Definição das plantas e pavimentos



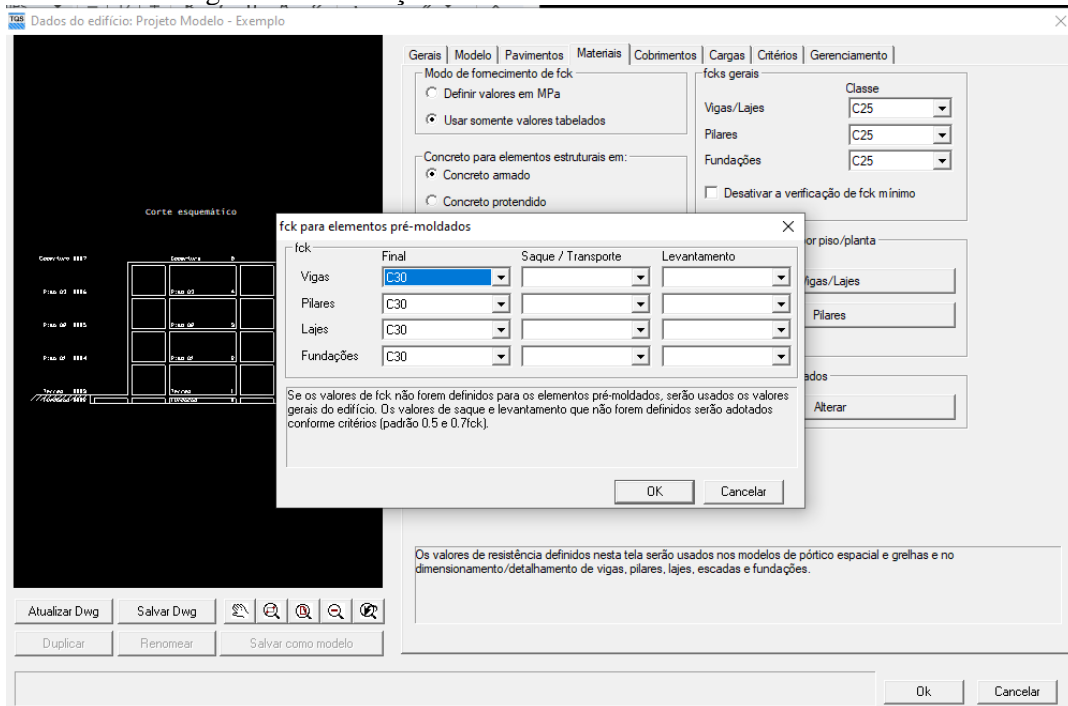
Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, tais pavimentos foram inseridos manualmente, de modo a compatibilizar o número de plantas com o número previsto de pavimentos, preconizados para cada modelo, por meio da sua identificação.

3.1.3. Inserção dos parâmetros dos elementos pré-moldados

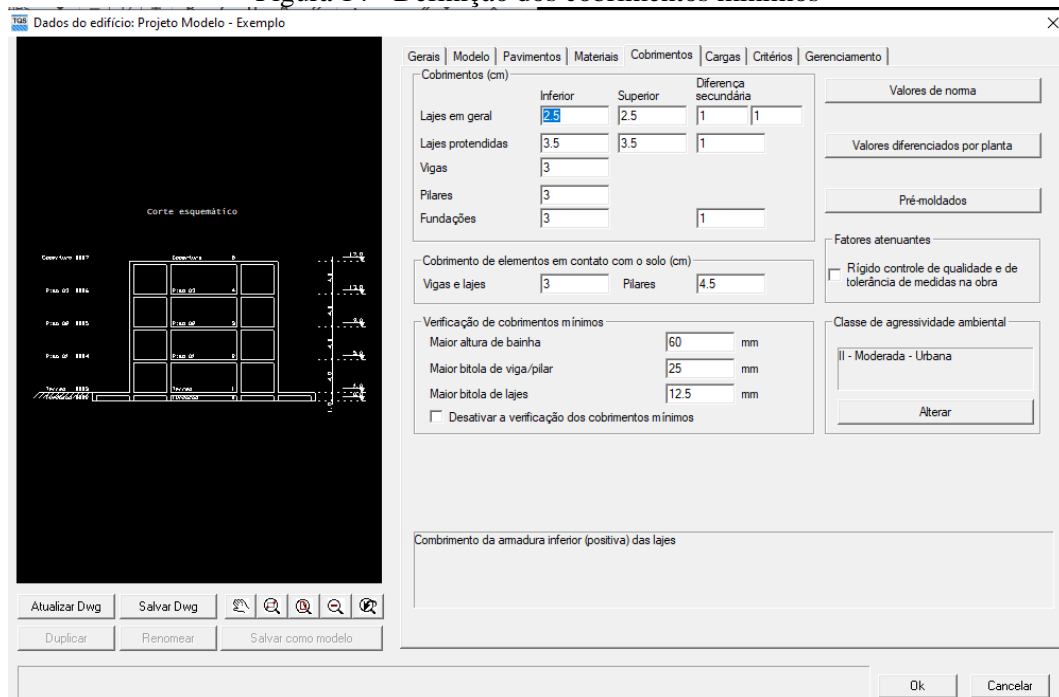
Em sequência, foram definidos os materiais utilizados para a composição dos elementos estruturais (vigas, pilares, lajes e fundações) e suas respectivas dimensões mínimas de cobertura, como pode ser observado nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Definição dos materiais dos elementos estruturais



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 14 - Definição dos cobrimentos mínimos



Fonte: Autoria própria (2024).

Assim, de modo a contemplar os requisitos mínimos, indicados pelas normas NBR 9062 (ABNT, 2017) para elementos pré-moldados e NBR 6118 (ABNT, 2023) para elemento em concreto armado em geral, foram inseridos concreto da classe C40, isto é, com um f_{ck} de 40 MPa para todos os elementos estruturais, dessa maneira cumprindo o requisito mínimo de

resistência a compressão de 30 MPa, preconizado pela norma e se adequando a produção hodierna de tais elementos. Ademais, foram aceitos os cobrimentos preconizados pelas normas.

Em seguida, foram verificados os critérios de projeto relacionados à modelagem, ao dimensionamento e ao detalhamento dos elementos estruturais em concreto pré-moldado, pelas configurações do TQS PREO, as quais podem ser observadas pela Figura 15, Figura 16 e Figura 17.

Figura 15 - Definição dos critérios de projeto - Pré-moldados

The screenshot displays the 'Editor de critérios' (Criteria Editor) window in the TQS PREO software. The window title is 'Editor de critérios - Projeto Modelo - Exemplo - 0001 - C:\TQS\Modelo - Exemplo\CRITPRE.DAT'. The interface includes a top navigation bar with 'Edição' (Edit) and 'Relatório' (Report) buttons, and a 'Modelo - Exemplo Geral' (General Model - Example) button. A left sidebar shows a tree view of criteria categories: 'Norma' (Standard), 'Modelagem' (Modeling), 'Dimensionamento' (Sizing), 'Detalhamento' (Detailing), 'Desenho' (Drawing), and 'Relatórios' (Reports). The main area is titled 'Critérios: (Concreto)Pré-moldado' and contains the following settings:

- Limites dimensionais** (Dimensional Limits):
 - Comprimento máximo de elemento pré-moldado: 1200 cm
 - Peso máximo de elemento pré-moldado: 24.00 tf
 - Tolerância para agrupamento de vigas pré-moldadas: 0.1 cm
- Modelo de cálculo** (Calculation Model):
 - Extensão relativa do apoio da viga no consolo: 0.667
 - Viga solidarizada apóia no consolo: Não Sim
 - Lajes pré-fabricadas com barras transversais de altura da capa: Não Sim
 - Corretor da relação E_p/E_c : 2
 - Considerar aumento de rigidez axial dos pilares nos modelos espaciais: Não Sim
 - Lajes pré-fabricadas apoiadas em viga com articulação e offset na etapa não solidarizada: Não Sim
- Ligação Viga/Pilar** (Beam/Column Connection): (Section header, no visible settings)

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 16 - Definição dos critérios de projeto - Ligação viga-pilar

Ligação Viga/Pilar

Engastamento padrão de vigas	<input type="text" value="1"/>
Engastamento lateral padrão de vigas	<input type="text" value="1"/>
Plastifica momento negativo em Y	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
Plastifica momento positivo em Y	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
Plastifica momento negativo em Z	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
Plastifica momento positivo em Z	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 17 - Definição dos critérios de dimensionamento, detalhamento e desenho dos elementos estruturais

Editor de critérios - Projeto Modelo - Exemplo - 0001 - C:\TQS\Modelo - Exemplo\CRITPRE.DAT

Critérios: Edifício Relatório Modelo - Exemplo Geral

Posição dos acessórios

Distância relativa da alça de içamento à borda superior	<input type="text" value="0.2"/>
Distância relativa do furo de levantamento (FL) à borda superior	<input type="text" value="0.167"/>
Distância absoluta mínima do FL à borda superior	<input type="text" value="90"/> cm
Distância absoluta máxima do FL à borda superior	<input type="text" value="350"/> cm
Distância da saída do tubo de água pluvial à base do pilar	<input type="text" value="5"/> cm

Detalhamento

Distribuição de armadura longitudinal em feixes	<input type="radio"/> Não <input checked="" type="radio"/> Sim
Distância mínima entre bitolas em feixes	<input type="text" value="1.5"/> cm
Alojamento de bitolas em feixes	<input type="checkbox"/>
Traspassar ou Emendar barras	<input type="checkbox"/> Traspassar <input checked="" type="checkbox"/> Emendar
Bitola mínima para emenda por solda	<input type="text" value="20"/> mm

Norma Modelagem

- Dimensionamento
 - Geral
 - Vigas
 - Pilares
 - Lajes
 - Consolos
 - Cálice
 - Aparelho de apoio
- Detalhamento
 - Geral
 - Vigas
 - Pilares**
 - Lajes
 - Consolos
 - Cálice
 - Aparelho de apoio
- Desenho
 - Geral
 - Vigas
 - Pilares
 - Lajes
 - Consolos
 - Cálice
 - Relatórios

Fonte: Autoria própria (2024).

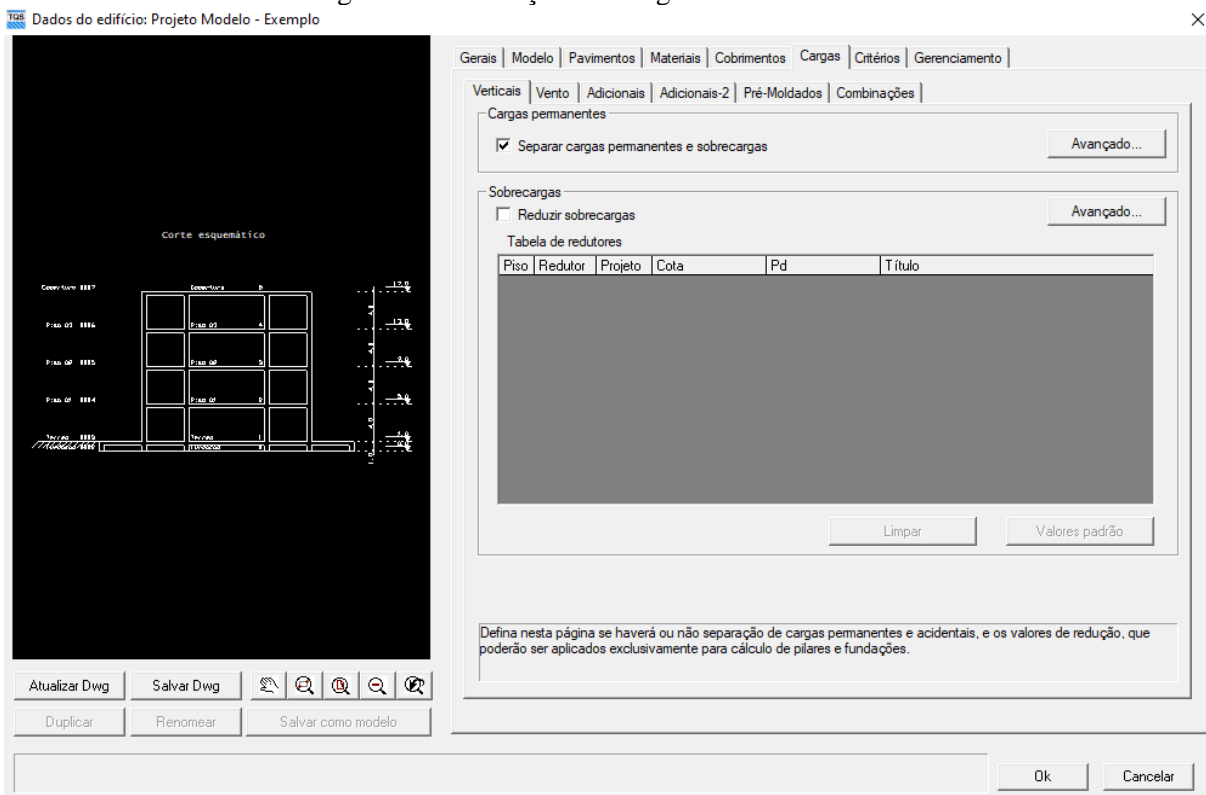
Dessa maneira, de forma geral, os critérios foram inseridos de forma a respeitar os parâmetros preconizados pela norma NBR 9062 (ABNT, 2017), no que se refere às características de dimensionamento e detalhamento das peças pré-moldadas.

Ademais, foi definido como engastamento padrão das vigas o valor 1,00, o qual indica engastamento perfeito destes elementos com os elementos de pilares, isto é, pressupondo uma ligação com um fator de restrição à rotação (α_r) igual a 1,00, mesmo com a não conformidade com os valores reais, como explicitado anteriormente, a fim de verificar de forma teórica a distribuição integral dos esforços. Neste sentido, classificando a edificação como uma edificação com ligações rígidas, conforme a norma.

3.1.4. Inserção das cargas atuantes na edificação

Em sequência, foram verificadas as condições de inserção das cargas atuantes na edificação, o que pode ser observado pela Figura 18, em que se tem a separação das cargas permanentes das sobrecargas, e estas devem ser manualmente inseridas nos elementos correspondentes.

Figura 18 - Definição das cargas verticais atuantes

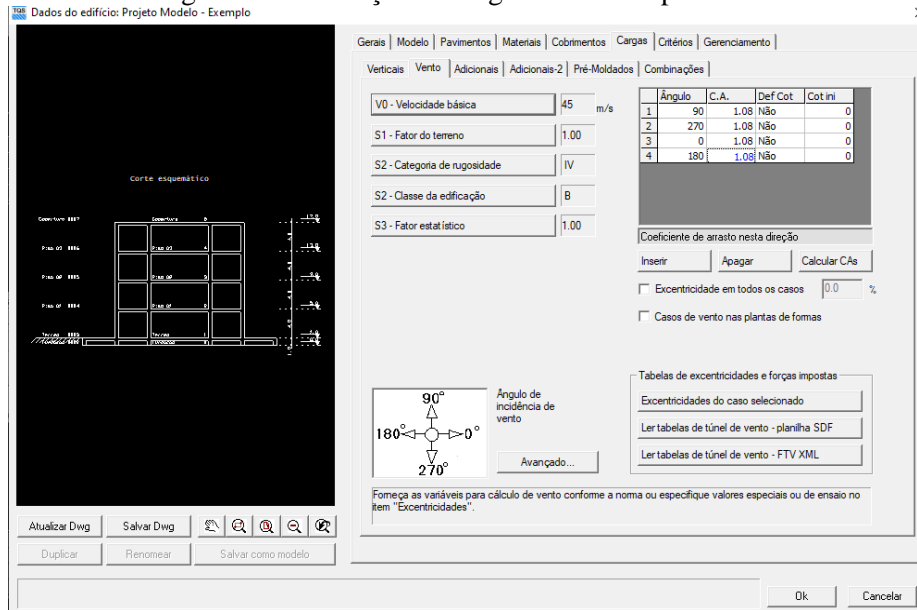


Fonte: Autoria própria (2024).

A partir desse entendimento, como forma de continuidade a esse processo de inserção das cargas atuantes na edificação, fez-se necessário imputar, manualmente, os condicionantes sobre

a estrutura e seu local de construção para a determinação das cargas relacionadas ao vento, como pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 - Definição da carga ocasionada pelo vento



Fonte: Autoria própria (2024).

A partir do entendimento das variáveis que apresentam influência na ação do vento com a estrutura, fez necessário padronizar as entradas de informações de modo ocasionar a mesma influência para todos os modelos, dessa maneira, os *inputs* padronizados podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7 - Definição dos parâmetros de entrada relacionados ao vento

Entrada	Valor
Velocidade básica (m/s)	45
S1 - Fator topográfico	1,00
S2 - Categoria de rugosidade	IV
S2 - Classe da edificação	B
S3 - Fator estatístico	1,00

Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, observa-se, por meio das entradas escolhidas, que os modelos da edificação foram localizados em uma área do mapa de isopletras, em que a velocidade básica seria de 45 m/s (Ex: São Carlos - SP), e em um terreno plano em meio a um ambiente urbano, uma vez que, o fator S1 apresentou o valor 1,00 e a categoria de rugosidade do local foi dada como IV (Urbano). Ademais, padronizou-se que tal edificação pertenceria à classe B, devido a suas características geométricas, e como se trata de um edifício comercial, tal fator estatístico (S3) foi dado como 1,00.

3.1.5. Modelagem dos elementos estruturais – pilares

Em seguida, foi realizada modelagem dos elementos lineares verticais, isto é, elementos de pilares ou colunas. Para tal finalidade, em primeiro plano, foi inserido no software informações de como deveriam ser realizadas as identificações desses elementos, o que pode ser visto na Figura 20.

Figura 20 - Identificação do elemento - Pilar

A janela 'Dados de pilares' apresenta uma interface com abas e campos de entrada. As abas são: Identificação (selecionada), Seção, Modelo, Grelha/Pavimento, Pórtico, Detalhamento, Cargas, Plantas/Seções, Pré-moldados e BIM. O formulário é dividido em seções:

- Numérica:** Possui um campo 'Pilar P' com o valor '1' e um botão 'Próximo'. Abaixo, há o campo 'Livre'.
- Alfanumérica:** Possui um campo 'Título opcional' e o campo 'Livre'.
- Renumeração:** Possui uma caixa de seleção 'Realinhar identificação' (desativada), um campo 'Primeiro número' com o valor '1' e opções de radio button para 'Renumeração' (Não e Sim, com 'Sim' selecionado).
- Linha de chamada do título:** Possui opções de radio button para 'Linha de chamada do título' (Conforme critérios de desenho, Não e Sim, com 'Conforme critérios de desenho' selecionado).

Na base da janela, há um campo de texto com o texto: 'Número que identifica o pilar. Cada pilar deve ter um único número de identificação.' Na barra de botões inferior, estão os botões 'OK', 'Cancelar' e 'Inserir'.

Fonte: Autoria própria (2024).

Em segundo plano, foram definidos os parâmetros geométricos da seção de cada pilar, o que pode ser observado na Figura 21. Ademais, estes foram divididos em classes de pilares, conforme a sua função (pilar de canto, pilar de fachada e pilar de centro), de modo a possibilitar diferentes geometrias entre as classes, fato que explora a otimização do trabalho desses elementos.

Figura 21 - Definição da seção transversal - Pilar

Dados de pilares

Identificação | Seção | Modelo | Grelha/Pavimento | Pórtico | Detalhamento | Cargas | Plantas/Seções | Pré-moldados | BIM

Posição de inserção

Centro

Canto

Ponto médio seguido ao canto

Ângulo de inserção: 0°

Revestimento: 0 cm

Material não padrão

Retangular | Em L | Em U | Circular | Poligonal | Perfil

B1: 40 cm

H1: 40 cm

B1

OK Cancelar Inserir

Fonte: Autoria própria (2024).

Em sequência, foram definidos os modelos de trabalho para esse elemento nos quesitos referentes à sua vinculação e a categorização dos esforços atuantes neste, conforme pode ser visualizado na Figura 22.

Figura 22 - Definição do modelo de trabalho - Pilar

Dados de pilares

Identificação | Seção | Modelo | Grelha/Pavimento | Pórtico | Detalhamento | Cargas | Plantas/Seções | Pré-moldados | BIM

O pilar nasce:

Vinculado na fundação / solo

Em viga

Em pilar/bloco/sapata/tubulão

Sobre laje

Trabalha em:

Compressão

Tração / compressão

Compatibilização

Só tração (tirante)

Só compressão (escora)

Recebe vento:

Não

Sim

Tabela de vento

Parcelas de vento

Direção:

Vertical

Inclinado

Pilar parede - inércia à torção laminar

Não calcular

Aproximada ou discretização

Não linearidade física

Pilar

Parede não fissurada

Parede fissurada

Verificar interferências

Não

Sim

OK Cancelar Inserir

Fonte: Autoria própria (2024).

Além disso, foram estabelecidos os parâmetros de posicionamento, vinculação e continuidade destes elementos, assim como a sua definição como componente pré-moldado, o que pode ser visto na Figura 23 e Figura 24.

Figura 23 - Definição da continuidade - Pilar

Dados de pilares

Identificação | Seção | Modelo | Grelha/Pavimento | Pórtico | Detalhamento | Cargas | Plantas/Seções | Pré-moldados | BIM

Seções do pilar atual:

Piso 01 (Primeira planta)	(MORRE) (NASCE)	Editar
		Inserir
		Apagar

Pilares novos: define a planta inicial e final, mais tarde voce poderá separar seções em plantas diferentes. Pilares existentes: voce pode apagar ou inserir plantas com seções diferentes.

OK Cancelar Inserir

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 24 - Definição das características do pré-moldado - Pilar

Dados de pilares

Identificação | Seção | Modelo | Grelha/Pavimento | Pórtico | Detalhamento | Cargas | Plantas/Seções | Pré-moldados | BIM

Pilar pré-moldado

Não Sim

Altura de engastamento: 100 cm

Rebaixo da base do pilar: 0 cm

Agrupamento

Região: Todas Fomas: Amação:

Acessórios

Alças de içamento

Furo de levantamento

Tubulação de água pluvial

Alojamento

Critério TQS Pilar Feixes

Porção do pilar que é engastada na fundação, abaixo do nível do pavimento

OK Cancelar Inserir

Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, com base em uma análise do parâmetro de estabilidade global (γ_z), em que tal índice não deveria exceder o valor 1,10 e, portanto, classificaria a edificação como uma estrutura de nós fixos, foi realizado um procedimento iterativo de dimensionamento destes elementos lineares, de modo a otimizar o trabalho deste por meio da área da seção transversal para cada grupo de pilares.

3.1.6. Modelagem dos elementos estruturais – vigas

Em prosseguimento à sequência adotada, foi realizada a inserção dos dados relacionados aos elementos lineares horizontais, isto é, aos elementos de viga, os quais tiveram como ponto de partida o processo de identificação, que pode ser visto pela Figura 25.

Figura 25 - Identificação do elemento - Viga

Dados Gerais da Viga

Identificação | Inserção | Seção/Carga | Modelo | Intersecções | Temperatura/Retração | Detalhamento | Pré-moldados | BIM

Numérica
Viga V
Livre

Alfanumérica
Título opcional
Livre

Renumeração
 Realinhar identificação
Renumeração: Não Sim

Linha de chamada do título
 Conforme critérios de desenho
 Não
 Sim

Número que identifica a viga. Cada viga deve ter um número único de identificação.

Fonte: Autoria própria (2024).

Em seguida, com base nos levantamentos estimados anteriormente pela seção 2.5.1, em que foram adotados os materiais e componentes constituinte para a alvenaria de fechamento, puderam ser inseridos carregamentos lineares distribuídos em cada viga, os quais foram definidos em 0,61 tf/m, conforme pode ser observado na Figura 26, e representam a carga imposta pela alvenaria de vedação.

Figura 26 - Definição do carregamento distribuído - Viga

Definição de carregamentos

Caso/Carga

0.61 tf/m

Numéricas | Alfanuméricas

Carga distribuída linear

Carga principal ou permanente 0.61 tf/m

Carga accidental 0 tf/m

Inserir Apagar Caso 0001- TODAS - Todas permanentes e accidentais dos pavimentos

Entre com o valor total da carga, ou a componente permanente, caso haja separação de cargas accidentais e permanentes definida no edifício.

OK Cancelar

Fonte: Autoria própria (2024).

Posteriormente, foram escolhidas as seções transversais adotadas para cada elemento e a identificação destes como elementos pré-moldados, como pode ser observado na Figura 27 e Figura 28.

Figura 27 - Definição da seção transversal - Viga

Dados de uma seção catalogada tipo DWG

Nome da seção RETANG\R-030_080

Características geométricas

IX 7.2000e-003 m4 IZ 1.8000e-003 m4

IY 1.2800e-002 m4 AX 2.4000e-001 m2

PPM 0.0000e+000 tf/m

Seção solidarizada

BSEC 0 cm HSEC 0 cm

BCS 0 cm HCS 0 cm

IX 0.0000e+000 m4 IZ 0.0000e+000 m4

IY 0.0000e+000 m4 AX 0.0000e+000 m2

Biblioteca de seções

R-014_050
R-020_050
R-020_060
R-020_070
R-020_080
R-020_090
R-020_100
R-020_110
R-020_120
R-020_130
R-020_140
R-020_150
R-020_160
R-020_170
R-020_180
R-030_050
R-030_060
R-030_070
R-030_080
R-030_090
R-030_100
R-030_110

Bibliotecas

Seções de projeto

OK Cancelar

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 29 - Identificação do elemento - Laje

Fonte: Autoria própria (2024).

Em segundo plano, foram definidas as ações atuantes sobre tais placas, conforme os critérios apresentados na seção 2.5.1 do presente documento, em relação às cargas verticais permanentes e acidentais, as quais apresentaram os valores de $0,16 \text{ tf/m}^2$ e $0,26 \text{ tf/m}^2$, respectivamente, e podem ser visualizadas na Figura 30.

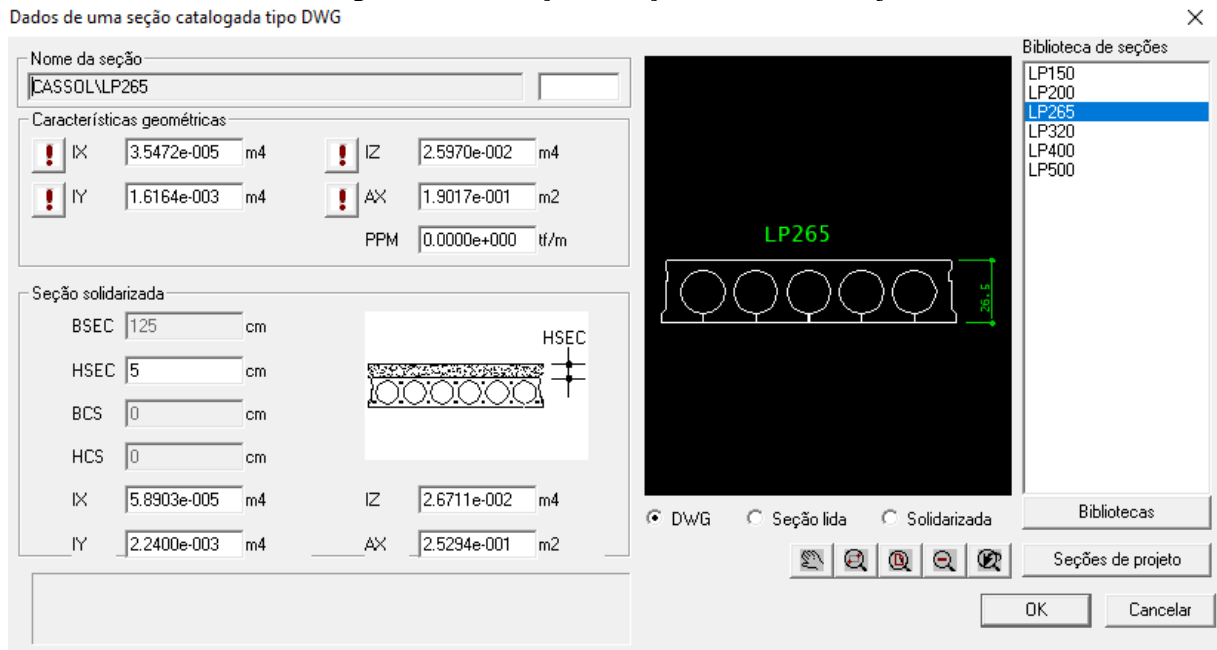
Figura 30 - Definição do carregamento distribuído - Laje

Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, a partir dos carregamentos impostos foram realizadas todas as combinações de esforços, conforme a norma NBR 6118 (ABNT, 2023), de modo a possibilitar uma análise por meio da envoltória destes esforços.

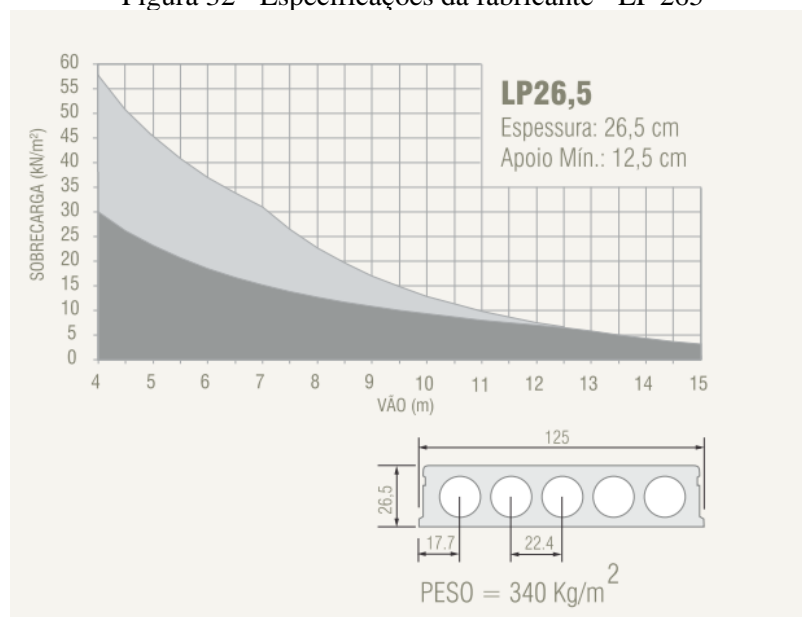
Por fim, foram definidas as características geométricas da seção transversal desses componentes, para isso foi utilizada a biblioteca disponível no software da empresa CASSOL Pré-Fabricados LTDA, a qual possibilitou a escolha do modelo “LP265”, referente à laje protendida de espessura de 26,5 cm, a qual apresenta uma taxa de trabalho aceitável para vãos de 12,00 m e uma sobrecarga de 2,5 kN/m², conforme os dados do catálogo da fabricante. Tais especificações podem ser visualizadas na Figura 31 e Figura 32.

Figura 31 - Definição da seção transversal - Laje



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 32 - Especificações da fabricante - LP 265

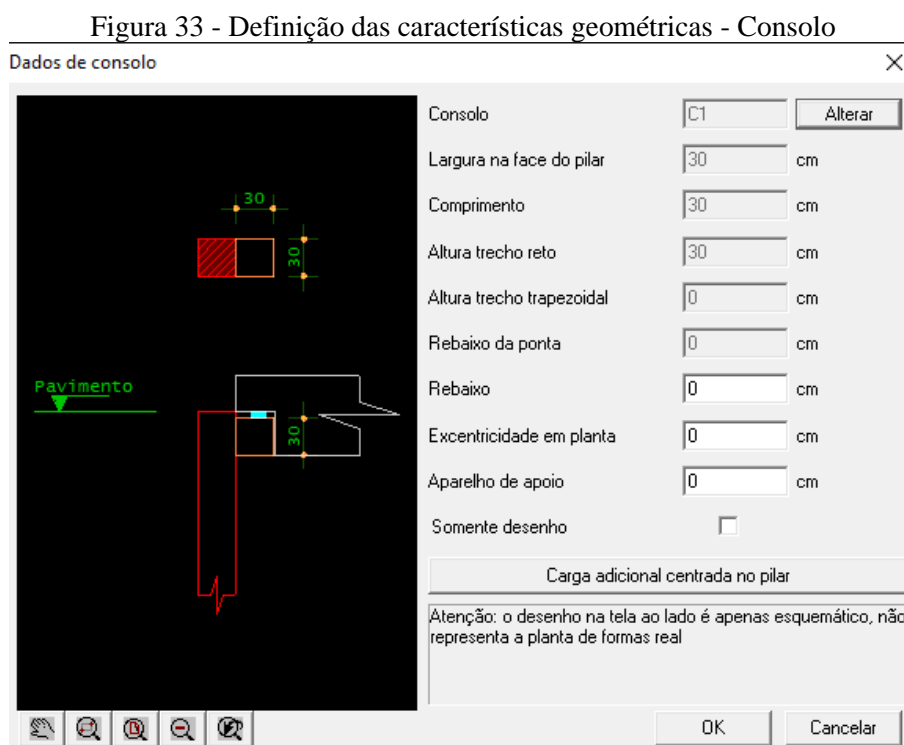


Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, foi adotado de forma padronizada para todos os modelos a utilização da laje “LP265” com uma capa de solidarização de 5,00 cm, de modo a equalizar os esforços gerados pelo peso próprio do elemento para todos os modelos analisados.

3.1.8. Modelagem dos elementos estruturais – consolos

Em sequência, foi realizado a definição das características geométricas dos consolos, os quais são responsáveis pelo apoio e conexão das vigas com os pilares, para tal finalidade foi padronizado uma seção única para esse componente, comum a todos os modelos, tal seção apresenta dimensões conforme pode ser observado na Figura 33.



Fonte: Autoria própria (2024).

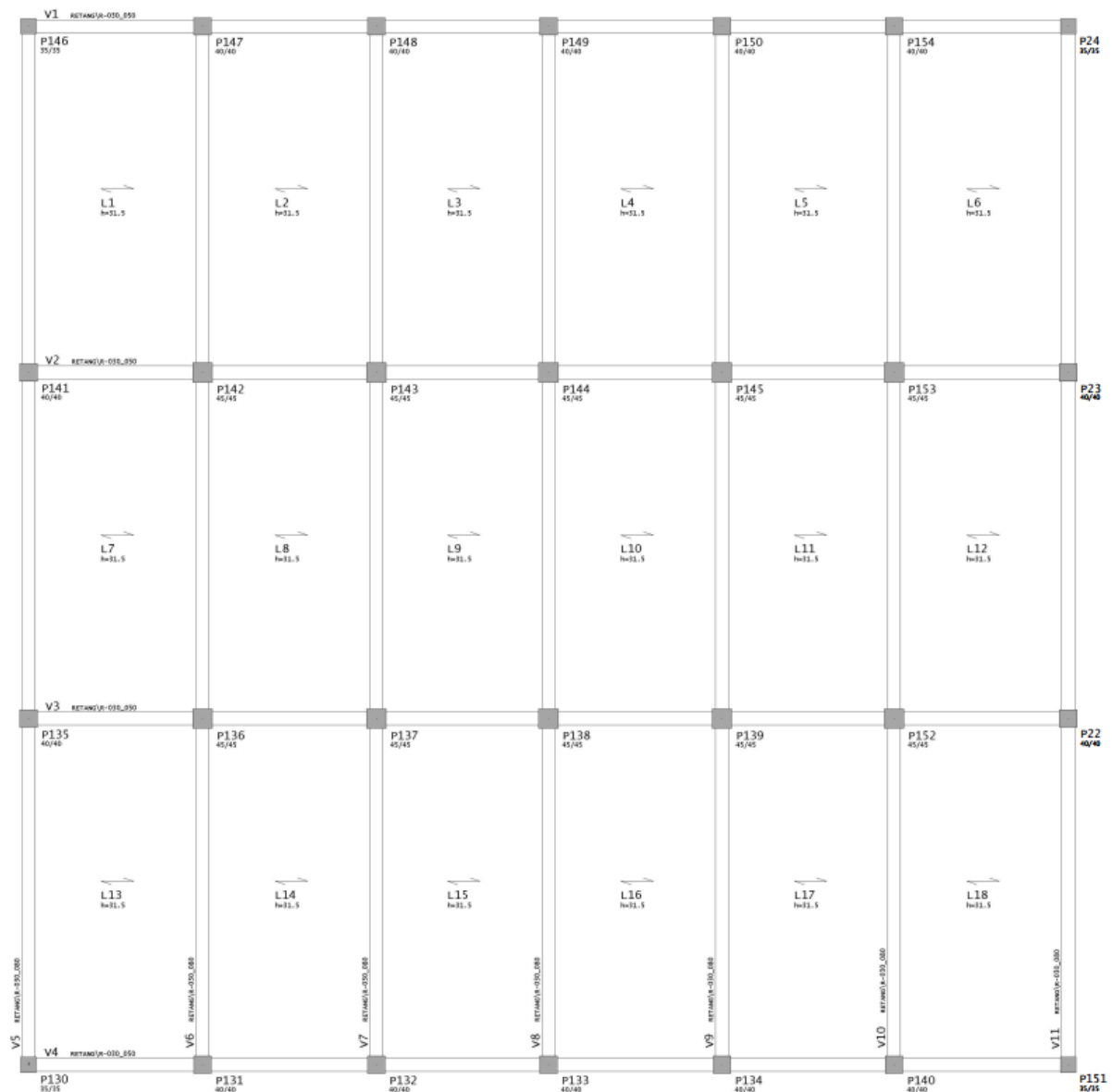
Assim, de forma padrão, tais elementos apresentam uma largura de 30 cm, a qual está em contato com a face do pilar, um comprimento de 30 cm, o qual está em contato com o fundo da viga, e uma altura de 30 cm.

Ademais, é de extrema importância pontuar que tais elementos tiveram as suas posições ajustadas, de modo a serem colocados exatamente abaixo do fundo da viga, eliminando assim a necessidade de dentes Gerber.

3.1.9. Montagem das plantas dos pavimentos

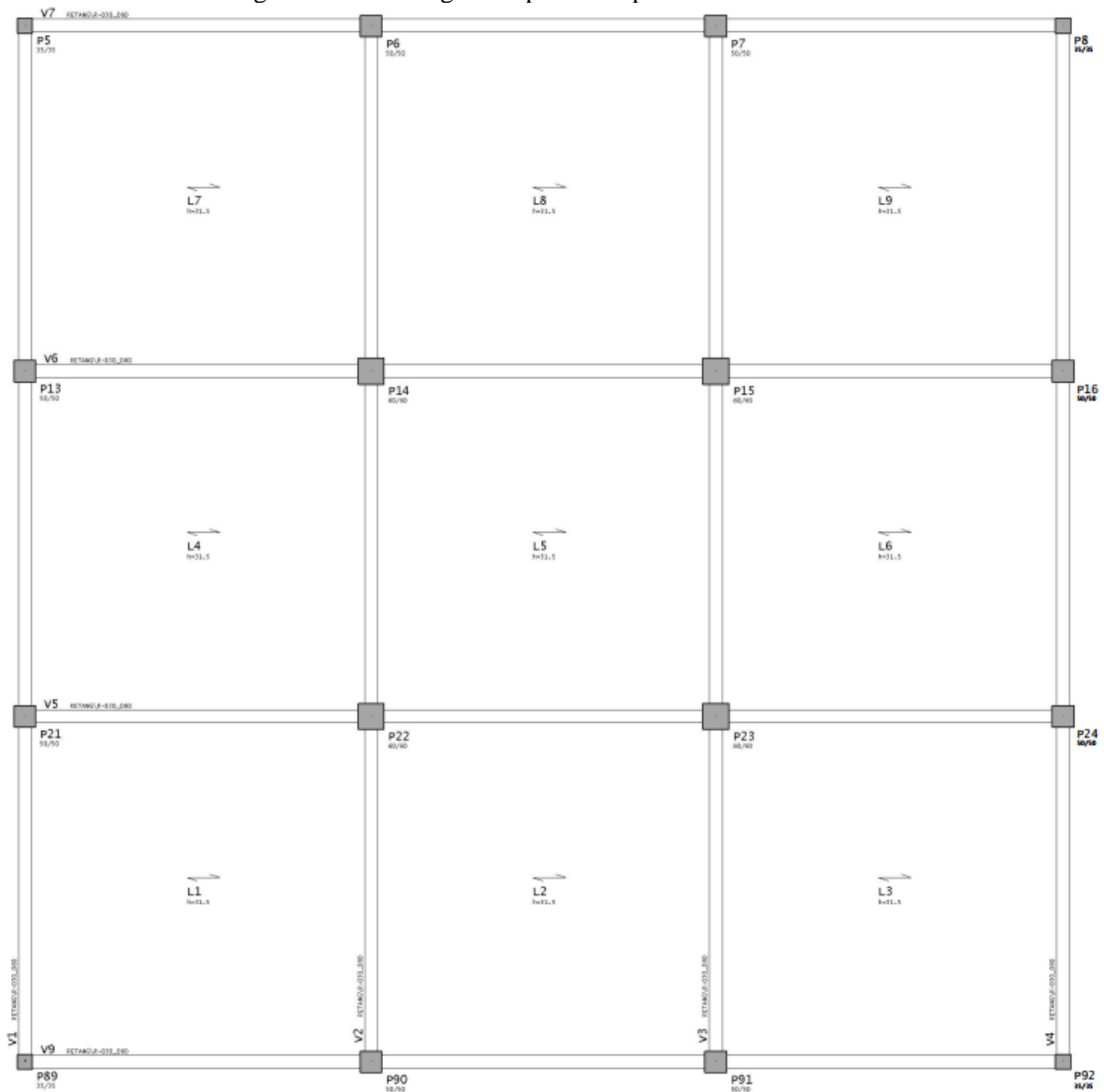
A partir da definição das identificações, das características geométricas e das ações atuantes para cada elemento, os quais podem ser dispostos nas plantas geradas para cada pavimento, que foram pré-definidas durante a inserção de dados do edifício (seção 6.1.1.), de maneira a possibilitar a definição de interação entre tais componentes, como pode ser visto na Figura 34, Figura 35 e Figura 36, que representam, respectivamente, a inserção para os modelos MO - V4 - P6, MO - V8 - P6, MO - V12 - P6.

Figura 34 - Modelagem da planta do pavimento - MO - V4



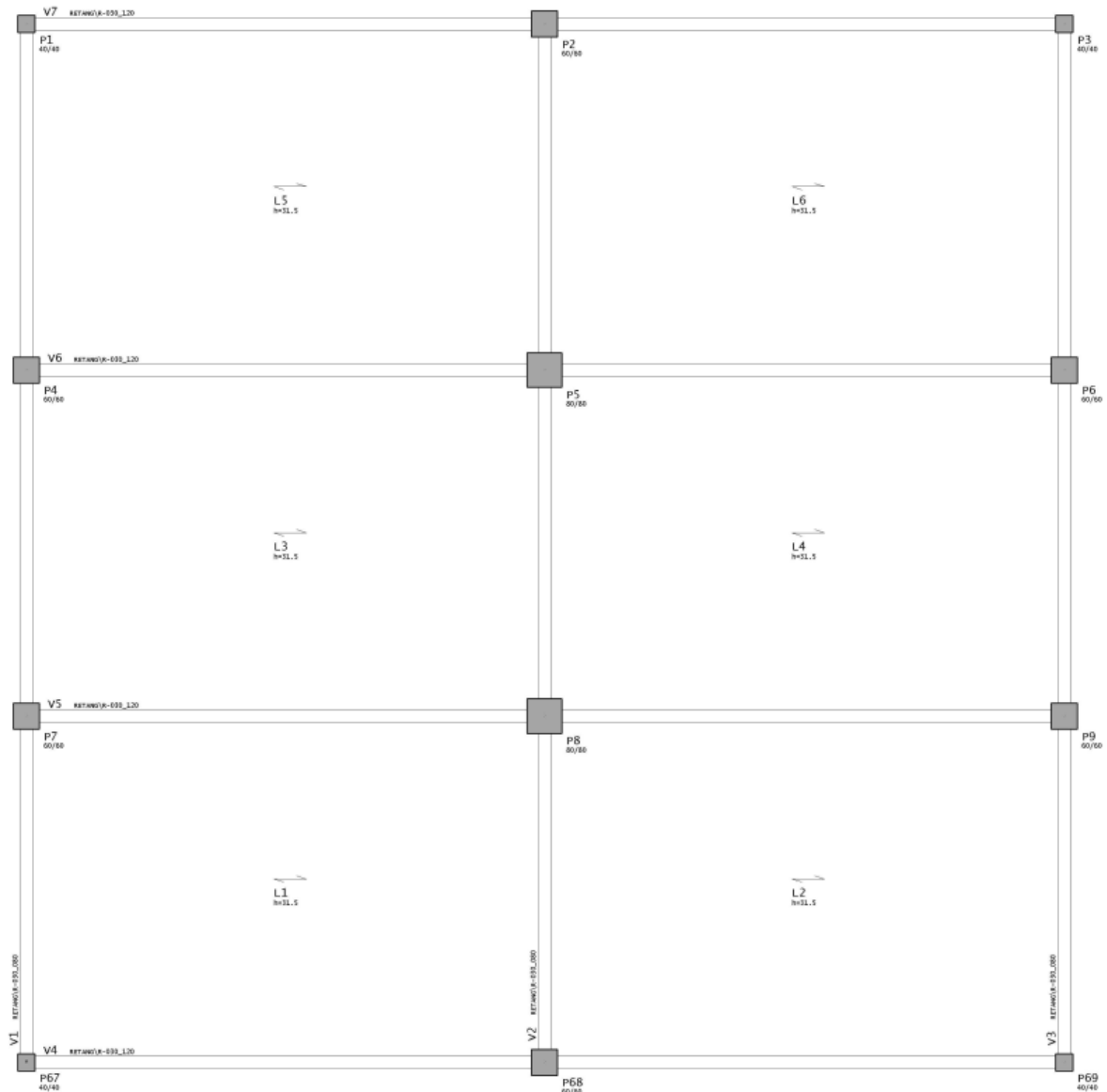
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 35 - Modelagem da planta do pavimento - MO - V8



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 36 - Modelagem da planta do pavimento - MO - V12



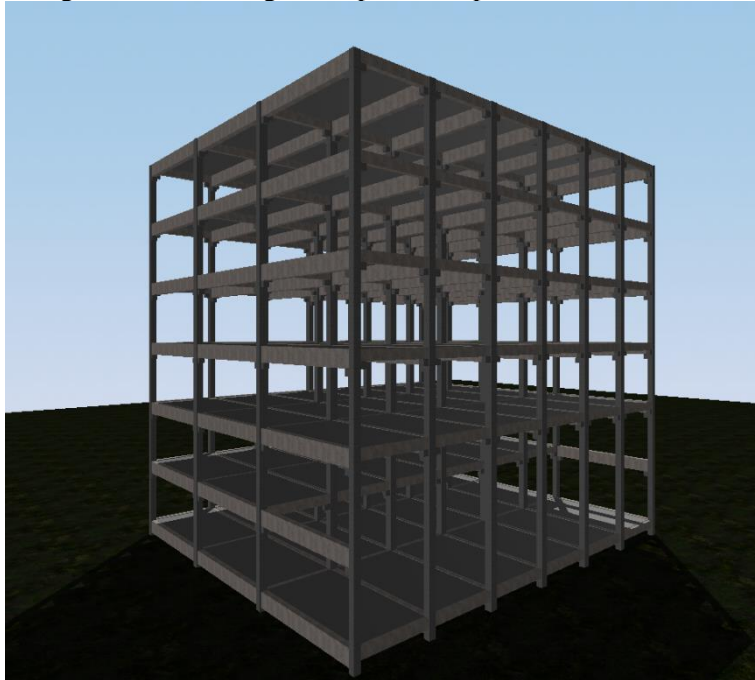
Fonte: Autoria própria (2024).

Portanto, por meio do entendimento da disposição desses elementos, o software, por intermédio de uma rotina automatizada, consegue realizar a transferência de esforços entre tais componentes, conforme o procedimento manual (lajes → vigas → consolos → pilares).

3.1.10. Montagem dos pórticos espaciais

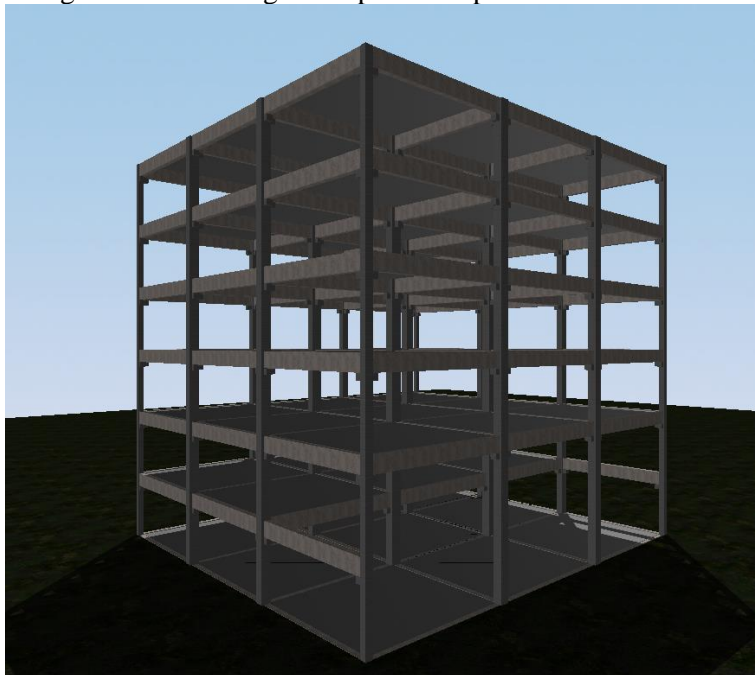
Dessa maneira, com base nas informações fornecidas ao software por meio das descrições realizadas nas seções anteriores, em relação aos elementos estruturais e a organização destes nos pavimentos, por meio da definição das plantas, o programa realiza uma série de vinculações entre tais componentes, de forma a compor-los em uma configuração de pórticos espaciais, isto é, pórticos em três dimensões, os quais pode ser observados na Figura 37, Figura 38 e Figura 39, as quais representam, respectivamente, os modelos MO - V4 - P6, MO - V8 - P6, MO - V12 - P6.

Figura 37 - Modelagem do pórtico espacial - MO - V4 - P6



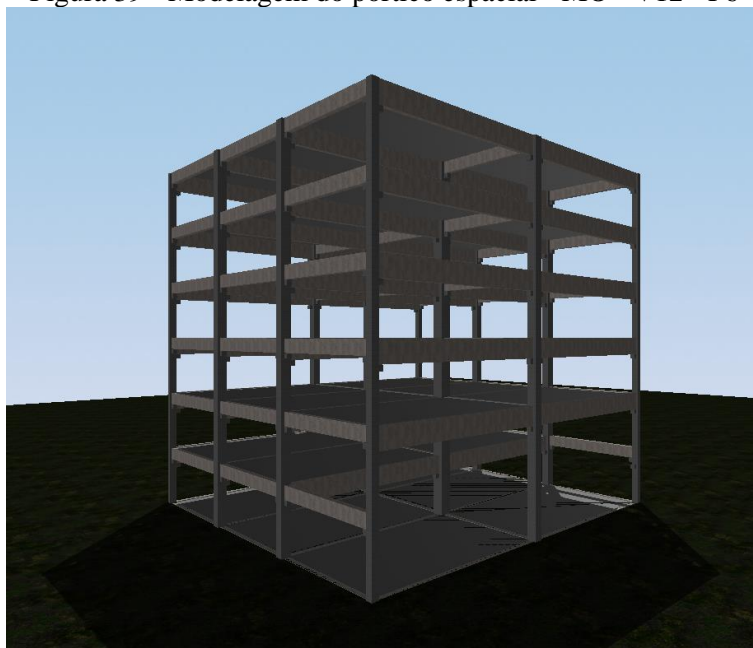
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 38 - Modelagem do pórtico espacial - MO - V8 - P6



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 39 - Modelagem do pórtico espacial - MO - V12 - P6



Fonte: A autoria própria (2024).

Neste sentido, com base nestas configurações espaciais, o *software* consegue aplicar as ações definidas para tal estrutura de modo a avaliar o esforço aplicado a cada componente (pilar, viga ou laje), de forma a permitir o cálculo da armadura necessária para estes elementos de forma separada.

4. RESULTADOS OBTIDOS

À luz da metodologia apresentada anteriormente, foram montados os modelos de simulação propostos para representar cada parâmetro analisado, isto é, analisar a influência do vão livre na fachada (em metros) e da altura total da edificação (em número de pavimentos e em metros) no comportamento estrutural dos pilares da fachada frontal.

Dessa maneira, tais modelos foram submetidos a processos iterativos de modo a atingir valores associados ao parâmetro de estabilidade global, Γ_z , inferiores a 1,1, ou seja, de maneira a trabalhar com estruturas de nós fixos ou pouca deslocabilidade, assim, eliminando a influência dos efeitos de segunda ordem para o comportamento estrutural global.

Por conseguinte, a partir dessa análise, obtiveram-se as geometrias finais para cada situação analisada, de forma a possibilitar a análise incisiva sobre os elementos de pilares da fachada com pé-direito duplo, por meio da verificação da armadura necessária de tais componentes, assim como a taxa de armadura empregada para estes, isto é, a relação entre a área de concreto do pilar e a área de aço utilizada.

Por fim, tais estudos foram realizados de modo a obter os resultados apresentados nos anexos A e B, os quais dizem respeito, respectivamente, aos valores de saída para os esforços e armadura necessária do software TQS ® para os componentes realizados e à planilha geral de verificação dos modelos. Assim, de forma a possibilitar a análise da influência dos parâmetros de entrada, tais resultados foram separados entre suas categorias principais de maneira a fixar um parâmetro e analisar a influência da outra variável sobre este fixado.

Neste sentido, o processo percorrido anteriormente, foi realizado e será apresentado em forma de tabelas e gráficos, possibilitando uma melhor visualização e entendimento de tais variações.

4.1. RESULTADOS PARA MODELOS COM O VÃO LIVRE FIXADO

Por meio do procedimento descrito, observa-se que a presente seção será responsável por descrever o comportamento dos modelos com os vãos da fachada frontal fixados, ou seja, os modelos MO – V4, MO – V8, MO – V12.

4.1.1. MO – V4

Da mesma forma, os resultados obtidos para o modelo com vãos de 4 metros, foram subdivididos em 2 categorias de pilares, pilares de canto e pilares intermediários de fachada. Dessa maneira, tal análise pode contemplar de maneira crítica os comportamentos de diferentes grupos de pilares, os quais serão apresentados na subseção seguinte.

4.1.1.1. Pilar de canto (PC)

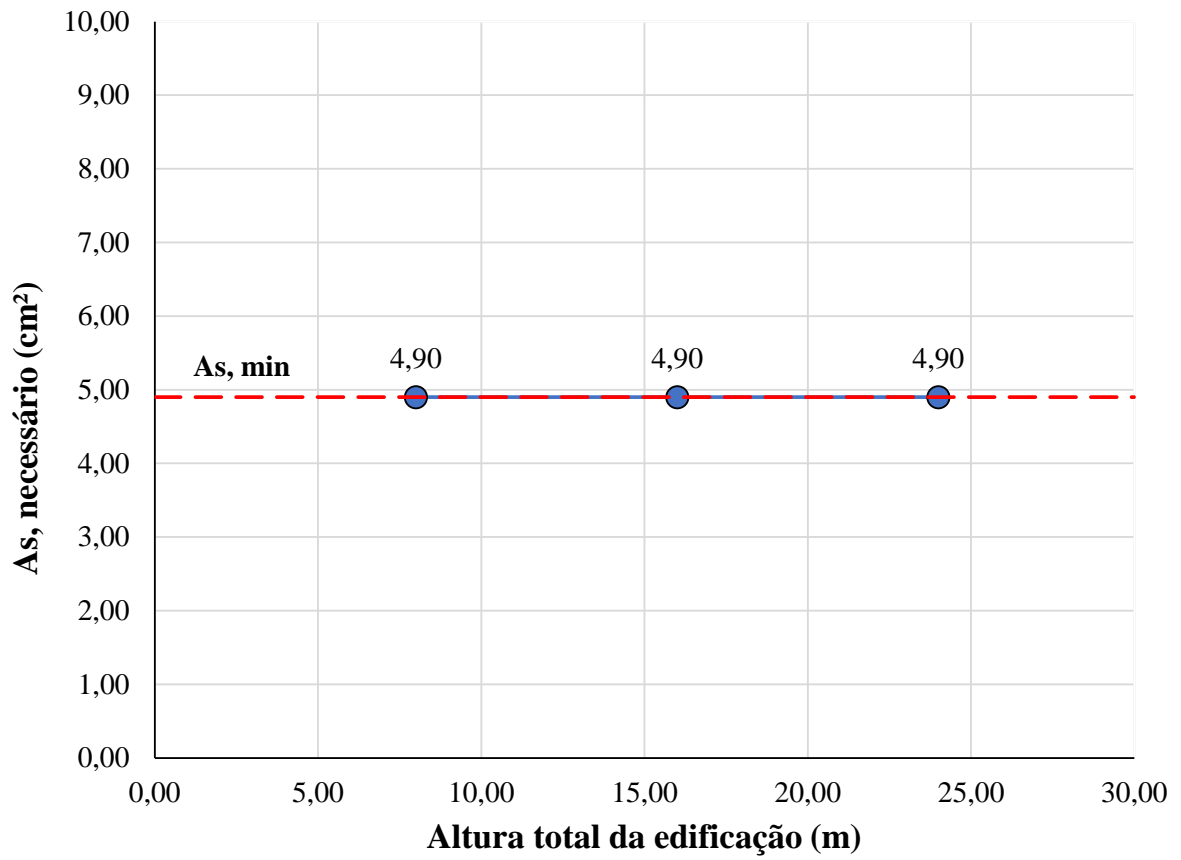
A partir da discretização dos resultados, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alterações das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 8 e na Figura 40 e Figura 41 e Figura 42.

Quadro 8 - Resultados - MO - V4 - PC

Modelo	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO - V4 - P2	2	8,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V4 - P4	4	16,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V4 - P6	6	24,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%

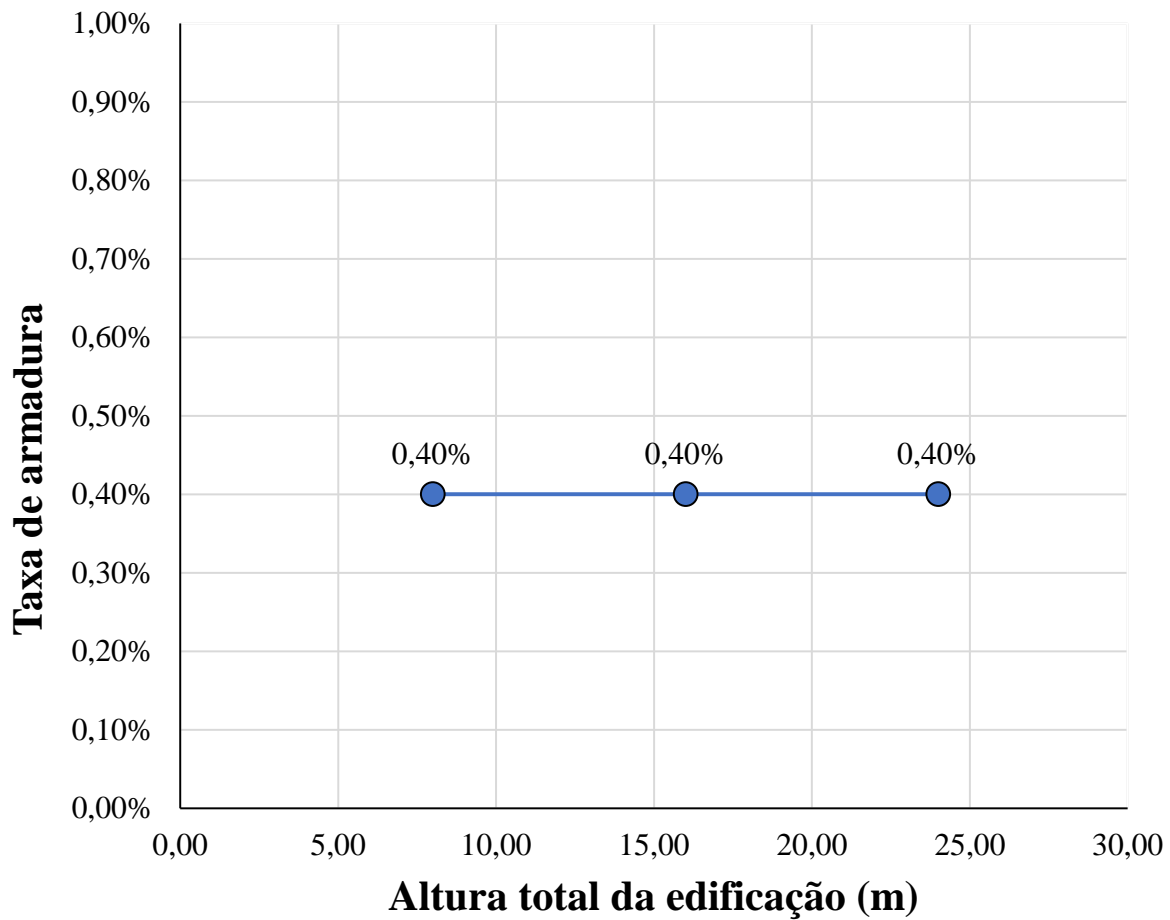
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 40 - Armadura necessária - MO - V4 - PC



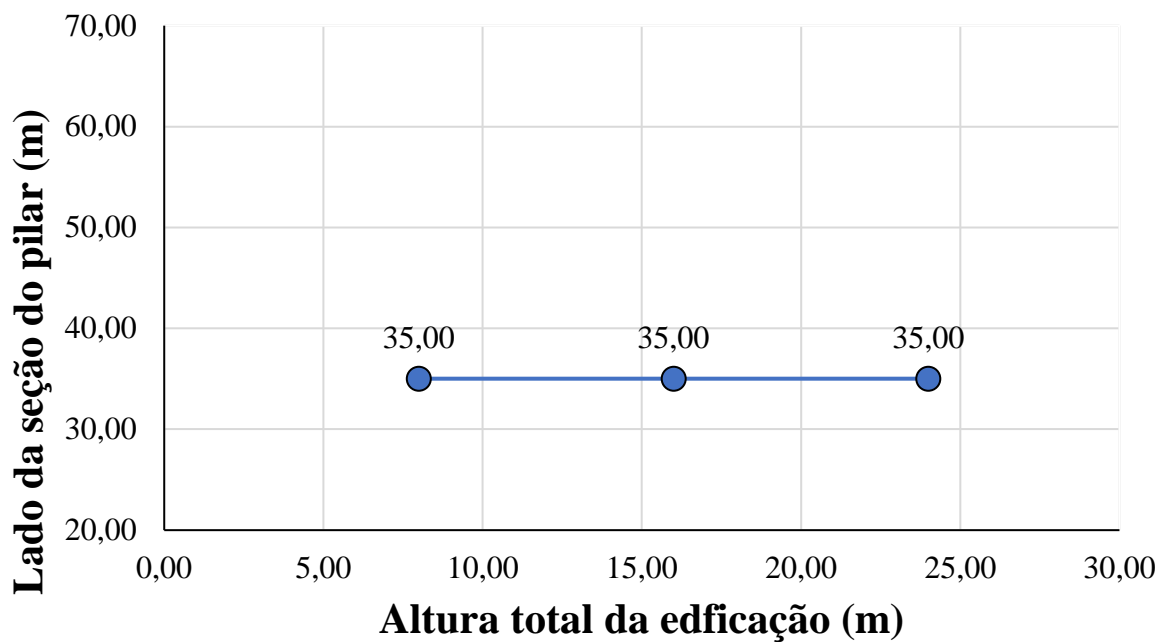
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 41 - Taxa de armadura - MO - V4 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 42 - Variação da seção - MO - V4 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa forma, notou-se que para os pilares de canto (PC) nos modelos com vãos de 4,00 metros, a variação da altura total da edificação não ocasionou quaisquer alterações quanto a necessidade de armação ou de seção transversal.

4.1.1.2. Pilar intermediário (PI)

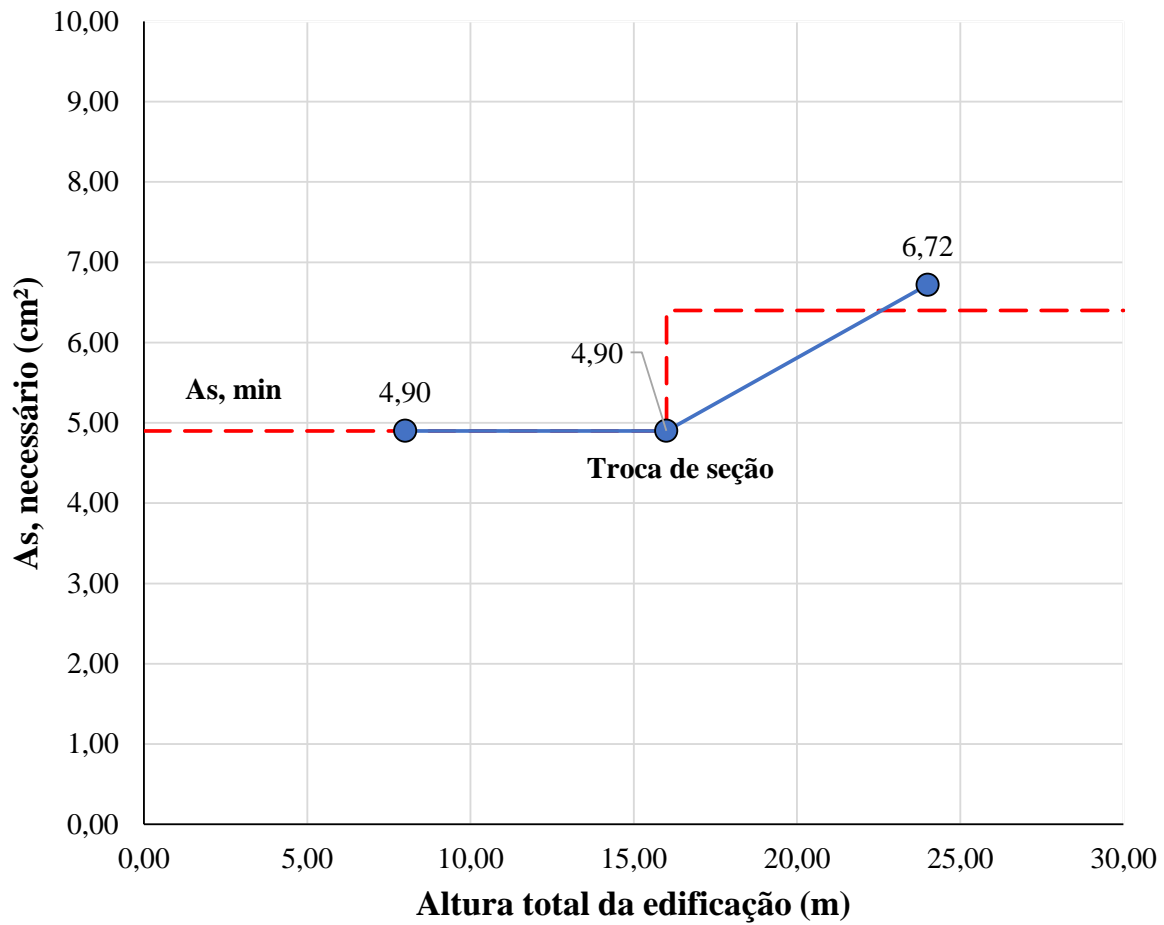
Por meio da categorização dos resultados, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 9 e na Figura 43, Figura 44 e Figura 45.

Quadro 9 - Resultados - MO - V4 - PI

Modelo	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Lado (cm)	A (cm²)	As, min (cm²)	As, necessário (cm²)	Taxa de armadura
MO - V4 - P2	2	8,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V4 - P4	4	16,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V4 - P6	6	24,00	40	1600	6,40	6,72	0,42%

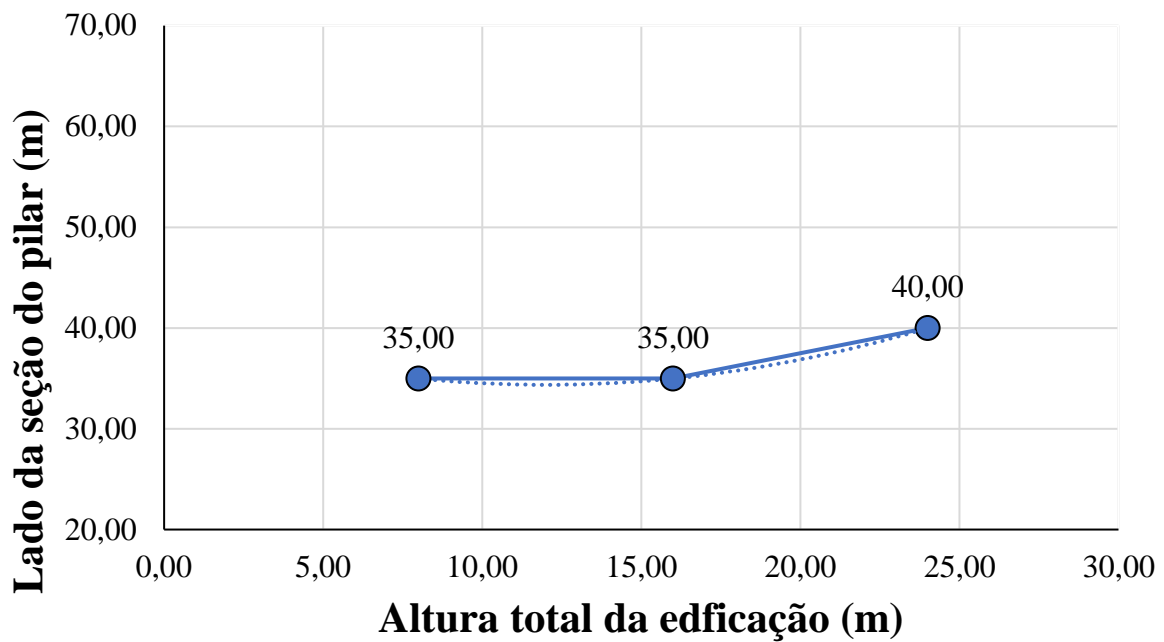
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 43 - Armadura necessária - MO - V4 - PI



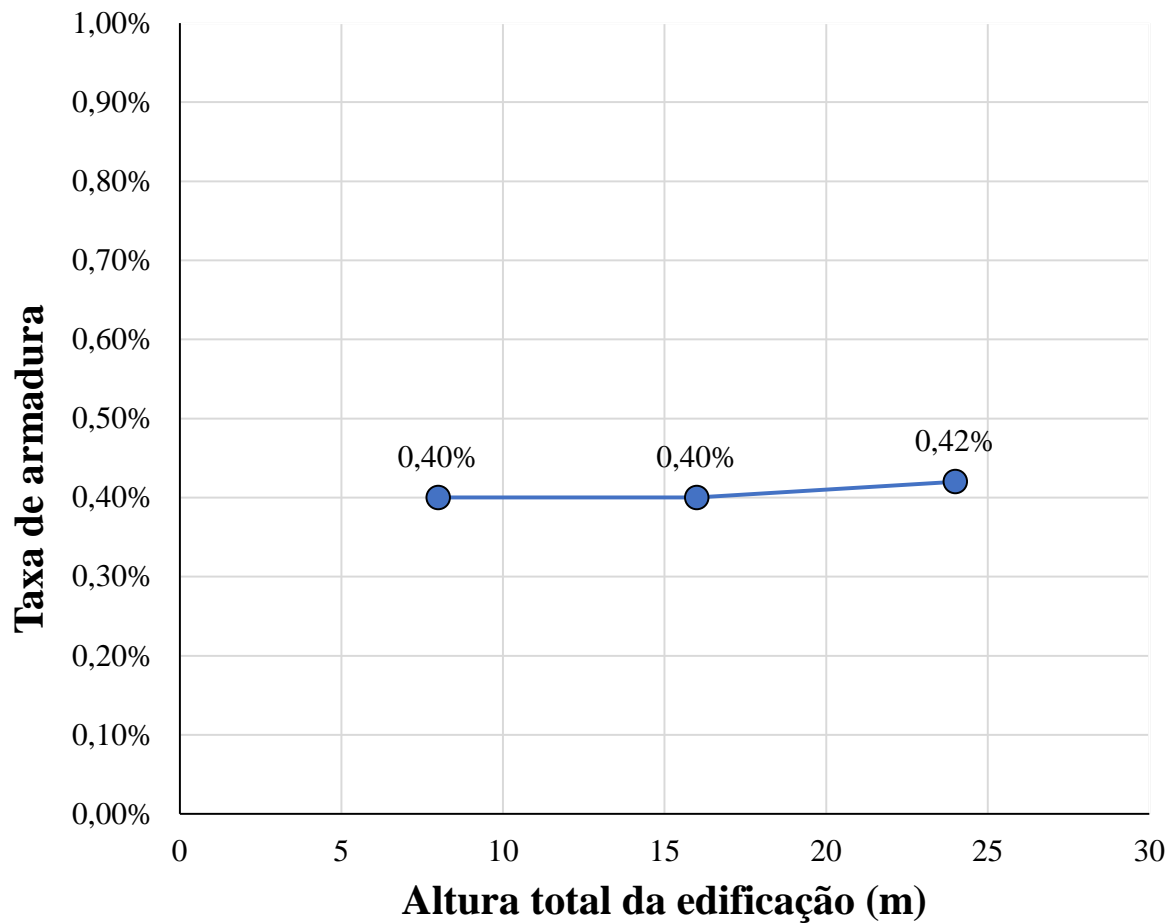
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 44 - Variação da seção - MO - V4 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 45 - Taxa de armadura - MO - V4 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, entendeu-se que para os pilares intermediários submetidos aos esforços referentes aos modelos com vãos de 4,00 metros, houve uma necessidade de armação adicional a armadura mínima somente para a edificação com maior altura.

4.1.2. MO – V8

De maneira similar ao apresentado no capítulo anterior (7.1.1.), os resultados obtidos para o modelo com um vão livre de fachada de 8 metros, foram subdivididos nas mesmas categorias de pilares e serão apresentados nas subseções posteriores.

4.1.2.1. Pilar de canto (PC)

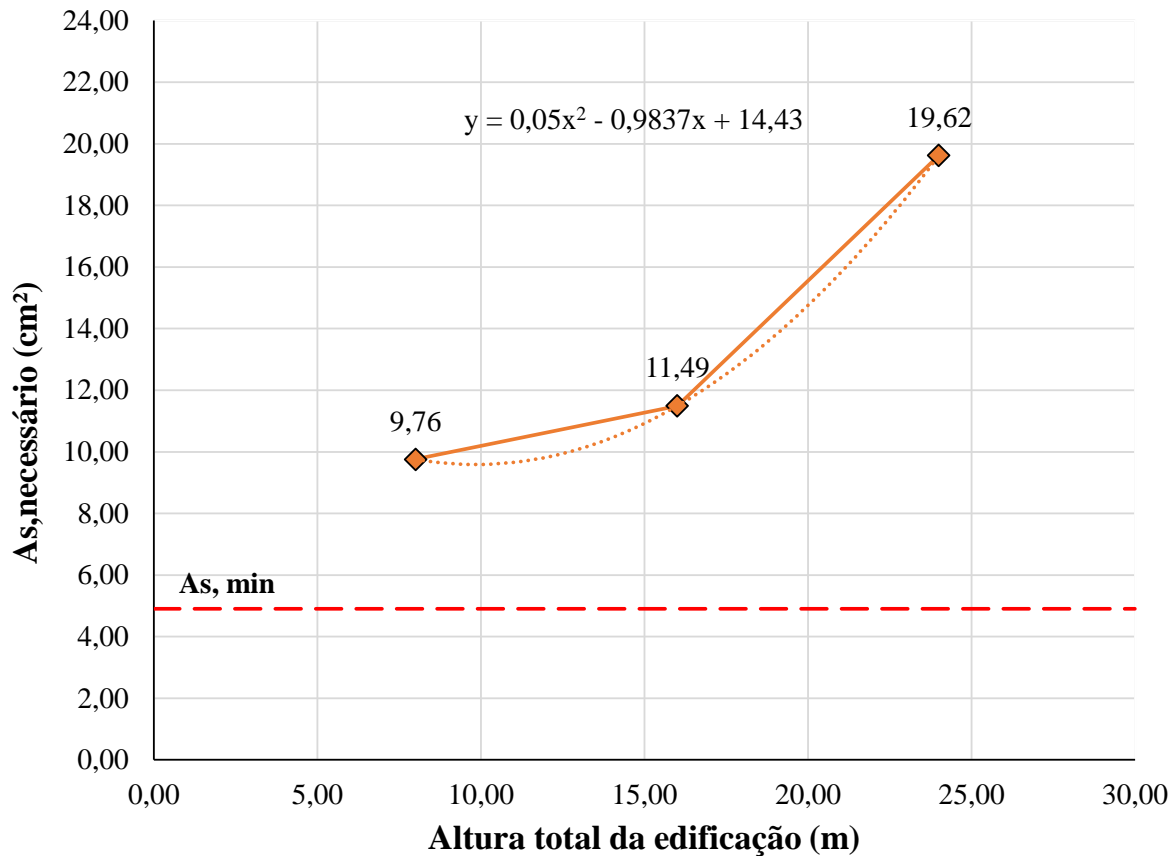
Neste sentido, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 10 e na Figura 46, Figura 47 e Figura 48.

Quadro 10 - Resultados - MO - V8 - PC

Modelo	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO - V8 - P2	2	8,00	35	1225	4,90	9,76	0,80%
MO - V8 - P4	4	16,00	35	1225	4,90	11,49	0,92%
MO - V8 - P6	6	24,00	35	1225	4,90	19,62	1,60%

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 46 - Armadura necessário - MO - V8 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 47 - Variação da seção - MO - V8 - PC

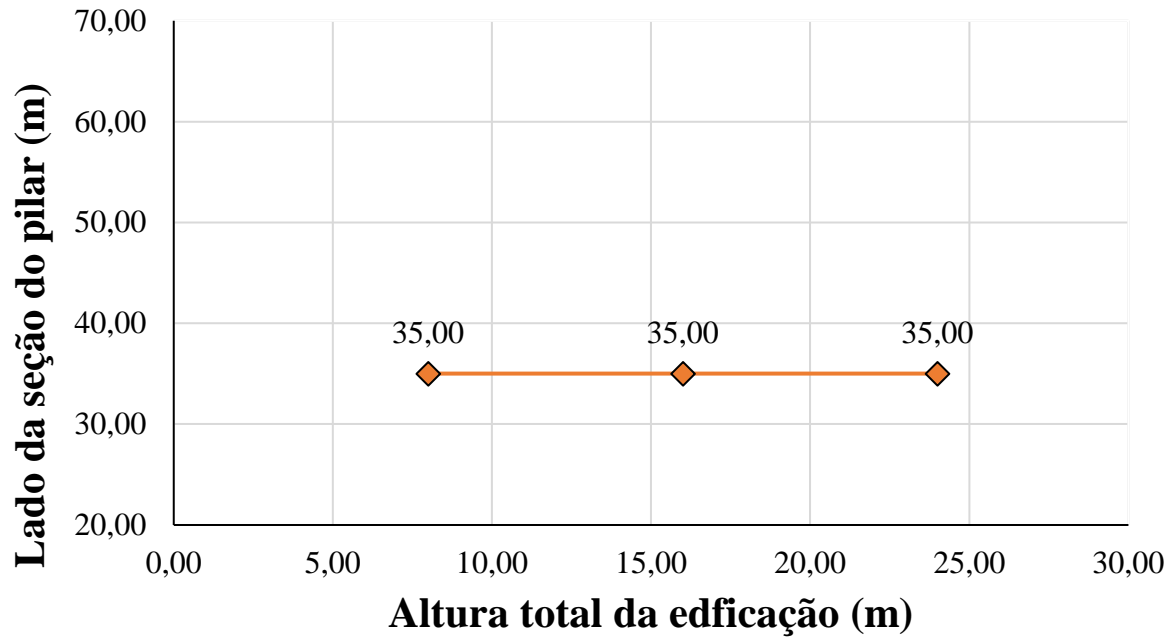
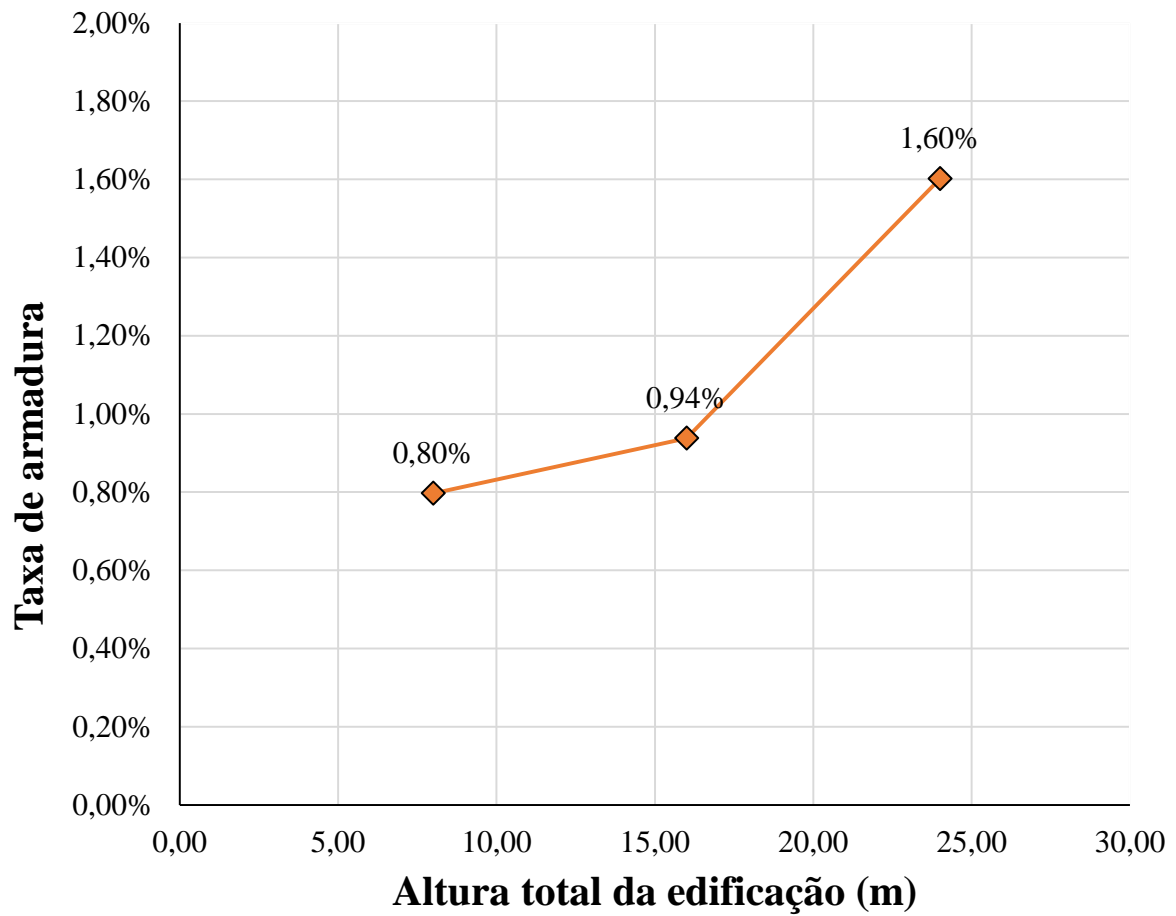


Figura 48 - Taxa de armadura - MO - V8 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

De tal forma, se faz possível entender que diferentemente dos modelos com 4,00 metros de vão, os modelos com 8,00 metros de vão apresentaram uma necessidade maior de armação dos pilares de canto, que variou conforme o aumento da altura da edificação.

4.1.2.2. Pilar intermediário (PI)

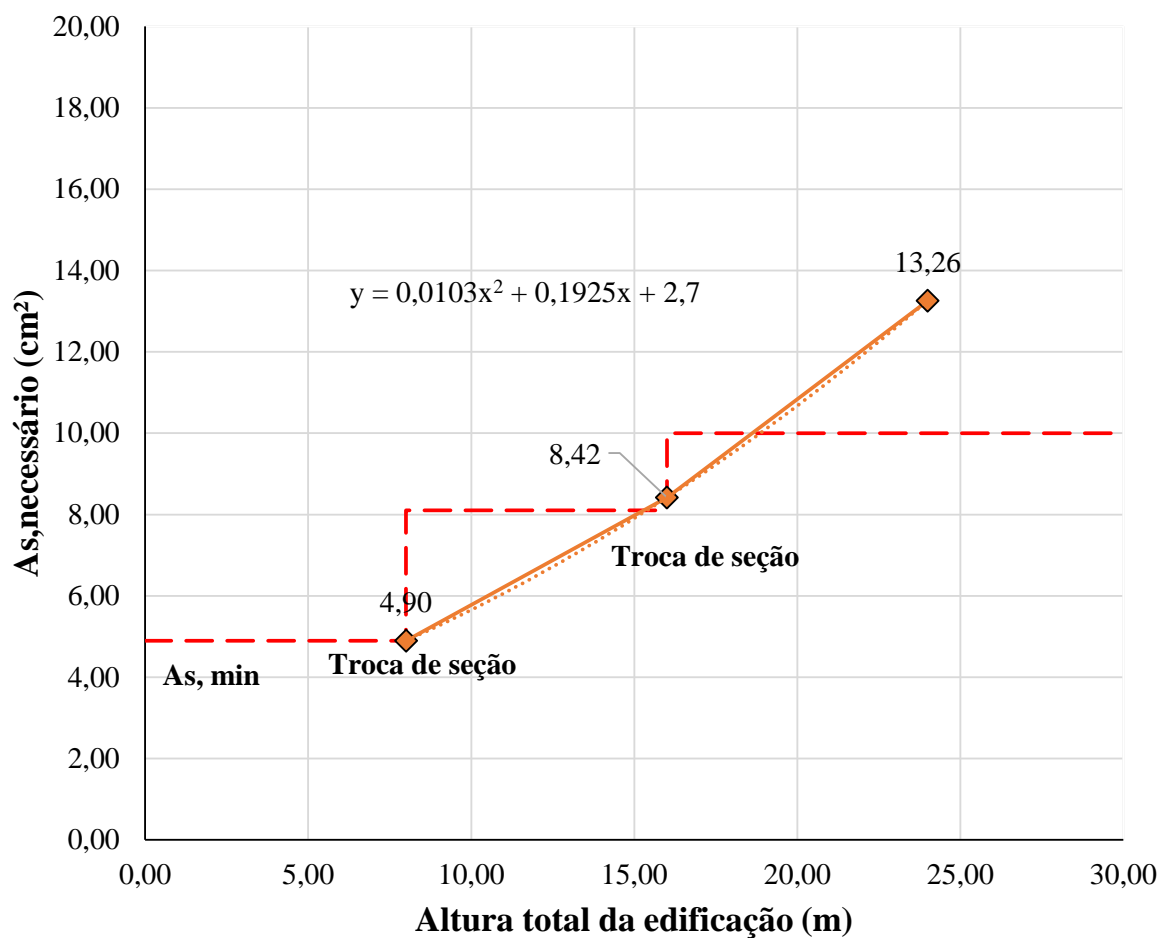
Neste sentido os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 11 e na Figura 49, Figura 50 e Figura 51

Quadro 11 - Resultados - MO - V8 - PI

Modelo	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO - V8 - P2	2	8,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V8 - P4	4	16,00	45	2025	8,10	8,42	0,42%
MO - V8 - P6	6	24,00	50	2500	10,00	13,26	0,53%

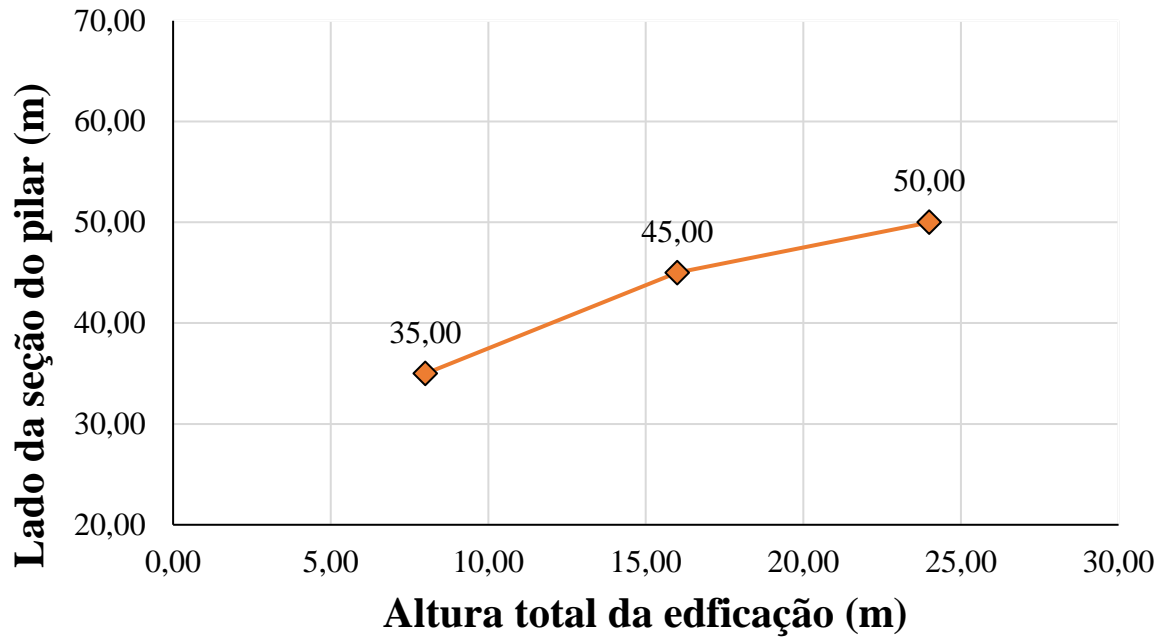
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 49 - Armadura necessária - MO - V8 - PI



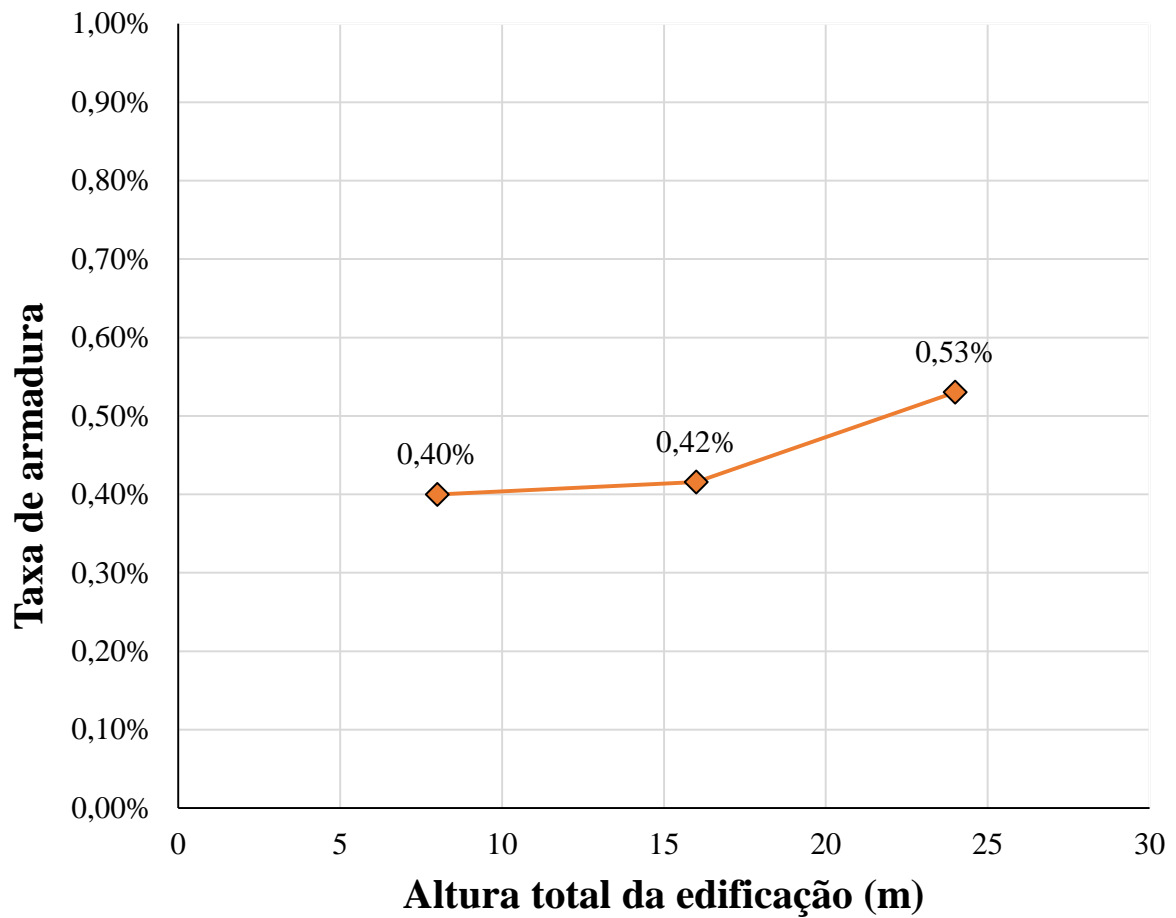
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 50 - Variação da seção - MO - V8 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 51 - Taxa de armadura - MO - V8 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa forma, se faz possível entender que para os modelos com 8,00 metros de vão a resposta estrutural dos pilares intermediários (PI), se deram conforme o esperado, isto é, variam conforme o aumento da altura da edificação e obtiveram-se valores próximos ao de armação mínima.

4.1.3. MO – V12

Da mesma maneira, os resultados obtidos para o modelo com um vão livre de fachada de 12 metros, foram separados nas mesmas categorias de pilares e serão apresentados nas subseções posteriores.

4.1.3.1. Pilar de canto (PC)

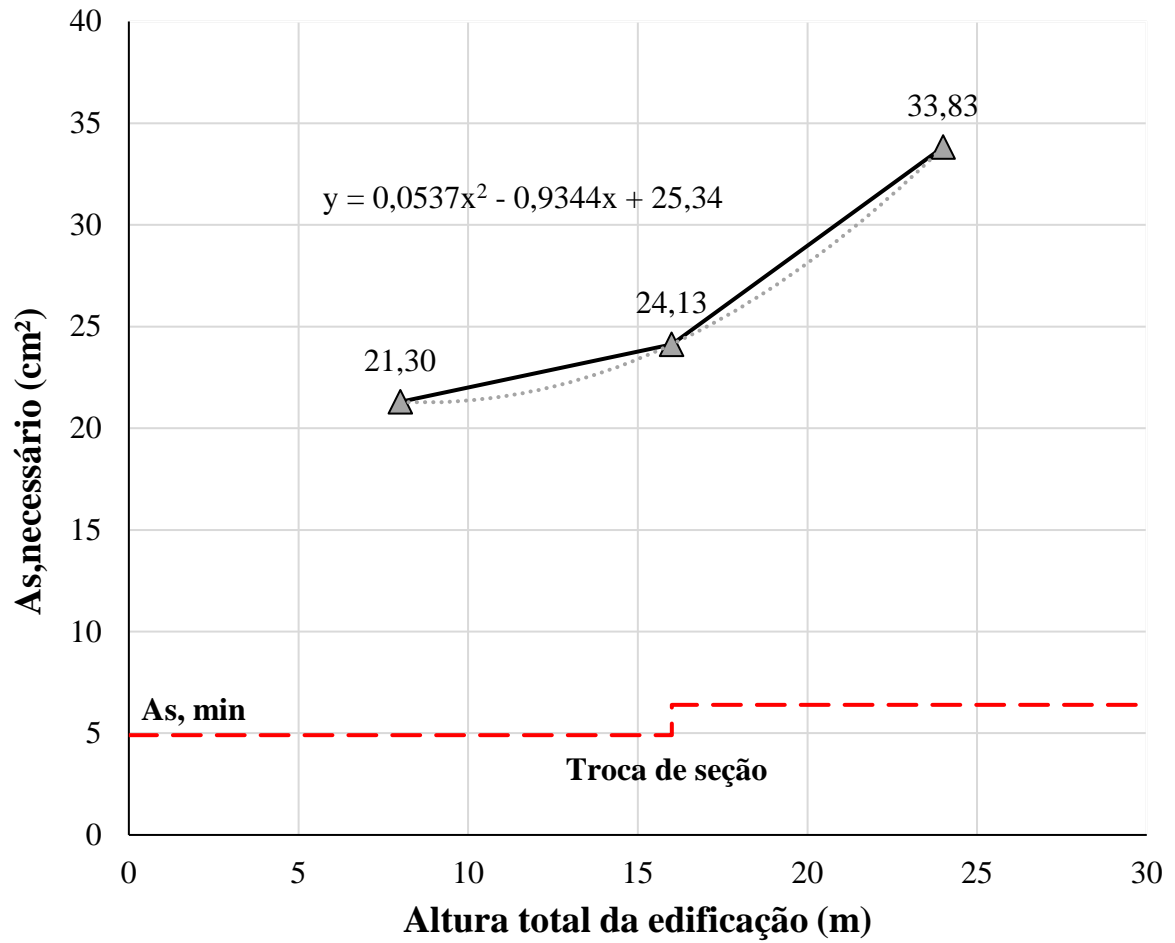
Assim, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 11 e na Figura 52, Figura 53 e Figura 54.

Quadro 12 - Resultados - MO - V12 - PC

Modelo	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Lado (cm)	A (cm²)	As, min (cm²)	As, necessário (cm²)	Taxa de armadura
MO – V12 - P2	2	8,00	35	1225	4,90	21,30	1,74%
MO – V12 - P4	4	16,00	40	1600	6,40	23,13	1,51%
MO – V12 - P6	6	24,00	40	1600	6,40	33,83	2,11%

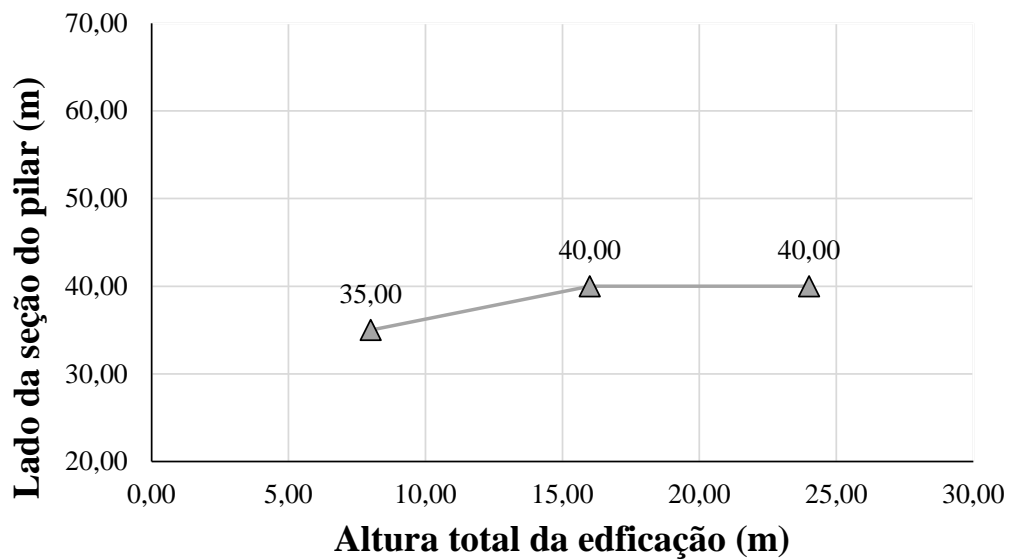
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 52 - Armadura necessária - MO - V12 - PC



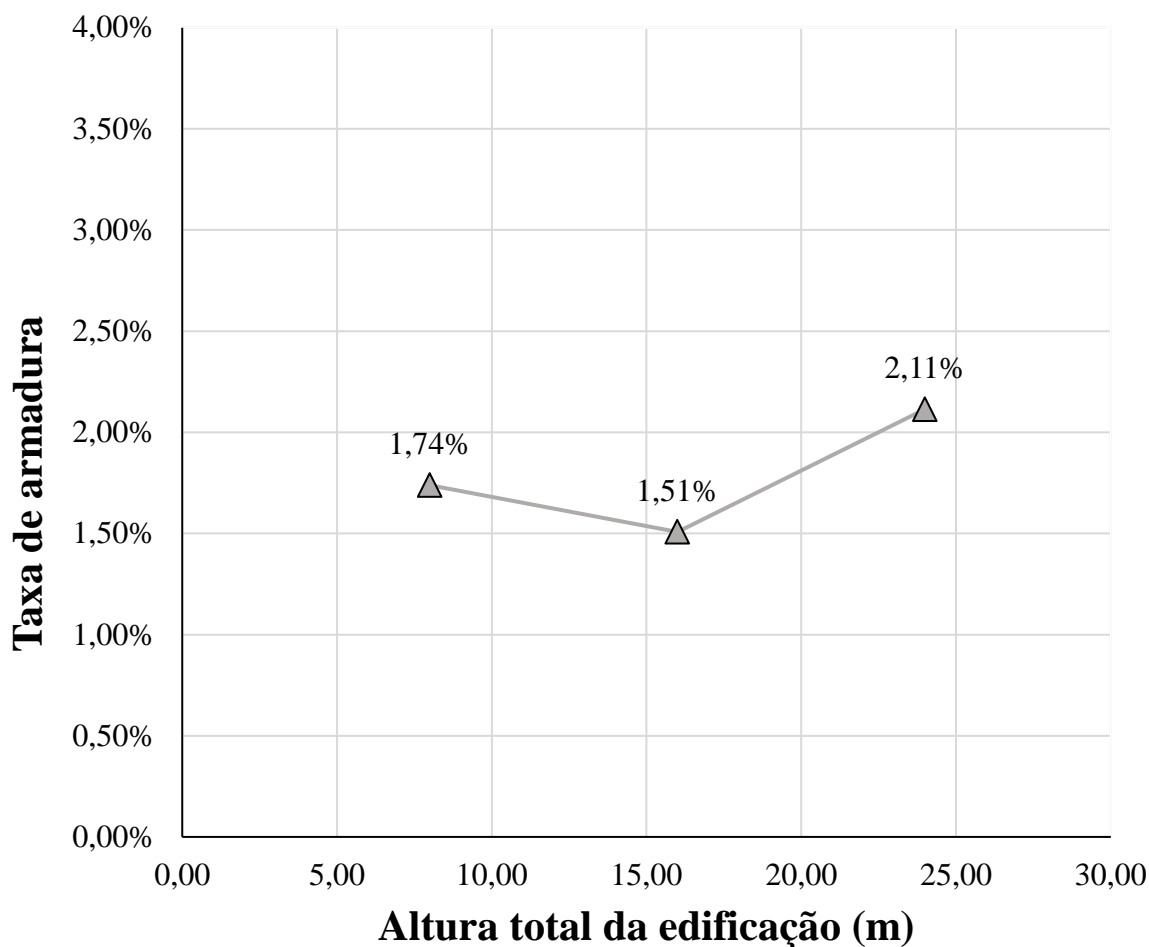
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 53 - Variação da seção - MO - V12 - PC



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 54 - Taxa de armadura - MO - V12 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Por conseguinte, notou-se que para os pilares de canto (PC) nos modelos com 12,00 metros de vão, encontrou-se um ponto de mínima da taxa de armação no entorno dos 4 pavimentos ou 8,00 metros, o qual pode ser explicado pelo equilíbrio entre o momento solicitantes e a força normal empregada neste elemento.

4.1.3.2. Pilar intermediário (PI)

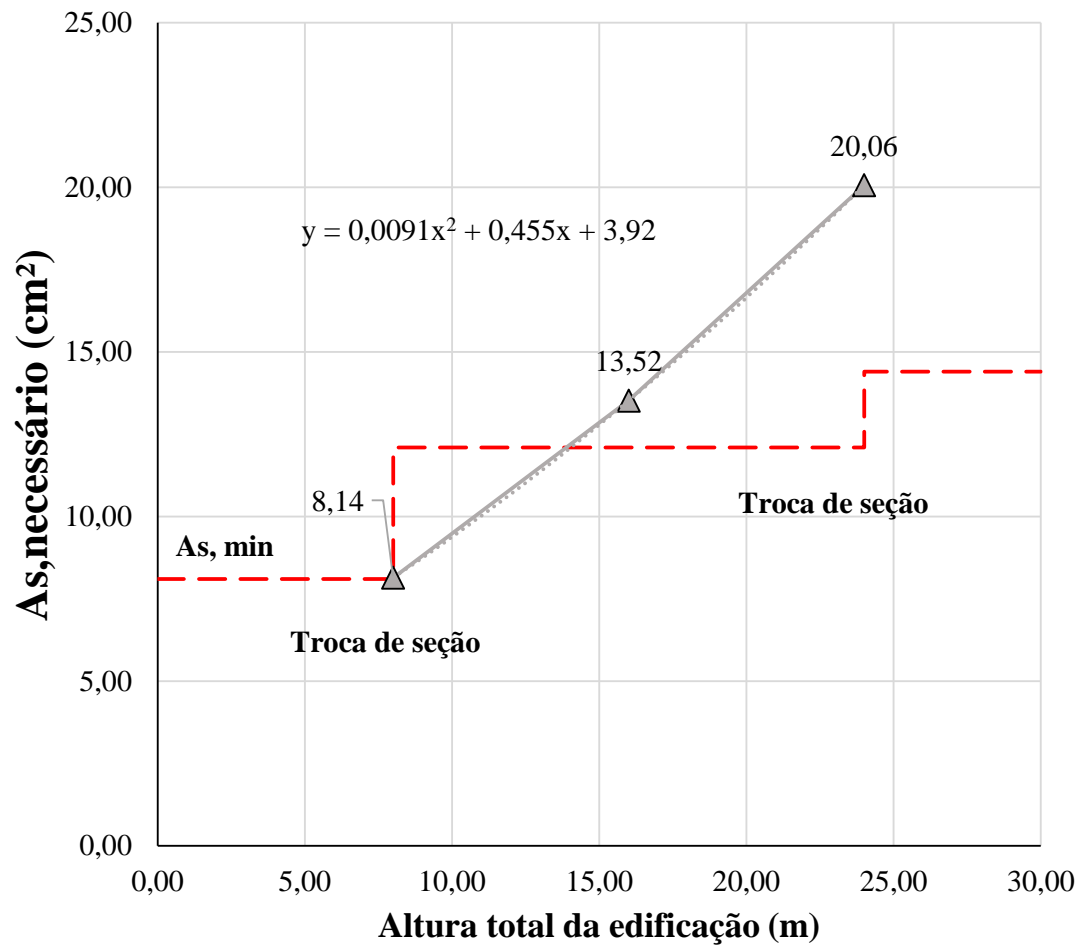
Assim, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 13 e na Figura 55, Figura 56 e Figura 57.

Quadro 13 - Resultados - MO - V12 - PI

Modelo	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO – V12- P2	2	8,00	45	2025	8,10	8,14	0,40%
MO – V12 - P4	4	16,00	55	3025	12,10	13,52	0,45%
MO – V12 - P6	6	24,00	60	3600	14,40	20,06	0,56%

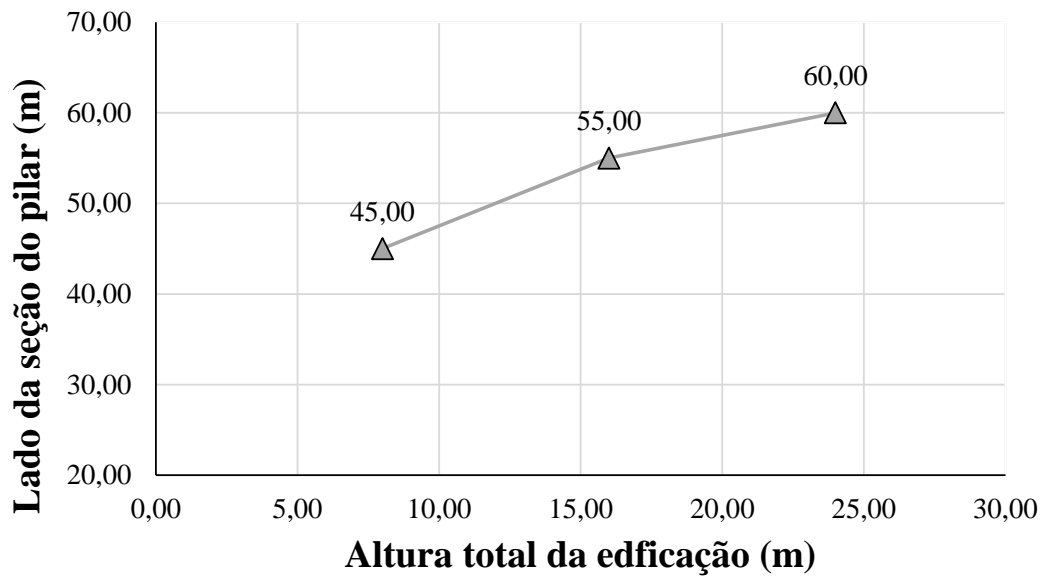
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 55 - Armadura necessária - MO - V12 - PI



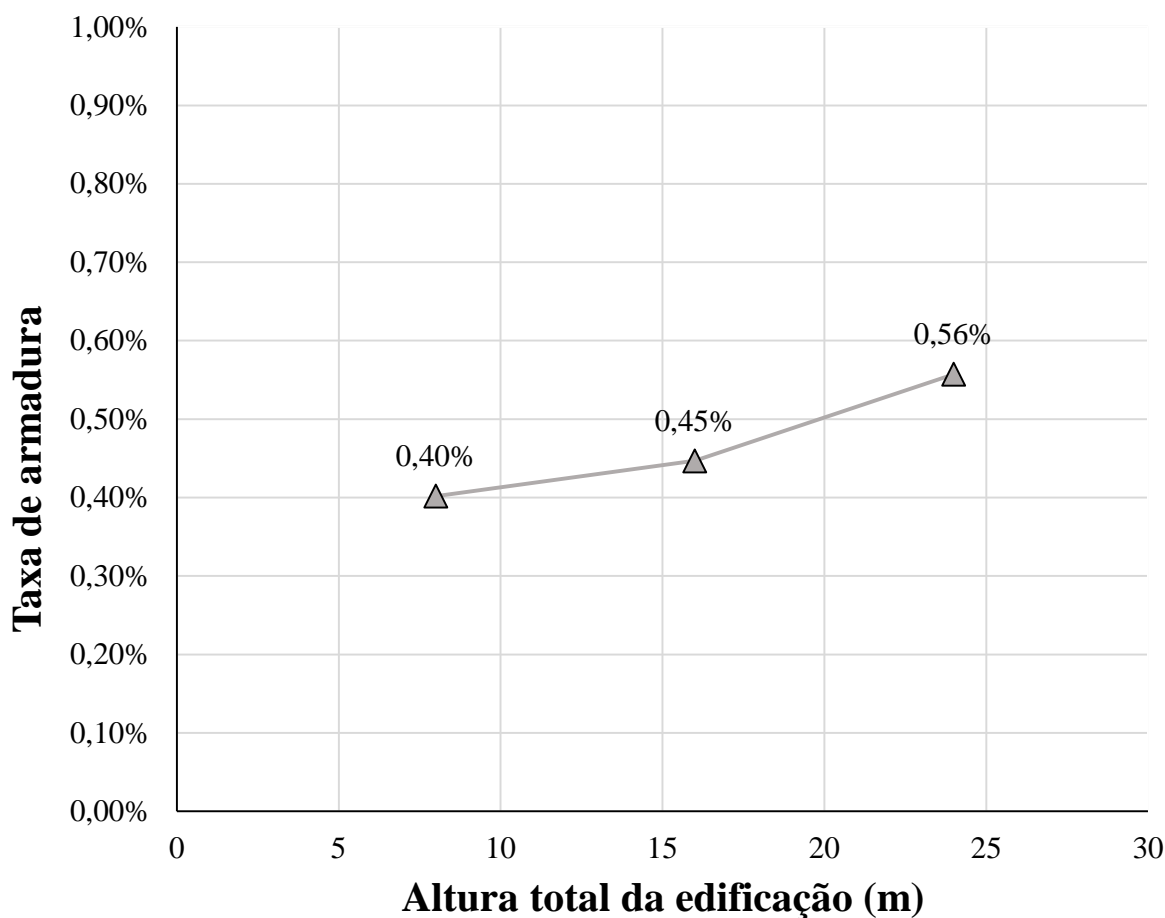
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 56 - Variação de seção - MO - V12 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 57 - Taxa de armadura - MO - V12 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Por conseguinte, notou-se, conforme o esperado, que para os pilares intermediários (PI), obtiveram-se valores de armação próximos ao da armadura mínima, no entanto, houve uma maior necessidade para o aumento da seção transversa.

4.2. RESULTADOS PARA MODELOS COM O NÚMERO DE PAVIMENTOS FIXADOS

De maneira análoga ao capítulo 4.1 da presente composição, entende-se que a atual seção irá retratar o comportamento estrutural dos pilares, por meio da fixação da altura total da edificação ou do número de pavimentos e variação do vão livre da fachada frontal. Dessa forma, analisando os modelos MO – P2, MO – P4, MO – P6, nas subseções seguintes.

4.2.1. MO – P2

De forma similar ao procedimento descrito para os modelos da seção anterior, os resultados obtidos para os modelos com 2 pavimentos (altura total = 8,00 metros) foram segmentados nas mesmas categorias de pilares, pilares de canto e pilares intermediários de fachada, os quais podem ser observados nas subseções seguintes.

4.2.1.1. Pilar de canto (PC)

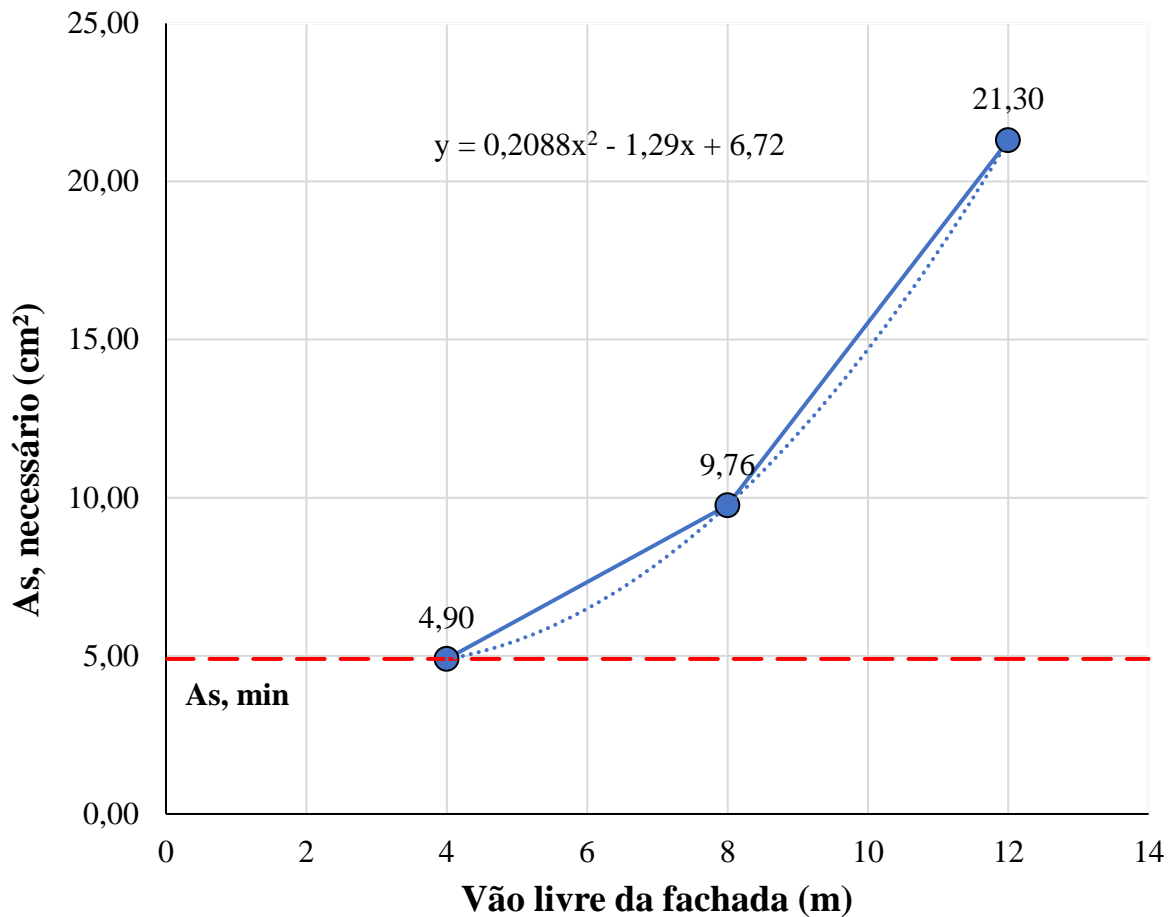
Dessa maneira, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 14 e na Figura 58, Figura 59 e Figura 60

Quadro 14 - Resultados - MO - P2 - PC

Modelo	Vão livre da fachada (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO - V4 - P2	4,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V8 - P2	8,00	35	1225	4,90	9,76	0,80%
MO - V12 - P2	12,00	35	1225	4,90	21,30	1,74%

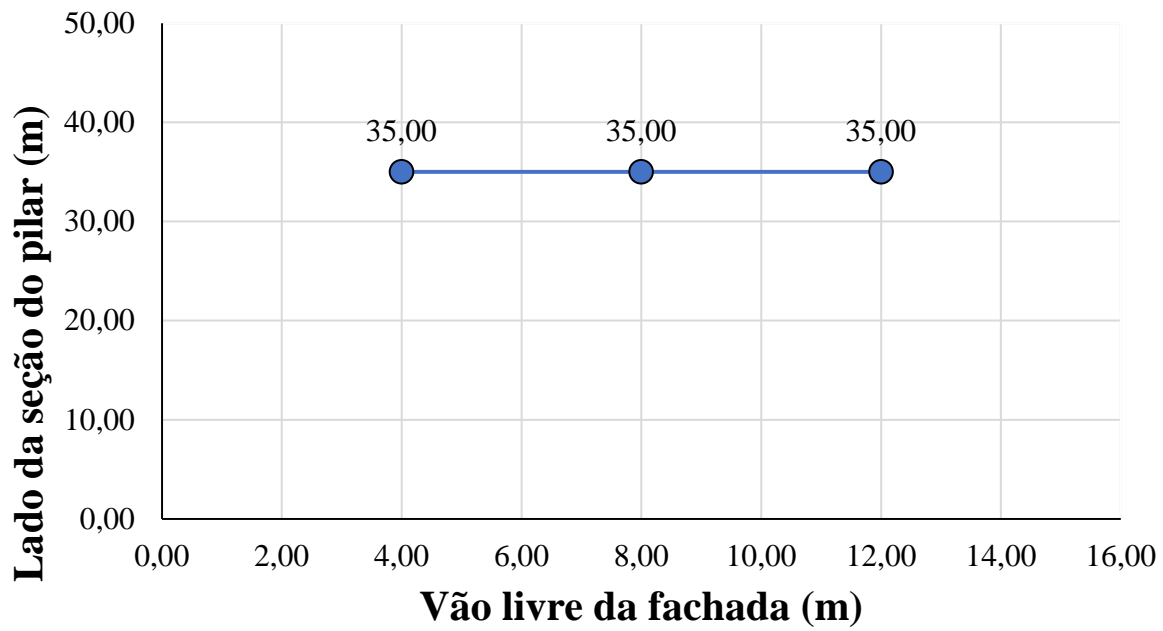
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 58 - Armadura necessário - MO - P2 - PC



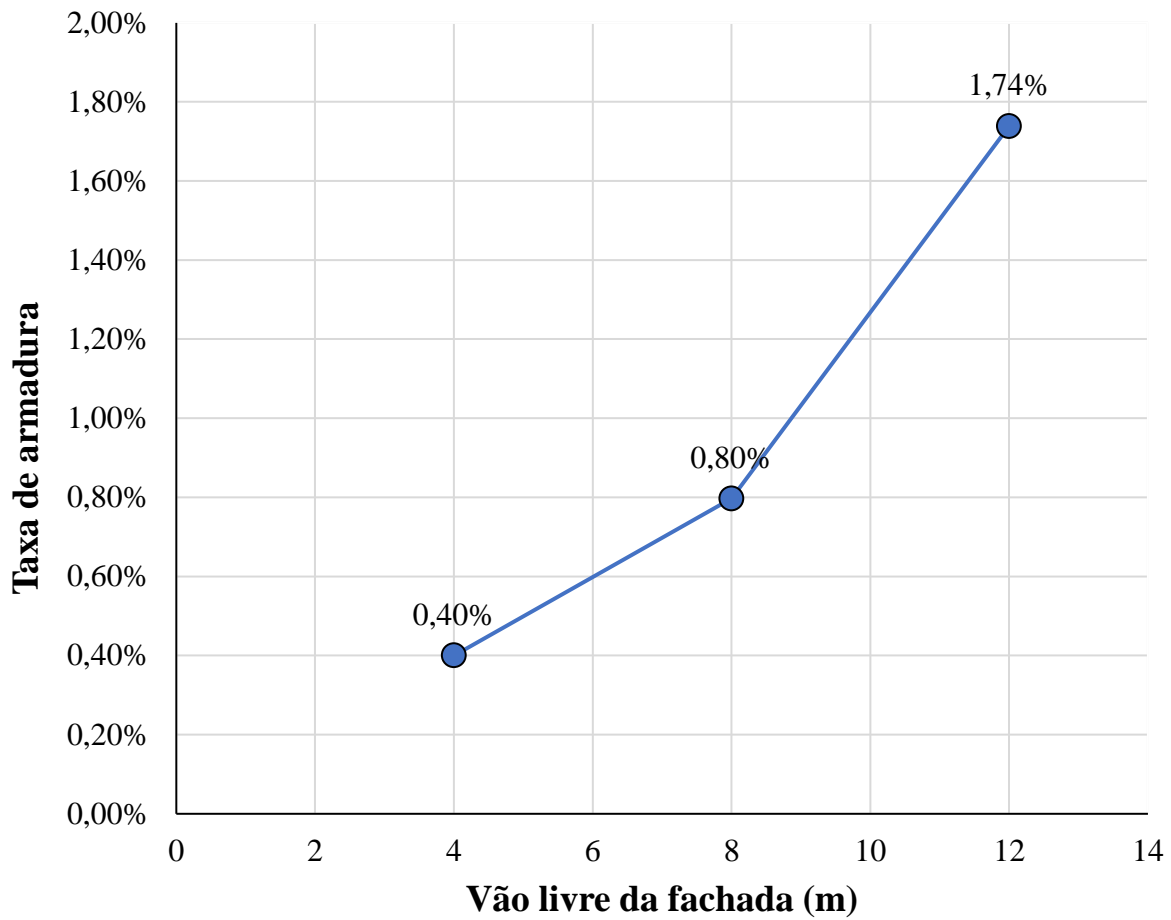
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 59 - Variação de armadura - MO - P2 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 60 - Taxa de armadura - MO - P2 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, observa-se que para os pilares de canto (PC), há uma grande sensibilidade para a variação do vão livre da fachada nos modelos com 2 pavimentos ou 8,00 metros de altura total da edificação.

4.2.1.2. Pilar intermediário (PI)

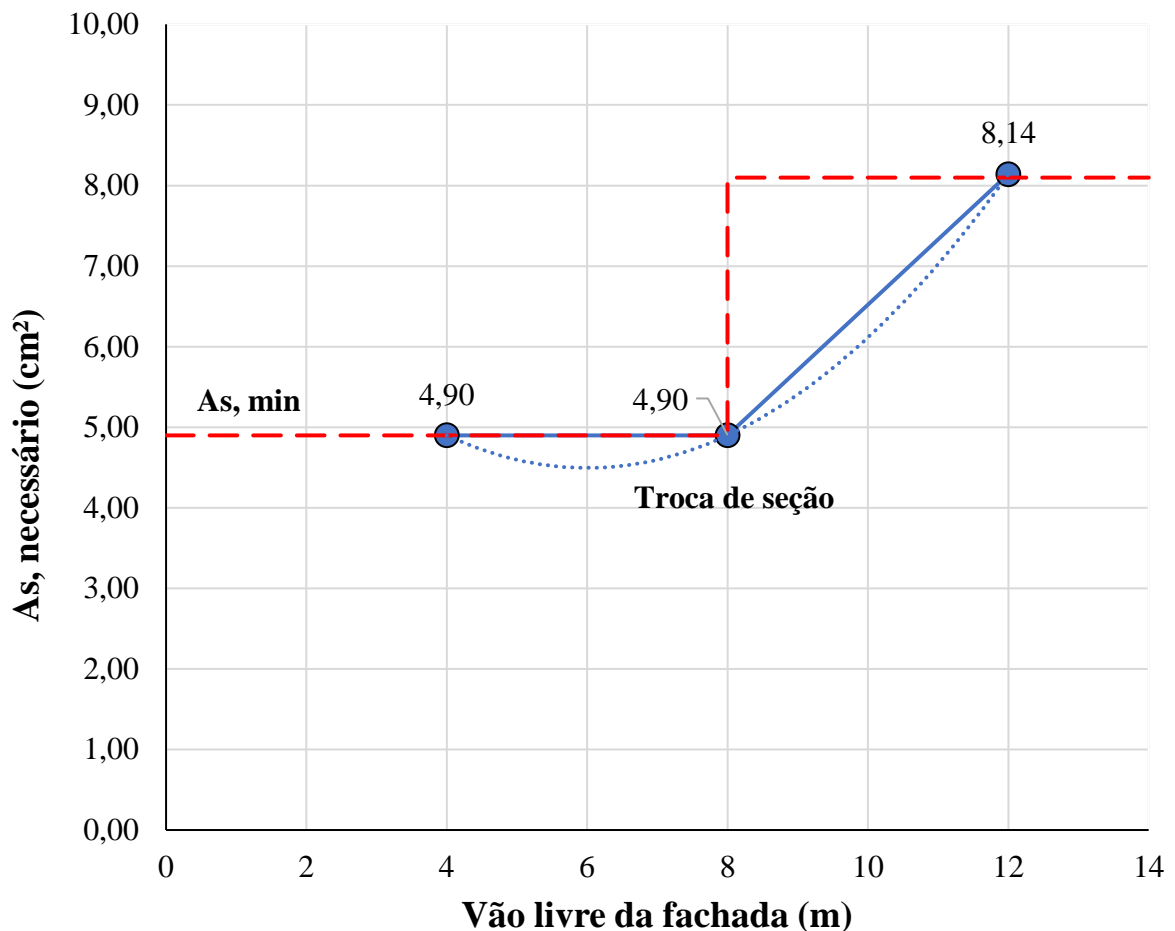
Dessa maneira, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 15 e na Figura 61, Figura 62 e Figura 63.

Quadro 15 - Resultados - MO - P2 - PI

Modelo	Vão livre da fachada (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO – V4 - P2	4,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO – V8 – P2	8,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO – V12 – P2	12,00	45	2025	8,10	8,14	0,40%

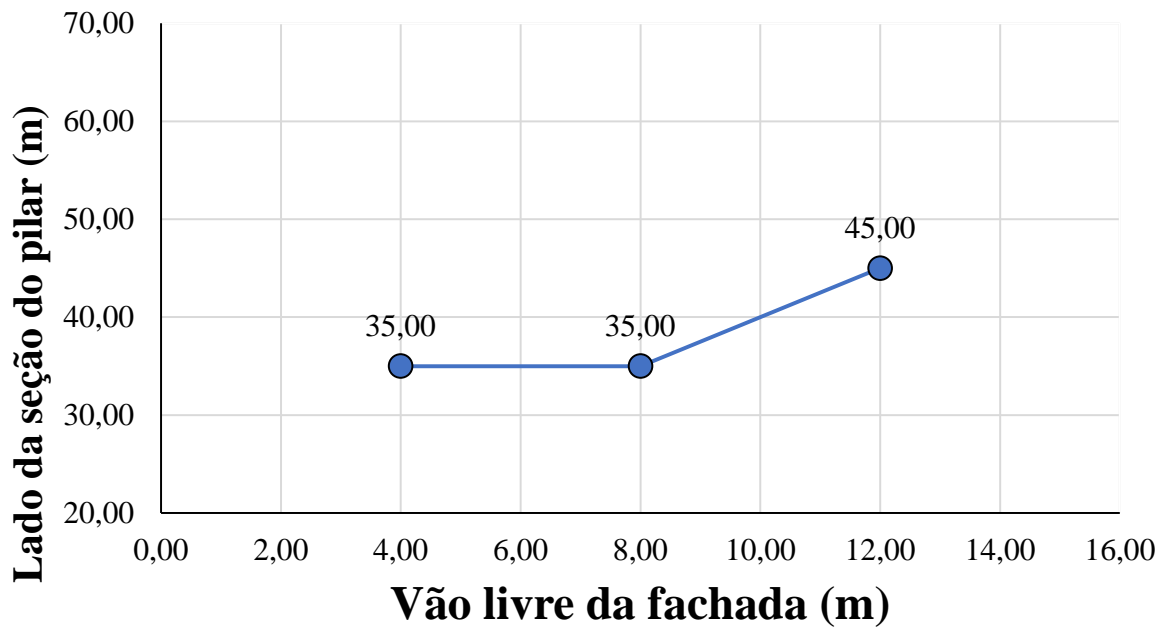
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 61 - Armadura necessário - MO - P2 - PI



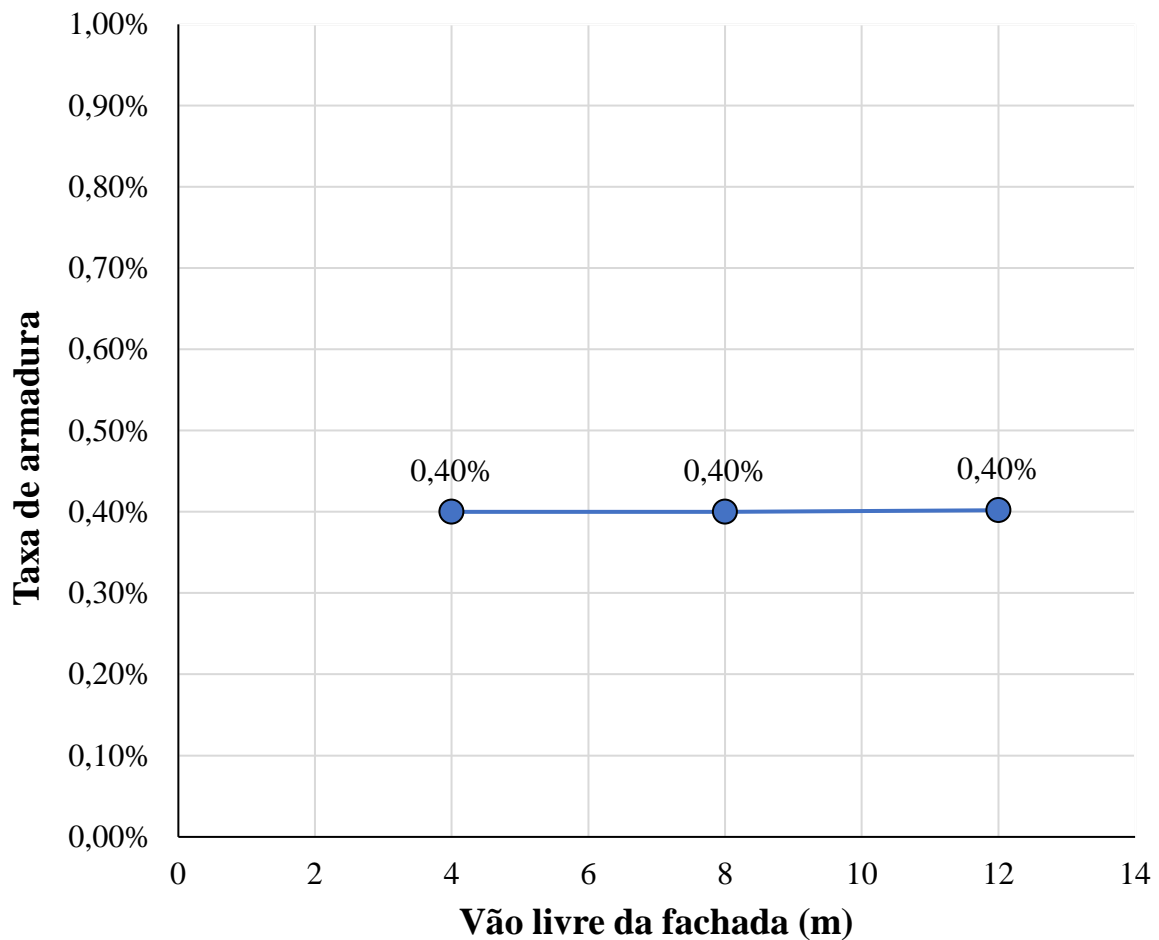
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 62 - Variação da seção - MO - P2 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 63 - Taxa de armadura - MO - P2 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Portanto, a partir da análise dos resultados, encontrou-se que para os modelos com 2 pavimentos ou 8,00 metros de altura, os pilares intermediários (PI) apresentaram uma necessidade de armação mínima, a qual está relacionada somente a alteração da seção transversal.

4.2.2. MO – P4

Da mesma forma, como apresentado para o modelo de 2 pavimentos, para o presente modelo com 4 pavimentos, ou seja, com uma altura total de 16 metros, os resultados obtidos foram subdivididos nas categorias de pilar descritas nas subseções posteriores.

4.2.2.1. Pilar de canto (PC)

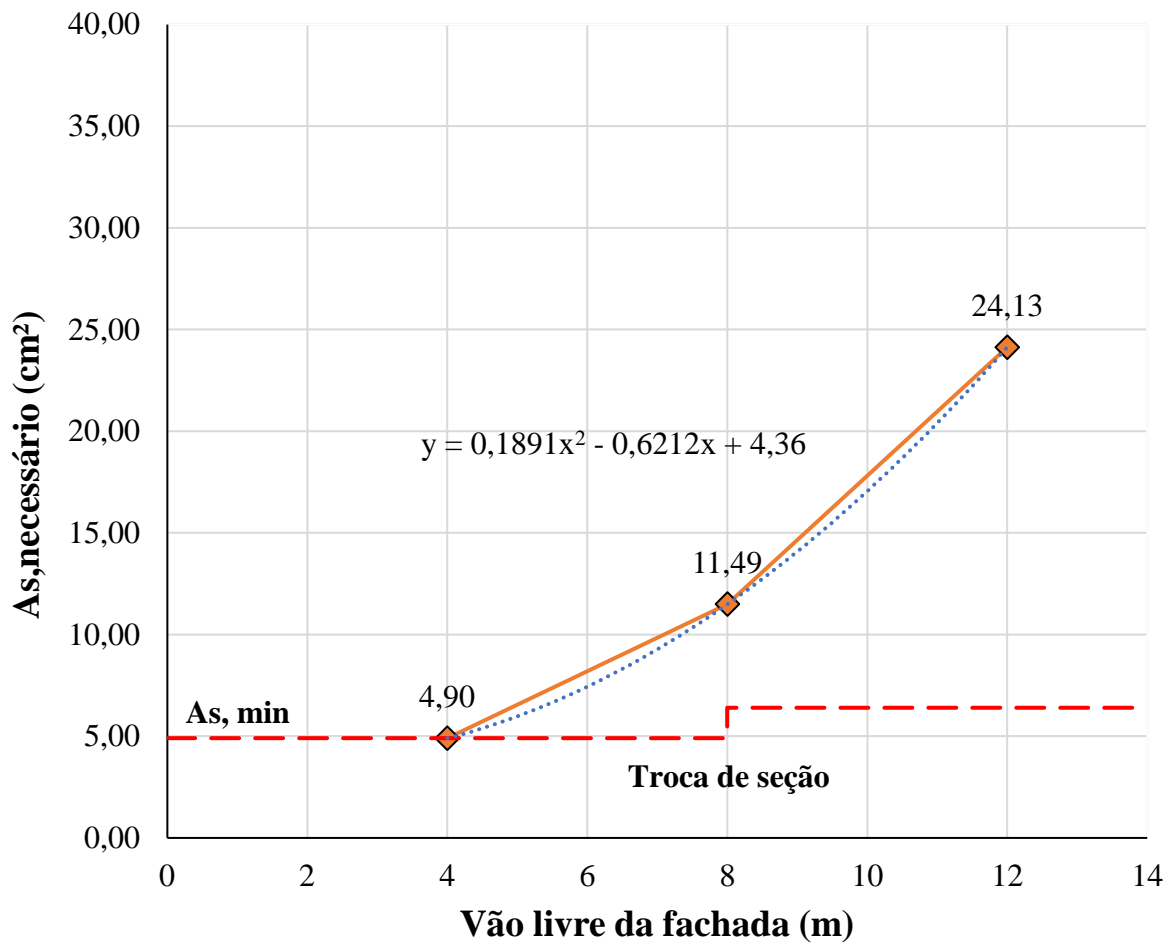
Dessa maneira, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 16 e na Figura 64, Figura 65 e Figura 66.

Quadro 16 - Resultados - MO - P4 - PC

Modelo	Vão livre da fachada (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO – V4 – P4	4,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO – V8 – P4	8,00	35	1225	4,90	11,49	0,94%
MO – V12 – P4	12,00	40	1600	6,40	24,13	1,51%

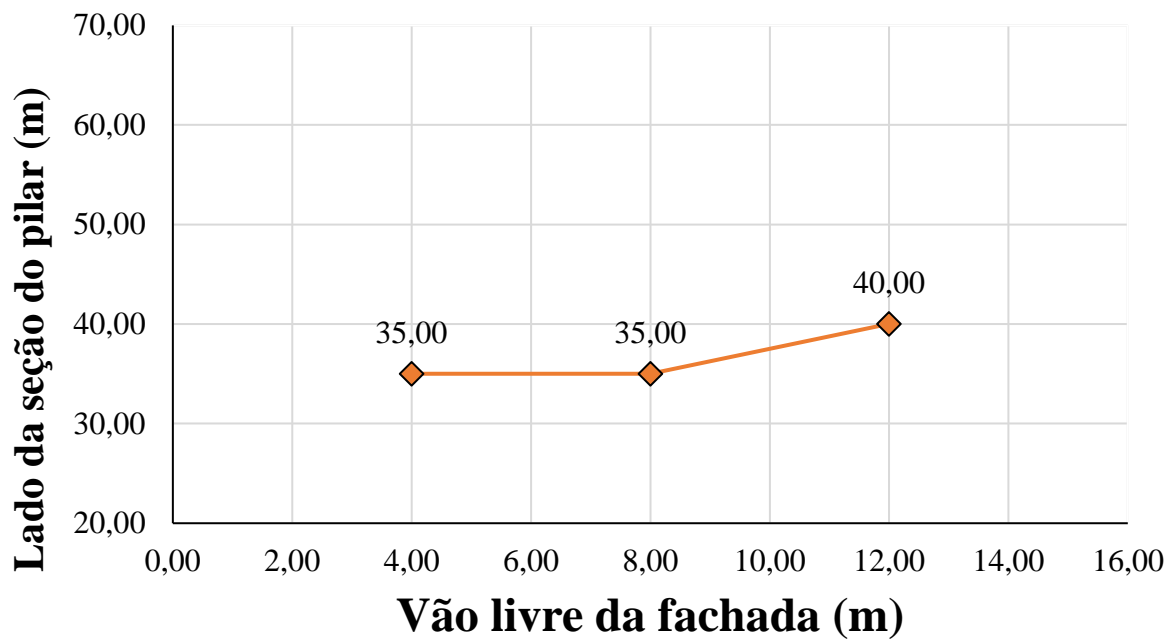
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 64 - Armadura necessária - MO - P4 - PC



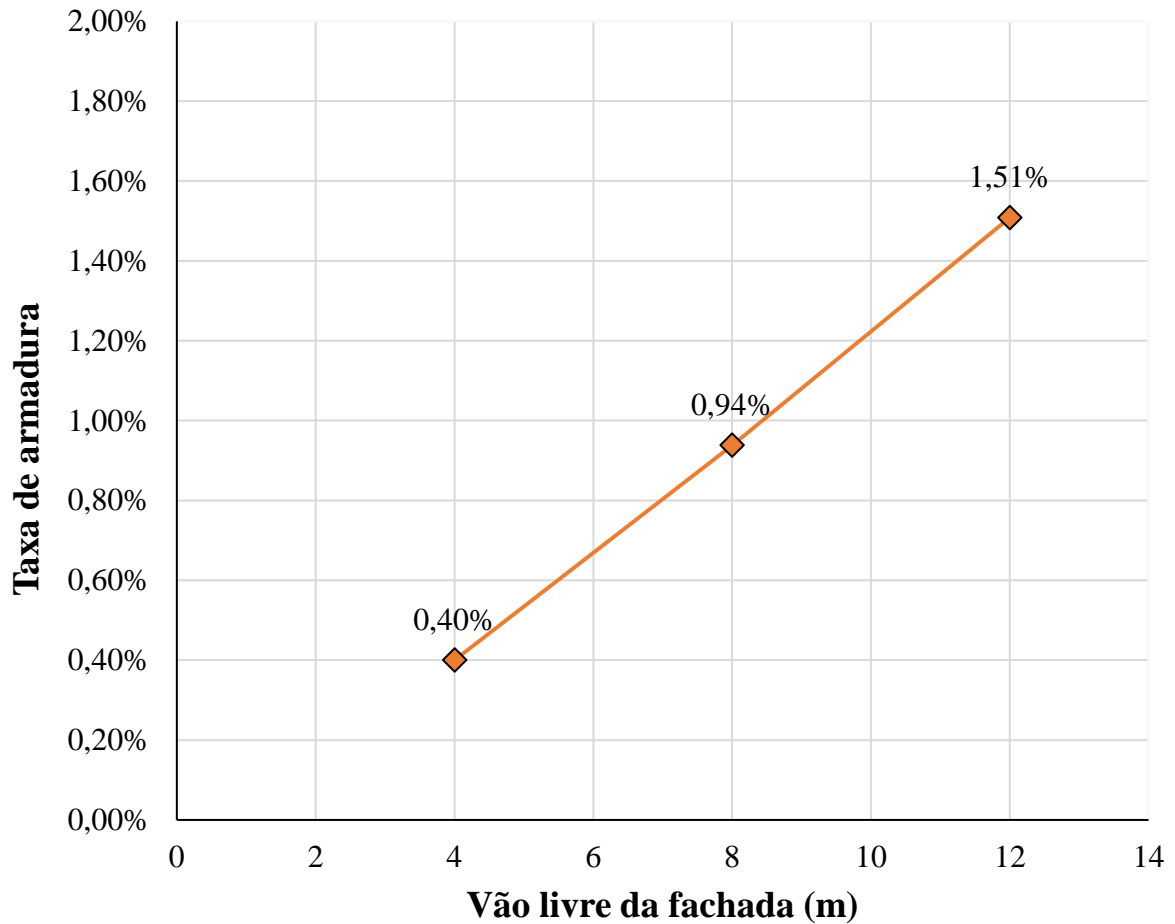
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 65 - Variação de seção - MO - P4 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 66 - Taxa de armadura - MO - P4 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, a partir da análise dos resultados, observou-se que os pilares de canto (PC), apresentaram uma evolução quase linear para o aumento da taxa de armação nos modelos com 4 pavimentos ou 16,00 metros de altura.

4.2.2.2. Pilar intermediário (PI)

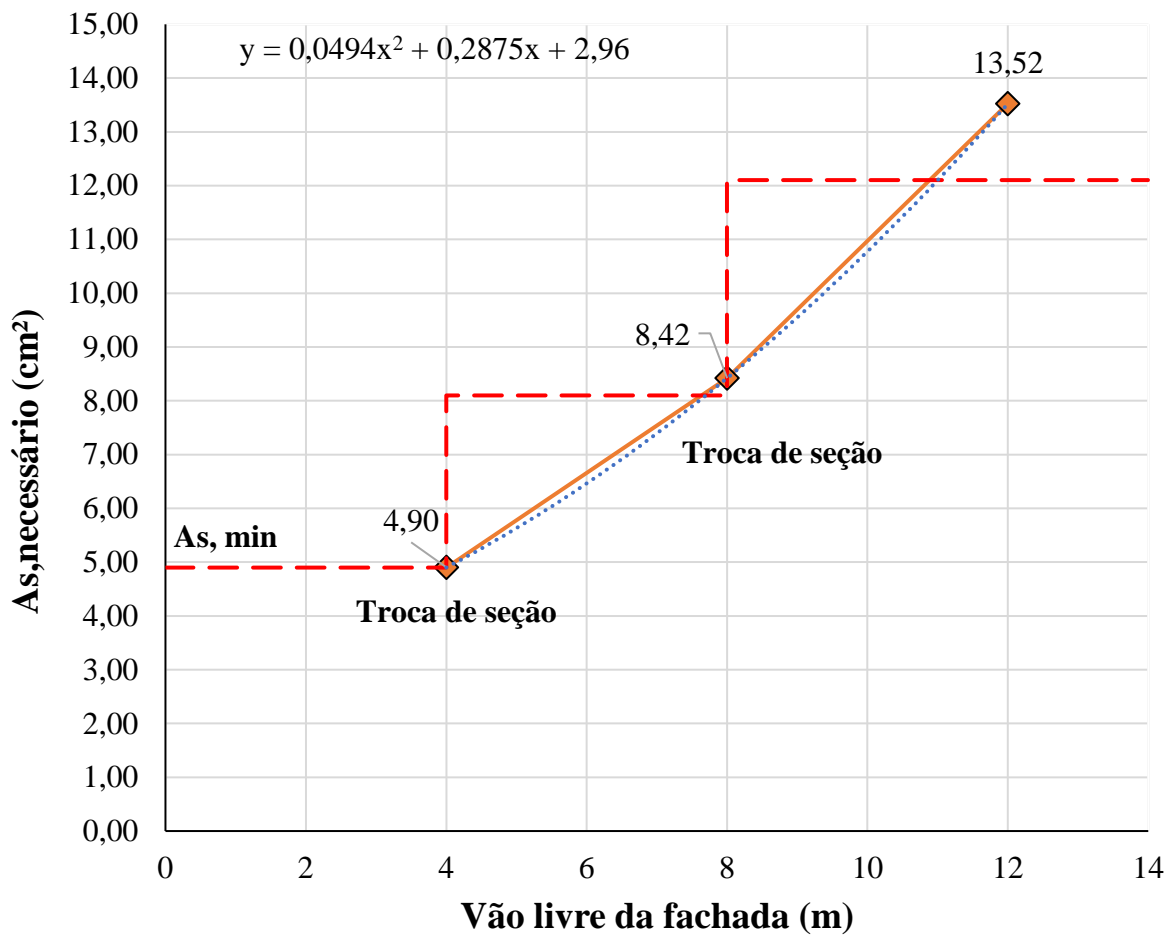
Dessa maneira, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 17 e na Figura 67, Figura 68 e Figura 69.

Quadro 17 - Resultados - MO - P4 - PI

Modelo	Vão livre da fachada (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO - V4 - P4	4,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO - V8 - P4	8,00	45	2025	8,10	8,42	0,42%
MO - V12 - P4	12,00	55	3025	12,10	13,52	0,45%

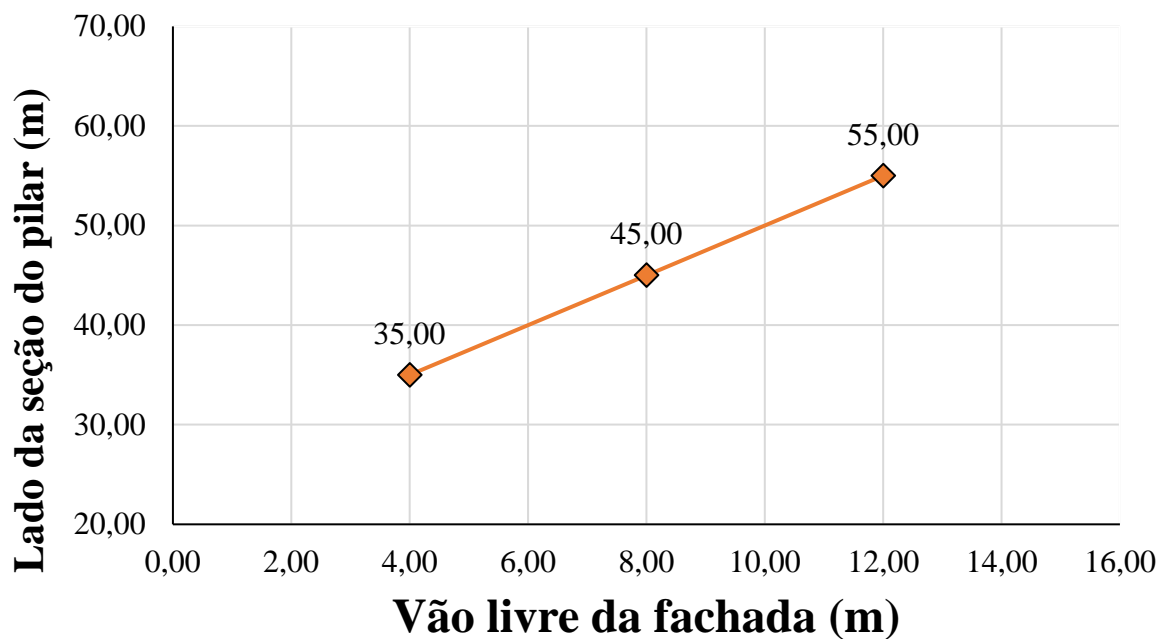
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 67 - Armadura necessária - MO - P4 - PI



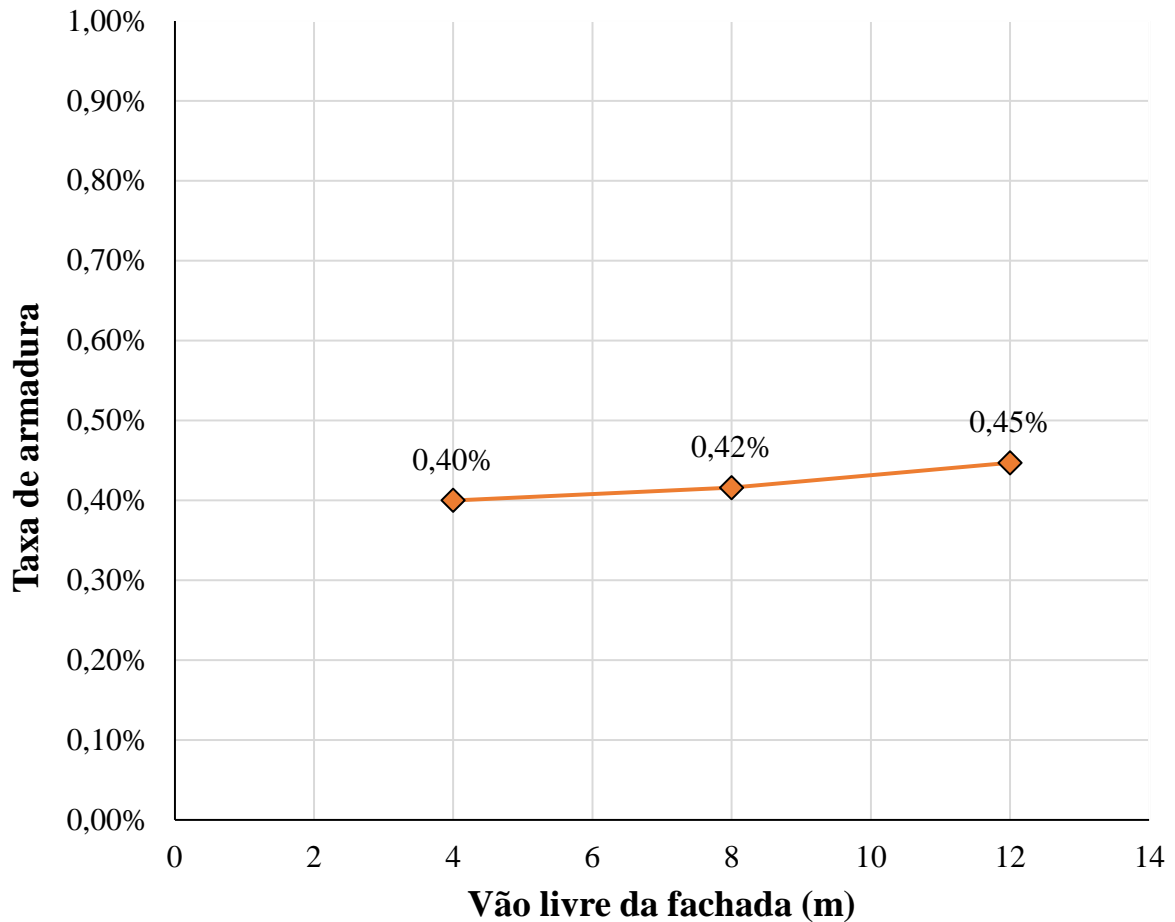
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 68 - Variação da seção - MO - P4 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 69 - Taxa de armadura - MO - P4 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Portanto, a partir da análise dos resultados, notou-se que a resposta estrutural dos pilares intermediários (PI) para os modelos com 4 pavimentos ou 16,00 metros de altura foi apresentada, conforme esperado, com a necessidade mais relevante do aumento da seção transversal e o atendimento do critério de armadura mínima.

4.2.3. MO – P6

De maneira similar, como apresentado para o modelo de 4 pavimentos, para o presente modelo com 6 pavimentos, ou seja, com uma altura total de 24 metros, os resultados obtidos foram subdivididos nas categorias de pilar descritas nas subseções posteriores.

4.2.3.1. Pilar de canto (PC)

Dessa maneira, os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos, de forma conveniente e representativa, no Quadro 18 e na Figura 70,

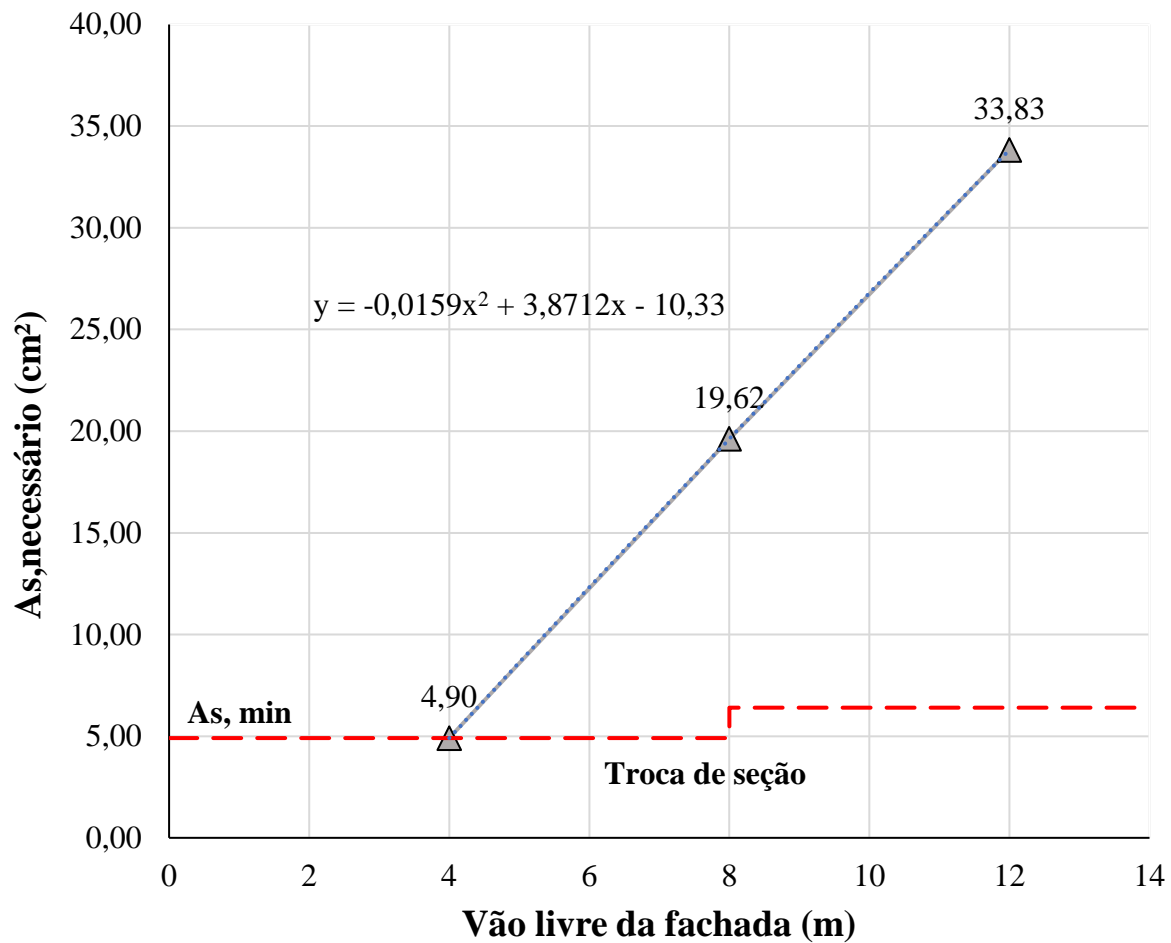
Figura 71 e Figura 72.

Quadro 18 - Resultados - MO - P6 - PC

Modelo	Vão livre da fachada (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO – V4 – P6	4,00	35	1225	4,90	4,90	0,40%
MO – V8 – P6	8,00	35	1225	4,90	19,62	1,60%
MO – V12 – P6	12,00	40	1600	6,40	33,83	2,11%

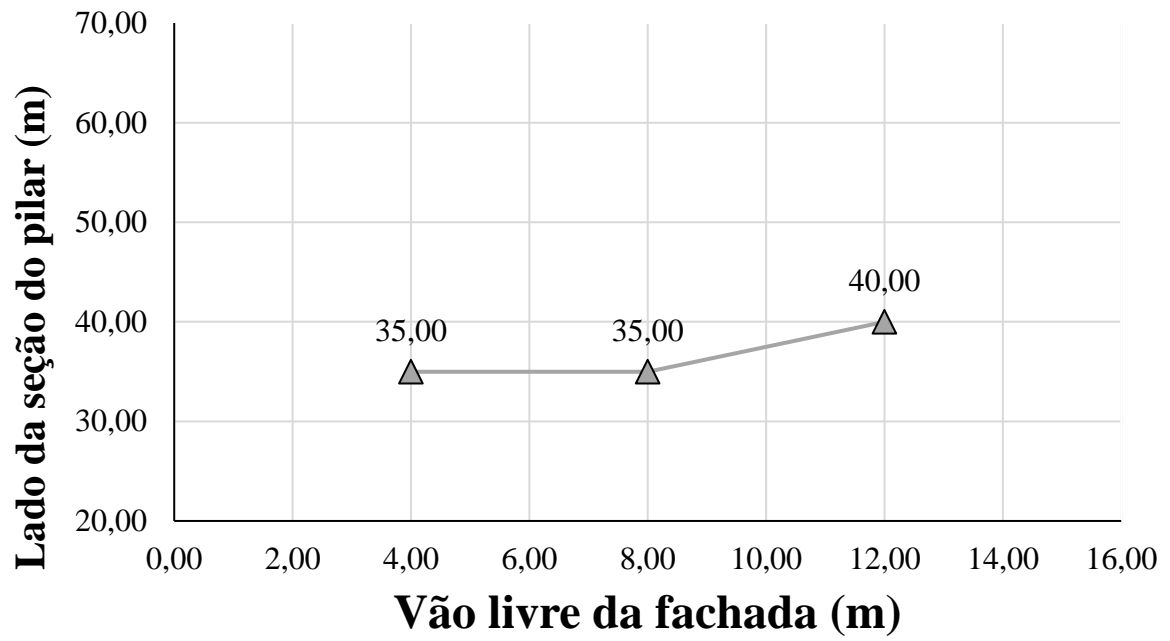
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 70 - Armadura necessária - MO - P6 - PC



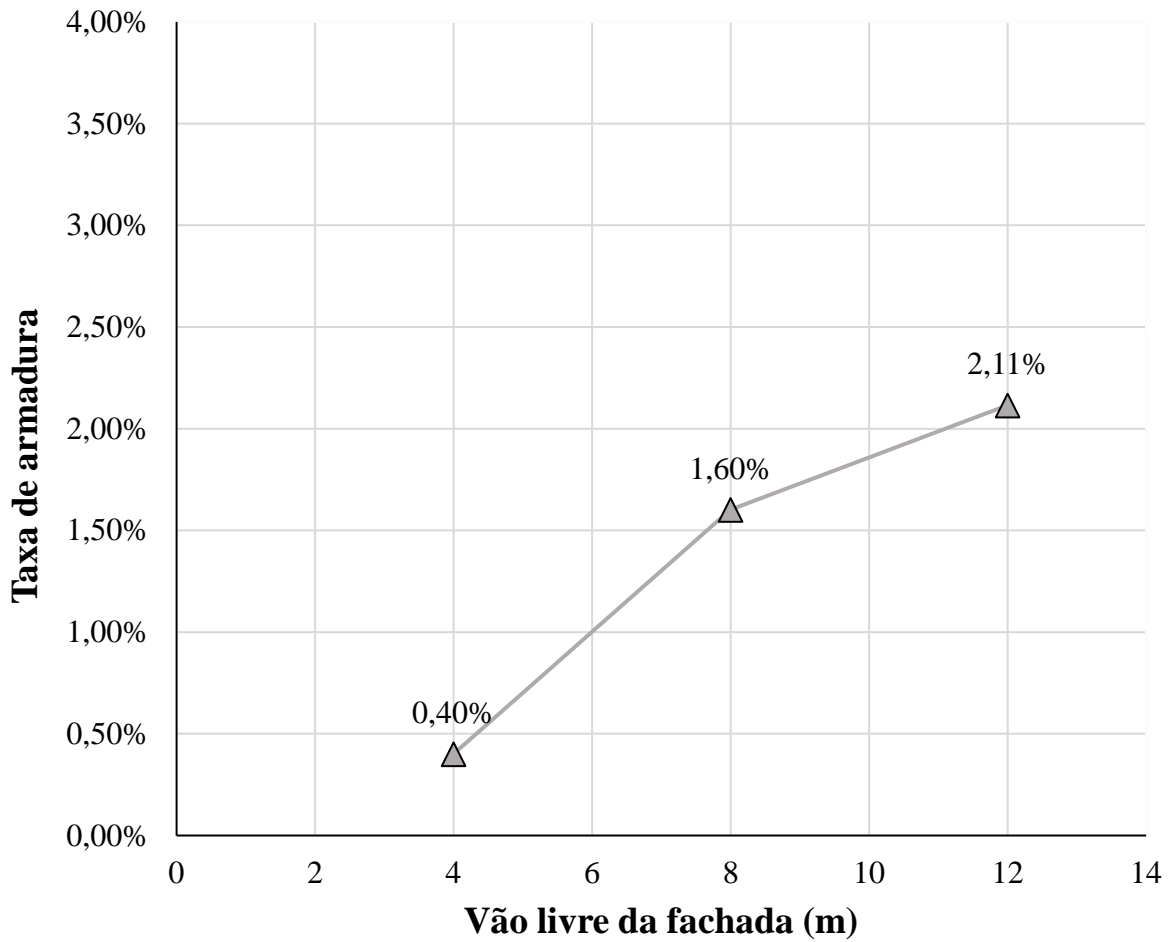
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 71 - Variação da seção - MO - P6 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 72 - Taxa de armadura - MO - P6 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, a partir da análise dos resultados, observou-se que para os modelos com 6 pavimentos ou 24,00 metros de altura, os pilares de canto (PC) apresentaram uma evolução com um caráter logarítmico para a necessidade de armação conforme o aumento dos vãos.

4.2.3.2. Pilar intermediário (PI)

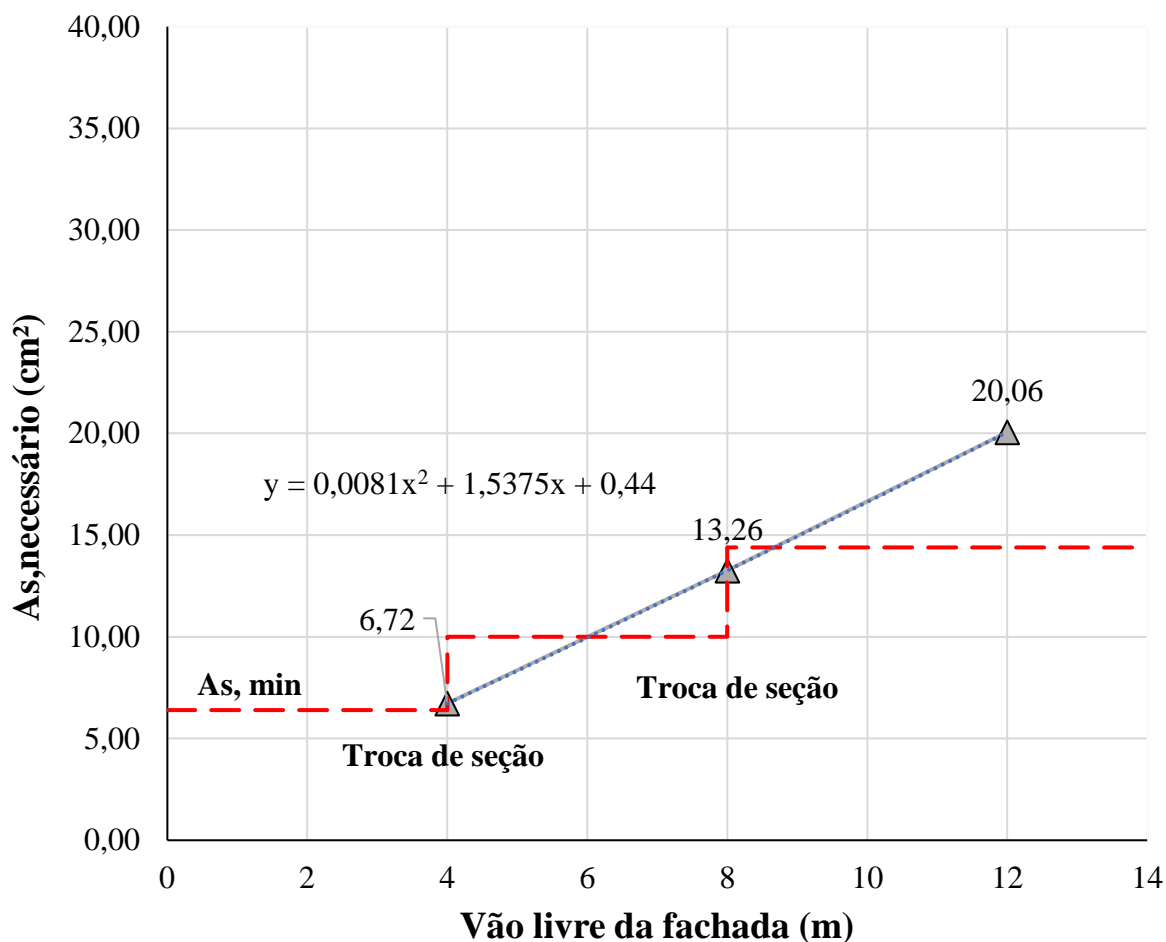
Dessa maneira os valores obtidos para a armadura necessária, para a taxa de armadura à área do pilar analisado e as alteração das seções correspondentes foram dispostos de forma conveniente e representativa, no Quadro 19 e na Figura 73, Figura 74 e Figura 75.

Quadro 19 - Resultados - MO - P6 - PI

Modelo	Vão livre da fachada (m)	Lado (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As, necessário (cm ²)	Taxa de armadura
MO – V4 – P6	4,00	40	1600	6,40	6,72	0,42%
MO – V8 – P6	8,00	50	2500	10,00	13,26	0,53%
MO – V12 – P6	12,00	60	3600	14,40	20,06	0,56%

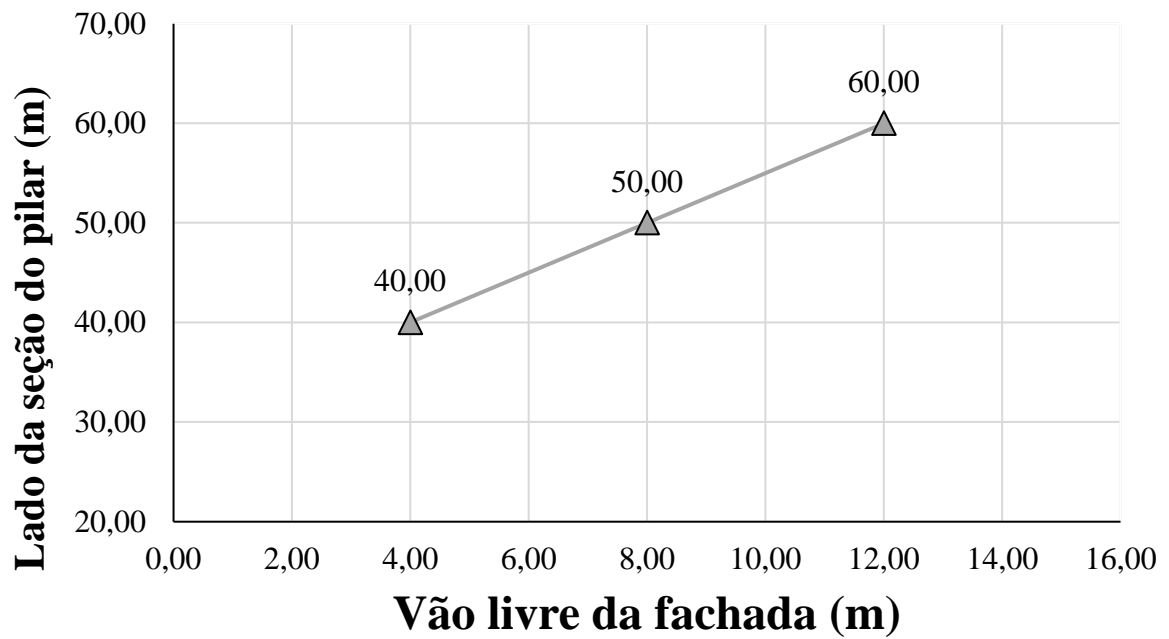
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 73 - Armadura necessária - MO - P6 - PI



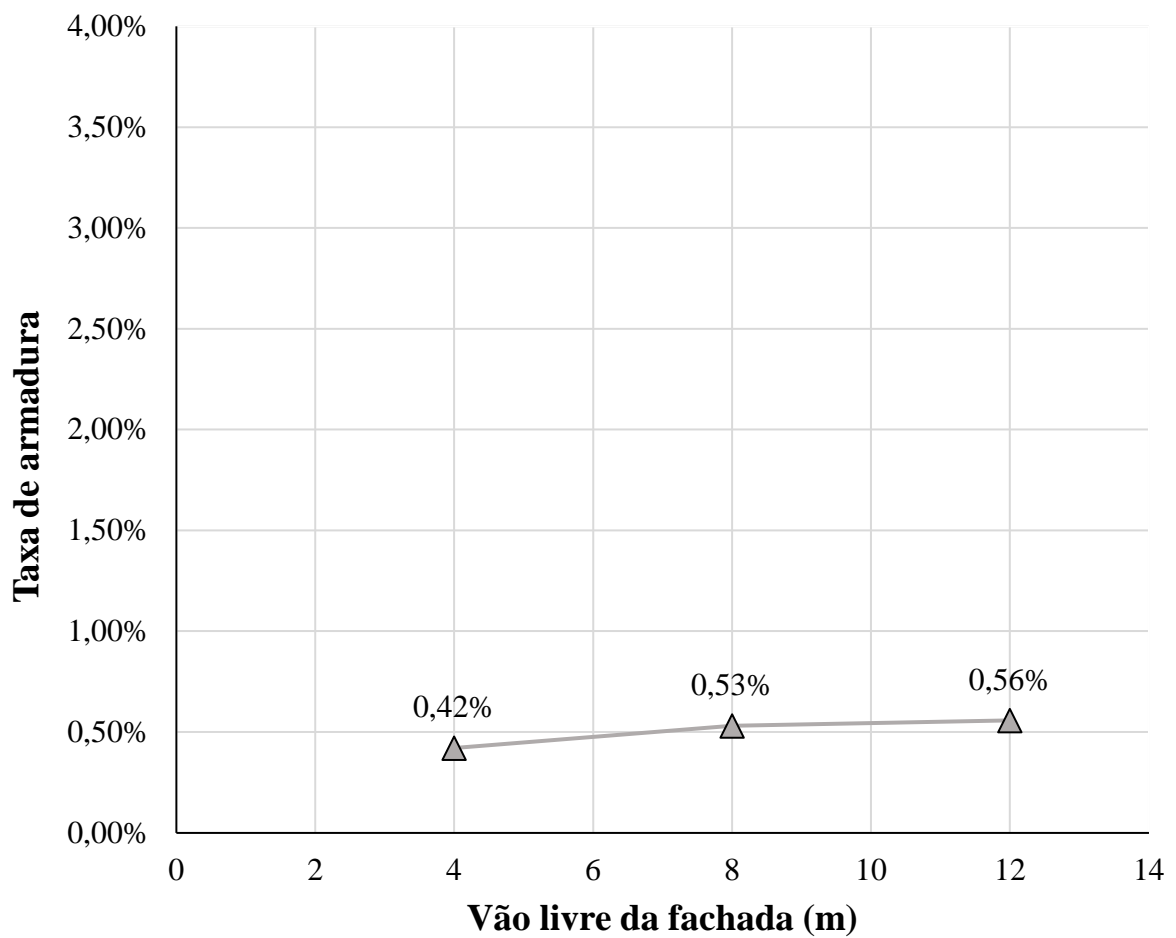
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 74 - Variação da seção - MO - P6 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 75 - Taxa de armadura - MO - P6 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

Portanto, a partir da análise dos resultados, se torna possível determinar que a os pilares intermediários (PI) nos modelos com 6 pavimentos ou 24,00 metros de altura, o comportamento quanto a evolução do vão livre da fachada foi similar aos demais, isto é, houve uma maior necessidade de aumento da seção transversal e do atendimento da armação mínima.

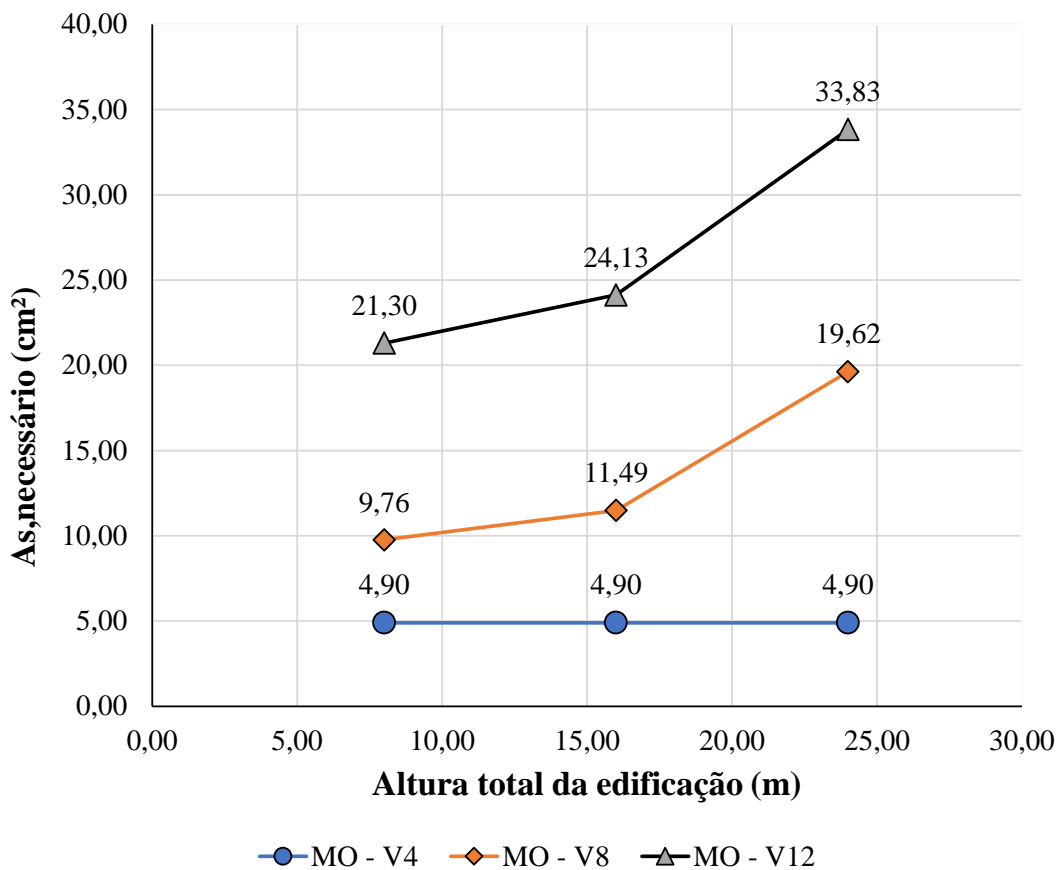
4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do conteúdo elucidado e dos resultados obtidos, tornou-se possível compilar os valores encontrados de forma gráfica, de modo a permitir uma análise conjunta da influência dos parâmetros de entrada (Altura total da edificação e vão livre entre pilares da fachada). Dessa maneira, nas subseções seguintes serão retratadas as influências de cada parâmetro e as respostas estruturais encontradas nos modelos, assim como, as variações destas para cada categoria de pilar analisado (pilar de canto e pilar intermediário de fachada).

4.3.1. Considerações quanto a influência da altura total da edificação

A partir dos dados obtidos, foi possível representar de forma visual a resposta estrutural, isto é, a armadura necessária em cm^2 para resistir aos esforços aplicados aos pilares de canto da fachada frontal com pé-direito duplo, o que pode ser observado na Figura 76.

Figura 76 - Armadura necessária - MO - V4, V8 e V12 - PC

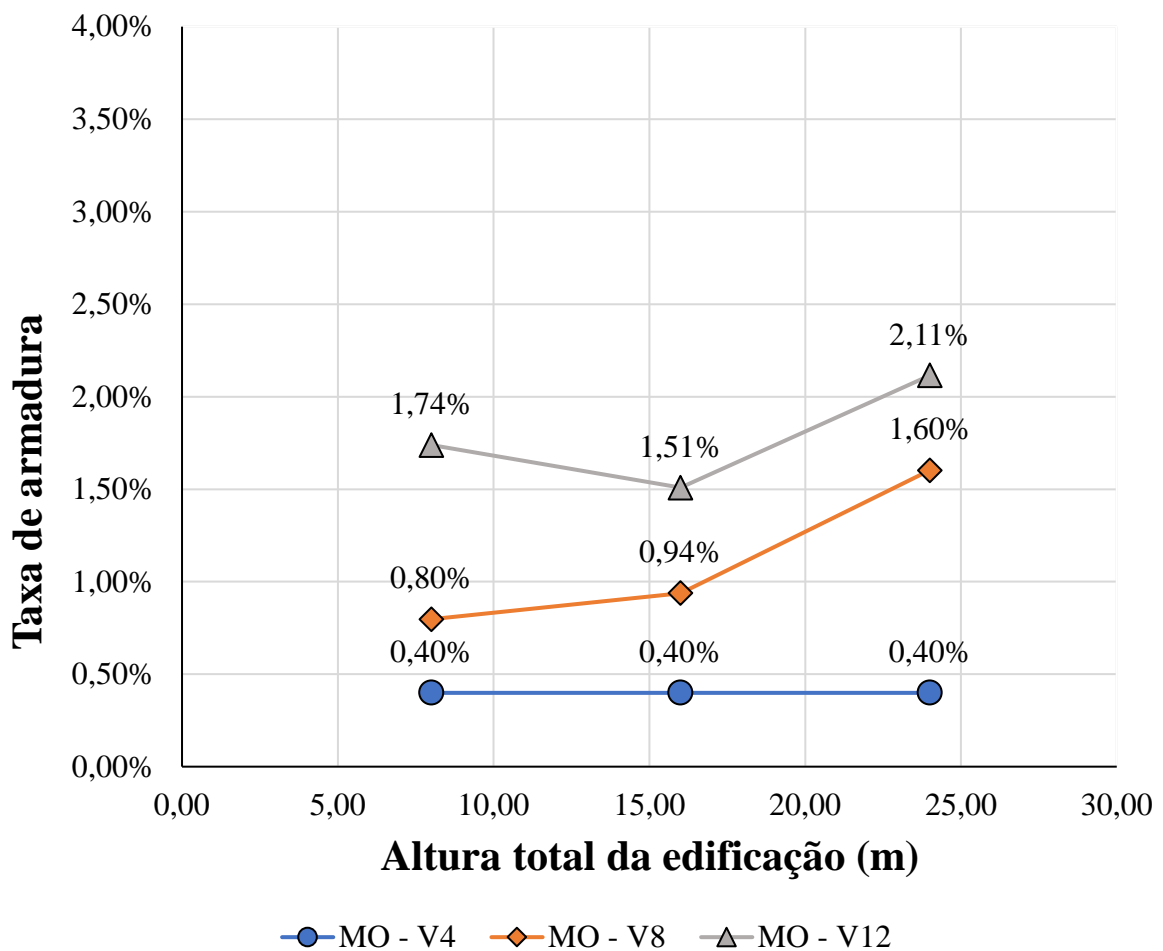


Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, observa-se que para os modelos com vãos livres de fachada de 4,0 metros a necessidade de armadura não foi superior à armadura mínima para os pilares de canto, tendo em vista que estes não apresentam alterações na armadura e esta condiz com o valor pré-determinado. Ademais, percebe-se que para os modelos com 8,00 metros de vão há uma necessidade incremental inicial para a armadura nos casos de edificações de menor porte, e a partir destas o incremento da altura total da edificação já se torna relevantes. Além disso, nota-se que para o modelo de maior vão (12,00 metros), a necessidade inicial de armadura disparada quando comparada com os demais modelos e há uma leve incrementação na variação da armadura em relação ao incremento da altura total.

Dessa maneira, de modo a tornar mais nítido o comportamento da estrutura frente à variação da altura total da edificação para os modelos propostos, foi realizada a Figura 77, a qual representa a variação da taxa de armadura utilizada, isto é, a relação entre a área de aço empregada frente à área de concreto do pilar de canto.

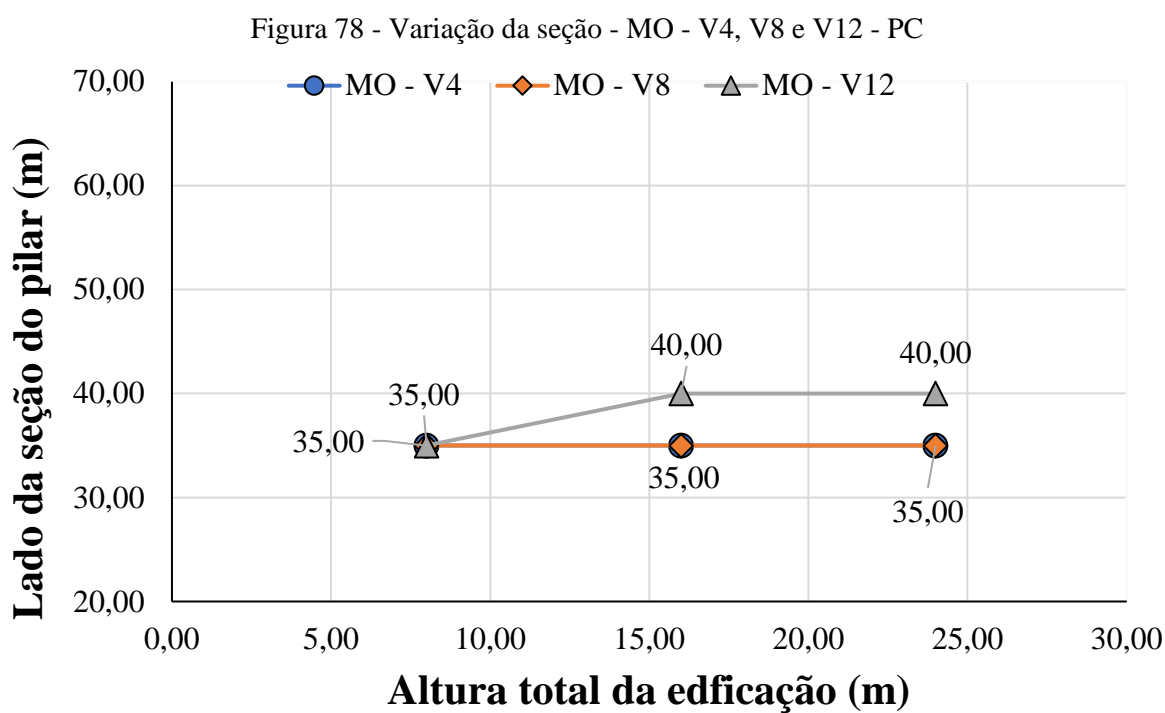
Figura 77 - Taxa de armadura - MO - V4, V8 e V12 – PC



Fonte: Autoria própria (2024).

A partir da análise do gráfico, percebe-se que, assim como na verificação de armadura necessário, o modelo V4 apresenta uma resposta mínima frente ao esforço imposto, enquanto o modelo V8 já começa a expressa uma resposta sensível a alteração da altura total, principalmente, após a altura de 4 pavimentos (16,00 metros). No entanto, de forma excepcional a primeira análise, o modelo V12, apresenta um indício de ponto de otimização para a taxa de armadura, por volta da altura de 4 pavimentos ou 16,00 metros, o que foi ocasionado pelo equilíbrio entre o momento fletor e força normal atuante nestes elementos.

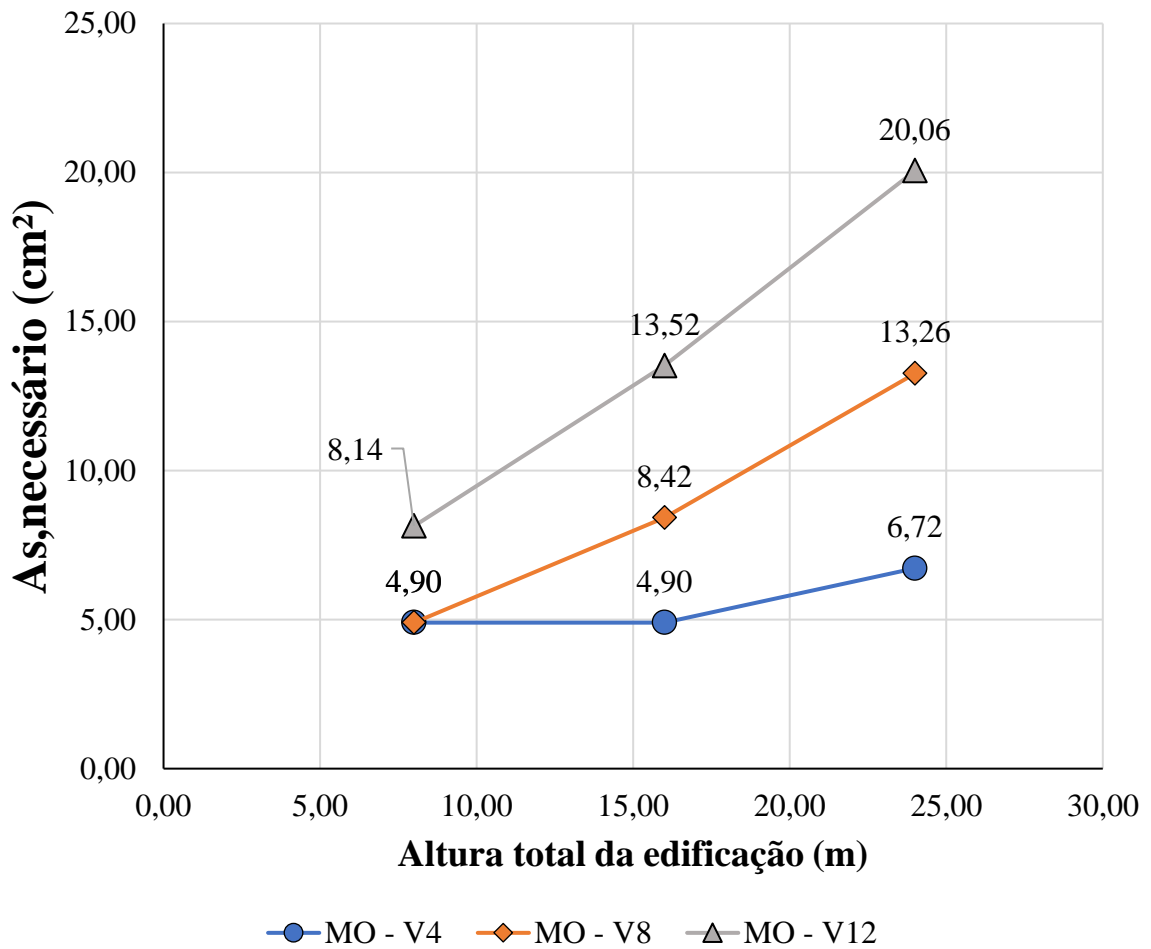
Ademais, como forma de auxílio para a visualização e entendimento da a Figura 77, foi realizado um levantamento da variação das seções transversais dos pilares quadrados, em que pode ser visualizada a influência da variação da altura nos modelos analisados, o que pode ser observado na Figura 78.



Fonte: Autoria própria (2024).

De forma análoga ao procedimento descrito para os pilares de canto, foi realizado um compilado visual dos dados obtidos para a resposta estrutural para os pilares intermediários de fachada, o que pode ser observado pela variação da armadura necessária descrita pela Figura 79.

Figura 79 - Armadura necessária - MO - V4, V8 e V12 - PI

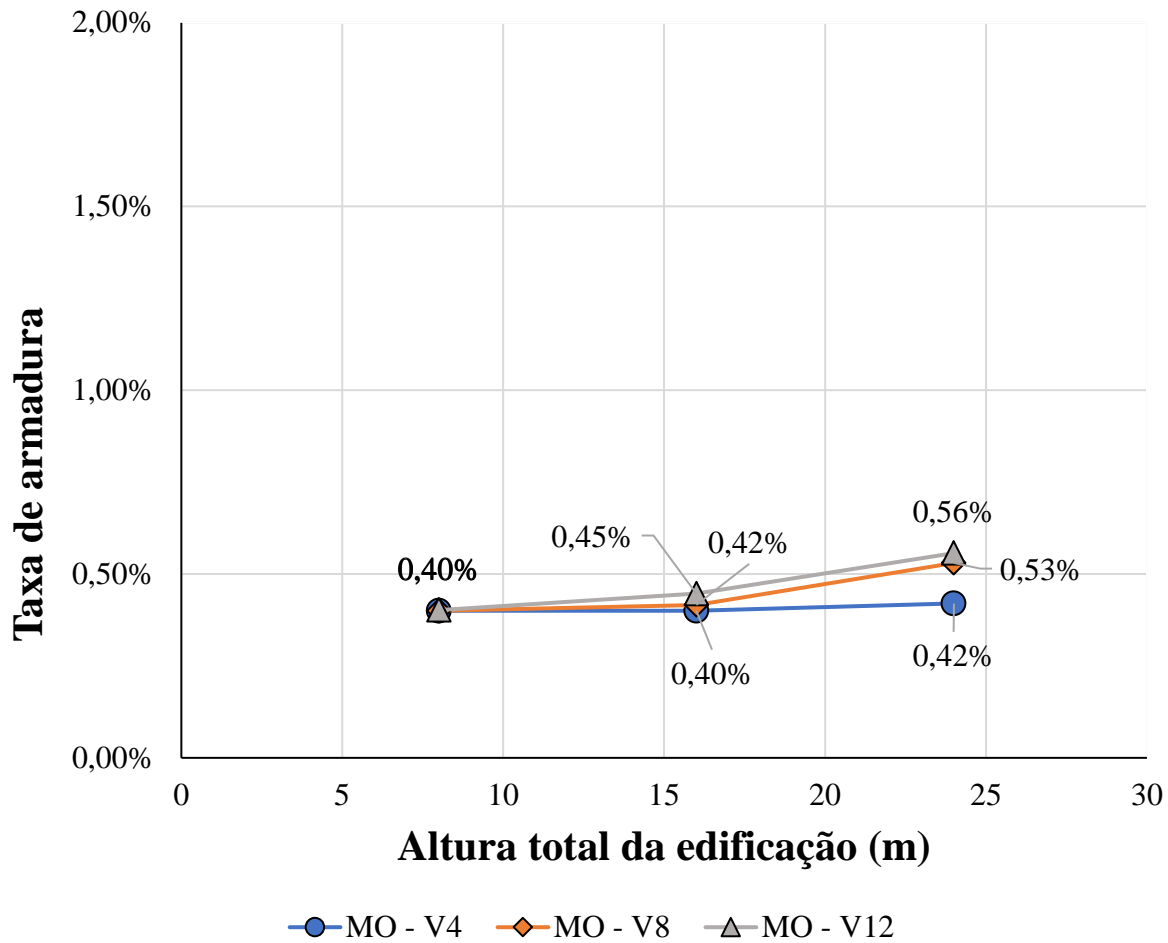


Fonte: Autoria própria (2024).

Por conseguinte, observa-se que, diferentemente dos pilares de canto, a variação da necessidade de resistência aos esforços com base no incremento da altura total do edifício já começa a ser notada a partir da altura de 4 pavimentos ou 16,00 metros para os modelos mais compactos com vãos de 4,00 metros, e é evidenciada pela evolução dos modelos de 8,00 e 12,00 metros.

No entanto, a partir da análise da Figura 80, nota-se que tais incrementos na armadura não se dão, principalmente, pelo desbalanço entre o momento fletor e a força normal atuante, mas são devidos a necessidade do incremento da seção transversal, a qual aumenta devido a necessidade do elemento à resistir os esforços de compressão impostos sobre ele.

Figura 80 - Taxa de armadura - MO - V4, V8 e V12 - PI

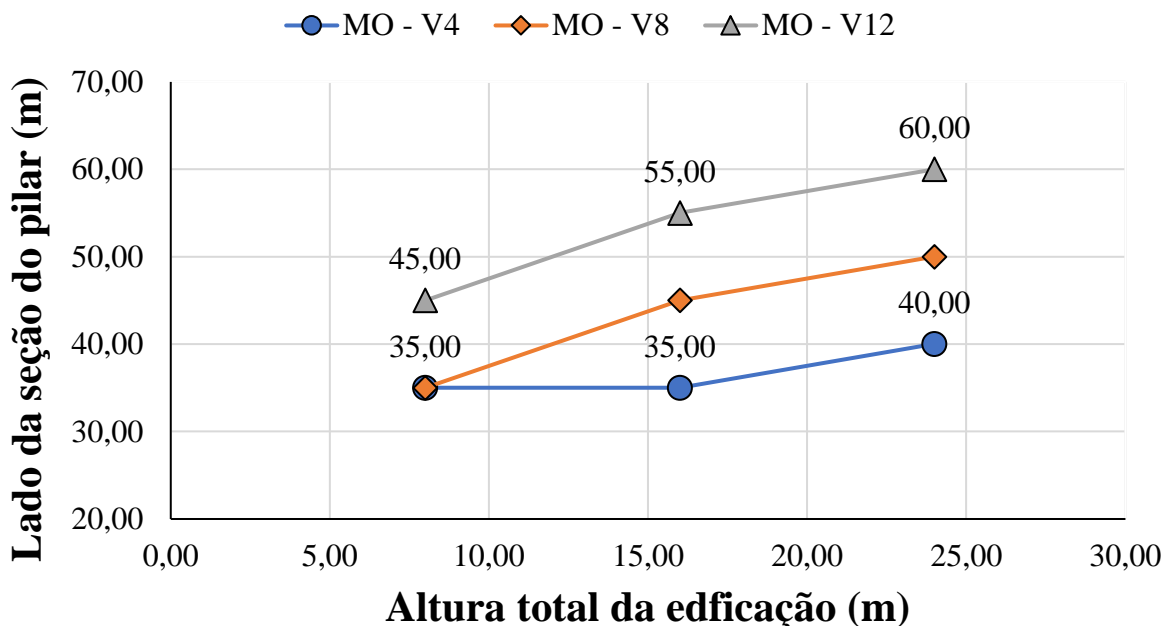


Fonte: Autoria própria (2024).

Neste sentido, tais informações podem ser constatadas, por meio da verificação dos valores do gráfico, os quais não excedem, de forma considerável, o valor de armadura mínima atribuída pela simulação, sendo este 0,40 % do valor da área de concreto da seção transversal.

Além disso, de forma a possibilitar um entendimento mais preciso das variações encontradas para as taxas de armaduras, foi feito um levantamento das alterações das seções transversais em função da variação da altura total da edificação, o que pode ser visto de forma gráfica na Figura 81.

Figura 81 - Variação da seção - MO - V4, V8 e V12 - PI

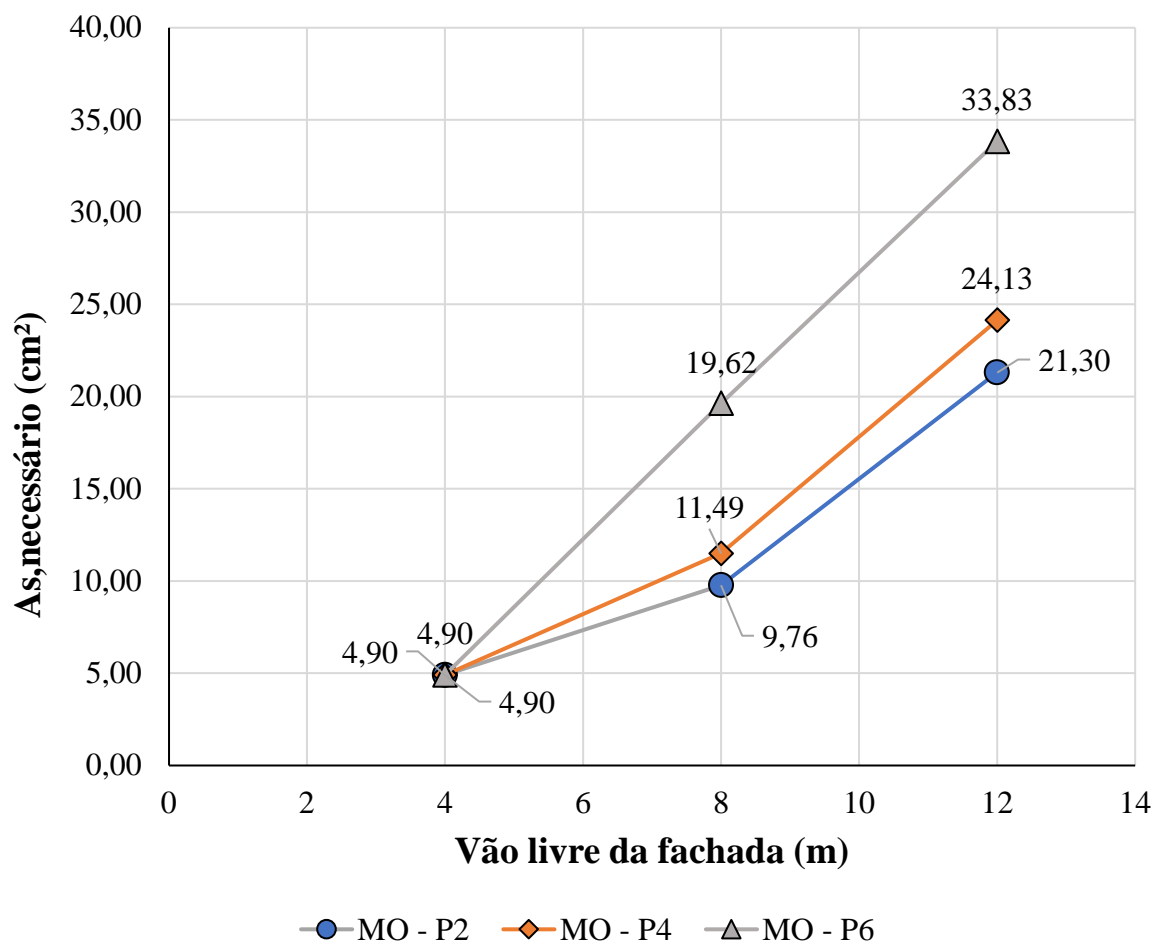


Por fim, entende-se que os pilares de canto, nos modelos estudados, apresentam uma sensibilidade maior às alterações da altura total da edificação para edifícios com vãos livres na fachada maiores. Em contrapartida, os pilares intermediários de fachada demonstram uma necessidade maior de aumento da seção transversal, em relação ao incremento da armadura propriamente, uma vez que tal fato pode ser evidenciado pela variação dos resultados encontradas com o valor proposto para armaduras mínimas de cada seção.

4.3.2. Considerações quanto a influência do vão livre da fachada

De maneira análoga ao procedimento descrito para a seção anterior, para a presente seção foram levantados os dados relacionados a necessidade de armadura para resistir os esforços aplicados aos pilares de canto, os quais podem ser observados na forma gráfica pela Figura 82.

Figura 82 - Armadura necessária - MO - P2, P4 e P6 - PC

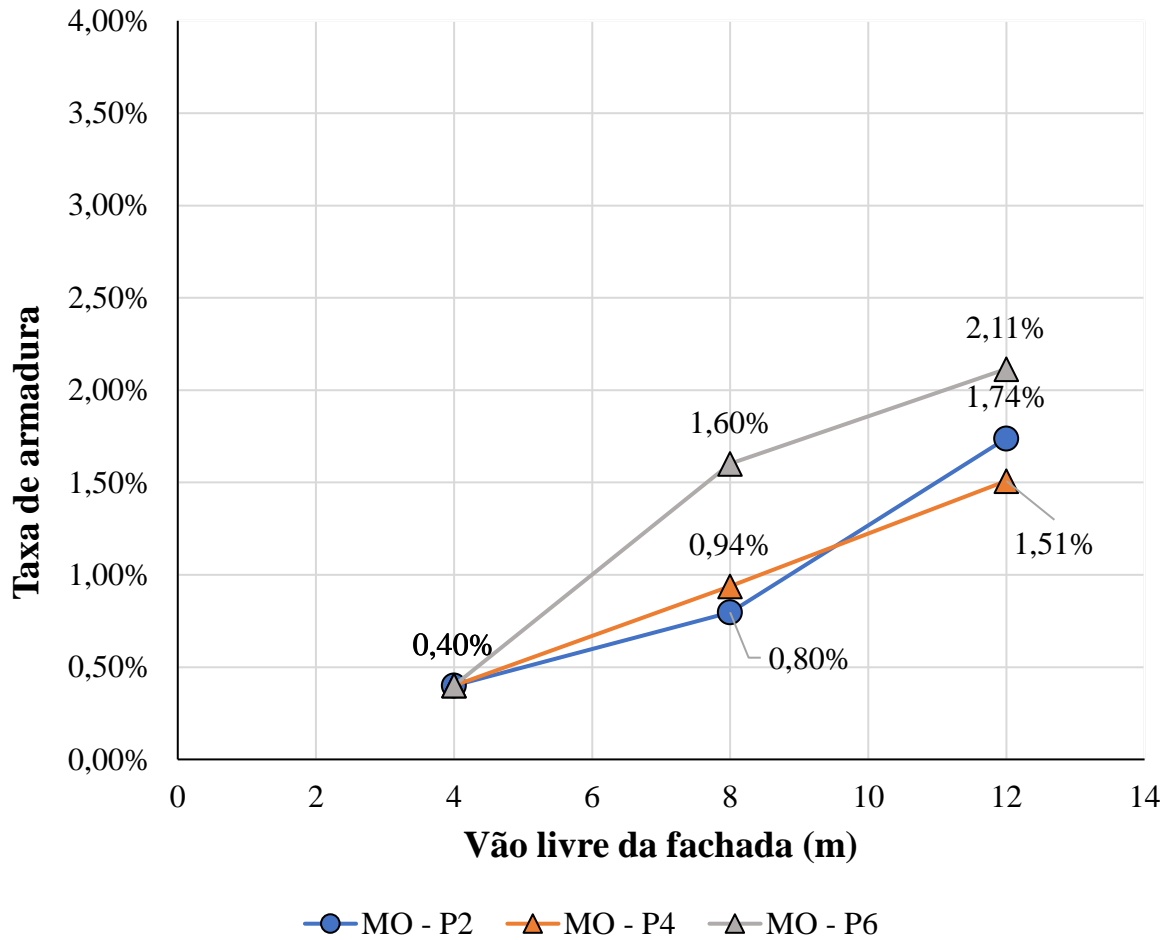


Fonte: Autoria própria (2024).

Por conseguinte, a partir da análise sensível dos dados levantados, observa-se que, diferentemente da verificação para os a sensibilidade da alteração da altura total do prédio, o estudo da influência do vão livre da fachada, já apresenta variações consideráveis para os modelos de menor altura (2 pavimentos, 8,00 metros) e despontam para os modelos com maiores alturas totais.

Dessa forma, de maneira complementar a primeira análise, assim como na seção anterior, levantou-se também a taxa de armadura empregada para resistir aos esforços solicitantes, as quais foram organizadas de forma gráfica e podem ser observadas pela Figura 83.

Figura 83 - Taxa de armadura - P2, P4 e P6 - PC

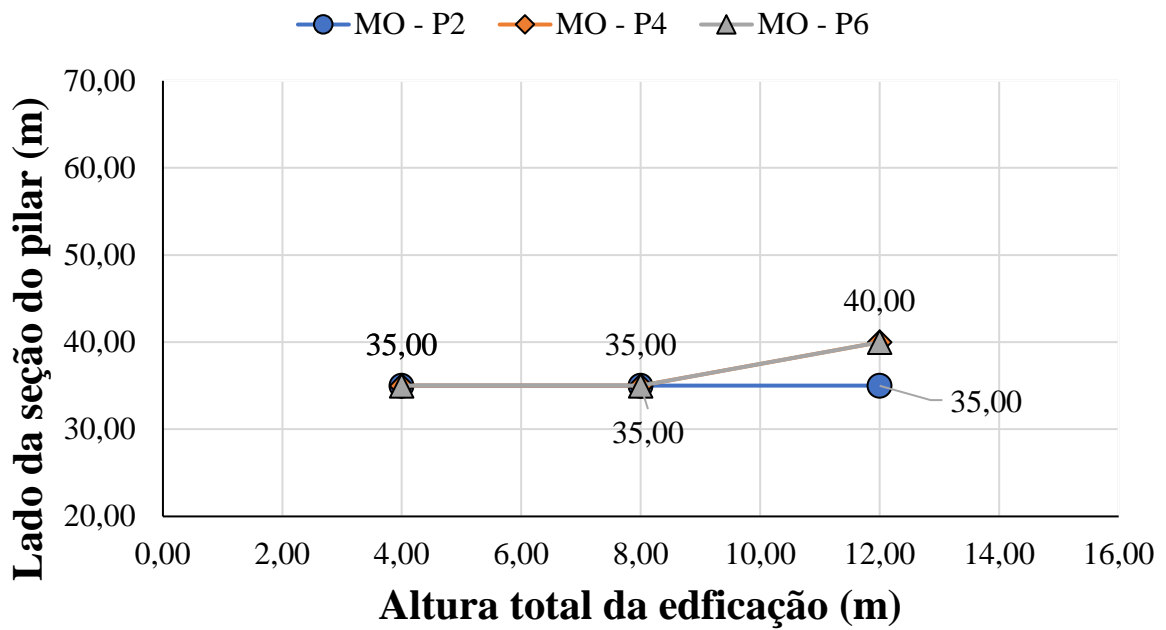


Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa forma, nota-se que para os modelos P2 com a menor altura (2 pavimentos, 8,00 metros) a variação da taxa de armadura, frente ao incremento do vão livre da fachada frontal, apresentou um caráter de crescimento com um aumento na taxa de evolução, enquanto a resposta para os modelos P4 apresentaram um caráter de crescimento quase linear e os modelos P6 demonstraram um caráter de crescimento com um decréscimo na taxa de evolução. Neste sentido, observou-se, por meio desta análise, que os modelos de menor altura são mais sensíveis ao incremento dos esforços ocasionados pela variação do vão livre da fachada.

Em adição ao descrito, de modo a possibilitar uma melhor visualização dos efeitos evidenciados pela variação da taxa de armadura, foi realizada uma representação gráfica comparativa da variação da seção transversal dos pilares analisados em função do aumento do vão livre da fachada frontal edificação, o que pode ser observado na Figura 84.

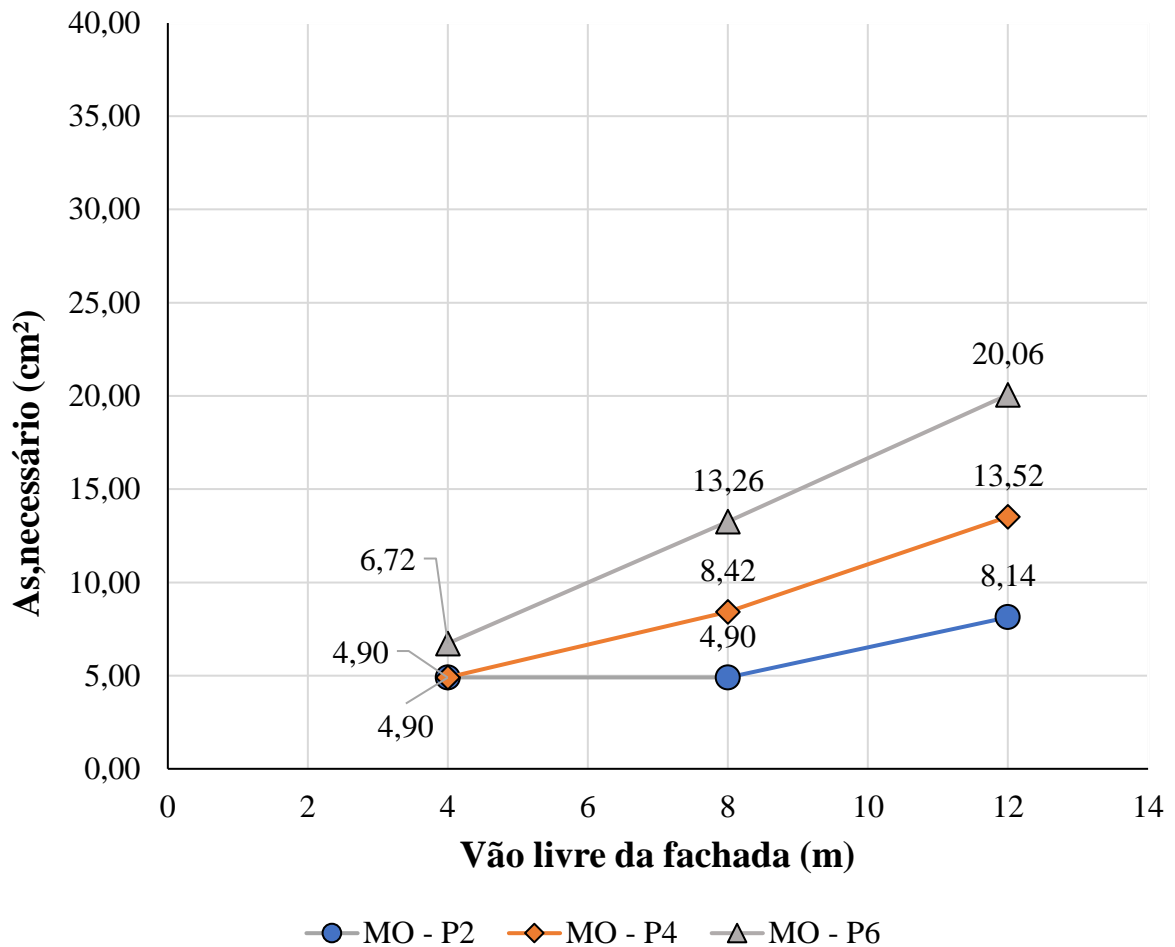
Figura 84 - Variação da seção - MO - P2, P4 e P6 - PC



Fonte: Autoria própria (2024).

Á posteriori, de maneira análoga ao procedimento adotado anteriormente, foram verificadas as armaduras necessárias para a resistência dos esforços solicitantes para os pilares intermediários da fachada frontal, as quais podem ser observadas de forma gráfica na Figura 85.

Figura 85 - Armadura necessária - MO - P2, P4 e P6 - PI

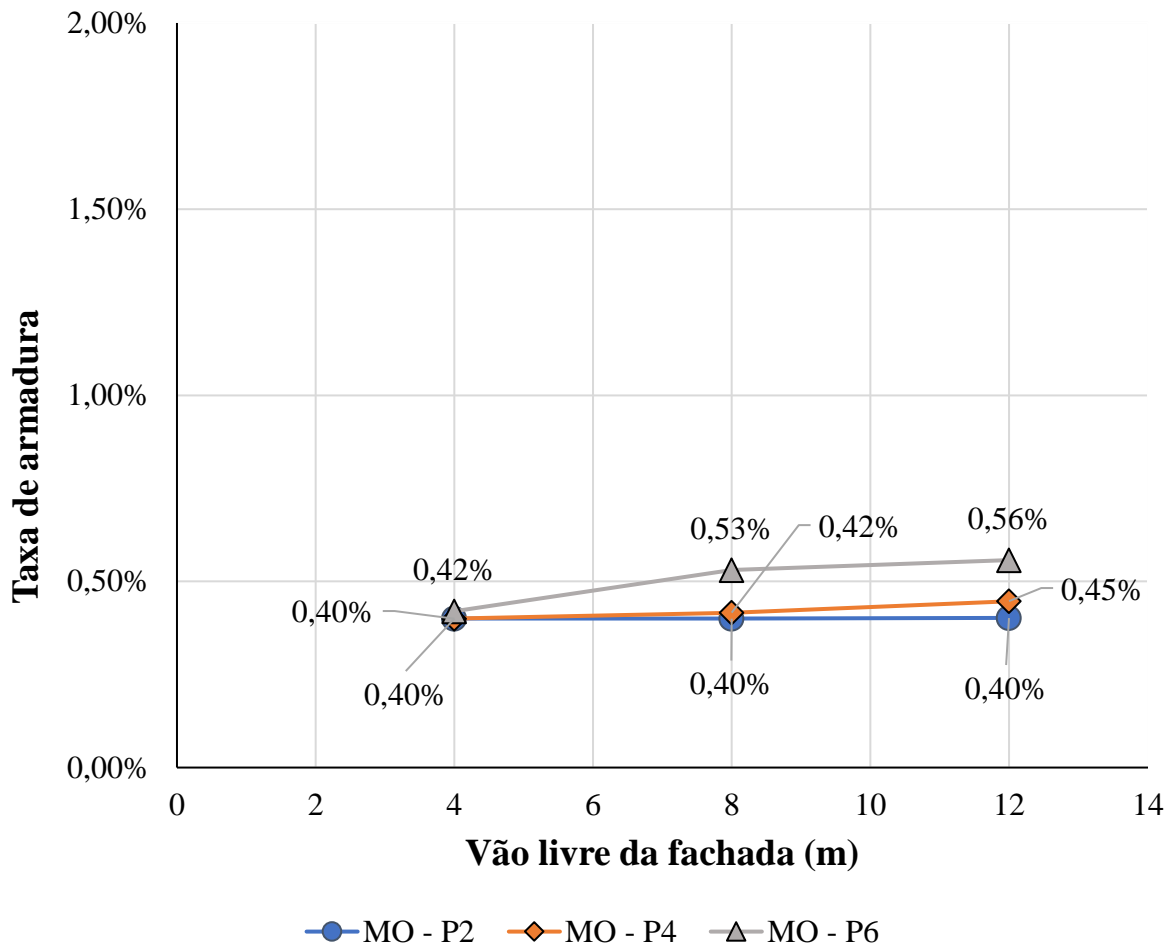


Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, a partir da análise dos dados categorizados, percebe-se que, em relação a resposta encontrada para os pilares de canto, os pilares intermediários de fachada apresentam uma resposta menos sensível ao aumento dos vãos livres destas fachadas, como pode ser observado pela variação demonstrada na Figura 85. No entanto, apresentam uma sensibilidade maior a variação deste parâmetro quando comparada com a variação encontrada na seção anterior, relacionada a variação da altura total da edificação.

Por conseguinte, de maneira a complementar a análise realizada, foram levantadas também as taxas de armadura empregadas para cada conjunto de modelos para os tais pilares intermediários da fachada frontal, as quais podem ser observadas pelas ilustrações presentes na Figura 86.

Figura 86 - Taxa de armadura - MO - P2, P4 e P6 - PI

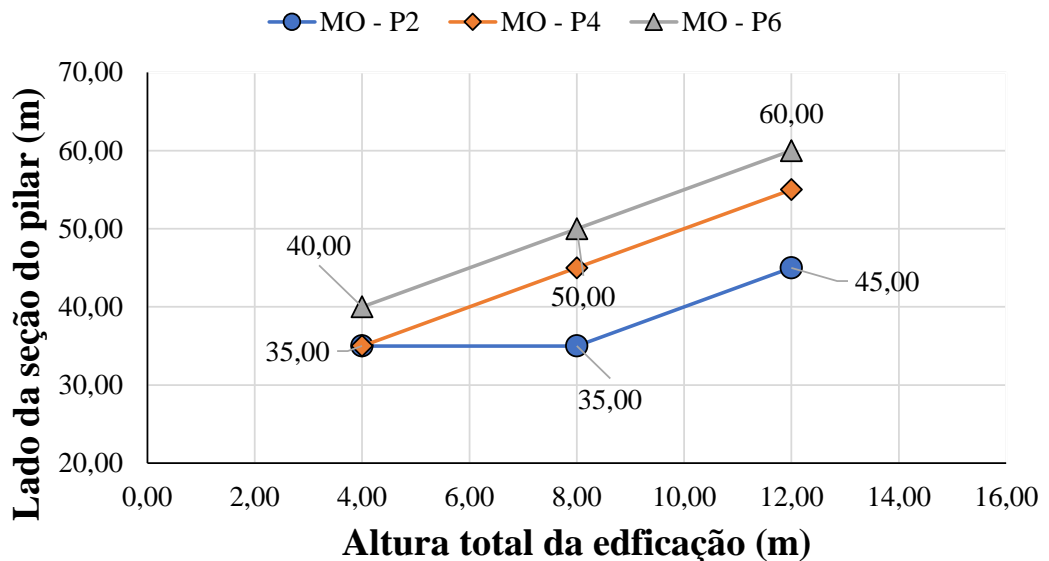


Fonte: Autoria própria (2024).

Assim, de forma similar ao encontrado para a verificação da influência da altura da edificação, observou-se que, diferentemente dos pilares de canto, os pilares intermediários de fachada apresentaram uma variação ínfima da taxa de armadura empregada em relação à taxa mínima proposta a simulação.

Neste sentido, de forma a tornar a análise da influência do aumento do vão livre da fachada frontal, foi realizado um gráfico representativo da variação da seção transversal dos pilares analisados, o qual pode ser observado pela Figura 87.

Figura 87 - Variação da seção - MO - P2, P4 e P6 - PI



Fonte: Autoria própria (2024).

4.3.3. Considerações sobre a situação crítica

Apesar da presente pesquisa se basear na situação construída da estrutura final da edificação, de forma a complementar tal análise foram levantados os dados relacionados à armadura requerida para cada situação do pilar, sendo estas: a situação de saque, levantamento, armadura mínima e acabada. Neste sentido, tais valores foram avaliados e comparados com os padrões adotados do *software* TQS®, de modo a estabelecer a situação crítica para cada modelo e grupo de pilar (canto ou intermediário de fachada), o que pode ser observado pelo Quadro 20 e Quadro 21, respectivamente.

Quadro 20 - Situação crítica - Pilares de canto

Informações			Situação crítica			
Modelo	Vão livre (m)	Nº de pavimentos	Acabada	Saque	Levantamento	Mínima
MO - V4 - P2	4,00	2			X	
MO - V4 - P4	4,00	4			X	
MO - V4 - P6	4,00	6			X	
MO - V8 - P2	8,00	2			X	
MO - V8 - P4	8,00	4			X	
MO - V8 - P6	8,00	6	X			
MO - V12 - P2	12,00	2	X			
MO - V12 - P4	12,00	4	X			
MO - V12 - P6	12,00	6	X			

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 21 - Situação crítica - Pilares intermediários de fachada

Informações			Situação crítica			
Modelo	Vão livre (m)	Nº de pavimentos	Acabada	Saque	Levantamento	Mínima
MO - V4 - P2	4,00	2			X	
MO - V4 - P4	4,00	4			X	
MO - V4 - P6	4,00	6				X
MO - V8 - P2	8,00	2			X	
MO - V8 - P4	8,00	4				X
MO - V8 - P6	8,00	6				X
MO - V12 - P2	12,00	2				X
MO - V12 - P4	12,00	4				X
MO - V12 - P6	12,00	6				X

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir da visualização dos resultados obtidos, percebe-se que para os modelos de vãos menores predomina-se a situação de levantamento como situação crítica de cálculo para armadura necessário para ambos os grupos de pilares.

Além disso, nota-se que para os pilares de canto a partir do modelo V8 – P4, predomina-se a situação acabada como situação de cálculo, enquanto para os modelos dos pilares de fachada há uma predominância dos modelos calculados para a situação de armadura mínima, o que pode ser entendido pela diferença do esforço predominante para cada pilar, ou seja, enquanto os pilares de canto necessitam resistir os momentos ocasionados pelos ventos, os pilares intermediários acabam tendo mais enfoque na resistência à compressão, necessitando, assim, de áreas de seção maiores.

4.3.4. Considerações sobre o consumo de materiais

A partir do entendimento do comportamento e das respostas estruturais dos pilares de fachada e com o auxílio do software TQS ® para o cálculo e dimensionamento dos demais pilares da edificação, foi possível, assim como para os pilares analisados, obter as armaduras empregadas e as seções transversais utilizadas, de modo a permitir o levantamento do consumo de cada insumo para a realização de tais elementos para cada modelo analisado, como pode ser observado pelo Quadro 22.

Quadro 22 - Consumo de materiais para execução dos pilares

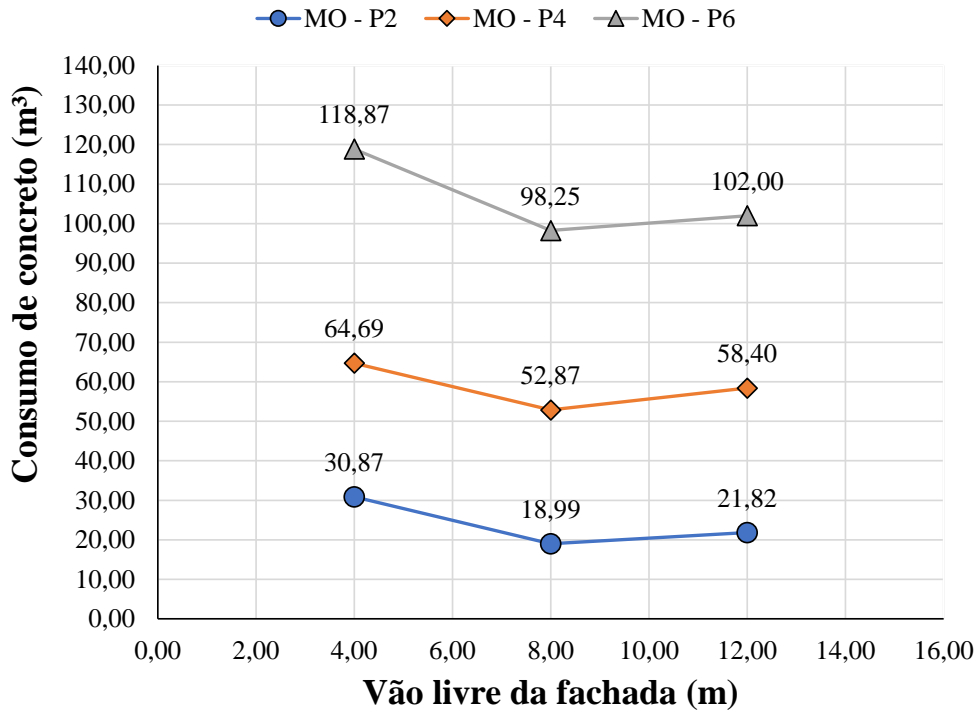
Modelo	Vão livre (m)	Nº de pavimentos	Consumo de concreto (m³)	Consumo de Forma (m²)	Taxa média de aço (kg/m³)	Consumo de aço (Kg)
MO - V4 - P2	4,00	2	30,87	552,80	61,60	1902
MO - V8 - P2	8,00	2	18,99	208,80	91,10	1730
MO - V12 - P2	12,00	2	21,82	190,80	102,10	2228
MO - V4 - P4	4,00	4	64,69	700,40	71,10	4599
MO - V8 - P4	8,00	4	52,87	476,00	79,60	4208
MO - V12 - P4	12,00	4	58,40	428,40	78,80	4602
MO - V4 - P6	4,00	6	118,87	1150,00	75,50	8975
MO - V8 - P6	8,00	6	98,25	780,00	80,10	7870
MO - V12 - P6	12,00	6	102,00	680,00	78,60	8017

Fonte: Autoria própria (2024).

No entanto, reitera-se que para a realização desta análise o software TQS ® indica o consumo de materiais para a situação moldada in loco, a qual apresenta índices de consumo e etapas diferentes da situação pré-moldada, como, por exemplo, a utilização de formas, as quais não seriam necessárias para a moldagem em ambiente fabril, uma vez que seriam utilizadas pistas de moldagem e/ou protensão.

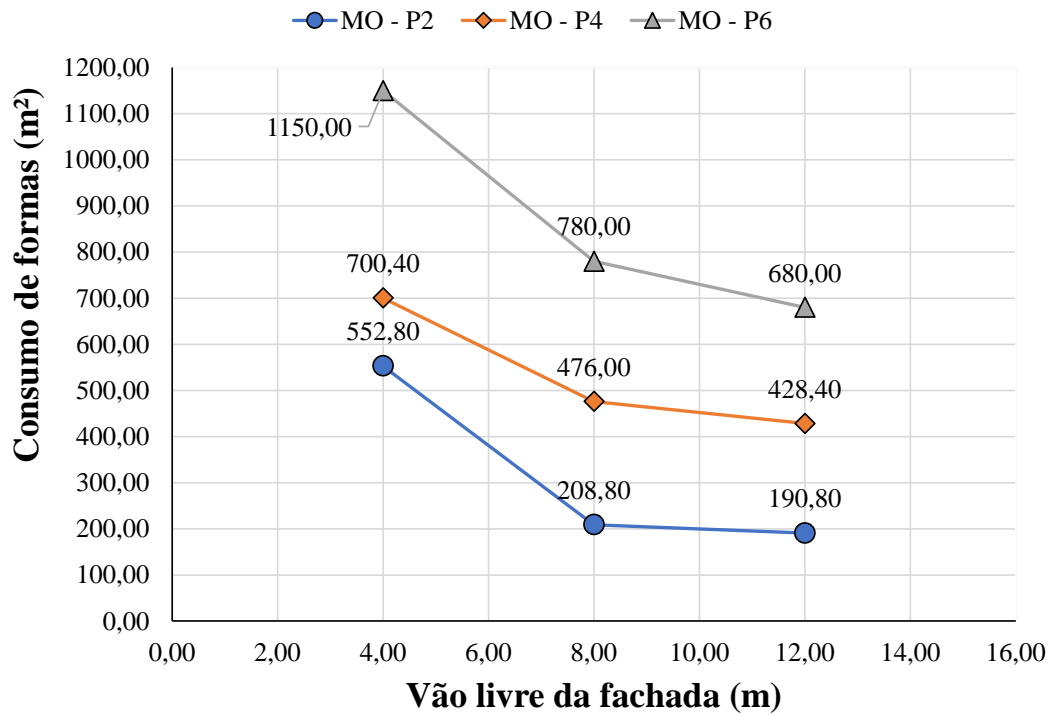
Neste sentido, de forma a tornar a análise dos dados obtidos mais simples e explicativa, foram realizados gráficos comparativos para os modelos proposto, em que se fixaram a altura da edificação e variou-se o vão livre da fachada frontal, de maneira a representar o consumo de concreto, formas e aço necessária para a realização de todos os pilares do ecídios, tais quantitativos podem ser vistos, respectivamente, na Figura 88, Figura 89 e Figura 90.

Figura 88 - Consumo de concreto



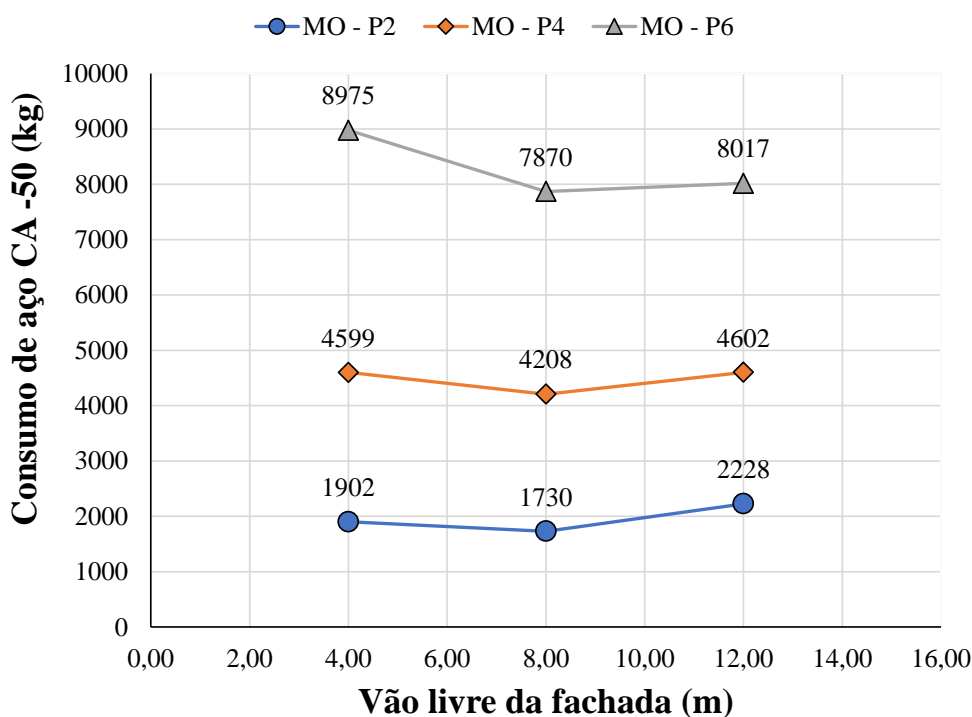
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 89 - Consumo de formas



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 90 - Consumo de aço



Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, a partir da visualização dos gráficos, nota-se que, diferentemente da resposta estrutural, o consumo de materiais é mais sensível as variações de altura total ou adição de pavimentos, devido a repetição dos elementos.

Além disso, reitera-se que tais consumos foram verificados para todos os pilares da edificação, os quais passaram por um processo iterativa para a definição da sua seção transversal, de modo a obter um parâmetro gama-z inferior a 1,1. No entanto, há a alteração da seção transversal destes pilares entre os modelos analisados, o que pode ocasionar flutuações entre os valores encontrados para estes consumos.

Ademais, percebe-se que tanto para o consumo de concreto quanto para o consumo de aço obteve-se um ponto de consumo mínimo em todas as variações de altura total da edificação para os edifícios com vão livre de fachada em torno de 8,00 metros. No entanto, para o consumo de formas, constatou-se que a ampliação dos vãos livres e, portanto, a diminuição da quantidade dos elementos de pilar na fachada, ocasionou uma queda considerável no consumo de tal material.

Neste sentido, de forma mensurar os impactos financeiros para a execução de tais elementos pré-moldados, utilizou-se como base os valores fornecidos pela SINAPI (2023) em seu relatório de preço de referência para insumos, para estimar os preços unitários dos insumos utilizados, os quais podem ser observados na lista a seguir.

- Aço CA-50 (10 a 20 mm) dobrado e cortado = R\$ 8,24 / kg (cod: 43058)
- Concreto usinado bombeável C40 = R\$ 523,17 / m³ (cod: 34479)
- Chapa/Painel de madeira (E = 10 mm) = R\$ 44,24 / m² (cod: 1346)

Dessa forma, com base nos valores fornecidos e nos consumos levantados anteriormente, foi possível realizar o custo total para cada insumo e o preço total da execução dos elementos, conforme pode ser observado no Quadro 23.

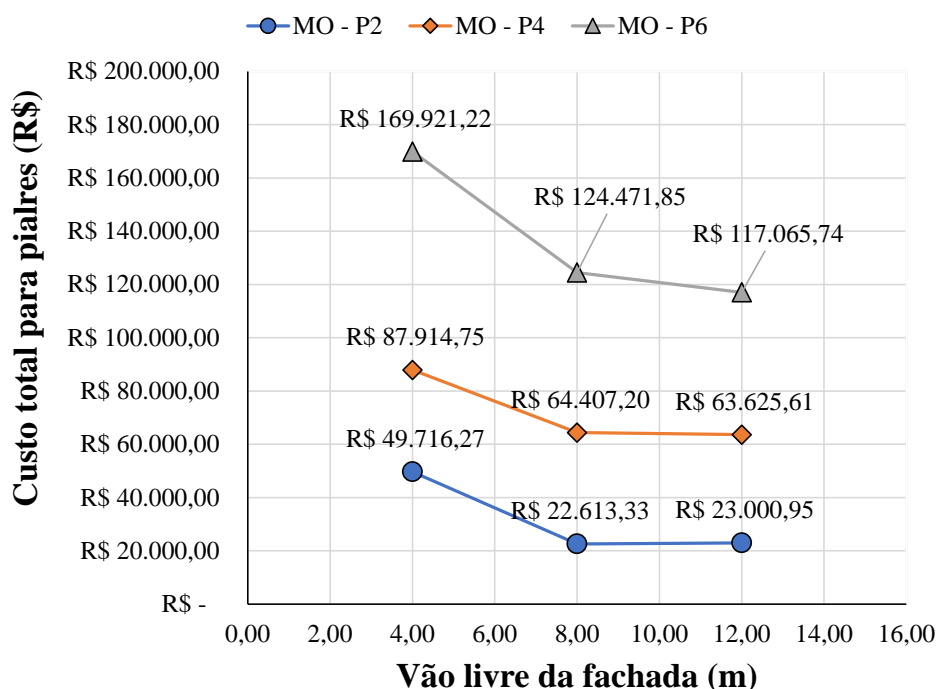
Quadro 23 - Custos totais - Pilares

Modelo	Vão livre (m)	Nº de pavimentos	Preço - Concreto (R\$)	Preço - Formas (R\$)	Preço - Aço (R\$)	Preço - Total (R\$)
MO - V4 - P2	4,00	2	R\$ 16.150,26	R\$ 24.455,87	R\$ 15.669,12	R\$ 49.716,27
MO - V8 - P2	8,00	2	R\$ 9.935,00	R\$ 9.237,31	R\$ 14.255,11	R\$ 22.613,33
MO - V12 - P2	12,00	2	R\$ 11.415,57	R\$ 8.440,99	R\$ 18.357,25	R\$ 23.000,95
MO - V4 - P4	4,00	4	R\$ 33.843,87	R\$ 30.985,70	R\$ 37.899,54	R\$ 87.914,75
MO - V8 - P4	8,00	4	R\$ 27.660,00	R\$ 21.058,24	R\$ 34.677,64	R\$ 64.407,20
MO - V12 - P4	12,00	4	R\$ 30.553,13	R\$ 18.952,42	R\$ 37.919,82	R\$ 63.625,61
MO - V4 - P6	4,00	6	R\$ 62.189,22	R\$ 50.876,00	R\$ 73.951,40	R\$ 169.921,22
MO - V8 - P6	8,00	6	R\$ 51.401,45	R\$ 34.507,20	R\$ 64.847,36	R\$ 124.471,85
MO - V12 - P6	12,00	6	R\$ 53.363,34	R\$ 30.083,20	R\$ 66.061,73	R\$ 117.065,74

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos custos estimados anteriormente, de modo a proporcionar uma visualização mais explicativa e objetiva destes para cada modelo analisado, foi realizado um gráfico comparativo, em que se fixou a altura total da edificação e variou-se o vão livre de fachada, o que pode ser visto na Figura 91.

Figura 91 - Custo total da execução dos pilares



Fonte: Autoria própria (2024).

Dessa maneira, com base na avaliação gráfica dos valores obtidos, conclui-se que para os modelos com alturas entre 16,00 metros (4 pavimentos) e 24,00 metros (6 pavimentos) a diminuição no número de elementos, ocasionado pelo aumento do vão livre da fachada, prevaleceu como forma de economia para o preço final. No entanto, para os modelos com 8,00 metros (2 pavimentos), devido aos pontos ótimos de consumo de concreto e aço obteve-se um menor valor para vãos de 8,00 metros. Assim, tal situação pode ser visualizada de forma gráfica pelo Quadro 24

Quadro 24 - Economia no consumo de materiais - MO - P2, P4 e P6

Modelo	Economia - Concreto	Economia - Formas	Economia - Aço
MO - P2	12,97%	8,62%	9,02%
MO - P4	9,47%	10,00%	8,50%
MO - P6	3,68%	12,82%	1,84%
Média	8,71%	10,48%	6,45%

Fonte: Autoria própria (2024).

Finalmente, conclui-se que para os modelos de 2 pavimentos prevaleceu-se a economia gerada pelo concreto e aço, indicados pelo ponto ótimo encontrado nos gráficos de consumo. No entanto, para os demais modelos (4 e 6 pavimentos) a economia gerada pela redução de formas obteve uma porcentagem maior de influência no preço.

5. CONCLUSÃO

A partir do conteúdo apresentado, com base nos dados levantados e nos comentários realizados acerca das resposta estruturais dos pilares para cada grupo de pilar e para as diferentes variações de parâmetros (altura total e vão livre de fachada), conclui-se que, para os modelos analisados, houve uma maior sensibilidade a alteração do vão livre de fachada em relação a modificação ocasionada pelo aumento da altura total da edificação, uma vez que os dados apresentados, tanto em forma gráfica como em forma de quadro, apresentam variações maiores quando relacionados a alteração de tais características.

Ademais, notou-se também que, em relação ao comportamento estrutural, os pilares de canto, geralmente, necessitam de mais armadura para combater os esforços predominantes de flexão, enquanto os pilares intermediários de fachada apresentam a necessidade de seções transversais maiores para resistir aos momentos gerados principalmente pela a parte da compressão no modelo de flexo-compressão.

Além disso, por meio da avaliação das situações críticas para o dimensionamento dos elementos, percebeu-se que para modelos com menores vãos predomina-se como situação crítica a etapa levantamento e içamento das peças. Outrossim, notou-se que para os modelos com vãos a partir de 8,00 m e alturas medianas obtiveram-se resposta diferentes entre as categorias de pilares, enquanto os pilares de canto apresentaram situações críticas para a situação acabada, os pilares intermediários apresentaram a necessidade somente de armadura mínima, o que reforça a tese descrita anteriormente sobre a necessidade de cada grupo de pilar e os esforços atuantes sobre estes.

Em sequência, de modo a completar o escopo dos objetivos proposto para o estudo, foi realizada uma análise quantitativa de consumo de insumos e custos relacionados a produção das edificações modeladas, as quais apresentaram um resultado contrário a resposta estrutural, em que se evidenciou uma maior sensibilidade às variações da altura total da edificação para tais cálculos. Ademais, foi verificado que as concepções com maiores vãos apresentaram, em quase todos os casos, um menor custo total quando comparadas entre edificações de mesma altura, o que foi ocasionado pela redução do consumo de formas.

Por fim, reitera-se que o presente trabalho propôs análises extremamente relevantes para com o projeto e execução de pilares em concreto pré-moldado em edifícios mistos com pé-direito duplo na fachada da edificação. Todavia, tais concepções e verificações podem e devem ser estudadas para escopos mais diversos, de modo a promover o desenvolvimento do entendimento de tais estruturas e elementos.

Neste sentido, propõe-se que para trabalhos futuros sejam verificados mais fatores de projeto como a altura do pé-direito duplo utilizado, a classe de concreto utilizada para a moldagem dos elementos, as vinculações entre os elementos de viga-pilar e concepção estrutural da edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE NETO, Ivo Carrijo. **Contribuições à análise da estabilidade global em edifícios de concreto armado com redução brusca de rigidez entre pavimentos**. 2013.
- ARAÚJO, Daniel de Lima; EL DEBS, Mounir Khalil. Cisalhamento na interface entre concreto pré-moldado e concreto moldado no local em vigas submetidas à flexão. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, n. 17, p. 1-28, 2001.
- ARAÚJO, José Milton de. Avaliação do parâmetro de instabilidade para os edifícios altos. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. p. 221.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Carga para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019. p. 60.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 2023. p. 95.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. 2017. p. 86.
- AVRO Consult Engeneering pc. **NBA Store**. Disponível em: <https://www.avro-consult.com/projects/nba-store>. Acesso em: 6 de outubro de 2023.
- BECKER, Edson Paulo. Edifícios altos: interação tridimensional das peças de contraventamento. 1989. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CASSOL, Pré-fabricados. **Catálogo de produtos de elementos pré fabricados**. 2024. Disponível em: <https://wwp.feb.unesp.br/pbastos/pre-moldados/catalogo-cassol.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- CASTILHO, Vanessa Cristina de; EL DEBS, Mounir Khalil; GIL, Laercio S. Contribuição dos painéis pré-moldados de fechamento no enrijecimento da estrutura principal: estudo de caso. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, n. 17, p. 59-74, 2001.

- CHEN, Ying; OKUDAN, Gül E.; RILEY, David R. **Decision support for construction method selection in concrete buildings: Prefabrication adoption and optimization.** Automation in Construction, v. 19, n. 6, p. 665-675, 2010.
- DE OLIVEIRA, Murylo Rodrigues Cândido et al. Estudo comparativo da estabilidade global em diferentes tipos de lajes. **Technology Sciences**, v. 2, n. 1, p. 28-32, 2020
- EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações.** Oficina de Textos, 2000.
- FELIX, Karoline de Sousa. **Comportamento de ligações semirrígidas em estruturas de concreto pré-moldado.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.
- FERREIRA, Marcelo de Araújo; EL DEBS, Mounir Khalil. Procedimentos analíticos para a determinação da deformabilidade e da resistência de uma ligação viga-pilar com elastômero simples e chumbador. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, n. 17, p. 75 -104, 2001.
- FERREIRA, Marcelo de Araújo. **Notas de aula - Tópico 01 - 04.** 2018. Apresentação em PDF.
- FREITAS, Felipe Coelho; LUCHI, Lorenzo Augusto Ruschi; FERREIRA, Walnório Graça. Análise da estabilidade global das estruturas e ações de controle dos seus efeitos. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 9, p. 192-213, 2016.
- JEREMIAS JÚNIOR, Antonio Carlos. **Análise da estabilidade de estruturas pré-moldadas de concreto: influência das ligações semi-rígidas.** 2007. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 193 f.
- JÚNIOR, Alonso Droppa; EL DEBS, Mounir Khalil. Análise não-linear de lajes pré-moldadas com armação treliçada: comparação de valores teóricos com experimentais e simulações numéricas em painéis isolados. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, n. 17, p. 105-120, 2001.
- JUNIOR, Angelo Rubens Migliore. Edifício pré-moldado com ligação rígida. In: 1º encontro nacional de pesquisa-projeto-produção em concreto pré-moldado. 1. 2005. São Carlos (SP). **Anais.** São Carlos (SP). p. 1-11.
- KATAOKA, Luciana Tiemi. **Estudo experimental da deformação ao longo do tempo de lajes contínuas e simplesmente apoiadas executadas com vigotas pré-moldadas de**

- concreto**. 2005. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). 189 p.
- MARIN, Marcelo Cuadrado. **Contribuição à análise da estabilidade global de estruturas em concreto pré-moldado de múltiplos pavimentos**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- MONTES, Roger Otávio Pires; DE SOUSA, Marcelo Antonio Moreira; DOS REIS ROSÁRIO, Maycon. Análise da influência do núcleo rígido e das ligações semirrígidas no comportamento estrutural de edifícios com estruturas pré-moldadas de concreto. **REVISTA UNIARAGUAIA**, v. 13, n. 1, p. 151-171, 2018.
- RODRIGUES, Camila. **Sistematização do cálculo e verificação de sistemas estruturais de galpões pré-fabricados de concreto**. 2012. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). 197 f.
- SILVA, Patrícia Cândida Souza et al. Análise da estabilidade de estruturas pré-moldadas de concreto. 2016. **Anais**. 58º Congresso Brasileiro de Concreto. Belo Horizonte, MG. 2016.
- SINAPI. **Preços de referência para insumos da construção civil – estado de São Paulo (Recursos não desonerados)**. Maio de 2023. Apresentação em PDF. 132 p.
- SOARES, Anamaria Malachini Miotto; HANAI, João Bento de. Análise estrutural de pórticos planos de elementos pré-fabricados de concreto considerando a deformabilidade das ligações. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, n. 17, p. 29-58, 2001.

ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DE PILARES – ESFORÇOS E AS_{nesc} (TQS)

MODELO: MO - V4 - P2

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P22

Esforço de Cálculo do Dimensionamento																	
LANCE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
PILAR: P22 num. 22																	
Cobertura																	
L. 3	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	73.5	39.6	18.7	65.4	0.0
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 14:18:44 Sub-projeto: 0022.SUB																	
					Cobrimto[cm]	fck[MPa]	Gamaço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM			
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
					Tipoço	Classeço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
					50	A	2.0	15.0	1	1							
Piso 01																	
L. 2	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	69.7	39.6	26.8	93.9	0.0
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 14:18:43 Sub-projeto: 0022.SUB																	
					Cobrimto[cm]	fck[MPa]	Gamaço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM			
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
					Tipoço	Classeço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
					50	A	2.0	15.0	1	1							
Térreo																	
L. 1	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	56.1	5.9	44.0	112.1	0.0
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 14:18:43 Sub-projeto: 0022.SUB																	
					Cobrimto[cm]	fck[MPa]	Gamaço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM			
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
					Tipoço	Classeço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
					50	A	2.0	15.0	1	1							
Fundacao																	

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P23

Esforço de Cálculo do Dimensionamento																	
LANCE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
PILAR: P23 num. 23																	
Cobertura																	
L. 3																	
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
					Cobrimto[cm]	fck[MPa]	Gamaço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM			
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
					Tipoço	Classeço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
					50	A	2.0	15.0	1	1							
Piso 01																	
L. 2																	
L. 2	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	69.5	79.2	32.9	294.9	0.0
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 14:18:56 Sub-projeto: 0023.SUB																	
					Cobrimto[cm]	fck[MPa]	Gamaço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM			
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
					Tipoço	Classeço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
					50	A	2.0	15.0	1	1							
Térreo																	
L. 1	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	57.0	5.9	63.0	160.8	0.0
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 14:18:55 Sub-projeto: 0023.SUB																	
					Cobrimto[cm]	fck[MPa]	Gamaço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM			
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
					Tipoço	Classeço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
					50	A	2.0	15.0	1	1							
Fundacao																	

MODELO: MO - V4 - P4

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P99
PILAR: P99
 num. 99

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANÇE B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMSDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Piso 02																
L. 3	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28 0.5	4.90		65.4	39.6	59.4	208.2	0.0
					12.5 6.3	4	2	0	4.91 0.4	4.90				CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0 6.3	4	2	0	8.04 0.7	4.90				**VER NOTA (A)**		
					20.0 6.3	4	2	0	12.57 1.0	4.90						
					25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:17:35 Sub-projeto: 0099.SUB																
					Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapW	GmapX	GmapY
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
					TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37						
					50	A	2.0	15.0	1	1						
Piso 01																
L. 2	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28 0.5	4.90		65.8	39.6	67.6	236.9	0.0
					12.5 6.3	4	2	0	4.91 0.4	4.90				CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0 6.3	4	2	0	8.04 0.7	4.90				**VER NOTA (A)**		
					20.0 6.3	4	2	0	12.57 1.0	4.90						
					25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:17:34 Sub-projeto: 0099.SUB																
					Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapW	GmapX	GmapY
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
					TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37						
					50	A	2.0	15.0	1	1						
Térreo																
L. 1	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28 0.5	4.90		51.1	5.9	85.2	217.4	0.0
					12.5 6.3	4	2	0	4.91 0.4	4.90				CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0 6.3	4	2	0	8.04 0.7	4.90				**VER NOTA (A)**		
					20.0 6.3	4	2	0	12.57 1.0	4.90						
					25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:17:34 Sub-projeto: 0099.SUB																
					Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapW	GmapX	GmapY
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
					TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37						
					50	A	2.0	15.0	1	1						
Fundacao																

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P100
PILAR: P100
 num. 100

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANÇE B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMSDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Piso 02																
L. 3	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*															
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS																
					Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapW	GmapX	GmapY
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
					TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37						
					50	A	2.0	15.0	1	1						
Piso 01																
L. 2	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*															
L. 2	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28 0.5	4.90		66.0	79.2	94.8	850.4	0.0
					12.5 6.3	4	2	0	4.91 0.4	4.90				CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0 6.3	4	2	0	8.04 0.7	4.90				**VER NOTA (A)**		
					20.0 6.3	4	2	0	12.57 1.0	4.90						
					25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:17:51 Sub-projeto: 0100.SUB																
					Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapW	GmapX	GmapY
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
					TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37						
					50	A	2.0	15.0	1	1						
Térreo																
L. 1	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28 0.5	4.90		51.9	5.9	125.1	319.0	0.0
					12.5 6.3	4	2	0	4.91 0.4	4.90				CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0 6.3	4	2	0	8.04 0.7	4.90				**VER NOTA (A)**		
					20.0 6.3	4	2	0	12.57 1.0	4.90						
					25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:17:51 Sub-projeto: 0100.SUB																
					Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapW	GmapX	GmapY
					2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
					TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37						
					50	A	2.0	15.0	1	1						
Fundacao																

MODELO: MO - V4 - P6

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

▲ **P130**

PILAR:P130
num.130

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Piso 02																		
L.	3	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	35.0	39.6	100.4	351.6	0.0
						12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:35:24 Sub-projeto: 0130.SUB																		
						Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	Gmapv			
						2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
						TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
						50	A	2.0	15.0	1	1							
Piso 01																		
L.	2	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	35.0	39.6	108.2	378.8	0.0
						12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:35:23 Sub-projeto: 0130.SUB																		
						Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	Gmapv			
						2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
						TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
						50	A	2.0	15.0	1	1							
Térreo																		
L.	1	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	50.5	5.9	126.1	321.6	0.0
						12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:35:22 Sub-projeto: 0130.SUB																		
						Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	Gmapv			
						2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
						TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
						50	A	2.0	15.0	1	1							
Fundacao																		

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P131

PILAR:P131
num.131

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Piso 02																		
L.	3	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*																
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS																		
						Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	Gmapv			
						2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
						TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
						50	A	2.0	15.0	1	1							
Piso 01																		
L.	2	40.0	40.0	0.4	8	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.4	6.34	65.1	69.3	163.8	1288.0	0.0
						12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.6	6.40			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0	6.3	8	3	1	16.08	1.0	6.40			**VER NOTA (A)**		
						20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	6.40					
						25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	6.40					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:35:54 Sub-projeto: 0131.SUB																		
						Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	Gmapv			
						2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
						TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
						50	A	2.0	15.0	1	1							
Térreo																		
L.	1	40.0	40.0	0.5	10	10.0	5.0	10	4	1	7.85	0.5	6.72	45.7	5.2	194.8	525.8	0.0
						12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.6	6.75			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0	6.3	8	3	1	16.08	1.0	6.75			**VER NOTA (A)**		
						20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	6.75					
						25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	6.75					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:35:54 Sub-projeto: 0131.SUB																		
						Cobrimento[cm]	fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	Gmapv			
						2.5	40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40			
						TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37							
						50	A	2.0	15.0	1	1							
Fundacao																		

MODELO: MO - V8 - P2

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P25

PILAR: P25
num. 25

													Esforço de Cálculo do Dimensionamento				
LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASsec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L.	3	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	64.6	39.6	30.9	108.2	0.0
						12.5 6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0 6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0 6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0 8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:59:33 Sub-projeto: 0025.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN GmavM	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Piso 01																	
L.	2	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	58.4	39.6	36.9	129.3	0.0
						12.5 6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0 6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0 6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0 8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:59:33 Sub-projeto: 0025.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN GmavM	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Térreo																	
L.	1	35.0	35.0	0.8	8	10.0 5.0	14	4	3	11.00	0.9	9.76	52.6	5.9	64.9	-615.7	1163.6
						12.5 6.3	8	3	1	9.82	0.8	9.66			CASO PORTICO = 18 (COMBINAÇÃO= 6)		
						16.0 6.3	6	2	1	12.06	1.0	9.10			**VER NOTA (A)**		
						20.0 6.3	4	2	0	12.57	1.0	8.85					
						25.0 8.0	4	2	0	19.63	1.6	9.10					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:59:32 Sub-projeto: 0025.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN GmavM	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P26

PILAR: P26
num. 26

													Esforço de Cálculo do Dimensionamento				
LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASsec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Cobertura																	
L.	3	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*															
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN GmavM	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Piso 01																	
L.	2	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*															
L.	2	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	70.0	79.2	64.4	577.5	0.0
						12.5 6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0 6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0 6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0 8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:59:44 Sub-projeto: 0026.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN GmavM	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Térreo																	
L.	1	35.0	35.0	0.4	4	10.0 5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	53.2	5.9	127.5	325.2	0.0
						12.5 6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
						16.0 6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**		
						20.0 6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90					
						25.0 8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90					
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 16:59:44 Sub-projeto: 0026.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN GmavM	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

MODELO: MO - V8 - P4

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P45

PILAR:P45
num. 45

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Piso 02																		
L. 3	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	64.9	39.6	92.6	328.0	0.0	
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90						
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 17:10:34 Sub-projeto: 0045.SUB																		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM								
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40								
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37													
50	A	2.0	15.0	1	1													
Piso 01																		
L. 2	35.0	35.0	0.4	4	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.5	4.90	65.2	39.6	102.4	358.7	0.0	
					12.5	6.3	4	2	0	4.91	0.4	4.90			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
					16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.7	4.90			**VER NOTA (A)**			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	4.90						
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	4.90						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 17:10:34 Sub-projeto: 0045.SUB																		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM								
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40								
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37													
50	A	2.0	15.0	1	1													
Térreo																		
L. 1	35.0	35.0	1.0	4	10.0	5.0	16	5	3	12.57	1.0	11.49	50.9	5.9	129.7	-620.5	1457.1	
					12.5	6.3	10	3	2	12.27	1.0	11.12			CASO PORTICO = 18 (COMBINAÇÃO= 6)			
					16.0	6.3	6	2	1	12.06	1.0	9.74			**VER NOTA (A)**			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	1.0	9.39						
					25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.6	9.68						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 17:10:34 Sub-projeto: 0045.SUB																		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM								
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40								
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37													
50	A	2.0	15.0	1	1													
Fundacao																		

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P46

PILAR:P46
num. 46

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Piso 02																		
L. 3	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*																	
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS																		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM								
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40								
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37													
50	A	2.0	15.0	1	1													
Piso 01																		
L. 2	**AVISO**.....PE-DIREITO DUPLO.....*																	
L. 2	45.0	45.0	0.5	8	10.0	5.0	12	4	2	9.42	0.5	8.10	65.4	61.6	184.4	1220.2	0.0	
					12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.5	8.14			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
					16.0	6.3	8	3	1	16.08	0.8	8.14			**VER NOTA (A)**			
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.2	8.14						
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	1.9	8.14						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 17:10:57 Sub-projeto: 0046.SUB																		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM								
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40								
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37													
50	A	2.0	15.0	1	1													
Térreo																		
L. 1	45.0	45.0	0.5	8	10.0	5.0	12	4	2	9.42	0.5	8.42	39.6	4.6	244.0	695.4	0.0	
					12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.5	8.48			CASO PORTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
					16.0	6.3	8	3	1	16.08	0.8	8.48			**VER NOTA (A)**			
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.2	8.48						
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	1.9	8.48						
VALORES CALCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITERIOS - 15/08/24 - 17:10:56 Sub-projeto: 0046.SUB																		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM								
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40								
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37													
50	A	2.0	15.0	1	1													
Fundacao																		

MODELO: MO - V8 - P6

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P89

PILAR: P89
num. 89

														Esforço de Cálculo do Dimensionamento					
LANÇ	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)		
Piso 02																			
L.	3	35.0	35.0	1.3	8	12.5 6.3	14	5	2	17.18 1.4	17.18		35.0	39.6	160.4	-464.2	1677.4		
						16.0 6.3	8	3	1	16.08 1.3	15.99				CASO PÓRTICO = 18 (COMBINAÇÃO= 6)				
						20.0 6.3	6	2	1	18.85 1.5	13.40				++VER NOTA (A)++				
						25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	13.66								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:22:16 Sub-projeto: 0089.SUB																			
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Piso 01																			
L.	2	35.0	35.0	1.3	8	12.5 6.3	12	3	3	14.73 1.2	13.54		35.0	39.6	161.5	411.7	-1637.3		
						16.0 6.3	6	2	1	12.06 1.0	11.80				CASO PÓRTICO = 15 (COMBINAÇÃO= 3)				
						20.0 6.3	4	2	0	12.57 1.0	11.87				++VER NOTA (A)++				
						25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	12.49								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:22:16 Sub-projeto: 0089.SUB																			
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Térreo																			
L.	1	35.0	35.0	2.1	8	12.5 6.3	16	5	3	19.63 1.6	19.63		51.0	5.9	194.1	-644.1	1472.5		
						16.0 6.3	10	3	2	20.11 1.6	18.79				CASO PÓRTICO = 14 (COMBINAÇÃO= 2)				
						20.0 6.3	6	2	1	18.85 1.5	17.10				++VER NOTA (A)++				
						25.0 8.0	4	2	0	19.63 1.6	17.22								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:22:15 Sub-projeto: 0089.SUB																			
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Fundacao																			

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P90

PILAR: P90
num. 90

														Esforço de Cálculo do Dimensionamento					
LANÇ	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)		
Piso 02																			
L.	3	++AVISO+.....PÉ-DIREITO DUPLO.....+																	
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																			
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Piso 01																			
L.	2	++AVISO+.....PÉ-DIREITO DUPLO.....+																	
L.	2	50.0	50.0	0.5	10	10.0 5.0	14	5	2	11.00 0.4	11.06		64.7	55.4	322.3	1934.0	0.0		
						12.5 6.3	10	4	1	12.27 0.5	11.12				CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)				
						16.0 6.3	8	3	1	16.08 0.6	11.12				++VER NOTA (A)++				
						20.0 6.3	8	3	1	25.13 1.0	11.12								
						25.0 8.0	8	3	1	39.27 1.6	11.12								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:22:34 Sub-projeto: 0090.SUB																			
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Térreo																			
L.	1	50.0	50.0	0.6	12	10.0 5.0	18	6	3	14.14 0.6	13.26		35.4	4.2	384.2	1152.7	0.0		
						12.5 6.3	12	4	2	14.73 0.6	13.26				CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)				
						16.0 6.3	8	3	1	16.08 0.6	13.37				++VER NOTA (A)++				
						20.0 6.3	8	3	1	25.13 1.0	13.37								
						25.0 8.0	8	3	1	39.27 1.6	13.37								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:22:34 Sub-projeto: 0090.SUB																			
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Fundacao																			

MODELO: MO - V12 - P2

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P10

PILAR:P10
num. 10

														Esforço de Cálculo do Dimensionamento					
LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbS	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)		
Cobertura																			
L.	3	35.0	35.0	0.4	4	12.5	6.3	4	2	0	6.28	0.5	4.90	68.7	39.6	43.5	152.4	0.0	
																CASO FÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
																++VER NOTA (A)++			
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:36:53 Sub-projeto: 0010.SUB																			
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Piso 01																			
L.	2	35.0	35.0	0.4	4	12.5	6.3	4	2	0	6.28	0.5	4.90	67.3	39.6	51.6	180.6	0.0	
																CASO FÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
																++VER NOTA (A)++			
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:36:52 Sub-projeto: 0010.SUB																			
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Térreo																			
L.	1	35.0	35.0	2.1	8	20.0	6.3	8	3	1	24.13	2.0	21.30	54.1	5.9	90.3	-660.6	1838.4	
																CASO FÓRTICO = 16 (COMBINAÇÃO= 4)			
																++VER NOTA (A)++			
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:36:52 Sub-projeto: 0010.SUB																			
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Fundacao																			

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P11

PILAR:P11
num. 11

														Esforço de Cálculo do Dimensionamento					
LANÇE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbS	AS (cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)		
Cobertura																			
L.	3	++AVISO+.....PÉ-DIREITO DUPLO.....+																	
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																			
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Piso 01																			
L.	2	++AVISO+.....PÉ-DIREITO DUPLO.....+																	
L.	2	45.0	45.0	0.5	8	12.5	6.3	8	3	1	9.42	0.5	8.10	68.1	61.6	97.8	647.0	0.0	
																CASO FÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
																++VER NOTA (A)++			
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:36:58 Sub-projeto: 0011.SUB																			
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Térreo																			
L.	1	45.0	45.0	0.5	8	12.5	6.3	8	3	1	9.42	0.5	8.10	42.9	4.6	198.7	566.2	0.0	
																CASO FÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)			
																++VER NOTA (A)++			
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:36:58 Sub-projeto: 0011.SUB																			
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm																			
2.5 40.0 1.15 1.40 8.00 0.40 1.40 1.40 1.40 1.40																			
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37																			
50 A 2.0 15.0 1 1																			
Fundacao																			

MODELO: MO - V12 - P4

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

P43

PILAR:P43
num. 43

															Esforço de Cálculo do Dimensionamento					
LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbS	AS(cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)			
Piso 02																				
L. 3	40.0	40.0	0.4	8	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.4	6.34	64.6	34.6	137.9	372.2	0.0			
					12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.6	6.40			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)					
					16.0	6.3	8	3	1	16.08	1.0	6.40			**VER NOTA (A)**					
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	6.40								
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	6.40								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:45:46															Sub-projeto: 0043.SUB					
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM										
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40										
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37															
50	A	2.0	15.0	1	1															
Piso 01																				
L. 2	40.0	40.0	0.4	8	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.4	6.34	64.9	34.6	147.4	398.0	0.0			
					12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.6	6.40			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)					
					16.0	6.3	8	3	1	16.08	1.0	6.40			**VER NOTA (A)**					
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	6.40								
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	6.40								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:45:45															Sub-projeto: 0043.SUB					
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM										
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40										
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37															
50	A	2.0	15.0	1	1															
Térreo																				
L. 1	40.0	40.0	1.6	8	16.0	6.3	12	4	2	24.13	1.5	24.13	46.1	5.2	186.6	-792.8	2697.3			
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	23.70			CASO PÓRTICO = 18 (COMBINAÇÃO= 6)					
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	24.53			**VER NOTA (A)**					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:45:45															Sub-projeto: 0043.SUB					
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM										
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40										
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37															
50	A	2.0	15.0	1	1															
Fundacao																				

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P44

PILAR:P44
num. 44

															Esforço de Cálculo do Dimensionamento					
LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbS	AS(cm)	RO	ASnec	LEBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)			
Piso 02																				
L. 3	**AVISO**.....PÉ-DIREITO DUPLO.....+																			
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																				
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM										
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40										
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37															
50	A	2.0	15.0	1	1															
Piso 01																				
L. 2	**AVISO**.....PÉ-DIREITO DUPLO.....+																			
					10.0	5.0	16	5	3	12.57	0.4	12.10	64.9	50.4	293.0	1642.0	0.0			
L. 2	55.0	55.0	0.5	12	12.5	6.3	12	5	1	14.73	0.5	12.10			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)					
					16.0	6.3	8	3	1	16.08	0.5	12.22			**VER NOTA (A)**					
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	0.8	12.22								
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	1.3	12.22								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:45:55															Sub-projeto: 0044.SUB					
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM										
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40										
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37															
50	A	2.0	15.0	1	1															
Térreo																				
L. 1	55.0	55.0	0.5	12	10.0	5.0	18	6	3	14.14	0.5	13.53	35.0	3.8	392.1	1235.1	0.0			
					12.5	6.3	12	5	1	14.73	0.5	13.53			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)					
					16.0	6.3	8	3	1	16.08	0.5	13.60			**VER NOTA (A)**					
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	0.8	13.60								
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	1.3	13.60								
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 15/08/24 - 17:45:55															Sub-projeto: 0044.SUB					
Cobrimento[cm]		fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	GmavM										
2.5		40.0	1.15	1.40	8.00	0.40	1.40	1.40	1.40	1.40										
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax	K12	K37															
50	A	2.0	15.0	1	1															
Fundacao																				

MODELO: MO - V12 - P6

TIPO DE PILAR: Pilar de canto de fachada (pé-direito duplo)

▲ **P67**

PILAR: P67														Esforço de Cálculo do Dimensionamento			
num. 67																	
LANCE B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Piso 02																	
L. 3	40.0	40.0	0.6	8	10.0	5.0	10	4	1	7.85	0.5	7.93	35.0	34.6	232.2	627.0	0.0
					12.5	6.3	8	3	1	9.82	0.6	8.01			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	8	3	1	16.09	1.0	8.01			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	8.01					
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	8.01					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 23/08/24 - 19:47:34 Sub-projeto: 0067.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Piso 01																	
L. 2	40.0	40.0	1.3	10	12.5	6.3	16	5	3	19.63	1.2	19.52	35.0	34.6	239.0	556.0	-2405.0
					16.0	6.3	10	3	2	20.11	1.3	18.04			CASO PÓRTICO = 18 (COMBINAÇÃO= 6)		
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	1.6	18.88			**VER NOTA (A)**		
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	19.66					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 23/08/24 - 19:47:33 Sub-projeto: 0067.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Térreo																	
L. 1	40.0	40.0	2.4	12	20.0	6.3	12	3	3	37.70	2.4	33.83	46.6	5.2	283.7	-818.4	2658.6
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	2.5	36.29			CASO PÓRTICO = 16 (COMBINAÇÃO= 4)		
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 23/08/24 - 19:47:32 Sub-projeto: 0067.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

TIPO DE PILAR: Pilar intermediário de fachada (pé-direito duplo)

P68

PILAR: P68														Esforço de Cálculo do Dimensionamento			
num. 68																	
LANCE B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
Piso 02																	
L. 3	**AVISO**.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*																
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Piso 01																	
L. 2	**AVISO**.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*																
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
L. 2	60.0	60.0	0.5	14	10.0	5.0	22	7	4	17.28	0.5	17.02	64.3	46.2	493.5	2643.9	0.0
					12.5	6.3	14	4	3	17.18	0.5	17.02			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	10	4	1	20.11	0.6	17.02			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	0.7	17.18					
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	1.1	17.18					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 23/08/24 - 19:47:49 Sub-projeto: 0068.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Térreo																	
L. 1	60.0	60.0	0.6	18	10.0	5.0	26	8	5	20.42	0.6	20.42	35.0	3.5	593.2	1957.5	0.0
					12.5	6.3	18	6	3	22.09	0.6	20.46			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
					16.0	6.3	10	4	1	20.11	0.6	20.29			**VER NOTA (A)**		
					20.0	6.3	8	3	1	25.13	0.7	20.46					
					25.0	8.0	8	3	1	39.27	1.1	20.46					
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 23/08/24 - 19:47:49 Sub-projeto: 0068.SUB																	
Cobrimto[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
2.5		40.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

ANEXO B – PLANILHA GERAL DE VERIFICAÇÃO DE ARMADURAS

VERIFICAÇÃO PARA PILARES DE CANTO

Modelo	Vão de fachada (m)	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Tipo de pilar	B (cm)	H (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As necessário (cm ²)	Fn (tf)	Mxd (tf.cm)	Myd (tf.cm)	Taxa de armadura	Gama-z
MO - V4 - P2	4	2	8,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	4,90	44	112,1	0	0,40%	1,04
MO - V4 - P4	4	4	16,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	4,90	85,2	217,4	0	0,40%	1,07
MO - V4 - P6	4	6	24,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	4,90	108,2	378,8	0	0,40%	1,08
MO - V8 - P2	8	2	8,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	9,76	64,9	615,7	1163,6	0,80%	1,05
MO - V8 - P4	8	4	16,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	11,49	129,7	620,5	1457,1	0,94%	1,06
MO - V8 - P6	8	6	24,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	19,62	194,1	6441	1472,5	1,60%	1,07
MO - V12 - P2	12	2	8,00	Pilar de canto	35	35	1225	4,90	21,30	90,3	660,6	1838,4	1,74%	1,04
MO - V12 - P4	12	4	16,00	Pilar de canto	40	40	1600	6,40	24,13	186,6	792,8	2697,3	1,51%	1,05
MO - V12 - P6	12	6	24,00	Pilar de canto	40	40	1600	6,40	33,83	284,8	850,1	3139	2,11%	1,07

Fonte: Autoria própria (2024).

VERIFICAÇÃO PARA PILARES INTERMEDIÁRIOS

Modelo	Vão de fachada (m)	Nº de pavimentos	Altura total (m)	Tipo de pilar	B (cm)	H (cm)	A (cm ²)	As, min (cm ²)	As,necessário (cm ²)	Fn (tf)	Mxd (tf.m)	Myd (tf.m)	Taxa de armadura	Gama-z
MO - V4 - P2	4	2	8	Pilar intermediário	35	35	1225	4,90	4,90	62	160,8	0	0,40%	1,04
MO - V4 - P4	4	4	16	Pilar intermediário	35	35	1225	4,90	4,90	94,8	850,4	0	0,40%	1,07
MO - V4 - P6	4	6	24	Pilar intermediário	40	40	1600	6,40	6,72	194,8	525,8	0	0,42%	1,08
MO - V8 - P2	8	2	8	Pilar intermediário	35	35	1225	4,90	4,90	127,5	325,2	0	0,40%	1,05
MO - V8 - P4	8	4	16	Pilar intermediário	45	45	2025	8,10	8,42	244	695,4	0	0,42%	1,06
MO - V8 - P6	8	6	24	Pilar intermediário	50	50	2500	10,00	13,26	384	1152,7	0	0,53%	1,07
MO - V12 - P2	12	2	8	Pilar intermediário	45	45	2025	8,10	8,14	198,7	566,2	0	0,40%	1,04
MO - V12 - P4	12	4	16	Pilar intermediário	55	55	3025	12,10	13,52	392,1	1235,1	0	0,45%	1,05
MO - V12 - P6	12	6	24	Pilar intermediário	60	60	3600	14,40	20,06	585,7	1932,8	0	0,56%	1,07

Fonte: Autoria própria (2024).