

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VEREDIANA MARCON DE VARGAS

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CONSUMO DE AÇO, CONCRETO E EMISSÃO DE
GÁS CARBÔNICO NA APLICAÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO DE
VEDAÇÃO E A TECNOLOGIA *DRYWALL* PARA AMBIENTES INTERNOS**

GUARAPUAVA

2021

VEREDIANA MARCON DE VARGAS

ANÁLISE COMPARATIVA DE CONSUMO DE AÇO, CONCRETO E EMISSÃO DE GÁS CARBÔNICO NA APLICAÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO E A TECNOLOGIA *DRYWALL* PARA AMBIENTES INTERNOS

COMPARATIVE ANALYSIS OF STEEL, CONCRETE AND CARBON GAS EMISSIONS IN THE APPLICATION OF CERAMIC SEALING BLOCK MASONRY AND *DRYWALL* TECHNOLOGY FOR INDOOR

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Me. Carlos Francisco Pecapedra Souza.

Coorientador(a): Prof. Dr. Gustavo de Miranda Saleme Gidrão.

GUARAPUAVA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VEREDIANA MARCON DE VARGAS

ANÁLISE COMPARATIVA DE CONSUMO DE AÇO, CONCRETO E EMISSÃO DE GÁS CARBÔNICO NA APLICAÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO E A TECNOLOGIA *DRYWALL* PARA AMBIENTES INTERNOS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 03/Dezembro/2021

Carlos Francisco Pecapedra Souza
Mestre em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rúbia Mara Bosse
Mestre em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Bianca Paola Comin
Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GUARAPUAVA

2021

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade o desenvolvimento de um projeto estrutural em concreto armado elaborado manualmente, no qual foi realizada a análise de consumo de aço, concreto e emissão de gás carbônico entre sistemas de vedação vertical interna em bloco cerâmico e *drywall*, a fim de verificar se há vantagens na adoção do segundo. Para tanto, primeiramente fez-se necessário o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica, viabilizando o embasamento da pesquisa prática. Assim, partindo de um projeto arquitetônico referente a uma residência unifamiliar de dois pavimentos de 162 m², foram elaborados o pré-dimensionamento e dimensionamento estruturais considerando dois métodos construtivos. Houve três estudos de caso, portanto: os dois primeiros baseados no uso de tijolos de 9x19x19 cm – assentando-os na sua menor e maior dimensão - e o terceiro com adoção de *drywall*. Ao fim, realizando a análise comparativa, foi possível verificar que o *drywall* possibilita, por consequência da diminuição das cargas de parede, economias em matérias-primas, como aço e concreto e, também, da emissão de gás carbônico. Além disso, toda elaboração desse trabalho é embasada nas normativas brasileiras e acervos técnicos que balizam o desenvolvimento de projetos estruturais em concreto armado.

Palavras-chave: Drywall. Concreto Armado. Impacto estrutural. Danos ambientais.

ABSTRACT

The present study aim to the develop a manually-developed reinforced concrete structural project, which was made analysis of consumption of steel, concrete and carbon dioxide emissions between intern vertical sealing system in ceramic block and drywall, in order to verify if there are advantages in adopting the second. For this purpose, first it was necessary to develop the bibliographic research, facilitating the formulation of a practice search. Thus, assuming an architectural project in relation to a unifamiliar home with two floors with 162 m², the pre-dimensioning and structural dimensioning were carried out based on the two construction methods. There were three case studies, therefore: the first two based on the use of 9x19x19cm bricks – laying them down in their smallest and largest dimensions – and a third on the use of *drywall*. In the end, carrying out the comparative analysis, it was possible to verify that the *drywall* allow, as a consequence the reduction of the wall loads, economy of raw materials, such as steel and concrete and also carbon dioxide emissions. In addition, the entire preparation of this study is based on Brazilian regulations and technical collection that assist in the development of structural projects in reinforced concrete.

Keywords: Drywall. Reinforced Concrete. Structural impact. Environmental damages.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS DO TRABALHO	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 Classificação dos elementos estruturais	14
3.2 Qualidade e durabilidade da estrutura e do projeto	14
3.2.1 Composição do concreto.....	15
3.2.2 Resistência à compressão	15
3.2.3 Resistência à tração.....	17
3.2.4 Módulo de elasticidade secante do concreto	17
3.2.5 Aços para concreto armado	19
3.2.6 Classe de agressividade ambiental.....	20
3.2.7 Relação água/cimento e classe do concreto	21
3.2.8 Cobrimento nominal	21
3.3 Segurança nas estruturas	23
3.3.1 Combinações de ações.....	23
3.3.2 Domínios de deformação	25
3.4 Concepção estrutural	26
3.5 Pré-dimensionamento da estrutura	26
3.5.1 Pré-dimensionamento de lajes maciças.....	27
<u>3.5.1.1 Condições de apoio</u>	28
<u>3.5.1.2 Altura útil</u>	30
<u>3.5.1.3 Espessura mínima</u>	30
<u>3.5.1.4 Espessura da laje maciça</u>	31
3.5.2 Pré-dimensionamento de vigas.....	31
3.6 Dimensionamento da estrutura	32
3.6.1 Dimensionamento de lajes maciças.....	32

<u>3.6.1.1</u>	<u>Ações verticais nas lajes</u>	32
<u>3.6.1.2</u>	<u>Momentos nas lajes</u>	34
<u>3.6.1.3</u>	<u>Compatibilização dos momentos fletores</u>	35
<u>3.6.1.4</u>	<u>Armadura positiva</u>	36
<u>3.6.1.5</u>	<u>Armadura negativa</u>	37
<u>3.6.1.6</u>	<u>Flexão</u>	38
<u>3.6.1.7</u>	<u>Diâmetro máximo e mínimo</u>	39
<u>3.6.1.8</u>	<u>Espaçamento máximo e mínimo</u>	39
<u>3.6.1.9</u>	<u>Armadura longitudinal máxima e mínima</u>	40
<u>3.6.1.10</u>	<u>Armadura negativa de bordo contra fissuração</u>	42
<u>3.6.1.11</u>	<u>Verificação quanto ao estado limite de serviço</u>	42
3.6.1.11.1	<i>Verificação do estágio de deformação</i>	42
3.6.1.11.2	<i>Flecha imediata</i>	44
3.6.1.11.3	<i>Flecha diferida no tempo</i>	46
3.6.1.11.4	<i>Flechas máximas admitidas</i>	47
3.6.2	Dimensionamento de vigas	49
<u>3.6.2.1</u>	<u>Carregamentos</u>	49
<u>3.6.2.2</u>	<u>Vigas contínuas</u>	50
<u>3.6.2.3</u>	<u>Rigidez à flexão da mola</u>	50
<u>3.6.2.4</u>	<u>Armadura mínima e máxima</u>	51
<u>3.6.2.5</u>	<u>Altura útil</u>	52
<u>3.6.2.6</u>	<u>Espaçamento máximo e mínimo</u>	52
<u>3.6.2.7</u>	<u>Cálculo da armadura</u>	53
3.6.2.7.1	<i>Cálculo mediante equações com coeficiente K</i>	53
3.6.2.7.2	<i>Momento limite para armadura simples</i>	54
<u>3.6.2.8</u>	<u>Armadura de cisalhamento</u>	54
3.6.2.8.1	<i>Armadura mínima</i>	55
3.6.2.8.2	<i>Limites para escolha do diâmetro do estribo</i>	55
3.6.2.8.3	<i>Espaçamentos mínimo e máximo entre estribos</i>	55

3.6.2.8.4	<i>Armadura de suspensão</i>	56
3.6.2.9	<u>Verificação quanto ao estado limite de serviço</u>	57
3.6.2.9.1	<i>Estado limite de abertura de fissuras</i>	57
3.6.3	Dimensionamento de pilares	59
3.6.3.1	<u>Dimensões mínimas</u>	59
3.6.3.2	<u>Dimensões máximas</u>	59
3.6.3.3	<u>Comprimento equivalente</u>	60
3.6.3.4	<u>Esforços solicitantes de 1ª ordem</u>	61
3.6.3.4.1	<i>Momento mínimo de cálculo</i>	62
3.6.3.4.2	<i>Índice de esbeltez</i>	62
3.6.3.4.3	<i>Índice de esbeltez limite</i>	63
3.6.3.5	<u>Determinação dos efeitos locais de 2ª ordem</u>	63
3.6.3.5.1	<i>Método do pilar-padrão com curvatura aproximada</i>	63
3.6.3.5.2	<i>Estruturas de nós fixos e nós móveis</i>	64
3.6.3.6	<u>Armadura longitudinal</u>	65
3.6.3.6.1	<i>Armadura mínima e máxima</i>	66
3.6.3.6.2	<i>Espaçamento mínimo e máximo</i>	66
3.6.3.7	<u>Armadura transversal</u>	67
3.6.3.7.1	<i>Diâmetro mínimo</i>	67
3.6.3.7.2	<i>Espaçamento máximo</i>	67
3.7	Vedação vertical	67
3.7.1	Bloco cerâmico	68
3.7.1.1	<u>Características gerais</u>	68
3.7.1.2	<u>Vantagens e desvantagens</u>	69
3.7.2	<i>Drywall</i>	70
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	72
4.1	Projeto arquitetônico	73
4.2	Lançamento da estrutura	74
4.3	Alterações da vedação vertical	76

4.4	Agressividade do ambiente	77
4.5	Concreto	77
4.6	Cobrimento	77
4.7	Aço	78
4.8	Vento e efeitos globais de 2ª ordem	78
4.9	Fundações	78
4.10	Agregado	78
4.11	Materiais utilizados	78
4.12	Rotinas de cálculo	79
4.13	Dimensionamento da estrutura	82
4.13.1	Dimensionamento das lajes maciças	83
4.13.2	Ações na escada.....	85
4.13.3	Dimensionamento das vigas	86
4.13.4	Dimensionamento dos pilares	87
4.14	Quantificação de emissão de gás carbônico	87
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	89
5.1	Análise da área de aço das lajes	89
5.2	Análise da área de aço das vigas	91
5.3	Análise da área de aço dos pilares	94
5.4	Análise do peso do aço para a Viga V7	95
5.5	Análise de redução de concreto	96
5.6	Análise de redução das cargas de parede	97
5.7	Análise quanto à taxa de emissão de gás carbônico	98
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
	REFERÊNCIAS	103
	ANEXO A – Momentos Fletores em Lajes com Carga Uniforme	108
	ANEXO B – Flechas em Lajes com Carga Uniforme	111
	ANEXO C – Flexão simples em seção retangular	112
	ANEXO D – Ábacos para dimensionamento dos pilares	113

APÊNDICE A – Pré-dimensionamento das Lajes.....	116
APÊNDICE B – Pré-dimensionamento das Vigas	117
APÊNDICE C – Dimensionamento das Lajes Maciças	121
APÊNDICE D – Verificação quanto ao Estado Limite de Serviço das Lajes..	138
APÊNDICE E – Dimensionamento da Escada	141
APÊNDICE F – Dimensionamento das Vigas	142
APÊNDICE G – Dimensionamento da Armadura Transversal das Vigas.....	182
APÊNDICE H – Verificação quanto ao Estado Limite de Serviço das Vigas .	190
APÊNDICE I – Dimensionamento dos Pilares	205
APÊNDICE J - Projetos.....	223

1. INTRODUÇÃO

A construção civil deve acompanhar as inovações tecnológicas, o que perpassa a busca por sistemas construtivos atuais, visando a obtenção de ganhos de produtividade por meio de modelos alternativos, já que o mundo passa por constantes mudanças (OLIVEIRA, 2016). Nesse sentido, conforme Bahia e Pinheiro (2017), o agravamento das condições ecológicas e o próprio avanço da ciência são grandes fontes de pressão para o aprimoramento tecnológico na construção civil.

A construção civil brasileira ainda é caracterizada pelo uso de sistemas construtivos predominantemente artesanais, de baixa produtividade e principalmente grande desperdício de materiais (VIEIRA, 2006). Contudo, o mercado tem exercido pressão para que haja adoção de tecnologias e a atualização dos processos construtivos.

Eis que a construção civil emprega vultuosas quantidades de matéria prima, que resultam na emissão de altos índices de gás carbônico (MCTIC, 2009). Como consequência, a indústria é responsável por grandes impactos ambientais, sendo que “o Cimento Portland é o grande responsável pela emissão de gás carbônico, uma vez que o mesmo apresenta combinação de grande utilização em volume e grande emissão específica de CO₂/ton”, conforme resultado de uma pesquisa desenvolvida por Domingos, Mandaio e Gidrão (2020, p. 10).

No que tange à produção de concreto armado e emissão de gás carbônico, há a possibilidade de medição quantitativa de cada material da mistura e é importante notar que todos os materiais envolvidos na produção do concreto – areia, brita, cimento, aço e transporte – contribuem para as emissões do dióxido de carbono. Ainda, a produção de cimento envolve a queima de combustíveis fósseis e as emissões do gás são majoritariamente causadas pela produção do clínquer, que gera o Cimento Portland Comum e o Cimento Composto (DOMINGOS; MANDAIO; GIDRAO, 2020).

Na América Latina, o Brasil figura entre os principais produtores da indústria de cimento, junto ao México e Argentina, integrando a lista dos vinte maiores produtores de cimento do mundo (STAFFORD et al, 2015). Além disso, a indústria foi responsável por 24,9% da emissão de gás carbônico no país em 2016, sendo a terceira maior emissora dentre o setor industrial (BRASIL, 2020).

Dessa forma, o estudo da aplicação de novos materiais é fundamental, já que pode se demonstrar mais eficaz quando comparado ao método convencionalmente adotado no Brasil, a alvenaria de blocos cerâmicos (VIEIRA, 2006).

Segundo Sabbatini (1999, p. 10), “o edifício pode ser entendido como um sistema complexo, composto por vários subsistemas com funções distintas, mas que possuem relações intrínsecas entre si”. E o subsistema de vedação vertical, por sua vez, é aquele que se constitui de elementos cuja função é compartimentar e definir ambientes, além de fornecer proteção lateral e controle contra agentes indesejáveis, podendo ser interna ou externa.

O *drywall*, por exemplo, um subsistema altamente industrializado, de concepção racional, cujas vantagens são diversas, como aumento de produtividade e redução de espessuras, de cargas e do custo final da edificação (NUNES, 2015) é classificado por Sabbatini (1999) como sendo um tipo de vedação vertical interna leve, enquanto a alvenaria de blocos de cerâmica é pesada.

Assim, a escolha do sistema de vedação vertical interna de uma edificação pode impactar significativamente as características e custos de uma estrutura (OLIVEIRA, 2016). Nesse sentido, é preciso averiguar se o emprego de tecnologias recentes atinentes à vedação vertical interna pode viabilizar a diminuição do peso da estrutura e da utilização daqueles materiais que agridem o meio ambiente a partir da emissão de CO₂.

Isso significaria o combate ao agravamento das condições ecológicas a partir do uso de novas tecnologias, dentre outros benefícios advindos da atualização das práticas da construção civil. Conceber estruturas que demandem menos matéria prima sem perder eficiência e reduzindo os danos ambientais já expostos, deve ser uma prioridade para a construção civil no país.

Por essa razão, justificam-se estudos cujo propósito seja a busca por tecnologias e métodos construtivos que viabilizem a redução do consumo de aço e concreto, os impactos nas estruturas e agravamentos em condições ecológicas.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo de realizar uma análise comparativa de consumo de aço, concreto e taxa de emissão de gás carbônico, a partir do dimensionamento de uma estrutura em concreto armado de uma edificação de pequeno porte, comparando três subsistemas de vedação vertical interna: alvenaria de blocos cerâmicos de 9x19x19 cm com os blocos assentados na sua maior e menor dimensão e a utilização de *drywall*.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver o projeto estrutural manualmente, a partir do projeto arquitetônico;
- Analisar como a redução de carregamento de parede com a troca da vedação vertical interfere na estrutura;
- Realizar um comparativo de área de aço, volume de concreto e cargas de parede entre os três subsistemas utilizados;
- Identificar o impacto com relação à taxa de emissão de gás carbônico, no que se refere ao consumo de aço, concreto e na utilização de tijolo e *drywall*.

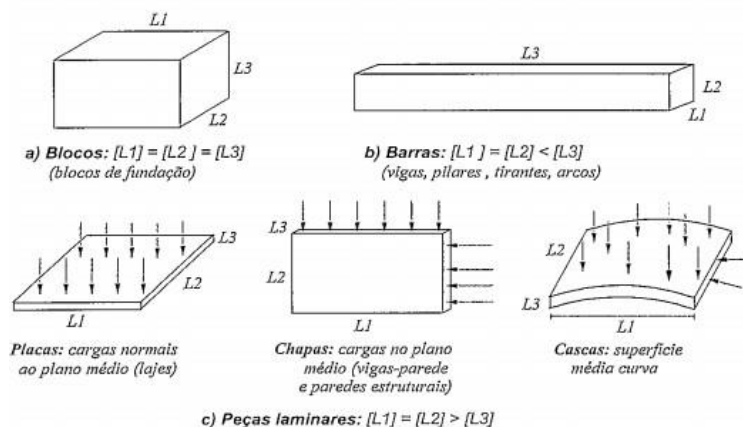
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Classificação dos elementos estruturais

Estrutura é o conjunto das partes consideradas resistentes de uma edificação. Logo, para que se obtenha segurança na estrutura, é necessário conhecer o comportamento de suas peças ou elementos estruturais (CLÍMACO, 2008).

É de grande importância estabelecer uma classificação das peças em conjunto, as quais tenham comportamento estrutural similar. Através da Teoria das Estruturas, há uma classificação que tem como base um critério geométrico, a qual define a peça em três comprimentos característicos: L1, L2 e L3 (CLÍMACO, 2008). Nesse caso, as peças estruturais são classificadas conforme a figura a seguir.

Figura 1 - Classificação das peças estruturais por critério geométrico



Fonte: CLÍMACO (2008)

Além disso, a NBR 6118 (ABNT, 2014) determina que os elementos estruturais são classificados e definidos de acordo com a sua forma geométrica e a sua função estrutural. Assim, são diferenciados entre elementos lineares, como por exemplo vigas e pilares, e de superfície, como por exemplo as lajes.

3.2 Qualidade e durabilidade da estrutura e do projeto

Para que as estruturas de concreto armado tenham qualidade e durabilidade, a norma NBR 6118 (ABNT, 2014) exige que sejam atendidos requisitos mínimos de qualidade. O item 5.1.2 da referida norma cita as condições mínimas para sua

capacidade resistente, desempenho em serviço e durabilidade da estrutura. Além disso, deve-se

considerar as condições arquitetônicas, funcionais, construtivas, estruturais de integração com os demais projetos (elétrico, hidráulico, ar-condicionado e outros) explicitadas pelos responsáveis técnicos de cada especialidade com a anuência do contratante (NBR 6118, 2014, p. 13).

A norma citada também fornece diretrizes para a durabilidade das estruturas de concreto, as quais dependem da vida útil de projeto, dos mecanismos de deterioração da estrutura e características do ambiente (NBR 6118, 2014). Além desse fato, visando a não deterioração precoce da estrutura, há parâmetros que têm a finalidade de determinar as características do concreto, do cobrimento de proteção da armadura e da relação água-cimento.

3.2.1 Composição do concreto

O concreto é um material constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (brita ou pedra). Além desses materiais, pode também conter adições e aditivos químicos, os quais têm a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas (BASTOS, 2019).

Com relação aos agregados, Bastos (2017) os define como materiais granulosos e inertes constituintes das argamassas e concretos. Logo, são muito importantes no concreto, pois constituem cerca de 70 a 80 % da sua composição, e também influenciam várias de suas propriedades (BASTOS, 2017). Sendo assim, segundo Bastos (2017), no comércio é comum encontrar britas com a seguinte numeração e dimensão máxima:

- Brita 0: 9,5 mm (pedrisco);
- Brita 1: 19 mm;
- Brita 2: 38 mm.

3.2.2 Resistência à compressão

A resistência à compressão simples do concreto, geralmente é determinada através de ensaios de corpos-de-prova cilíndricos, aos 28 dias, os quais devem ser

moldados segundo a NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (ABNT, 2015) – e rompidos conforme a NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2018).

Na ausência de ensaios, deve-se adotar a equação indicada, conforme o item 12.3.3 da NBR 6118 (ABNT, 2014), a qual trata sobre a resistência de cálculo do concreto. Logo, a resistência de cálculo é dada pela equação a seguir.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

f_{cd} : Resistência de cálculo do concreto (MPa);

f_{ck} : Resistência característica do concreto (MPa);

γ_c : Coeficiente de ponderação das resistências.

Em função da resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}), a NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência (ABNT, 2015), classifica os concretos nos grupos I e II. Os concretos são designados pela letra C, seguida do valor da resistência característica, expressa em MPa, como:

- Grupo I: C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50;
- Grupo II: C55, C60, C70, C80, C90, C100.

O valor do coeficiente de ponderação das resistências, pode ser obtido através da NBR 6118 (2014), conforme o quadro a seguir.

Quadro 1 – Valores do coeficiente γ_c

Combinações	Concreto
	γ_c
Normais	1,4
Especiais ou de construção	1,2
Excepcionais	1,2

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

3.2.3 Resistência à tração

A resistência à tração indireta $f_{ct,sp}$ e a resistência à tração na flexão $f_{ct,f}$ são obtidas em ensaios realizados seguindo a NBR 7222 – Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2011) e NBR 12142 – Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos (ABNT, 2010), respectivamente.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), na falta de ensaios para obtenção de $f_{ct,sp}$ e $f_{ct,f}$, pode ser avaliado o seu valor médio ou característico através das equações a seguir.

$$f_{ctk,inf} = 0,7 f_{ct,m} \quad \text{Equação 2}$$

$$f_{ctk,sup} = 1,3 f_{ct,m} \quad \text{Equação 3}$$

No qual $f_{ct,m}$ é definido para concretos de classes até C50:

$$f_{ct,m} = 0,3 f_{ck}^{2/3} \quad \text{Equação 4}$$

E para concretos de classes C55 até C90:

$$f_{ct,m} = 2,2 \ln(1 + 0,11 \cdot f_{ck}) \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

$f_{ctk,inf}$: Resistência característica à tração inferior do concreto (MPa);

$f_{ctk,sup}$: Resistência característica à tração superior do concreto (MPa);

$f_{ct,m}$: Resistência característica média à tração do concreto (MPa).

3.2.4 Módulo de elasticidade secante do concreto

O módulo de elasticidade é obtido através do método de ensaio estabelecido pela ABNT NBR 8522. No entanto, quando não há ensaios realizados, é estimado o valor do módulo de elasticidade inicial e o módulo de elasticidade secante, através da

NBR 6118 no item 8.2.8 (ABNT, 2014). Logo, segundo a norma, são utilizadas as seguintes equações.

$$E_{ci} = \alpha_E \times 5600\sqrt{f_{ck}} \quad \text{Equação 6}$$

$$E_{cs} = \alpha_i \times E_{ci} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

$\alpha_E = 1,2$ para basalto e diabásio;

$\alpha_E = 1,0$ para granito e gnaisse;

$\alpha_E = 0,9$ para calcário;

$\alpha_E = 0,7$ para arenito;

$\alpha_i = 0,8 + 0,2 \times \frac{f_{ck}}{80} \leq 1,0$.

Onde:

E_{ci} : Módulo de elasticidade tangencial inicial do concreto (MPa);

E_{cs} : Módulo de elasticidade secante do concreto (MPa);

f_{ck} : Resistência característica do concreto (MPa).

No quadro a seguir são obtidos os valores estimados arredondados que podem ser usados no projeto estrutural.

Quadro 2 – Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerando o uso de granito como agregado graúdo)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
E_{ci} (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
E_{cs} (GPa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
A_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

3.2.5 Aços para concreto armado

Por conta de o concreto simples apresentar baixa resistência à tração, é utilizado o aço com a função de resistir a esses esforços. A norma sobre aços para concreto armado é a NBR 7480 – Aço – destinada a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação (ABNT, 2008). De acordo com essa norma, as barras de aço são classificadas nas categorias CA-25 e CA-50 e os fios de aço na categoria CA-60. No qual, o prefixo “CA” indica aço para concreto armado e o número indica a tensão característica de escoamento do aço (f_{yk}) em kN/cm² (NBR 7480, 2008, p. 2).

Sendo assim, o cálculo da tensão de escoamento de cálculo do aço pode ser obtido pela equação:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

γ_s : Coeficiente de ponderação das resistências.

O valor do coeficiente de ponderação das resistências é fornecido pela NBR 6118 (2014), conforme o quadro a seguir.

Quadro 3 – Valores do coeficiente γ_s

Combinações	Concreto
	γ_c
Normais	1,15
Especiais ou de construção	1,15
Excepcionais	1,0

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

Quanto ao módulo de elasticidade do aço, segundo a NBR 6118 (2014), na falta de ensaios ou valores fornecidos pelo fabricante, pode ser admitido o valor de 210 GPa.

3.2.6 Classe de agressividade ambiental

A corrosão das armaduras é algo que interfere diretamente na vida útil da estrutura, isso ocorre por conta da agressividade do ambiente qual o arranjo fica exposto. Por conta disso, a sua durabilidade é afetada significativamente, estando relacionada às ações físicas e químicas que agem sobre as estruturas de concreto (FERNANDES e PORTO, 2015).

No quadro a seguir é classificada a classe de agressividade ambiental.

Quadro 4 – Classe de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c} Respingos de maré	Elevado
^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).			
^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.			
^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.			

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

3.2.7 Relação água/cimento e classe do concreto

Devido correspondência entre a relação água/cimento e a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade, são impostos limites a partir deles e de acordo com a classe de agressividade ambiental (NBR 6118, 2014).

Quadro 5 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em Massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.					
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.					
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

3.2.8 Cobrimento nominal

As características, espessura e qualidade do concreto utilizado no cobrimento da armadura, interferem significativamente na durabilidade da estrutura (FERNANDES e PORTO, 2015). Logo, o cobrimento é a espessura da camada de concreto que se refere à superfície da armadura externa, ou seja, da face externa do estribo (NBR 6118, 2014). Assim, o cobrimento nominal de uma determinada barra é definido conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014), o qual é exposto pela equação a seguir.

$$c_{\text{nom}} \geq \begin{cases} \phi_{\text{barra}}; \\ \phi_n = \phi\sqrt{n}; \\ 0,5\phi_{\text{bainha}}. \end{cases} \quad \text{Equação 9}$$

Além disso, “a dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do revestimento” (NBR 6118, 2014, p. 19).

$$d_{\text{máx}} \leq 1,2c_{\text{nom}} \quad \text{Equação 10}$$

Sendo assim, deve-se projetar a estrutura respeitando o revestimento nominal, conforme o quadro a seguir.

Quadro 6 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o revestimento nominal para $\Delta c = 10\text{mm}$

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Revestimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55
^a Revestimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O revestimento da armadura passiva deve respeitar os revestimentos para concreto armado.					
^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um revestimento nominal $\geq 15\text{ mm}$.					
^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química intensamente agressivos, devem ser atendidos os revestimentos da classe de agressividade IV.					
^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter revestimento nominal $\geq 45\text{ mm}$.					

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

3.3 Segurança nas estruturas

Durante toda sua vida útil, a estrutura deve atender às características originais do projeto, não apresentar aparência que cause inquietação aos usuários ou ao público em geral e sob utilização indevida, deve apresentar sinais visíveis que avisem eventuais estados de perigo (CLÍMACO, 2008). A fim de evitar isso, são calculados os estados limites, como estado limite último e de serviço, e as ações nas estruturas, como ações permanentes e variáveis.

3.3.1 Combinações de ações

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), é definido um carregamento através da combinação das ações, o qual tem probabilidades não desprezíveis de atuarem simultaneamente sobre a estrutura, durante um período preestabelecido.

Portanto a combinação das ações deve ser feita de maneira que sejam determinados os efeitos mais desfavoráveis para a estrutura. Assim, é feita a verificação da sua segurança em relação aos estados limites últimos e de serviço em função de combinações últimas e de serviço respectivamente (NBR 6118, 2014).

Para obtenção das ações de cálculo, são majorados os valores característicos a partir de coeficientes parciais de segurança γ_f para cada estado limite. Esses valores são obtidos através do quadro a seguir.

Quadro 7 – Valores do coeficiente γ_f

Ações		γ_f		
		ψ_0	ψ_1^a	ψ_2
Cargas acidentais de edifícios	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ²⁾	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo ou de elevada concentração de pessoas ³⁾	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em Geral	0,6	0,3	0

Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
^a Para os valores de ψ_1 relativos às pontes e principalmente aos problemas de fadiga, ver seção 23. ^b Edifícios residenciais. ^c Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.				

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

Onde:

$\gamma_{f2} = 1$ para combinações raras;

$\gamma_{f2} = \psi_1$ para combinações frequentes;

$\gamma_{f2} = \psi_2$ para combinações quase permanentes.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), a partir dos coeficientes, pode-se fazer as combinações de serviço, as quais são classificadas de acordo com sua permanência na estrutura e devem ser verificadas como quase permanentes, frequentes e raras.

O quadro a seguir demonstra as formas possíveis de combinações de serviço.

Quadro 8 – Combinações de serviço

Combinações de serviço (ELS)	Descrição	Cálculo das solicitações
Combinações quase permanente de serviço (CQP)	Nas combinações quase permanentes de serviço, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes $y_2 F_{qk}$	$F_{d,ser} = \sum F_{gi,k} + \sum \psi_{2j} F_{qj,k}$
Combinações frequentes de serviço (CF)	Nas combinações frequentes de serviço, a ação variável permanente $y_2 F_{qk}$ principal F_{q1} é tomada com seu valor frequente $y_1 F_{q1k}$ e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase permanentes $y_2 F_{qk}$	$F_{d,ser} = \sum F_{gqk} + \psi_{1j} F_{q1k} + \sum \psi_{2j} F_{qjk}$
Combinações raras de serviço (CR)	Nas combinações raras de serviço, a ação variável principal F_{q1} é tomada com seu valor característico F_{q1k} e todas as demais ações são tomadas com seus valores frequentes $y_1 F_{qk}$	$F_{d,ser} = \sum F_{gik} + F_{q1k} + \sum \psi_{1j} F_{qjk}$
Onde:		
$F_{d,ser}$ é o valor de cálculo das ações para combinações de serviço;		
F_{q1k} é o valor característico das ações variáveis principais diretas;		
ψ_{1j} é o fator de redução de combinação frequente para ELS;		
ψ_{2j} é o fator de redução de combinação quase permanente para ELS.		

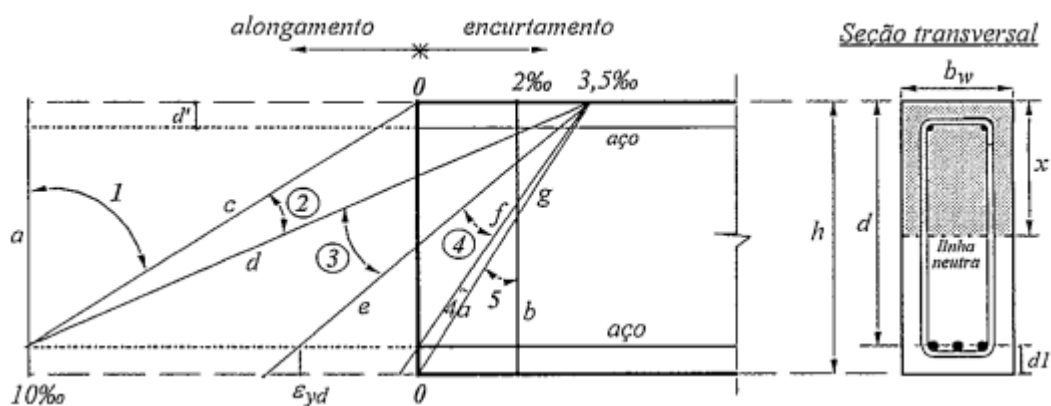
Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

3.3.2 Domínios de deformação

Clímaco (2008), define domínio de deformação como um intervalo convencional que compreende todas as possíveis situações de ruptura da seção transversal plana de um elemento linear de concreto armado, para uma determinada solicitação normal.

Sendo assim, cada domínio de deformação de um elemento linear sob solicitações normal é identificado com um modo de ruptura. Logo, o item 17.2.2 da NBR 6118 (2014) ressalta que um ELU é caracterizado quando a distribuição das deformações na seção transversal pertencer a um dos cinco domínios, conforme Figura 2 (CLÍMACO, 2008).

Figura 2 - Domínios de deformação das seções no estado limite último



Fonte: Clímaco (2008)

3.4 Concepção estrutural

A concepção estrutural, também conhecida como lançamento da estrutura, é definida como o arranjo ou combinação de diversos elementos estruturais. Sendo assim, tem o objetivo de atender aos requisitos de segurança, durabilidade, estética e funcionalidade que as construções devem apresentar (BARBOZA, 2008).

Além disso, a melhor concepção estrutural é a que melhor se ajusta aos demais sistemas prediais, tendo a finalidade de se obter a melhor combinação ao projeto arquitetônico. Logo, é levado em consideração o fator econômico, as facilidades construtivas e a eficiência global da edificação (CLÍMACO, 2008).

Dessa forma, Oliveira (2017) ressalta que a etapa de concepção estrutural é um processo trabalhoso e normalmente depende da experiência do projetista. Embora existam boas práticas difundidas para sua criação, cada projeto estrutural tem suas características singulares, as quais se não exploradas de maneira eficiente, podem ocasionar desperdício de materiais. Além disso, essa é a etapa mais nobre e importante do projeto de estruturas, sendo que deve ser considerada a estética, economia e funcionalidade da edificação.

3.5 Pré-dimensionamento da estrutura

No dimensionamento das estruturas temos que a geometria dos elementos estruturais devem suportar os esforços solicitantes (PINHEIRO, MUZARDO e SANTOS, 2007). No entanto, segundo Pinheiro, Muzardo e Santos (2007) temos um

paradoxo, no qual só podemos obter os esforços solicitantes após definirmos a geometria da estrutura, determinando seu peso próprio e a rigidez dos diversos elementos estruturais. Com esta contradição, faz-se necessário um pré-dimensionamento da estrutura, a fim de que seja feita uma análise preliminar e então os ajustes necessários na geometria.

3.5.1 Pré-dimensionamento de lajes maciças

As lajes maciças são compostas unicamente por concreto armado e são caracterizadas conforme o tipo de armação. Logo, a armação é definida conforme a relação entre as dimensões de seus vãos, sendo armada em uma direção (momentos fletores solicitam predominantemente apenas uma direção) ou em duas direções (momentos fletores solicitam duas direções) (FERNANDES E PORTO, 2015).

As lajes armadas em uma direção (unidirecionais), são armadas apenas no menor vão. Pois é considerado que a laje trabalha apenas nessa direção, nas outras são colocadas apenas armaduras construtivas ou mínimas exigidas. No entanto, as lajes armadas em duas direções (bidirecionais), trabalham em duas direções, logo são armadas em ambas (CARDOSO, 2013).

Para que seja realizada essa classificação, é necessário o cálculo do parâmetro λ , que reflete a geometria da laje, expresso por:

$$\lambda = \frac{l_y}{l_x} \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

l_x : menor vão efetivo (m);

l_y : maior vão efetivo (m);

Se $\lambda \leq 2$, laje bidirecional;

Se $\lambda > 2$, laje unidirecional.

Para comprimentos dos vãos efetivos devem-se considerar as distâncias de eixo a eixo dos apoios (FERNANDES E PORTO, 2015).

3.5.1.1 Condições de apoio

Segundo Fernandes e Porto (2015), existem três condições de apoio para a laje maciça:

- Borda livre: Não há suporte.
- Borda apoiada: Há restrição dos deslocamentos verticais, no entanto, não há impedimento da rotação das lajes no apoio.
- Borda engastada: Há impedimento quanto ao deslocamento vertical e quanto à rotação no apoio.

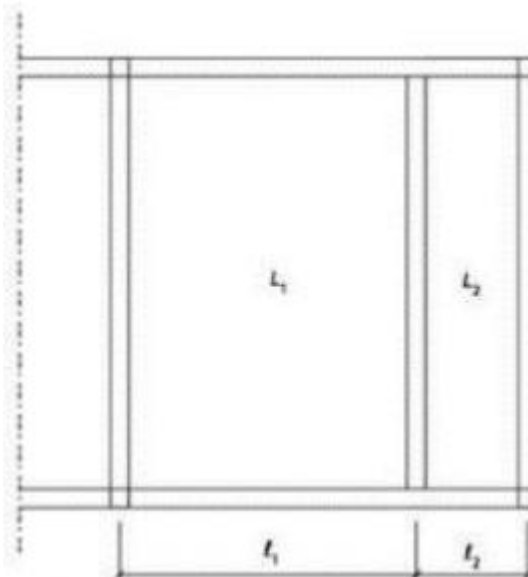
Figura 3 – Condições de Apoio para Lajes Maciças

Borda livre	Borda simplesmente apoiada	Borda engastada
-----	—————	// // // // //

Fonte: Pinheiro, Muzardo e Santos (2007)

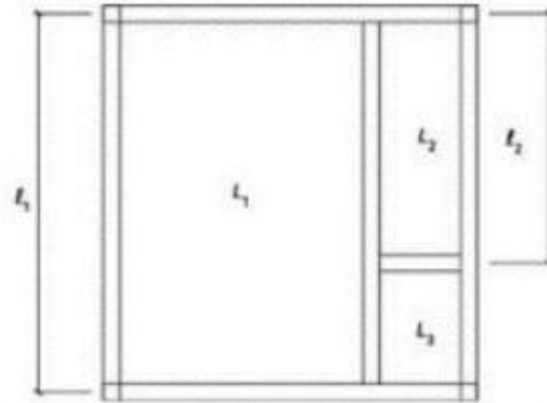
Segundo Fernandes e Porto (2015), para análise quanto ao engastamento das lajes, existem duas situações, conforme as figuras a seguir.

Figura 4 – Análise quanto ao engastamento das lajes (lajes de mesmo comprimento)



Fonte: Fernandes e Porto (2015)

Figura 5 – Análise quanto ao engastamento das lajes (lajes de comprimentos diferentes)



Fonte: Fernandes e Porto (2015)

De acordo com Figueiredo (1986 apud FERNANTES e PORTO, 2015), analisando-se o engastamento de uma laje conforme a Figura 4, para que se possa considerar que ela tenha uma borda engastada, deve existir uma laje ao lado da analisada e a laje ao lado deve estar no mesmo nível da analisada. Sendo assim, tendo apenas uma laje ao lado (L_2), esta deve ter comprimento no outro sentido não inferior a 1/3 do comprimento da laje em análise (L_1), conforme a equação a seguir.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Se } l_2 < \frac{1}{3}l_1 \rightarrow L_1 \text{ está apoiada na viga, e } L_2, \text{ engastada em } L_1 \\ \text{Se } l_2 \geq \frac{1}{3}l_1 \rightarrow L_1 \text{ e } L_2 \text{ estão engastadas uma na outra} \end{array} \right. \quad \text{Equação 12}$$

No entanto, havendo uma laje ao lado (L_2) que não seja do mesmo comprimento que a laje em análise (L_1), conforme a Figura 5, esta é considerada engastada quando o comprimento engastado da laje adjacente (l_2) for maior ou igual a 2/3 do comprimento da laje em estudo (l_1), conforme a equação a seguir.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Se } l_2 < \frac{2}{3}l_1 \rightarrow L_1 \text{ está apoiada na viga, e } L_2, \text{ engastada em } L_1 \\ \text{Se } l_2 \geq \frac{2}{3}l_1 \rightarrow L_1 \text{ e } L_2 \text{ estão engastadas uma na outra} \end{array} \right. \quad \text{Equação 13}$$

Caso existam situações em que há uma viga para apoio da borda e que não sejam atendidas as situações anteriormente citadas, diz-se que a borda está apoiada. Quando não houver apoio, diz-se que a borda está livre (FERNANDES E PORTO, 2015).

3.5.1.2 Altura útil

Existem diversos métodos para o pré-dimensionamento de estruturas de concreto armado sugeridos por vários autores. Sendo assim, um critério proposto por Pinheiro, Muzardo e Santos (2007) para o cálculo da altura útil de lajes maciças, consiste na seguinte equação:

$$d_{est} = (2,5 - 0,1 \times n)l^*/100 \qquad \text{Equação 14}$$

Onde:

$$l^* \leq \begin{cases} l_x \\ 0,7.l_y \end{cases}$$

n: número de bordas engastadas;

l_x : menor vão (m);

l_y : maior vão (m).

No entanto, para lajes com bordas livres, como as lajes em balanço, deve ser utilizado outro processo.

3.5.1.3 Espessura mínima

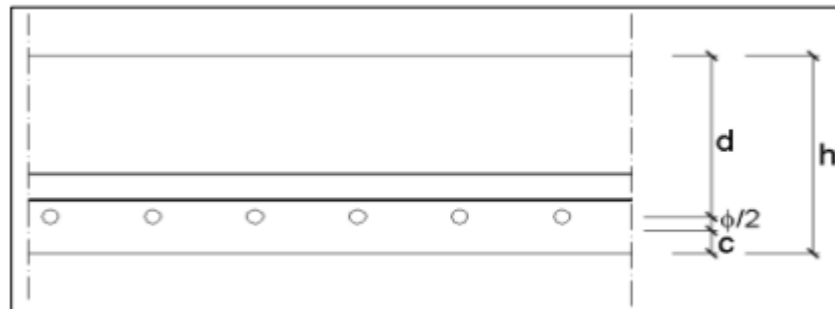
A NBR 6118 (2014) especifica que nas lajes maciças devem ser respeitadas as seguintes espessuras mínimas:

- 7 cm para cobertura não em balanço;
- 8 cm para lajes de piso não em balanço;
- 10 cm para lajes em balanço.

3.5.1.4 Espessura da laje maciça

Com a altura útil estimada e conhecendo o cobrimento mínimo recomendado pela norma para lajes, pode-se estimar um diâmetro para a armadura longitudinal e determinar uma estimativa para altura da laje, obedecendo a altura mínima definida pela NBR 6118 (2014). A Figura 6 ilustra a situação citada.

Figura 6 – Seção Transversal da Laje



Fonte: Pinheiro, Muzardo e Santos (2007)

Assim, a altura da laje pode ser estimada conforme a equação a seguir.

$$h = d_{\text{est}} + \frac{\varnothing}{2} + c \quad \text{Equação 15}$$

Onde:

d_{est} : altura útil estimada da laje (m);

\varnothing : diâmetro estimado da armadura longitudinal (m);

c : cobrimento nominal da armadura (m).

3.5.2 Pré-dimensionamento de vigas

Segundo Pinheiro, Muzardo e Santos (2007), o pré-dimensionamento de vigas pode ser realizado através das Equação 16 como altura mínima, Equação 17 para altura máxima.

$$h_{\text{est}} = \frac{l_0}{12} \quad \text{Equação 16}$$

$$h_{est} = \frac{l_0}{10} \quad \text{Equação 17}$$

Onde:

h_{est} : Altura estimada (m);

l_0 : Vão da viga (m).

Para o pré-dimensionamento da viga utiliza-se como base o projeto arquitetônico, com a finalidade de que a viga possua a mesma largura da parede. No entanto, deve-se ressaltar que a NBR 6118 (ABNT, 2014) faz uma restrição em razão da largura mínima de vigas. Sendo assim, as vigas não podem apresentar largura menor que 12 cm e vigas-parede 15 cm. Em casos excepcionais, estes limites podem ser reduzidos para 10 cm, contando que sejam atendidos os quesitos de distribuição de armaduras e respeitando os cobrimentos e espaçamentos mínimos previstos pela NBR 6118 (2014). Além disso, deve ser atendido os parâmetros de lançamento e vibração do concreto definidos pela norma.

3.6 Dimensionamento da estrutura

3.6.1 Dimensionamento de lajes maciças

O processo de cálculo de lajes maciças foi desenvolvido no século XX, onde os esforços solicitantes atuantes e as flechas são determinados segundo a Teoria das Placas, a qual foi desenvolvida com base na Teoria da Elasticidade. Sendo assim, o cálculo é feito com auxílio de tabelas e pode ser desenvolvido manualmente, sem auxílio de programas computacionais, seguindo a NBR 6118 (2014) (BASTOS, 2021).

3.6.1.1 Ações verticais nas lajes

Geralmente as ações principais a serem consideradas são as ações permanentes (g) e as ações variáveis (q). Logo, os esforços são calculados através da NBR 6120 (2019), que fornece os pesos específicos de diversos materiais, valores estes que multiplicados pela espessura do material, auxiliam no cálculo da carga por

metro quadrado dos esforços permanentes na laje. Dessa forma, para os esforços permanentes, geralmente, é calculado o peso próprio da laje, contrapiso, piso, revestimento da laje e carregamentos de parede. Além disso, para o cálculo das ações variáveis, a Tabela 10 da NBR 6120 (2019) disponibiliza os valores característicos nominais das cargas variáveis.

Para o cálculo do contrapiso, Bastos (2021) recomenda adotar espessura não inferior a 3 cm e peso específico de 21 kN/m³, seguindo a NBR 6120 (2019). Ainda, para o revestimento da laje, ele recomenda que, para a argamassa, pode-se considerar o peso específico do revestimento de 19 kN/m³ e espessura não inferior a 1,5 ou 2 cm.

Para cálculos de carregamento de parede, é necessário calcular o peso da parede e analisar se a laje é armada em uma ou em duas direções. Para determinar o peso da parede é necessário conhecer o tipo de unidade de alvenaria que compõe a parede, o tipo e espessura do revestimento das faces, e a largura e altura da parede (BASTOS, 2021). Além disso, a NBR 6120 (2019) auxilia no cálculo do peso da parede. As equações a seguir fornecem, respectivamente, o cálculo do carregamento de esforços da parede para lajes unidirecionais com direção para o menor vão e com a parede com direção paralela à direção principal da laje e para lajes bidirecionais.

$$g_{\text{parede}} = \frac{3 P_{\text{parede}}}{2 l_x^2} \quad \text{Equação 18}$$

$$g_{\text{parede}} = \frac{P_{\text{parede}}}{l_x \times l_y} \quad \text{Equação 19}$$

Onde:

g_{parede} : Carregamento de esforço permanente da parede (kN/m²)

P_{parede} : Carga de parede (kN);

l_x : Menor vão (m);

l_y : Maior vão (m).

Sendo que,

$$P_{\text{parede}} = (\gamma_{\text{alv}} \times e_{\text{alv}} + \gamma_{\text{arg}} \times e_{\text{arg}}) \times h_{\text{parede}} \times l_{\text{parede}} \quad \text{Equação 20}$$

Onde:

γ_{alv} : Peso específico aparente da alvenaria (kN/m³);

e_{alv} : Espessura da alvenaria (m);

γ_{arg} : Peso específico aparente da argamassa (kN/m³);

e_{arg} : Espessura da argamassa (m);

h_{parede} : Altura da parede (m);

l_{parede} : Comprimento da parede (m).

3.6.1.2 Momentos nas lajes

Os esforços solicitantes e as deformações nas lajes armadas podem ser determinados pela Teoria das Placas. Essa teoria foi desenvolvida com base na teoria matemática da elasticidade, a qual considera que o material é elástico linear, homogêneo e isótropo.

No entanto, a solução geral das placas é considerada uma tarefa muito complexa. Logo, motivou o surgimento de diversas tabelas, de diferentes autores, que proporcionam o cálculo dos momentos fletores e das flechas para casos específicos de apoios e carregamentos.

Sendo assim, nesse trabalho foram utilizadas as tabelas desenvolvidas por Barés e adaptadas por Pinheiro (1994).

Segundo as tabelas de Barés, os momentos fletores, tanto negativos como positivos, são calculados pela equação a seguir.

$$M = \mu \frac{p \times l_x^2}{100} \qquad \text{Equação 21}$$

Onde:

M: Momento fletor (kN.m/m);

μ : Coeficiente tabelado, de acordo com cada tipo de laje e em função de $\lambda = l_y/l_x$;

p: Valor da carga uniforme ou triangular atuante na laje (kN/m²);

l_x : Menor vão da laje (m).

Para o coeficiente μ , temos $\mu_x, \mu_y, \mu'_x, \mu'_y$, sendo que:

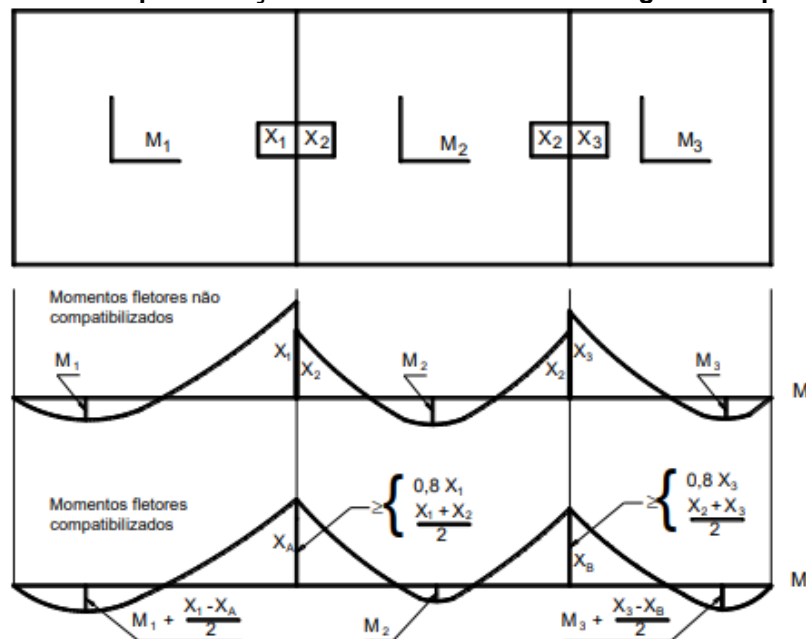
- μ_x e μ_y são coeficientes para cálculo dos momentos fletores positivos atuantes nas direções paralelas a l_x e l_y , respectivamente.
- μ'_x e μ'_y são coeficientes para cálculo dos momentos fletores negativos atuantes nas bordas perpendiculares às direções l_x e l_y , respectivamente.

3.6.1.3 Compatibilização dos momentos fletores

Quando são consideradas lajes de um pavimento isoladas umas das outras, poderá haver grande diferença de momentos fletores negativos atuantes nas continuidades desses elementos.

A NBR 6118 (2014) permite que seja feita uma compatibilização dos momentos fletores negativos. Sendo assim, aplica-se o procedimento aproximado de compatibilização de momentos fletores, conforme a figura a seguir.

Figura 7 - Compatibilização dos momentos fletores negativos e positivos



Fonte: BASTOS (2021)

Essa aproximação consiste em tornar esse momento na continuidade igual ao maior valor obtido por:

$$X \geq \begin{cases} 0,8 \times X_1 \\ \frac{X_1 + X_2}{2} \end{cases} \quad \text{Equação 22}$$

Onde:

$$X_1 \geq X_2$$

X : Momento negativo compatibilizado;

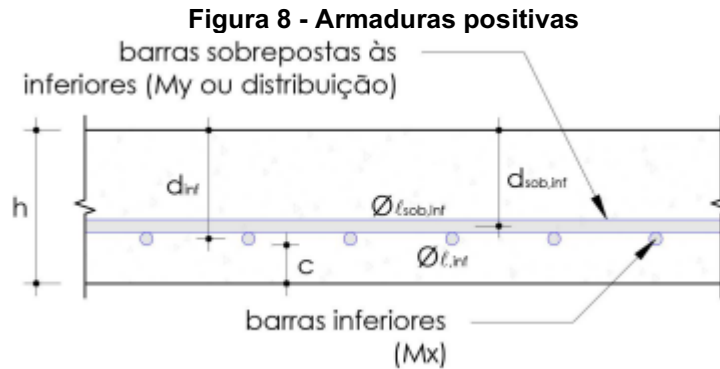
X_1 e X_2 : Momentos negativos no trecho da continuidade considerada.

Caso o momento positivo atuante nas lajes adjacentes à continuidade diminuir, não irá ser considerada essa alteração. No entanto, caso ocorra o contrário, esse acréscimo deve ser calculado.

3.6.1.4 Armadura positiva

As armaduras positivas podem ser divididas em armaduras principais e secundárias (distribuição), as quais dependem se a laje está armada em uma ou em duas direções. Caso a laje esteja armada em uma direção, terá armaduras principais na direção do seu menor vão e armaduras de distribuição na direção do seu maior vão. No entanto, se a laje for armada em duas direções, terá armaduras principais nas duas direções da laje e não terá armadura de distribuição.

Como a laje possui armaduras em suas duas direções, sendo elas apenas principais ou principais e de distribuição, para o cálculo da sua altura útil são utilizadas duas equações, as quais são demonstradas pela Figura 8 e definidas pelas Equações 23 e 24.



Fonte: BASTOS (2021)

$$d_{inf} = h - c - \frac{\phi_{l,inf}}{2} \quad \text{Equação 23}$$

$$d_{sob,inf} = h - c - \phi_{l,inf} - \frac{\phi_{l,sob,inf}}{2} \quad \text{Equação 24}$$

Onde:

d_{inf} : Altura útil relacionada ao maior momento fletor (que coincide com a direção do menor vão) (m);

$d_{sob,inf}$: Altura útil relacionada ao menor momento fletor (que coincide com a direção do maior vão) (m);

h : Espessura da laje (m);

c : Cobrimento nominal (m);

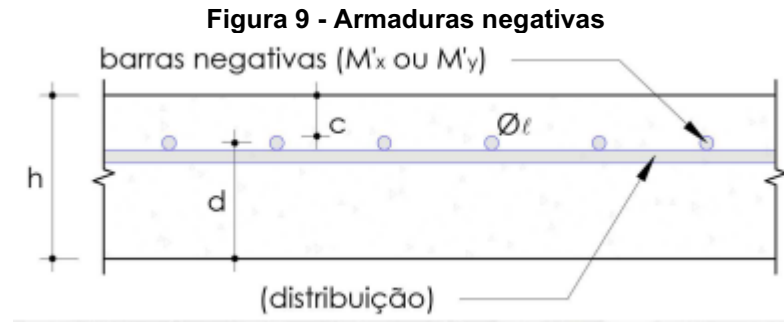
$\phi_{l,inf}$: Diâmetro da barra positiva inferior (relativa à M_x) (m);

$\phi_{l,sob,inf}$: Diâmetro da barra positiva superior (relativa à M_y) (m).

3.6.1.5 Armadura negativa

As armaduras negativas também são divididas em principais e secundárias (distribuição). Sendo que as principais devem estar dispostas na direção perpendicular à vinculação entre lajes e as negativas são perpendiculares às principais.

O cálculo da altura útil é demonstrado pela Figura 9 e definido pela Equação 25.



Fonte: BASTOS (2021)

$$d = h - c - \frac{\phi_1}{2} \quad \text{Equação 25}$$

Onde:

d: Altura útil da armadura negativa (m);

h: Espessura da laje (m);

c: Cobrimento nominal (m);

ϕ_1 : Diâmetro da barra negativa (m).

3.6.1.6 Flexão

Segundo Bastos (2021), o cálculo do dimensionamento à flexão normal simples pode ser feito de modo semelhante às vigas, supondo faixas (vigas) com largura de um metro. Sendo assim, a Equação 26, determina a posição da linha neutra, de modo a verificação o domínio e os valores limites para a relação x/d .

$$x = 1,25 \times d \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{M_d}{0,425 \times b_w \times d^2 \times f_{cd}}} \right] \quad \text{Equação 26}$$

Se atendidos os valores limites, a área da armadura, em cm^2/m , é calculada pela Equação 27, sendo válida para aplicações no domínio 2 e 3.

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd}(d - 0,4x)} \quad \text{Equação 27}$$

Onde:

A_s : Área da armadura calculada (cm^2/m);

M_d : Momento fletor de cálculo ($\text{kN}\cdot\text{cm}/\text{m}$);

f_{yd} : Tensão resistente de cálculo do aço (kN/cm^2);

d : Altura útil da laje (cm);

x : Posição da linha neutra (cm).

3.6.1.7 Diâmetro máximo e mínimo

Segundo o item 20.1 da NBR 6118 (2014), as barras da armadura de flexão devem ter diâmetro máximo igual a $h/8$, sendo h a espessura da laje.

A referida norma não especifica o diâmetro mínimo para armaduras das lajes, no entanto é aconselhável utilizar diâmetro mínimo de 6,3 mm, a fim de evitar que a barra possa se deformar durante as atividades de execução da laje. Sendo assim, barras com diâmetros de 8 a 10 mm são mais indicadas para armadura negativa (BASTOS, 2021).

3.6.1.8 Espaçamento máximo e mínimo

A armadura principal da laje deve ser disposta de modo a respeitar o limite de espaçamento das barras, que segundo o item 20.1 da NBR 6118 (2014), deve ser menor ou igual ao menor dos valores indicados na equação a seguir.

$$s \leq \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \times h \end{cases} \quad \text{Equação 28}$$

Onde:

s : Espaçamento entre as barras longitudinais (m);

h : Espessura da laje (m).

Para a armadura secundária de lajes armadas em uma direção, a NBR 6118 (2014) define que seu espaçamento máximo deve ser igual a 33 cm.

A norma citada não especifica espaçamentos mínimos. No entanto, segundo Bastos (2021) pode-se adotar o valor recomendado para as barras de uma mesma camada horizontal das armaduras longitudinais das vigas, conforme equação a seguir.

$$a_{h,\min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ \phi_l \\ 1,2 d_{\text{máx,agr}} \end{cases} \quad \text{Equação 29}$$

3.6.1.9 Armadura longitudinal máxima e mínima

O item 17.3.5.2.4 da NBR 6118 (2014, p. 132), diz que “a soma das armaduras de tração e de compressão (A_s e A'_s) não pode ter valor maior que $4\%A_c$...” Sendo assim, a armadura máxima deve seguir a seguinte equação:

$$A_s + A'_s \leq 4\%A_c \quad \text{Equação 30}$$

Para a armadura mínima deve-se seguir os Quadros 9 e 10 para definir o valor mínimo e a taxa mínima respectivamente.

Quadro 9 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,67\rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5\rho_p \geq 0,67\rho_{\min}$ (ver 19.3.3.2)
Armaduras negativas de bordas sem continuidade	$\rho_s \geq 0,67\rho_{\min}$		
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0,67\rho_{\min}$	$\rho_s \geq 0,67\rho_{\min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$	$\rho_s \geq \rho_{\min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{\min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20\%$ da armadura principal		
	$A_s/s \geq 0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$		
	$\rho_s \geq 0,5 \rho_{\min}$		
Onde $\rho_s = A_s/b_w h$ e $\rho_p = A_p/b_w h$ NOTA Os valores de ρ_{\min} são definidos em 17.3.5.2.1.			

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

Quadro 10 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas

Forma da seção	Valores de ρ_{\min}^a ($A_{s,\min}/A_c$) %														
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Retangular	0,150	0,150	0,150	0,164	0,179	0,194	0,208	0,211	0,219	0,226	0,233	0,239	0,245	0,251	0,256

^a Os valores de ρ_{\min} estabelecidos nesta Tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $d/h = 0,8$ e $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{\min} deve ser recalculado.

Fonte: NBR 6118 (2014)

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \times A_c$$

Equação 31

3.6.1.10 Armadura negativa de bordo contra fissuração

O item 19.3.3.2 da NBR 6118 (2014) recomenda que seja detalhada a armadura negativa em bordo, nos apoios de lajes que não tenham continuidade com planos adjacentes de lajes e que tenham ligação com os elementos de apoio. Dessa forma, a fim de diminuir a fissuração da laje, deve-se utilizar o valor mínimo indicado no quadro de “Valores mínimos para armaduras passivas aderentes”, conforme o Quadro 9. Além disso, essa armadura deverá se estender no mínimo a um valor de 0,15 vezes o menor vão da laje, a partir da face do elemento de apoio.

3.6.1.11 Verificação quanto ao estado limite de serviço

Para a verificação quanto ao Estado Limite de Serviço, devem ser verificadas nas lajes as deformações excessivas (ELS-DEF), as quais são definidas pela NBR 6118 (2014) como o “estado em que as deformações atingem os limites estabelecidos para a utilização normal”. A verificação é feita assim como nas vigas, sendo que, os valores obtidos devem ser comparados aos limites recomendados pela norma.

3.6.1.11.1 Verificação do estágio de deformação

Para determinação da deformação das peças em concreto armado é necessário conhecer o estágio de cálculo da seção crítica considerada. O momento de fissuração limita os estádios I e II, sendo que, segundo o item 17.3.1 da NBR 6118 (2014) “nos estados-limites de serviço as estruturas trabalham parcialmente no Estádio I e parcialmente no Estádio II. A separação entre esses dois comportamentos é definida pelo momento de fissuração”. O momento de fissuração é calculado pela equação a seguir.

$$M_r = \frac{\alpha \times f_{ct} \times I_c}{y_t} \quad \text{Equação 32}$$

Sendo:

α : 1,2 para seções T ou duplo T;

α : 1,3 para seções I ou T invertido;

α : 1,5 para seções retangulares.

Onde:

α : Fator que correlaciona aproximadamente a resistência à tração na flexão com a resistência à tração direta;

y_t : Distância do centro de gravidade da seção à fibra mais tracionada (m);

I_c : Momento de inércia da seção bruta de concreto (m⁴);

f_{ct} : Resistência à tração direta do concreto. Para determinação do momento de fissuração, deve ser usado o $f_{ctk,inf}$ no estado-limite de formação de fissuras e $f_{ct,m}$ no estado-limite de deformação excessiva (MPa).

Para seções retangulares, a distância do centro de gravidade da seção à fibra mais tracionada é calculada pela Equação 33 e o momento de inércia da seção bruta do concreto pela Equação 34.

$$y_t = \frac{h}{2} \quad \text{Equação 33}$$

Onde:

h : Espessura da laje (m).

$$I_c = \frac{b \times h^3}{12} \quad \text{Equação 34}$$

Onde:

I_c : Momento de inércia da seção bruta de concreto (m⁴);

b : largura, igual a um metro para análise de lajes (m);

h : espessura da laje (m).

Para a definição dos estádios é feita a análise entre o momento fletor de fissuração e o momento fletor na laje. Para o cálculo do momento fletor da laje deve ser considerada a combinação rara.

Sendo assim, se o momento fletor solicitante é menor que o momento fletor de fissuração, a laje não está fissurada, logo está no Estádio I. As deformações podem ser determinadas com o momento de inércia da seção bruta de concreto.

- Quando o momento atuante for menor que o momento de fissuração:

$$M_a \leq M_r \quad \text{Equação 35}$$

Caso o momento fletor solicitante de uma seção na laje é maior que o momento fletor de fissuração, a seção está no Estádio II, logo está fissurada. Para esse caso, deve-se considerar o módulo de elasticidade secante (E_{cs}) e a posição da linha neutra deve ser calculada no Estádio II.

- Quando o momento atuante for maior que o momento de fissuração:

$$M_a > M_r \quad \text{Equação 36}$$

3.6.1.11.2 Flecha imediata

A flecha imediata é aquela que ocorre quando é aplicado o primeiro carregamento na peça, onde não são considerados os efeitos da fluência (BASTOS, 2021). Segundo o item 17.3.2.1.1 da NBR 6118 (2014), “para uma avaliação aproximada da flecha imediata em vigas, pode-se utilizar a expressão de rigidez equivalente”. A expressão da rigidez equivalente é dada pela equação a seguir.

$$(EI)_{eq} = E_{cs} \left\{ \left(\frac{M_r}{M_a} \right)^3 \times I_c + \left[1 - \left(\frac{M_r}{M_a} \right)^3 \right] \times I_{II} \right\} \leq E_{cs} \times I_c \quad \text{Equação 37}$$

Onde:

I_c : Momento de inércia da seção bruta de concreto (m⁴);

I_{II} : Momento de inércia da seção fissurada de concreto no Estádio II, calculado com:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} \quad \text{Equação 38}$$

M_r : Momento de fissuração do elemento estrutural, cujo valor deve ser reduzido à metade no caso de utilização de barras lisas (kN.m);

M_a : Momento fletor na seção crítica do vão considerado, ou seja, o momento máximo no vão para vigas biapoiadas ou contínuas e momento no apoio para balanços, para a combinação de ações considerada nessa avaliação (kN.m);

E_{cs} : Módulo de elasticidade secante do concreto (MPa);

E_s : Módulo de elasticidade do aço (MPa).

Para o cálculo do momento de inércia no Estádio II, é necessário conhecer a posição da linha neutra neste estágio. Como a linha neutra passa pelo centro de gravidade da seção homogeneizada, x_{II} pode ser obtida pela equação:

$$x_{II}^2 + \frac{2A_s \alpha_e}{h} x_{II} - \frac{2A_s d \alpha_e}{h} = 0 \quad \text{Equação 39}$$

Com $b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ no caso das lajes maciças.

O momento de inércia no Estádio II será:

$$I_{II} = \frac{bx_{II}^3}{12} + bx_{II} \left(\frac{x_{II}}{2} \right)^2 + \alpha_e A_s (d - x_{II})^2 \quad \text{Equação 40}$$

Onde:

h : Espessura da laje (cm);

A'_s : Área de aço comprimida (cm²/m);

A_s : Área de aço tracionada (cm²/m);

d : Altura útil da área tracionada (cm);

d' : Altura útil da área comprimida (cm);

α_e : Definido na Equação 38.

Para o cálculo da flecha imediata na laje, deve-se inicialmente analisar se a laje é armada em uma ou duas direções. Para lajes armadas em duas direções a flecha imediata é calculada pela equação:

$$a_i = \frac{\alpha \times p \times l_x^4}{12 \times EI} \quad \text{Equação 41}$$

Onde:

a_i : Flecha imediata (m);

p : Valor do carregamento na laje considerando a combinação quase-permanente (kN/m);

l_x : Menor vão (m);

α : Coeficiente tabelado em função de λ ou γ , desenvolvido por Barés e adaptado por PINHEIRO (1994);

EI : Rigidez da laje à flexão (kN.m²).

Dessa forma,

- Se $M_a > M_r \rightarrow EI = (EI)_{eq}$
- Se $M_a < M_r \rightarrow EI = E_{cs} I_c$

3.6.1.11.3 Flecha diferida no tempo

Segundo o item 17.3.2.1.2 da NBR 6118 (2014), “a flecha adicional diferida, decorrente das cargas de longa duração em função da fluência, pode ser calculada de maneira aproximada pela multiplicação da flecha imediata pelo fator α_f .” Esse fator é calculado pela equação:

$$\alpha_f = \frac{\Delta \xi}{1 + 50\rho'} \quad \text{Equação 42}$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{b \times d} \quad \text{Equação 43}$$

Onde:

A'_s : Área da armadura comprimida, se existir (cm²);

b : Largura da seção transversal (cm);

d : Altura útil (cm);

ξ : Coeficiente função do tempo, que pode ser obtido diretamente na Quadro 11.

Quadro 11 - Valores do coeficiente ξ em função do tempo

Tempo (t) meses	0	0,5	1	2	3	4	5	10	20	40	≥ 70
Coeficiente $\xi(t)$	0	0,54	0,68	0,84	0,95	1,04	1,12	1,36	1,64	1,89	2

Fonte: NBR 6118 (2014)

A flecha total é obtida multiplicando-se a flecha imediata por $(1 + \alpha_f)$, conforme Equação 44.

$$a_t = a_f(1 + \alpha_f) \quad \text{Equação 44}$$

3.6.1.11.4 Flechas máximas admitidas

As flechas máximas ou deslocamentos-limites estão expostos no item 13.3 da NBR 6118 (2014), os quais “são valores práticos utilizados para verificação em serviço do estado-limite de deformações excessivas da estrutura”.

Sendo assim, o Quadro 12 apresenta os valores-limites de deslocamentos, os quais visam proporcionar um adequado comportamento da estrutura em serviço.

Quadro 12 - Valores Limites de Deslocamentos

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	l/250
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	l/350
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	l/250
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	l/350 + contraflecha
			Ocorrido após a construção do piso	l/600
Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento	
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	l/500 e 10 mm
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	l/250 e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente	H/1 700 e H/850 entre pavimentos
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	l/400 e 15 mm
Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	H/500
		Revestimentos colados	Ocorrido após a construção do forro	l/350
		Revestimentos pendurados ou com juntas	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	l/175
	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenagem	H/400
Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.		

Fonte: NBR 6118 (2014)

3.6.2 Dimensionamento de vigas

O vão efetivo da viga pode ser calculado pela equação a seguir.

$$l_{ef} = l_0 + a_1 + a_2 \quad \text{Equação 45}$$

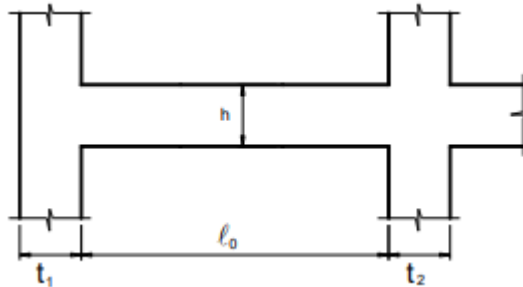
Com,

$$a_1 \leq \begin{cases} \frac{t_1}{2} \\ 0,3h \end{cases} \quad \text{Equação 46}$$

$$a_2 \leq \begin{cases} \frac{t_2}{2} \\ 0,3h \end{cases} \quad \text{Equação 47}$$

Sendo que, as dimensões t_1 , t_2 , l_0 e h estão indicadas na figura a seguir.

Figura 10 - Dimensões consideradas no cálculo do vão efetivo da viga



Fonte: Bastos (2017)

3.6.2.1 Carregamentos

As cargas uniformes das vigas geralmente se devem ao carregamento de seu peso próprio, às reações das lajes nesses apoios e cargas de parede. Além disso, devem ser consideradas cargas concentradas quando pilares estão apoiados na viga (viga de transição ou de equilíbrio).

3.6.2.2 Vigas contínuas

O item 14.6.6.1 da NBR 6118 (2014) apresenta considerações sobre vigas contínuas. Logo a norma salienta que para o estudo das cargas verticais, pode ser utilizado o modelo clássico de viga contínua, simplesmente apoiada nos pilares, porém há necessidade de algumas correções adicionais, as quais estão ditadas a seguir:

a) “Não podem ser considerados momentos positivos menores que os que se obteriam se houvesse engastamento perfeito da viga nos apoios internos” (NBR 6118, 2014, p. 93).

b) “Quando a viga for solidária com o pilar intermediário e a largura do apoio, medida na direção do eixo da viga, for maior que a quarta parte da altura do pilar, não pode ser considerado o momento negativo de valor absoluto menor do que o de engastamento perfeito nesse apoio” (NBR 6118, 2014, p.93).

c) “Quando não for realizado o cálculo exato da influência da solidariedade dos pilares com a viga, deve ser considerado, nos apoios extremos, momento fletor igual ao momento de engastamento perfeito multiplicado pelos coeficientes estabelecidos [...]” (NBR 6118, 2014, p.93).

3.6.2.3 Rigidez à flexão da mola

Segundo o item 14.6.6.1 da NBR 6118 (2014), considerando a solidariedade dos pilares com a viga, o modelo de viga contínua pode ser melhorado mediante a introdução da rigidez à flexão dos pilares extremos e intermediários. Nesse caso, a viga fica vinculada ao apoio extremo por meio de um engastamento elástico (mola). Sendo assim, a rigidez à flexão da mola é avaliada por:

$$K_{mola} = K_{p,sup} + K_{p,inf} \quad \text{Equação 48}$$

Sendo que,

$$K_{p,sup} = \frac{4EI}{l_{sup}} \quad \text{Equação 49}$$

$$K_{p,inf} = \frac{4EI}{l_{inf}} \quad \text{Equação 50}$$

Onde:

$K_{p,sup}$: Rigidez do lance superior do pilar extremo (kN.m/rad);

$K_{p,inf}$: Rigidez do lance inferior do pilar extremo (kN.m/rad);

$E = E_{cs}$: Módulo de elasticidade secante do concreto (kN/m²);

I : Momento de inércia do lance do pilar (m⁴);

l_{sup} e l_{inf} : Comprimento equivalente dos lances superior e inferior do pilar, respectivamente, tomados com valor $l_{sup}/2$ e $l_{inf}/2$, conforme item 14.6.6.1 da NBR 6118 (2014).

3.6.2.4 Armadura mínima e máxima

A armadura mínima é definida pelo item 17.3.5.2.1 da NBR 6118 (2014) a partir do momento fletor mínimo.

$$M_{d,min} = 0,8 \times W_0 \times f_{ctk,sup} \quad \text{Equação 51}$$

Sendo que,

$$W_0 = \frac{I}{y} \quad \text{Equação 52}$$

Onde:

W_0 : Módulo de resistência da seção transversal bruta de concreto, relativo à fibra mais tracionada (m³);

$f_{ctk,sup}$: Resistência característica superior do concreto à tração (kN/m²);

I : Módulo de elasticidade (m⁴);

$y = h/2$ (m).

Para a armadura máxima a NBR 6118 (2014, p. 132) define no seu item 17.3.5.2.4 que “a soma das armaduras de tração e de compressão (A_s e A'_s) não pode ter valor maior que 4% A_c .”

3.6.2.5 Altura útil

A altura útil é definida pela altura considerada da fibra mais comprimida até o centro de gravidade da armadura longitudinal tracionada (A_s), conforme equação a seguir.

$$d = h - c - \varnothing_t - \frac{\varnothing_l}{2} \qquad \text{Equação 53}$$

Onde:

d: Altura útil da viga (m);

h: Altura da viga (m);

c: Cobrimento nominal (m);

\varnothing_t : Diâmetro da armadura transversal (m);

\varnothing_l : Diâmetro da armadura longitudinal (m).

Além disso, a altura útil real não deve ser inferior a 95% da altura útil adotada inicialmente.

3.6.2.6 Espaçamento máximo e mínimo

O item 18.3.2.2 da NBR 6118 (2014), define a distribuição transversal, ou seja, o espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais medido no plano da seção transversal. Sendo assim, ela cita que:

- a) Na direção horizontal (a_h):
 - 20mm;
 - Diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
 - 1,2 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo.

- b) Na direção vertical (a_v):
 - 20mm;
 - Diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
 - 0,5 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo.

3.6.2.7 Cálculo da armadura

Para o cálculo da armadura, inicialmente, define-se o momento fletor interno resistente proporcionado pela armadura tracionada, o qual é obtido através de equações de equilíbrio das forças normais e dos momentos fletores na viga. Dessa forma, o momento fletor pode ser calculado conforme a equação a seguir.

$$M_d = \sigma_{sd} A_s (d - 0,4x) \quad \text{Equação 54}$$

Isolando a área da armadura tracionada tem-se:

$$A_s = \frac{M_d}{\sigma_{sd}(d - 0,4x)} \quad \text{Equação 55}$$

3.6.2.7.1 Cálculo mediante equações com coeficiente K

Com a intenção de facilitar o cálculo manual, o dimensionamento da armadura pode ser feito por meio da utilização de tabelas com coeficientes K. Dado que, para diferentes posições da linha neutra, expressa pela relação $\beta_x = x/d$, são tabelados coeficientes K_c e K_s , relativos à resistência do concreto e à tensão na armadura tracionada. No entanto, pode-se chegar ao cálculo da armadura apenas com a equação de K_s . Desse modo, a armadura tracionada pode ser calculada através das equações a seguir.

$$\beta_x = 1,25 \left[1 - \sqrt{\frac{1 - M_d}{0,425 b_w d^2 f_{cd}}} \right] \quad \text{Equação 56}$$

$$K_s = \frac{1}{\sigma_{sd}(1 - 0,4\beta_x)} \quad \text{Equação 57}$$

$$A_s = K_s \frac{M_d}{d} \quad \text{Equação 58}$$

Onde:

M_d : Momento fletor de cálculo (kN.m);

b_w : Base da viga (m);

d : Altura útil (m);

f_{cd} : Resistência de cálculo à compressão do concreto (kN/m²);

σ_{sd} : Tensão de cálculo na armadura tracionada (kN/m²);

3.6.2.7.2 *Momento limite para armadura simples*

O cálculo do momento limite pode ser dado pela Equação 59, a qual utiliza o coeficiente $K_{c,lim}$ dado pela tabela de Pinheiro (1993).

$$M_{d,lim} = \frac{b \times d^2}{k_{c,lim}} \quad \text{Equação 59}$$

Onde:

$M_{d,lim}$: Momento limite para armadura simples (kN.cm);

b : Base da viga (cm);

d : Altura útil da viga (cm);

$k_{c,lim}$: Valor de k_c correspondente ao limite entre os domínios 3 e 4 obtido através da tabela de Pinheiro (1993) (cm²/kN).

Sendo assim, pode-se usar armadura simples para $M_d \leq M_{d,lim}$, ou armadura dupla, para $M_d > M_{d,lim}$.

3.6.2.8 Armadura de cisalhamento

A armadura de cisalhamento relativa à resistência a esforços cortantes em vigas pode ser calculada por meio de dois modelos de cálculo. O Modelo I é relacionado a treliça com ângulo de 45°. Para o Modelo II, podem ser utilizados ângulos de 30° ou 45°. Nesse trabalho será tratado apenas o Modelo de Cálculo II.

Dessa forma, de acordo com o item 17.4.2.2 da NBR 6118 (2014), para o Modelo de Cálculo II é admitido uma parcela complementar V_c que tenha valor constante, independentemente de V_{sd} . Sendo assim, é feita a verificação da compressão diagonal do concreto, e então, o cálculo da armadura transversal.

3.6.2.8.1 Armadura mínima

De acordo com o item 17.4.1.1.1 da NBR 6118 (2014), devem-se posicionar estribos em todos os elementos lineares. Sendo assim o item 17.4.1.1.2 (NBR 6118, 2014) menciona casos de exceção para o cálculo da armadura mínima. Logo, a armadura mínima de cortante pode ser calculada pela equação a seguir.

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \times s \times \sin \alpha} \geq 0,2 \times \frac{f_{ctm}}{f_{ywk}} \quad \text{Equação 60}$$

Onde:

A_{sw} : Área de aço (m²);

b_w : Base da viga (m);

s : Espaçamento entre estribos (m);

f_{ctm} : Resistência média à compressão do concreto (kN/m²);

f_{ywk} : Tensão da armadura transversal (kN/m²).

3.6.2.8.2 Limites para escolha do diâmetro do estribo

O item 18.3.3.2 da NBR 6118 (2014) detalha que o diâmetro da barra escolhida para estribo na viga não deve ser inferior a 5 mm ou superior a um décimo da largura da viga.

3.6.2.8.3 Espaçamentos mínimo e máximo entre estribos

De acordo com o item 18.3.3.2 da NBR 6118 (2014), o valor calculado e adotado para o espaçamento do estribo deve ser suficiente para permitir a passagem do vibrador. Ainda, seu valor não pode ultrapassar os valores indicados na expressão a seguir.

Se $V_d \leq 0,67V_{Rd2}$, então $s_{m\acute{a}x} = 0,6d \leq 300 \text{ mm}$;

Se $V_d > 0,67V_{Rd2}$, então $s_{m\acute{a}x} = 0,3d \leq 200 \text{ mm}$.

3.6.2.8.4 Armadura de suspensão

Segundo o item 18.3.6 da NBR 6118 (2014, p. 150), “nas proximidades de cargas concentradas transmitidas à viga por outras vigas ou elementos discretos que nela se apoiam ao longo ou em parte de sua altura, ou fiquem nela pendurados, deve ser colocada armadura de suspensão”. Logo, a suspensão é feita por meio de estribos, sendo dividida em:

- a) Vigas com bordas inferiores no mesmo nível:

Para vigas com alturas iguais e bordas inferiores no mesmo nível, a área de armadura de suspensão é calculada pela equação:

$$A_{s,susp} = \frac{V_d}{f_{yd}} \quad \text{Equação 61}$$

Onde:

V_d : Força de cálculo aplicada pela viga apoiada naquela que lhe serve de apoio (kN);

f_{yd} : Resistência de cálculo de início de escoamento do aço (kN/m²).

- b) Borda inferior da viga apoiada acima da borda inferior da viga de apoio:

Quando duas vigas têm alturas diferentes, a borda da viga que se apoia está acima da borda inferior da viga que serve de apoio. A armadura de suspensão é função das alturas das duas vigas, conforme equação a seguir.

$$A_{s,susp} = \frac{h_a \times V_d}{h_{apoio} \times f_{yd}} \quad \text{Equação 62}$$

Onde:

h_a : Altura da viga apoiada (m);

h_{apoio} : Altura da viga de apoio (m).

3.6.2.9 Verificação quanto ao estado limite de serviço

A verificação do Estado Limite de Serviço em vigas busca relacionar valores máximos de fissuração e deformações nos elementos. Assim, segue os mesmos princípios abordados em lajes, utilizando combinações de serviço diferentes para cada estado limite a ser verificado.

Assim como em lajes, inicialmente é calculado o momento de fissuração e analisado em qual estágio a viga se encontra (Estádio I ou Estádio II). Em seguida, é calculado o estado limite de deformações excessivas e o estado limite de abertura de fissuras.

3.6.2.9.1 *Estado limite de abertura de fissuras*

Para que a durabilidade e a aparência da estrutura não sejam comprometidas, são impostos valores limites para a abertura de fissuras, que depende da agressividade do meio ao qual a estrutura estará exposta. Esses limites são definidos pela NBR 6118 (2014), conforme o Quadro 13.

Quadro 13 - Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	-
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-D ^a	Combinação quase permanente
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D ^a	Combinação frequente

^a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

Conforme o item 17.3.3.2 da NBR 6118 (2014), o valor adotado como abertura de fissuras, será o menor valor obtido entre as seguintes equações:

$$w_1 = \frac{\emptyset}{12,5\eta_1} \times \frac{\sigma_{si}}{E_s} \times \frac{3\sigma_{si}}{f_{ctm}} \quad \text{Equação 63}$$

$$w_2 = \frac{\emptyset}{12,5\eta_1} \times \frac{\sigma_{si}}{E_s} \times \left(\frac{4}{\rho} + 45 \right) \quad \text{Equação 64}$$

Sendo que,

$$\sigma_{si} = \frac{\alpha_e \times M_a \times (d_t - x)}{I} \quad \text{Equação 65}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cs}} \quad \text{Equação 66}$$

$$\rho = \frac{A_\phi}{A_{crítica}} \quad \text{Equação 67}$$

Onde:

\emptyset : Diâmetro da armadura longitudinal (m);

σ_{si} : Tensão desenvolvida em cada uma das barras (kN/m²);

E_s : Módulo de elasticidade do aço (kN/m²);

E_{cs} : Módulo de elasticidade secante (kN/m²);

M_a : Momento atuante (kN.m);

d_t : Distância da face tracionada até o centro de gravidade da armadura tracionada (m);

x : Linha neutra (m);

I : Momento de inércia à flexão (m⁴)

η_1 : Coeficiente de conformação superficial da armadura (Lisa = 1,0; Entalhada = 1,4; Nervurada = 2,25).

A_ϕ : Área da armadura (m²);

$A_{crítica}$: Área de envolvimento da barra (m²).

3.6.3 Dimensionamento de pilares

O dimensionamento dos pilares é feito em função dos esforços externos solicitantes de cálculo que compreendem as forças normais (N_d) e os momentos fletores (M_{dx} e M_{dy}). Sendo assim, como citado há três tipos de casos para o cálculo dos pilares, conforme a sua disposição no projeto: pilar intermediário, pilar de extremidade e pilar de canto.

3.6.3.1 Dimensões mínimas

A NBR 6118 (2014) estabelece limites mínimos para a seção e largura do pilar. A dimensão mínima estipulada é de 19 cm, no entanto, para casos especiais, permite-se adotar dimensões de até 12 cm, desde que o esforço solicitante seja majorado por um coeficiente adicional que varia conforme a menor dimensão da seção.

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

Equação 68

Quadro 14 - Valores do coeficiente adicional γ_n para pilares e pilares-parede

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

onde
 $\gamma_n = 1,95 - 0,05 b$;
b é a menor dimensão da seção transversal, expressa em centímetros (cm).
 NOTA O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo quando de seu dimensionamento.

Fonte: NBR 6118 (2014)

Além disso, de acordo com a norma, em qualquer caso, não se permite pilares com seção transversal de área inferior a 360 cm².

3.6.3.2 Dimensões máximas

De acordo com a NBR 6118 (2014), a maior dimensão da seção transversal dos pilares não deve exceder em cinco vezes a sua menor dimensão. Caso esta

condição não seja satisfeita, o elemento estrutural deve ser dimensionado como pilar-parede.

3.6.3.3 Comprimento equivalente

O comprimento equivalente do pilar, considerado vinculado em ambas as extremidades é dado pela Equação 69.

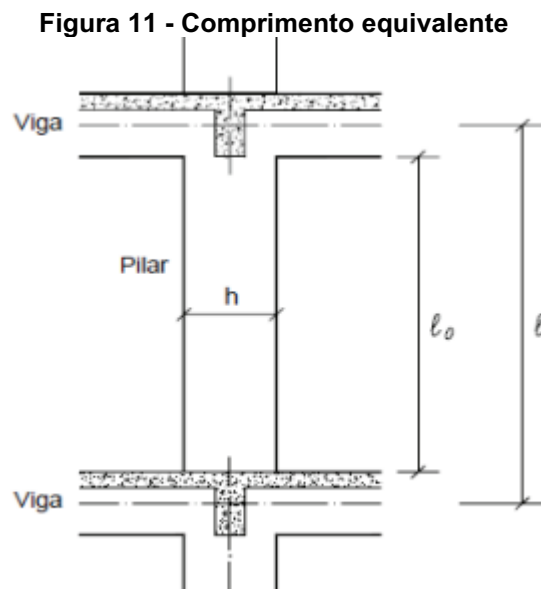
$$l_e \leq \begin{cases} l_0 + h \\ l \end{cases} \quad \text{Equação 69}$$

Onde:

l_0 : Distância entre as faces dos elementos estruturais que vinculam o pilar (m);

h : Altura da seção transversal do pilar, medida no plano da estrutura em estudo (m);

l : Distância entre os eixos dos elementos estruturais aos quais o pilar está vinculado (m).



Fonte: Giongo (2005)

3.6.3.4 Esforços solicitantes de 1ª ordem

A excentricidade de primeira ordem geralmente ocorre em pilares que se conectam a vigas de continuidade, como por exemplo em pilares de extremidade e de canto, pois a aplicação da força normal não está localizada no centro de gravidade da seção do pilar.

Para o cálculo da excentricidade de primeira ordem é utilizada a Equação 70.

$$e_1 = \frac{M_d}{N_d} \quad \text{Equação 70}$$

Onde:

M_d : Momento fletor de cálculo na extremidade (kN.m);

N_d : Esforço normal de cálculo (kN).

A excentricidade de primeira ordem obtida na seção intermediária do pilar é calculada pela Equação 71.

$$e_{1,c} \geq \begin{cases} 0,6 \times e_{1,A} + 0,4 \times e_{1,B} \\ 0,4 \times e_{1,A} \end{cases} \quad \text{Equação 71}$$

Sendo que,

$$e_{1,A} = \frac{M_{1d,A}}{N_d} \quad \text{Equação 72}$$

$$e_{1,B} = \frac{M_{1d,B}}{N_d} \quad \text{Equação 73}$$

Onde:

$e_{1,A}$ e $e_{1,B}$: Excentricidades de primeira ordem (m);

$M_{1d,A}$ e $M_{1d,B}$: Momentos de 1ª ordem topo e base (deve-se adotar para $M_{1d,A}$ o maior valor absoluto ao longo do pilar e para $M_{1d,B}$ o sinal positivo, se tracionar na mesma face que $M_{1d,A}$, e negativo, em caso contrário) (kN.m);

N_d : Carga axial (kN).

3.6.3.4.1 *Momento mínimo de cálculo*

O efeito das imperfeições locais, como o desaprumo, pode ser substituído pela consideração de um momento mínimo de primeira ordem.

$$M_{1d,mín} = N_d \times (0,015 + 0,03 \times h) \quad \text{Equação 74}$$

Onde:

$M_{1d,mín}$: Momento mínimo de cálculo (kN.m);

N_d : Força axial (kN);

h : Altura da viga no eixo analisado (m).

3.6.3.4.2 *Índice de esbeltez*

O índice de esbeltez deve ser calculado pela expressão:

$$\lambda = \frac{l_e}{i} \quad \text{Equação 75}$$

Sendo que,

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{Equação 76}$$

Logo, para seção retangular o índice de esbeltez pode ser calculado por:

$$\lambda = \frac{l_e \sqrt{12}}{h} \quad \text{Equação 77}$$

Onde:

l_e : Comprimento equivalente do pilar (m);

h : Altura da viga no eixo analisado (m).

I : Momento de inércia (m⁴);

A : Área da seção transversal do pilar (m²).

3.6.3.4.3 *Índice de esbeltez limite*

O valor limite do índice de esbeltez corresponde a um valor a partir do qual a resistência do pilar tende a diminuir, por conta dos efeitos de segunda ordem (DEICHMANN, 2016). Esse valor é calculado pela expressão:

$$\lambda_1 = \frac{25 + 12,5 \times \frac{e_1}{h}}{\alpha_b} \quad \text{Equação 78}$$

Sendo que,

$$35 \leq \lambda_1 \leq 90$$

Onde:

λ_1 : Índice de esbeltez limite;

e_1 : Excentricidade de primeira ordem (m);

α_b : Coeficiente em função da vinculação e do carregamento definido pelo item 15.8.2 da NBR 6118 (2014).

A NBR 6118 (2014) determina que em pilares com índice de esbeltez menor ou igual ao índice de esbeltez limite, não são considerados os efeitos locais de 2ª ordem na direção considerada.

Ainda, para estruturas residenciais a norma NBR 6118 (2014) cita que não devem ser projetados pilares com índice de esbeltez que ultrapasse 200.

3.6.3.5 Determinação dos efeitos locais de 2ª ordem

De acordo com o item 15.8.3 da NBR 6118 (2014), o cálculo dos efeitos locais de 2ª ordem pode ser feito pelo Método Geral ou por métodos aproximados. Sendo que, o Método Geral é obrigatório para elementos com $\lambda > 140$. Sendo assim, a norma apresenta diferentes métodos aproximados, sendo um deles o método do pilar padrão com curvatura aproximada.

3.6.3.5.1 *Método do pilar-padrão com curvatura aproximada*

Conforme o item 15.8.3.3.2 da NBR 6118 (2014), o método pode ser empregado apenas no cálculo de pilares com $\lambda \leq 90$, com seção constante e

armadura simétrica e constante ao longo de seu eixo. Sendo assim, o momento de segunda ordem pode ser calculado pelas equações a seguir.

$$M_{d,total} = \alpha_b \times M_{1d,A} + N_d \times \frac{l_e^2}{10} \times \frac{1}{2} \geq M_{1d,A} \quad \text{Equação 79}$$

Sendo que,

$$\frac{1}{r} = \frac{0,005}{h \times (v + 0,5)} \leq \frac{0,005}{h} \quad \text{Equação 80}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \times f_{cd}} \quad \text{Equação 81}$$

Onde:

$M_{d,total}$: Momento total de cálculo (kN.m);

$\frac{1}{r}$: Curvatura na seção crítica;

v: Força normal adimensional.

3.6.3.5.2 Estruturas de nós fixos e nós móveis

O item 15.4.2 da NBR 6118 (2014) define o que são, para efeito de cálculo, estruturas de nós fixos e de nós móveis.

- Estruturas de nós fixos:

São aquelas “quando os deslocamentos horizontais dos nós são pequenos e, por decorrência, os efeitos globais de 2ª ordem são desprezíveis (inferiores a 10% dos respectivos esforços de 1ª ordem). Nessas estruturas, basta considerar os efeitos locais de 2ª ordem” (NBR 6118, 2014, p. 103).

- Estruturas de nós móveis:

São aquelas “onde os deslocamentos horizontais não são pequenos e, em decorrência, os efeitos globais de 2ª ordem são importantes (superiores a 10% dos respectivos esforços de 1ª ordem). Nessas estruturas devem ser considerados tanto

os esforços de 2ª ordem globais como os locais e localizados” (NBR 6118, 2014, p. 103).

3.6.3.6 Armadura longitudinal

Segundo Bastos (2017), no processo manual de dimensionamento dos pilares, os ábacos são imprescindíveis, porque permitem a rápida determinação da taxa de armadura, sem necessidade de aplicar as equações teóricas da Flexão Composta Normal ou Oblíqua. Sendo assim, os ábacos de Venturini (1987) e de Pinheiro (2009) são muito utilizados para a Flexão Composta Normal e a Flexão Composta Oblíqua respectivamente. No entanto, esses ábacos devem ser aplicados apenas no dimensionamento de pilares com concretos de Grupo I ($f_{ck} \leq 50MPa$).

As equações para a construção dos ábacos foram apresentadas por Venturini (1987). Sendo assim, a determinação da armadura longitudinal é iniciada pelo cálculo dos esforços adimensionais ν e μ , que são definidas pelas equações a seguir.

$$\nu = \frac{M_{d,tot}}{h \times A_c \times f_{cd}} \quad \text{Equação 82}$$

$$\mu = \nu \times \frac{e}{h} \quad \text{Equação 83}$$

Onde:

N_d : Força normal de cálculo (kN);

A_c : Área da seção transversal do pilar (m²);

$M_{d,tot}$: Momento fletor total de cálculo (kN.m);

f_{cd} : Resistência de cálculo do concreto à compressão (kN/m²);

h : Dimensão do pilar na direção considerada (m);

e : excentricidade na direção considerada (m).

Escolhida a disposição construtiva para a armadura no pilar, é determinado o ábaco a ser utilizado, através do tipo de aço e do valor da relação d'/h . Sendo assim, no ábaco, com os valores de ν e μ , determina-se a taxa mecânica ω . Desse modo, a armadura é calculada pela Equação 84.

$$A_s = \frac{\omega \times A_c \times f_{cd}}{f_{yd}} \quad \text{Equação 84}$$

Onde:

f_{yd} : Resistência de cálculo do aço ao escoamento na tração (kN/m²).

3.6.3.6.1 Armadura mínima e máxima

A NBR 6118 (2014) define armadura mínima e máxima conforme as equações a seguir.

$$A_{s,mín} = 0,15 \times \frac{N_d}{f_{yd}} \geq 0,004 \times A_c \quad \text{Equação 85}$$

$$A_{s,máx} = 8\% \times A_c \quad \text{Equação 86}$$

Onde:

N_d : Força axial (kN);

f_{yd} : Resistência de cálculo do aço ao escoamento na tração (kN/m²);

A_c : Área da seção transversal do pilar (m²).

Além disso, as barras longitudinais não devem possuir diâmetro inferior a 10 mm.

3.6.3.6.2 Espaçamento mínimo e máximo

A NBR 6118 (2014) define espaçamento mínimo e máximo conforme as equações a seguir.

$$s_{mín} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ \phi_1 \\ 1,2 \times d_{máx,agr} \end{cases} \quad \text{Equação 87}$$

$$s_{máx} < \begin{cases} 2 \times b \\ 40 \text{ cm} \end{cases} \quad \text{Equação 88}$$

Onde:

$d_{\text{máx,agr}}$: Diâmetro máximo do agregado (m);

b : Base do pilar (m);

ϕ_1 : Diâmetro da armadura longitudinal (m).

3.6.3.7 Armadura transversal

Segundo a NBR 6118 (2014), devem ser dispostos estribos ao longo de toda a altura do pilar, de modo a limitar, principalmente, o efeito de flambagem da armadura longitudinal.

3.6.3.7.1 Diâmetro mínimo

$$\phi_t \geq \begin{cases} 5 \text{ mm} \\ \frac{\phi_1}{4} \end{cases} \quad \text{Equação 89}$$

Onde:

ϕ_1 : Diâmetro da armadura longitudinal (m).

3.6.3.7.2 Espaçamento máximo

$$s_{\text{máx}} \leq \begin{cases} 20 \text{ mm} \\ b \\ 24 \times \phi_1 \text{ para CA60 ou } 12 \times \phi_1 \text{ para CA50} \end{cases} \quad \text{Equação 90}$$

Onde:

ϕ_1 : Diâmetro da armadura longitudinal (m).

3.7 Vedação vertical

De acordo com Sabbatini (2003), o sistema de vedação vertical está dividido em externo e interno, sendo que é considerada a vedação externa como o componente que envolve um edifício, tendo uma de suas faces em contato com o ambiente externo. Por outro lado, a vedação interna é responsável pela divisão dos ambientes internos da edificação.

Dessa forma, a vedação vertical é o subsistema que tem como principal objetivo compartimentar a edificação, possibilitando aos ambientes as características necessárias para o desenvolvimento de atividades para as quais eles foram projetados (FRANCO, 1998). Além disso, proporcionam o suporte de outros sistemas prediais, como o sistema elétrico, hidrossanitário, assim como promovem a proteção dos mesmos quando estes forem embutidos (MEDEIROS, 2013).

Segundo Franco (1998), considerando de forma isolada, a vedação vertical de uma construção não representa uma parte muito significativa do custo total de uma edificação. Por outro lado, analisando o conjunto com todas as interfaces que esse sistema possui com outros subsistemas como instalações, vedação horizontal e impermeabilização, esse item passa a ser o maior em termos de custo de produção.

3.7.1 Bloco cerâmico

De acordo com a NBR 15270-1 (2017), os blocos cerâmicos para vedação não têm função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte. Dessa forma, segundo Barbosa (2015), estes componentes correspondem a cerca de 85% a 95% do volume da alvenaria, além de determinar as principais características de desempenho de projeto e produção.

Os componentes da alvenaria de vedação são os blocos cerâmicos e a argamassa de assentamento. Assim, os blocos são responsáveis pela vedação, e a argamassa de assentamento pela aderência entre as fiadas e entre os blocos e a estrutura (SILVA, 2007).

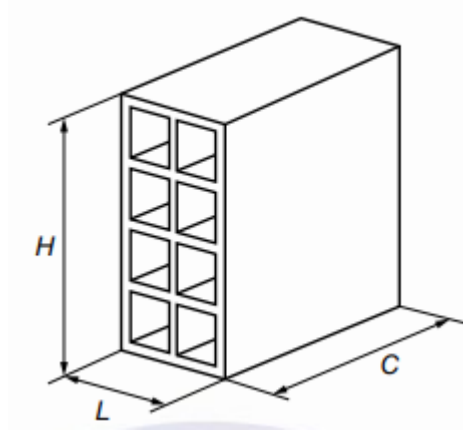
Com relação a técnica construtiva, segundo Hass e Martins (2011), todas as partes da construção em si são feitas *in loco*, tornando o processo consideravelmente mais demorado, pois a alvenaria consiste em um sistema completamente artesanal. Além disso, havendo mão de obra despreparada, pode haver perda de material tanto por recortes mal feitos, como também pela necessidade muitas vezes de um retrabalho (LIMA e MAIORANO, 2017).

3.7.1.1 Características gerais

As alvenarias podem ter diferentes tamanhos, a partir da quantidade de furos ou espessura. De acordo com Barbosa (2015), os blocos cerâmicos mais utilizados

na construção civil são os com furos prismáticos, tendo sua dimensão de fabricação em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C).

Figura 12 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270-1 (2017)

Quadro 15 – Dimensões padronizadas dos blocos

Largura L	Altura H	Comprimento C	
		Bloco principal	1/2 bloco
9	9	19	9
		24	11,5
	14	19	9
		24	11,5
		29	14
	19	19	9
		24	11,5
		29	14
		39	19

Fonte: NBR 15270-1, adaptado (2017)

3.7.1.2 Vantagens e desvantagens

Santos (2013) cita algumas vantagens e desvantagens da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, conforme quadro a seguir.

Quadro 16 – Vantagens e desvantagens no uso da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> - Bom isolamento térmico e acústico; - Boa estanqueidade à água; - Boa resistência ao fogo; - Total disponibilidade de matéria prima; - Não há limitação de uso em relação a condições ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluções construtivas muitas vezes improvisadas durante a execução dos serviços; - Muitos retrabalhos na execução dos rasgos para passagens das tubulações hidráulicas e eletrodutos; - Necessidade de revestimentos adicionais para buscar uma textura lisa; - Carga elevada na estrutura.

Fonte: Adaptado de Santos (2013).

3.7.2 Drywall

O *drywall* consiste num sistema de vedação composto por uma estrutura metálica de aço galvanizado com uma ou mais chapas de gesso acartonado aparafusadas em ambos os lados. Dessa forma, é um método construtivo em que não necessita argamassa para sua execução. Assim, o sistema é composto por placas de gesso acartonado, que fazem o fechamento do vão. A parede é montada com estruturas de perfis de aço galvanizado, no qual as chapas são parafusadas em ambos os lados (FORTES e SILVA 2009).

Existem três tipos de placas de *drywall*: Standard, RU (Resistentes à Umidade) e RF (Resistentes ao Fogo). As placas do tipo standard são de uso geral, geralmente utilizadas no fechamento interno da construção em ambientes “secos”. As placas do tipo RU são utilizadas em ambientes expostos à umidade, logo são empregadas geralmente no fechamento de áreas de serviço, banheiros e cozinha. Por fim, as placas do tipo RF, apresentam características que conferem resistência ao fogo às paredes (LESSA, 2005).

Desse modo, segundo Barbosa (2015), o *drywall* surge para substituir as vedações internas convencionais, por ser um processo mais rápido que o convencional. Logo, por ter espessuras inferiores que as de alvenaria, gera paredes muito mais leves, sendo que esse tipo de parede é utilizado para divisórias de ambientes internos. Sendo assim, algumas de suas vantagens e desvantagens são:

Quadro 17 – Vantagens e desvantagens no uso do *Drywall*

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> - Redução de mão de obra e elevada produtividade; - Flexibilidade de layout; - Facilidade nas instalações prediais, evitando cortes e quebras, devido ao espaço livre entre placas disponíveis para tubulações e eletrodutos; - Menor espessura de paredes com ganho de área útil; - Mínimo desperdício e retrabalho; - Redução de peso, tornando a construção mais leve com alívio às estruturas; - Velocidade e rapidez de execução, abreviando-se a conclusão das etapas previstas no cronograma da obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não pode ser aplicado em ambientes externos por sua sensibilidade à água e aos raios solares; - O espaço entre as placas pode servir como berçário para fungos, bactérias e insetos como o cupim; - Baixa resistência a impactos e pancadas; - Para pendurar quadros, TV e prateleiras é necessário buchas e parafusos específicos para esse tipo de parede, capazes de suportar o peso de modo adequado; - Não é um material que possa ser reaproveitado no Brasil, logo há dificuldade de descarte, sendo necessário planos de gerenciamento de resíduos.

Fonte: Adaptado de Costa e Pereira (2017).

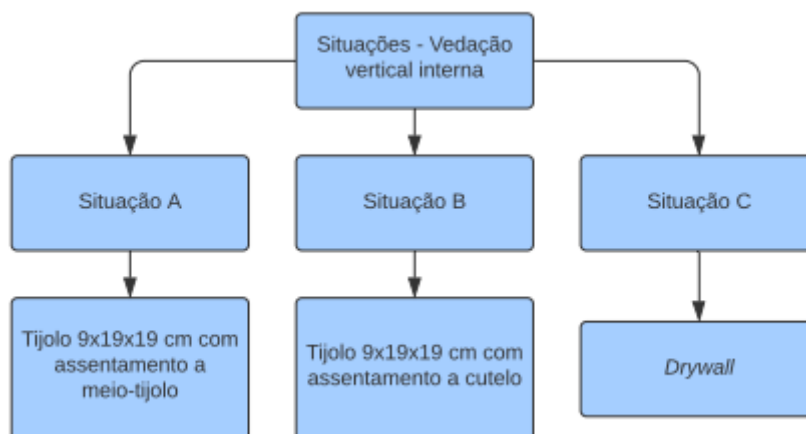
4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo, inicialmente foi desenvolvido o projeto estrutural, no qual foram analisadas as recomendações de lançamento dos elementos estruturais a partir das plantas baixas.

Dessa forma, inicialmente se fez o lançamento da concepção estrutural, então foi desenvolvido o pré-dimensionamento e em seguida o dimensionamento da estrutura por meio de planilhas elaboradas no programa Excel e utilização do programa Ftool para análises dos diagramas de esforço normal, cortante e momento.

Assim, para o dimensionamento estrutural foram utilizados dois materiais diferentes nas paredes internas. Logo, foram desenvolvidos três situações A, B e C, conforme a figura a seguir. A situação A consiste na alvenaria de tijolos cerâmicos de oito furos, com dimensões de 9x19x19 cm, com assentamento a meio-tijolo. Na situação B, foi considerada a mesma alvenaria de tijolos cerâmicos da situação A, porém com o assentamento a cutelo. Para a situação C, foi utilizado *drywall*.

Figura 13 – Fluxograma dos Estudos de Caso



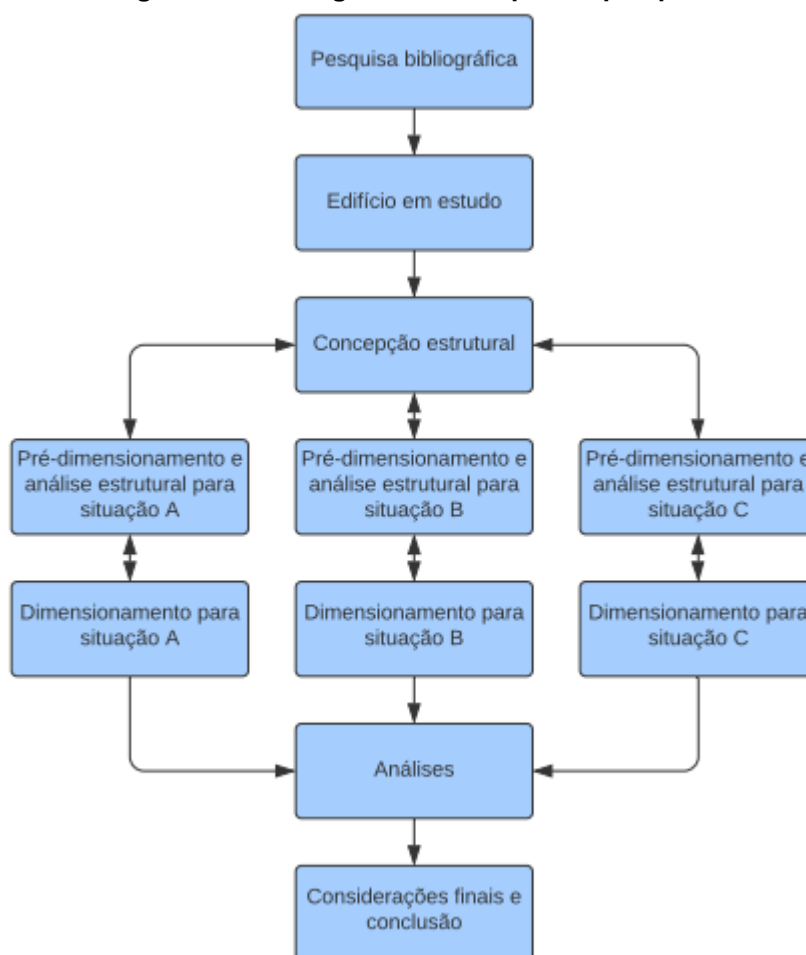
Fonte: Autoria própria (2021)

Finalizado o dimensionamento da estrutura, foram realizadas as seguintes análises para cada caso:

- Relação da área de aço das vigas, pilares e lajes como um todo;
- Relação do volume de concreto das vigas, pilares e lajes como um todo;
- Relação do peso de aço utilizado na viga com maior carregamento;
- Relação da taxa de emissão de gás carbônico.

Em seguida, foram gerados gráficos a fim de comparar as análises para cada caso e então obter as considerações finais para a conclusão do trabalho. Desse modo, para maior compreensão das etapas desenvolvidas, a figura a seguir apresenta um fluxograma que mostra o caminho percorrido para a obtenção dos objetivos propostos.

Figura 14 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021)

4.1 Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico utilizado para estudo consiste em uma residência unifamiliar de dois pavimentos, localizada em Guarapuava-PR, o qual foi disponibilizado por uma empresa que optou por não se identificar.

Para realizar as análises propostas neste trabalho, foi necessário conceber a estrutura com base nas plantas baixas, que podem ser vistas no Apêndice J. Além disso, a empresa apresentou algumas especificações técnicas que não estão expostas nas plantas utilizadas neste estudo, são elas:

- Forro de gesso acartonado no 1º pavimento;
- Telha de fibrocimento de 8 mm de espessura na cobertura;
- Pé-direito do térreo e 1º pavimento de 2,88 m;
- Pé-direito da área da caixa d'água de 2,00 m;
- Altura da platibanda de 1,50 m.

Dessa forma, após levantar as informações das plantas baixas, foi possível definir as considerações iniciais para realização do projeto estrutural e posteriormente as análises necessárias com relação a troca da vedação vertical interna.

4.2 Lançamento da estrutura

Nesse trabalho a concepção estrutural parte das plantas baixas, no qual procurou-se harmonizar a inserção dos elementos estruturais para que estes não impactem na arquitetura desejada.

Conforme as plantas arquitetônicas ilustradas em anexo, as paredes externas e internas possuem espessura de 15 cm. Desse modo, como as situações partem da premissa da troca da vedação vertical interna, nas paredes externas foi mantido, para todos os casos, tijolo cerâmico de 8 furos com dimensões 9x19x19 cm assentado a cutelo, ou seja, para paredes de 15 cm.

Por se tratar de um edifício residencial com carregamentos comuns, para as lajes, vigas e pilares, parte-se das dimensões mínimas estabelecidas na NBR 6118 (2014). Dessa forma, as larguras das vigas foram definidas de 25 cm para a situação A e 15 cm para as situações B e C.

Para as lajes optou-se pelo emprego de lajes maciças devido ao conhecimento prévio do comportamento desse tipo de laje.

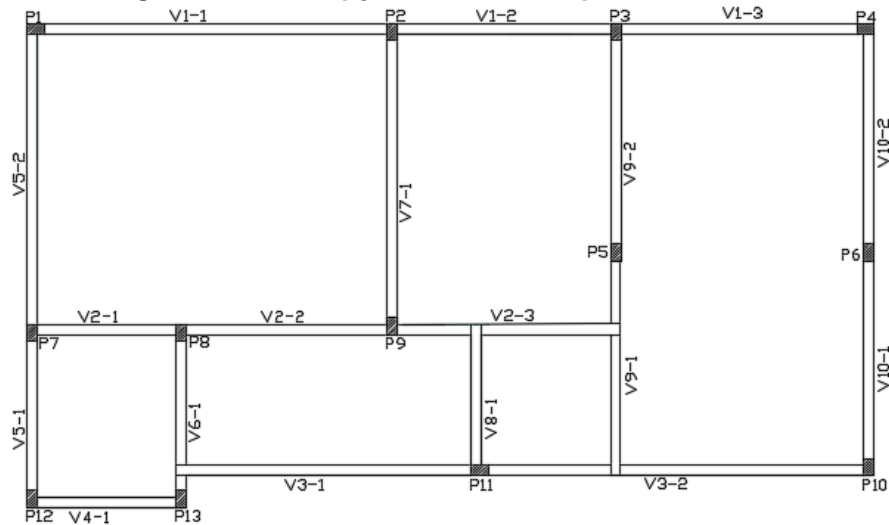
Inicialmente o posicionamento dos elementos partiu do pavimento térreo, sendo que foram inseridos os primeiros pilares nos encontros de paredes e procurando não distar mais que 6 metros entre si. Os pilares foram orientados, quando possível, com sua região de maior inércia para a viga com maior vão.

Após o posicionamento dos pilares, foram posicionadas as vigas que acabam por consequência definindo os contornos das lajes. As vigas foram demarcadas buscando a união dos pilares, e também preferencialmente nos locais que possuem paredes, evitando assim que as mesmas se apoiem diretamente sobre a laje. Em

virtude do posicionamento dos pilares, as vigas não possuam vãos maiores de 6 metros. Além disso, em alguns casos em que há encontro de vigas não pode-se posicionar pilares, isso ocorreu por conta do projeto arquitetônico ou por estar muito próximo de outro pilar, logo nesses casos foi necessário apoiar vigas sobre vigas.

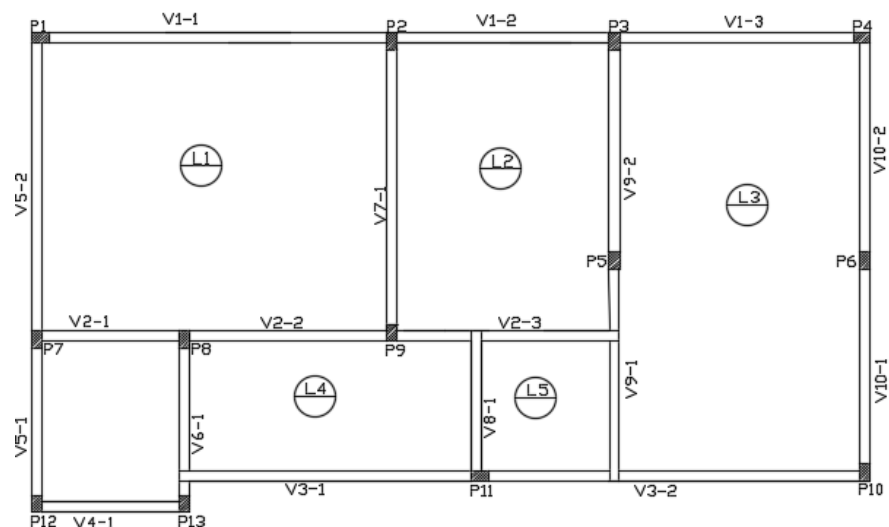
Dessa forma, é possível observar nas figuras a seguir a concepção estrutural desenvolvida.

Figura 15 – Concepção estrutural do pavimento térreo



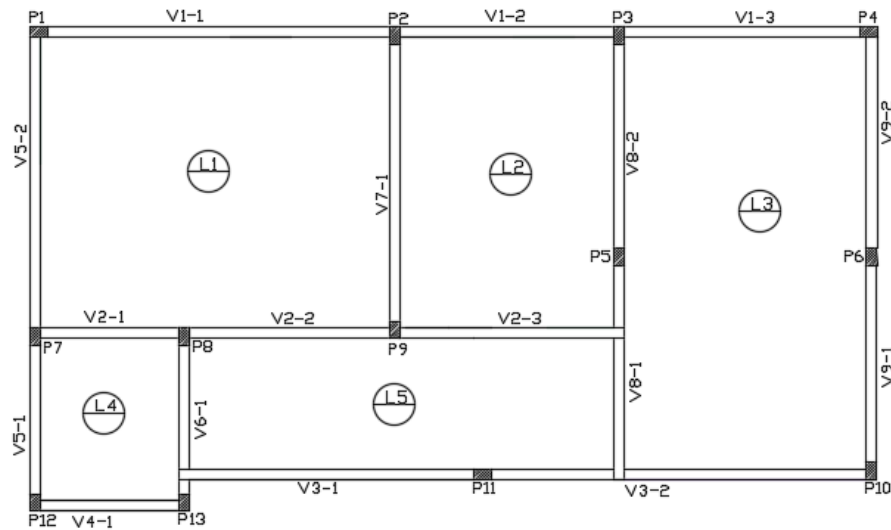
Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 16 – Concepção estrutural do 1º pavimento



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 17 – Concepção estrutural da cobertura



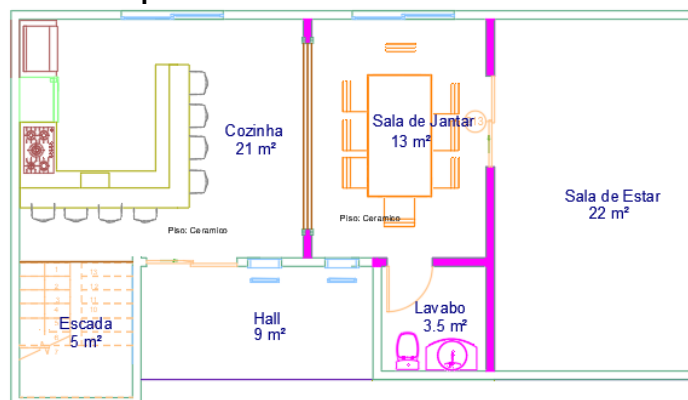
Fonte: Autoria própria (2021)

4.3 Alterações da vedação vertical

Para cada situação foram alteradas todas as paredes internas. Como a alvenaria de tijolos apresenta maior peso específico, inicialmente foi realizado todo o estudo neste modelo, iniciando com a situação A, e em seguida, a situação B. Somente após toda a estrutura estar dimensionada, foi desenvolvido o dimensionamento para as paredes de *drywall*.

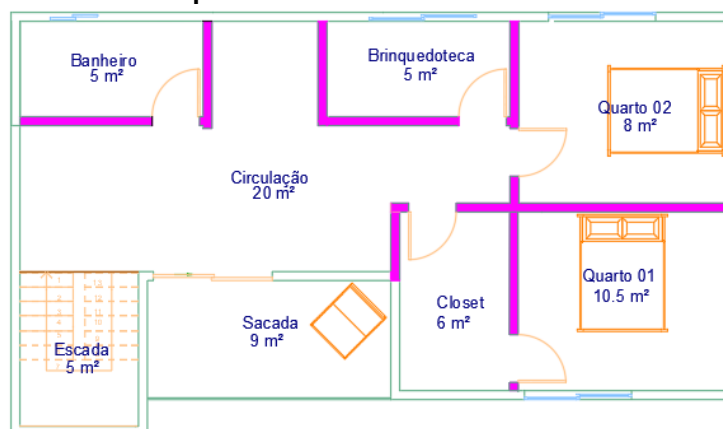
Ao todo foram substituídas, 86,80 m² de paredes, sendo estas indicadas em rosa nas figuras abaixo.

Figura 18 - Paredes que ocorreram a troca de material no Pavimento Térreo



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 19 – Paredes que ocorreram a troca de material no 1º Pavimento



Fonte: Autoria Própria (2021)

4.4 Agressividade do ambiente

Para o projeto em estudo, por encontrar-se localizado em uma região urbana, o item 6.4.2 da NBR 6118 (2014) permite classificá-lo como de classe de agressividade ambiental II, ou seja, agressividade moderada e pequeno risco de deterioração da estrutura.

4.5 Concreto

A norma NBR 6118 (2014) sugere que para a classe de agressividade II, seja utilizada uma relação água/cimento inferior ou igual a 0,60 e classe de concreto maior ou igual a C25. Assim, para o projeto em questão, foram utilizados os valores mínimos estabelecidos.

Devido ao pequeno porte do projeto é previsto a não realização de ensaios para a determinação da massa específica do concreto simples, e, portanto, será estimado como 2500 kg/m³ para o concreto armado.

4.6 Cobrimento

De acordo com a NBR 6118 (2014) e a classe de agressividade ambiental definida, para esse projeto, os cobrimentos nominais utilizados foram:

- Lajes: 25 mm;
- Vigas: 30 mm;
- Pilares: 30 mm;

- Elementos em contato com o solo: 30 mm.

4.7 Aço

Para esse projeto foi utilizado aço CA-50, que corresponde a uma resistência característica de 500 MPa e módulo de elasticidade de 210 GPa.

4.8 Vento e efeitos globais de 2ª ordem

Segundo a NBR 6118 (2014), no item 11.4.1.2, a ação do vento deve ser considerada, no entanto, a critério de simplificação, nesse trabalho a ação não foi considerada. Além disso, a estrutura será considerada como de nós fixos, admitindo assim que os deslocamentos horizontais dos nós da estrutura sejam pequenos, e que os efeitos globais de segunda ordem sejam inferiores a 10% dos efeitos globais de primeira ordem. Logo, não serão levados em consideração os efeitos globais de segunda ordem, porém salienta-se sua importância - e também da análise de ventos -, na consideração em trabalhos futuros.

4.9 Fundações

Como o objetivo do trabalho é analisar lajes, vigas e pilares, as fundações não foram dimensionadas.

4.10 Agregado

Para o dimensionamento foi utilizada a Brita 1.

4.11 Materiais utilizados

Os esforços das ações permanentes e variáveis são calculados por meio da NBR 6120 (2019), a qual fornece os pesos específicos e peso por área de diversos materiais. Desse modo, os materiais utilizados para dimensionamento da estrutura, com seus valores de peso específico e peso por área estão nas tabelas a seguir.

Tabela 1 – Peso específico aparente dos materiais

Material	Peso específico aparente kN/m ³
Concreto armado	25
Argamassa de cimento e areia	21
Lajotas Cerâmicas	18
Argamassa de cal, cimento e areia	19
Blocos cerâmicos vazados com paredes maciças	14
Vidro plano em chapas (comum ou laminado)	26

Fonte: NBR 6120, adaptado (2019)

Tabela 2 – Peso por área dos materiais

Material	Peso kN/m ²
Drywall (composição: montantes metálicos, quatro chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lã de rocha ou lã de vidro com 50 mm de espessura)	0,5
Forro de gesso acartonado, inclui estrutura de suporte	0,25
Telha de fibrocimento ondulada com espessura 8 mm	0,24

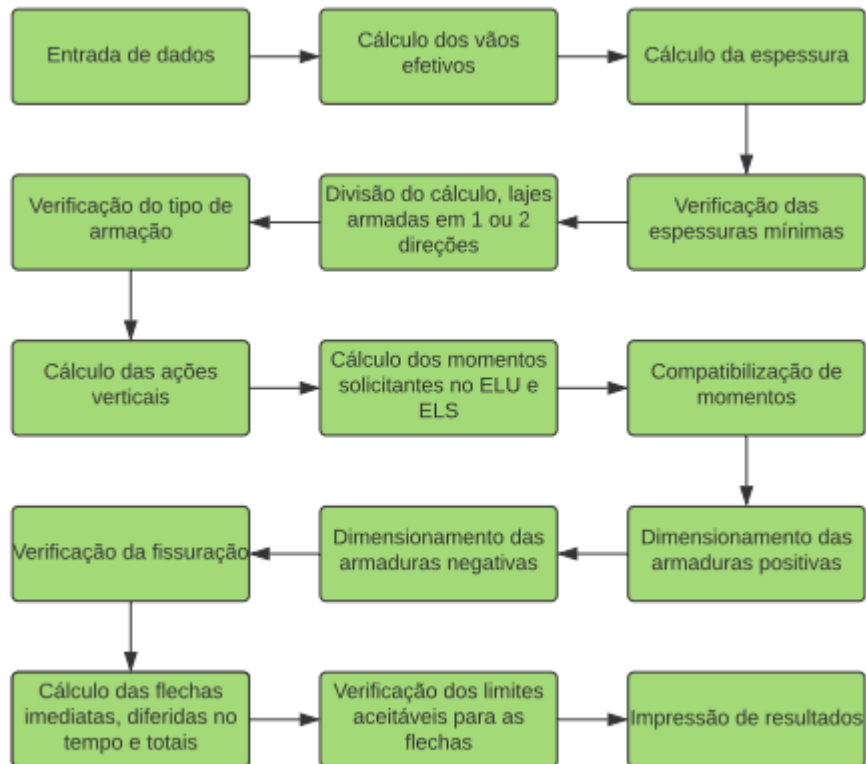
Fonte: NBR 6120, adaptado (2019)

4.12 Rotinas de cálculo

Buscando tornar ágil o processo de dimensionamento dos elementos estruturais em estudo, foram desenvolvidas em fluxograma rotinas que simulam grande parte dos cálculos manuais apresentados nesse trabalho. Desse modo, as figuras a seguir mostram as rotinas de cálculo das lajes maciças, vigas e pilares, respectivamente.

Na elaboração da rotina de cálculo das lajes, a entrada de dados consiste no valor de seu cobrimento, diâmetro das armaduras estimado, peso específico dos materiais que a compõem e suas respectivas espessuras.

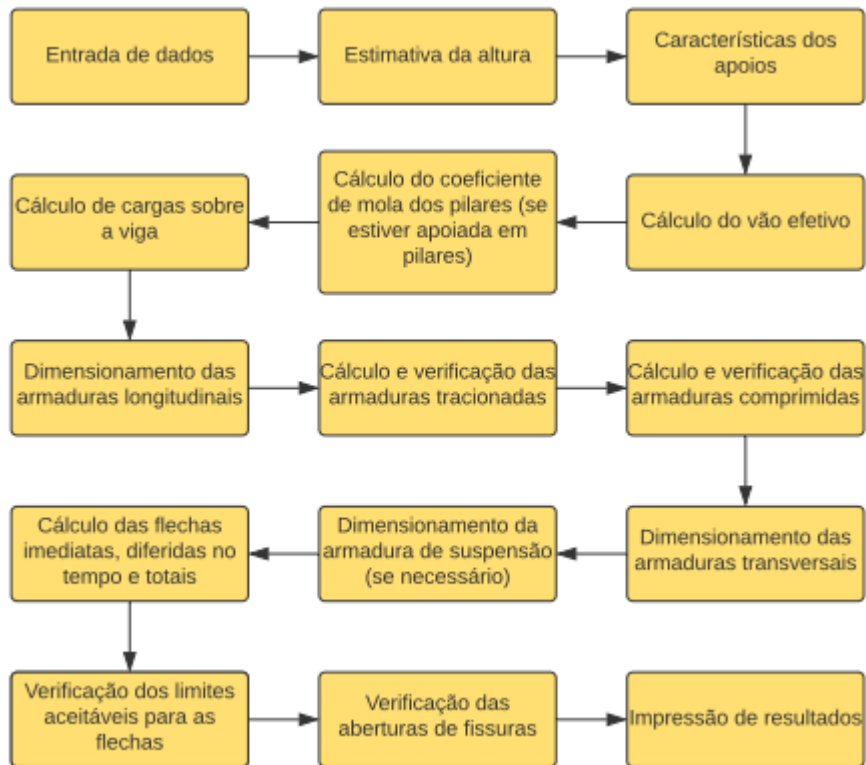
Figura 20 – Rotinas de cálculo para lajes



Fonte: Autoria própria (2021)

A rotina de cálculo aplicada em vigas se baseia no cálculo de uma seção de escolha do usuário, tal qual necessitando previamente o conhecimento dos esforços aos quais esteja submetida. Para o cálculo é necessária a inserção de dados como cobrimento, resistência característica dos materiais, dimensões da seção, diâmetro estimado das barras, esforços, carregamentos, dentre outras informações.

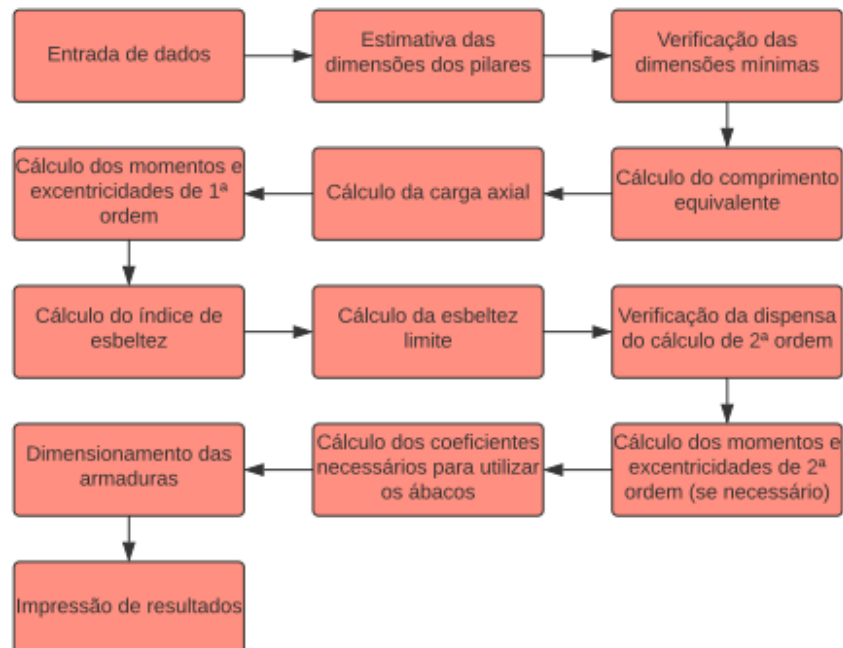
Figura 21 – Rotinas de cálculo para vigas



Fonte: Autoria própria (2021)

As rotinas desenvolvidas para auxílio no cálculo dos pilares têm como dados de entrada as dimensões do pilar e os esforços obtidos no Ftool.

Figura 22 – Rotinas de cálculo para pilares



Fonte: Autoria própria (2021)

4.13 Dimensionamento da estrutura

Para o dimensionamento da estrutura, inicialmente foi calculada a resistência à tração e compressão do concreto. Logo, para o cálculo da resistência a compressão foi utilizada a Equação 1.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25 \text{ MPa}}{1,4} = 17,9 \text{ MPa}$$

Para o cálculo da resistência à tração, foram utilizadas as Equações 4, 2 e 3, respectivamente.

$$f_{ct,m} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times (25 \text{ MPa})^{2/3} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,inf} = 0,7 \times f_{ct,m} = 0,7 \times (2,56 \text{ MPa}) = 1,79 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,sup} = 1,3 \times f_{ct,m} = 1,3 \times (2,56 \text{ MPa}) = 3,33 \text{ MPa}$$

Em seguida, calculou-se a resistência de cálculo do aço ao escoamento na tração conforme a Equação 8.

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{50 \text{ kN/cm}^2}{1,15} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Por fim, foi calculado o módulo de elasticidade secante através do cálculo do módulo de elasticidade inicial, no qual foi utilizado granito e gnaisse, logo foi considerado 1,0 para α_E . Desse modo, a Equação 6 define o módulo de elasticidade inicial e a Equação 7 define o módulo de elasticidade secante.

Assim, tem-se:

$$E_{ci} = \alpha_E \times 5600\sqrt{f_{ck}} = 1,0 \times 5600\sqrt{25} = 28000 \text{ MPa}$$

$$E_{cs} = \left(0,8 + 0,2 \times \frac{f_{ck}}{80}\right) \times E_{ci} = \left(0,8 + 0,2 \times \frac{25}{80}\right) \times 28000 = 24150 \text{ MPa}$$

Após esses cálculos, pode-se iniciar o pré-dimensionamento da estrutura, o qual é composto pelo pré-dimensionamento das lajes e das vigas. Como a estrutura

é de uma edificação de pequeno porte, não foram realizados cálculos para o pré-dimensionamento dos pilares. Dessa forma, foi adotada inicialmente a dimensão de 15x30 cm para todos os pilares.

Para o pré-dimensionamento das lajes, inicialmente foram definidas as dimensões de seu maior e menor vão pela concepção estrutural. Definidas essas dimensões, pode-se calcular o parâmetro λ , que tem a finalidade de definir se a laje é unidirecional ou bidirecional. Em seguida, foi calculada a estimativa para sua altura útil, a qual fornece uma estimativa para a espessura da laje. Dessa forma, para os cálculos, foi estimado o diâmetro de 6,3 mm para a bitola das armaduras.

No pré-dimensionamento das vigas é estimada a altura da viga. Dessa forma, foram utilizadas as equações de altura estimada máxima e altura estimada mínima. Além disso, para a estimativa da altura, procurou-se deixar a mesma para todas as seções da viga.

Finalizado o pré-dimensionamento, pode-se fazer o dimensionamento da estrutura, iniciando pelo dimensionamento de lajes, em seguida, vigas e pilares.

4.13.1 Dimensionamento das lajes maciças

No dimensionamento das lajes maciças, inicialmente, utilizou-se as alturas estimadas conforme pré-dimensionamento. No entanto, ao analisar o estado-limite de serviço, as alturas das lajes do 1º pavimento e cobertura do caso A tiveram que ser alteradas para 13 cm. Para os outros casos se manteve as mesmas alturas.

Para as ações permanentes nas lajes foram calculados o peso próprio da laje, do contrapiso, do revestimento inferior da laje e do piso, conforme quadro a seguir. Além disso, para lajes em que há carregamento de parede de alvenaria, utilizou-se o peso específico para o cálculo da alvenaria e da argamassa.

Quadro 18 – Ações permanentes nas lajes

	γ	e	g
	kN/m ³	cm	kN/m ²
Peso Próprio	25	13	3,25
		12	3,00
		8	2,00
Contrapiso	21	3,00	0,63
Piso	18	1,00	0,18

Revestimento	19	2,00	0,38
Alvenaria	14	0,19	2,66
		0,09	1,26
Argamassa	21	0,06	1,26

Legenda	
γ	Peso específico aparente
e	Espessura do material
g	Esforço permanente

Fonte: Autoria própria (2021)

Também foi prevista como carga permanente o peso da caixa d'água, na qual foi utilizada a equação:

$$g_{\text{caixa d'água}} = \frac{\gamma_{\text{água}} \times \text{Volume}_{\text{água}}}{\text{número de pilares}} \quad \text{Equação 91}$$

Onde:

$\gamma_{\text{água}}$: Peso específico da água (kN/m³);

$\text{Volume}_{\text{água}}$: Volume da água (m³).

Para lajes em que há carregamento de parede, como nas lajes L1, L2 e L3 do 1º pavimento, foi calculado seu carregamento de esforço permanente para cada caso. Além disso, foram acrescentadas cargas de forro de gesso acartonado no 1º pavimento e telha de fibrocimento de 8 mm na cobertura.

Para as ações variáveis, utilizou-se o valor de 1,5 kN/m² para regiões de circulação, quarto e banheiro, 2,5 kN/m² para região da sacada e 1,0 kN/m² para cobertura. Logo, os valores adotados para cada laje estão no quadro a seguir.

Quadro 19 – Ações variáveis utilizados para cada laje

Pavimento	Laje	q_{laje}
		kN/m ²
1º Pavimento	L1	1,50
	L2	1,50
	L3	1,50
	L4	2,50
	L5	1,50
Cobertura	L1	1,00

	L2	1,00
	L3	1,00
	L4	1,00
	L5	1,00
Caixa d'água	L1	1,00

Fonte: Autoria própria (2021)

Na verificação quanto ao estado limite de serviço, para a verificação de formação de fissuras, foi utilizado para α o valor de 1,5, por conta das seções serem retangulares. Além disso, para o cálculo da flecha limite na verificação quanto a sua deformação excessiva, utilizou-se $l/500$ para lajes com carregamento de parede e $l/250$ para as demais, sendo “ l ” a dimensão do seu maior vão, conforme quadro a seguir.

Quadro 20 – Cálculo da flecha limite

Pavimento	Laje	a_{lim}
		cm
1º Pavimento	L1	$l/500$
	L2	$l/500$
	L3	$l/500$
	L4	$l/250$
	L5	$l/250$
Cobertura	L1	$l/250$
	L2	$l/250$
	L3	$l/250$
	L4	$l/250$
	L5	$l/250$
Caixa d'água	L1	$l/250$

Fonte: Autoria própria (2021)

4.13.2 Ações na escada

Como não houve diferença na quantidade de aço e concreto utilizada na escada para cada estudo de caso e para critérios de simplificação, não foram contabilizados os materiais para análise final. No entanto, a escada influencia diretamente nas cargas sobre as vigas que a sustentam, logo foram calculadas suas ações permanentes e variáveis.

4.13.3 Dimensionamento das vigas

No dimensionamento das vigas, inicialmente, foram utilizadas as alturas estipuladas no pré-dimensionamento, no entanto, após as análises quanto ao ELU e ELS, algumas alturas tiveram que ser alteradas.

Para o cálculo das cargas sobre a viga, foi medido seu vão efetivo e calculados a rigidez à flexão dos pilares atuantes nas vigas e as cargas atuantes. Tais resultados foram inseridos no Ftool para obter seu diagrama de esforço cortante e de momento.

Para as cargas atuantes, foi calculado o carregamento de peso próprio da viga, peso próprio da parede, peso próprio do guarda-corpo da sacada, e para vigas apoiadas em vigas, a reação na viga apoiada. Além disso, foram inseridos os valores calculados anteriormente das cargas permanentes e variáveis das lajes e das lajes da escada.

Para o cálculo do guarda-corpo da sacada foi utilizado vidro laminado com espessura de 12 mm e altura de 150 cm, com seu peso específico conforme estabelecido na tabela 1.

No dimensionamento da armadura longitudinal, inicialmente foram obtidos os momentos fletores através do software Ftool e comparados com os valores obtidos do momento com relação à armadura mínima, sendo que, foi utilizado para dimensionamento o maior valor entre eles.

Em seguida, foi calculado o momento limite, a fim de definir se a viga será composta por armadura simples ou dupla. Desse modo, foram estimadas as bitolas da armadura transversal e da primeira camada da armadura longitudinal, para se obter a altura útil estimada, e assim, calcular o momento limite. Além disso, para o cálculo foi utilizado o valor de $K_{c,lim} = 2,23 \text{ cm}^2/\text{kN}$.

No cálculo da armadura de cisalhamento nas vigas, foi utilizado o modelo de cálculo II. No qual foi utilizado o maior valor da cortante solicitante de cálculo da viga, sendo que seu valor foi obtido através do Ftool.

Para a verificação quanto ao estado limite de serviço nas vigas, inicialmente foi calculado o momento de fissuração, a fim de analisar qual estágio a viga se encontra. Desse modo, como as seções são retangulares, foi adotado para α o valor de 1,5. Além disso, na verificação quanto a deformação excessiva, para a combinação quase permanente, utilizou-se o valor de 0,3 para ψ_2 . Também, na verificação quanto

a abertura de fissuras, para a combinação frequente, utilizou-se o valor de 0,4 para ψ_1 . Além disso, utilizou-se os valores de 0,68 para ξ_1 e 2 para ξ_{70} . Também, foi o utilizado para o cálculo da flecha limite a equação de deslocamento limite de $l/250$. Além disso, como as barras são nervuradas, utilizou-se 2,25 para η_1 .

4.13.4 Dimensionamento dos pilares

Para o dimensionamento dos pilares, inicialmente foram utilizadas dimensões de 15x30 cm. No entanto, a partir das verificações de dimensionamento, essas dimensões puderam ser diminuídas para 15x25 cm.

Dessa forma, o dimensionamento foi desenvolvido em função dos esforços externos solicitantes de cálculo que compreendem as forças normais (N_d) e os momentos fletores (M_{dx} e M_{dy}), tais valores foram obtidos através do Ftool.

Como as fundações não foram dimensionadas, o dimensionamento dos pilares partiu do 1º pavimento.

4.14 Quantificação de emissão de gás carbônico

O cálculo para a quantificação de emissão de CO₂, baseou-se em uma fórmula adaptada definida por Costa (2012), conforme equação a seguir.

$$\text{Emissões MT}_j = QT_j \times FP_j \times FER_j \quad \text{Equação 92}$$

Onde:

QT_j : Quantidade de produto j necessária na obra, em toneladas;

FP_j : Fator de perda do produto j, adimensional;

FER_j : Fator de emissão de CO₂ devido a utilização de produto j em edificações, em toneladas de CO₂ / tonelada de produto acabado.

Para o fator de perda do produto j e o fator de emissão de CO₂ devido à utilização de produto j em edificações, Costa (2012) também define indicadores globais de perdas de materiais na obra, por material e relação dos fatores de emissão, os quais são mostrados nos quadros a seguir.

Quadro 21 – Indicadores médios de perdas de materiais em porcentagem (%)

Identificação	Média (%)
Aço	10
Areia	76
Blocos e tijolos	17
Cimento	95
Gesso (placa acartonada)	10
Pedra	75

Fonte: Costa (2012)

Quadro 22 – Fator de emissão de CO₂ referente a cada material

Identificação	Unidade	Valor
Aço	tCO ₂ /t produto	1,845
Agregados graúdos	tCO ₂ /t produto	0,086
Agregados miúdos	tCO ₂ /t produto	0,086
Cerâmica (tijolos)	tCO ₂ /t produto	0,111
Cimento	tCO ₂ /t produto	0,652
Gesso (placas)	tCO ₂ /m ³ produto	0,766

Fonte: Costa (2012)

Para a composição de emissões de CO₂, é necessário se estabelecer uma correlação entre o traço em massa e o f_{ck} da estrutura. Neste sentido, foi utilizado o traço definido segundo Barboza e Bastos (2018) conforme quadro a seguir.

Quadro 23 – Traço em massa do concreto

Para 1 kg de cimento		
Areia kg	Pedra kg	a/c
2,65	2,75	0,57

Fonte: Barboza e Bastos (2018)

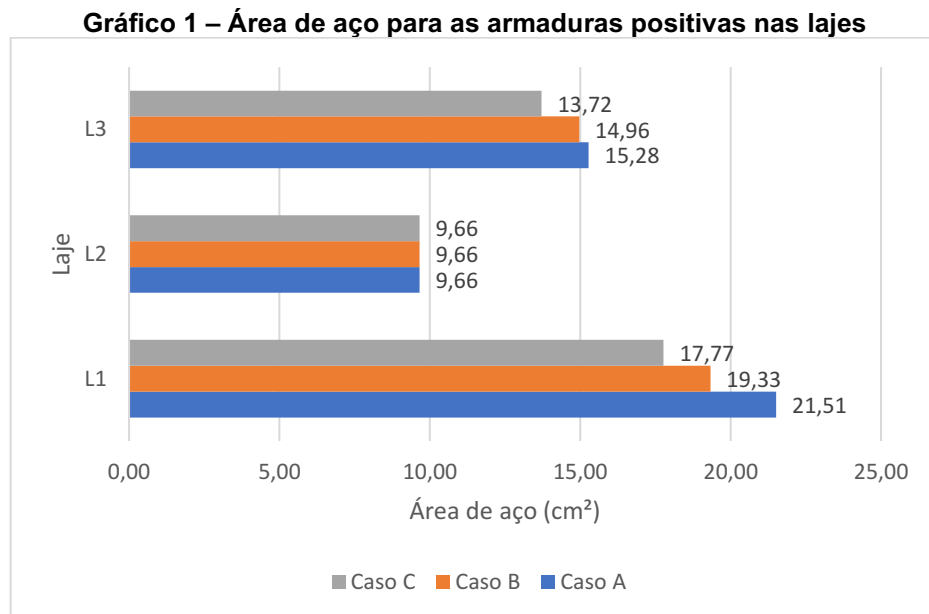
Dessa forma, para a quantificação de emissão de CO₂, analisou-se os seguintes materiais:

- Cimento, areia e brita relativos à estrutura toda;
- Aço relativo à viga V7;
- Tijolo e *drywall* relativos às paredes que foram alteradas.

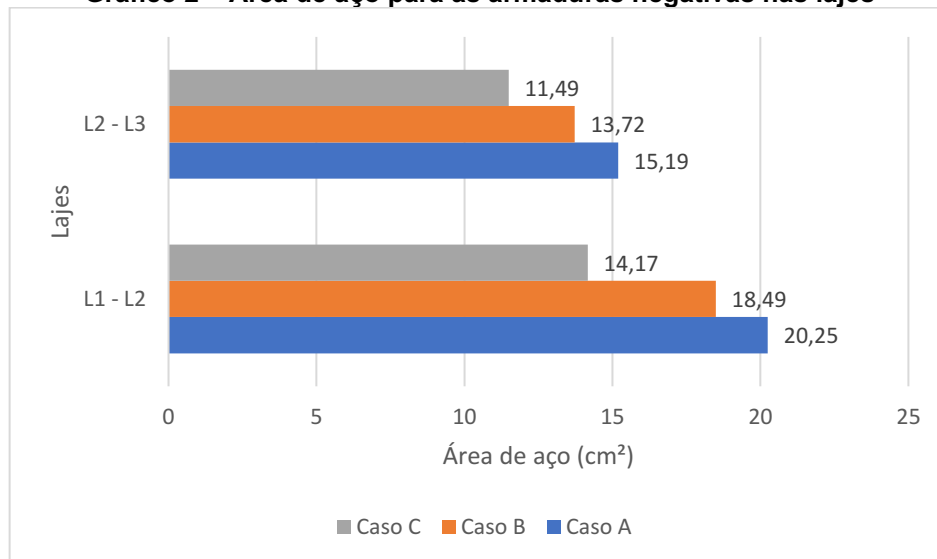
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise da área de aço das lajes

No 1º pavimento foram alteradas as cargas de parede atuantes nas lajes L1, L2 e L3, pois sobre estas estão localizadas algumas paredes, as quais foram trocadas. Dessa forma, ao verificar as características destas lajes foi possível perceber diferença na quantidade de armaduras necessárias. Dessa forma, os gráficos a seguir mostram a comparação entre as áreas de aço total para cada laje em cada caso.



Fonte: Autoria Própria (2021)

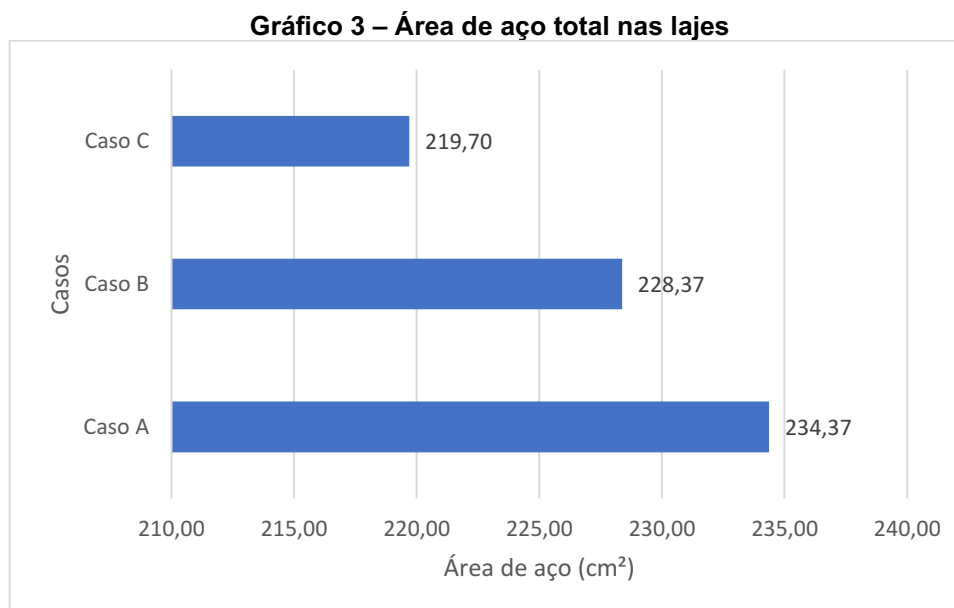
Gráfico 2 – Área de aço para as armaduras negativas nas lajes

Fonte: Autoria Própria (2021)

Conforme os gráficos, é possível observar que nas armaduras positivas da laje L2 não houve diferença entre as áreas de aço para as situações A, B e C. Isso ocorreu porque foi necessário adotar armadura mínima, por conta disso, a área de aço é a mesma.

Dessa forma, como esperado, pode-se observar que conforme o decréscimo dos carregamentos de parede, houve a diminuição dos momentos atuantes em cada caso, e conseqüentemente, a quantidade de armaduras necessárias, sendo elas negativas ou positivas, para cada laje também diminuiu, ocasionando economia de aço.

Assim, no gráfico a seguir é possível observar a economia obtida de aço nas lajes da estrutura toda relacionada a cada caso.



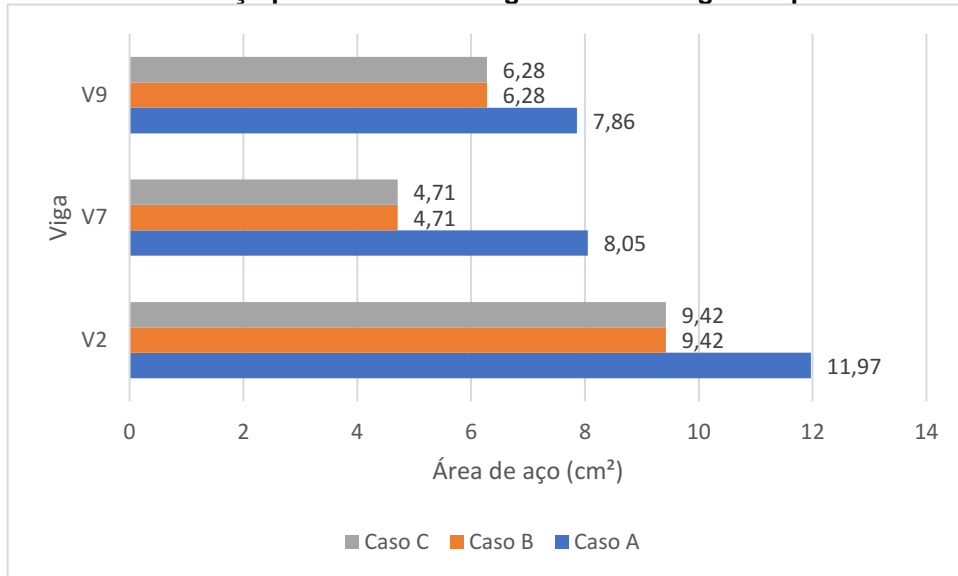
Fonte: Autoria Própria (2021)

Dessa forma, analisando a estrutura toda pode-se concluir que há uma economia de aproximadamente 2,50% da situação B com relação a situação A e de aproximadamente 4% da situação C para a situação B.

5.2 Análise da área de aço das vigas

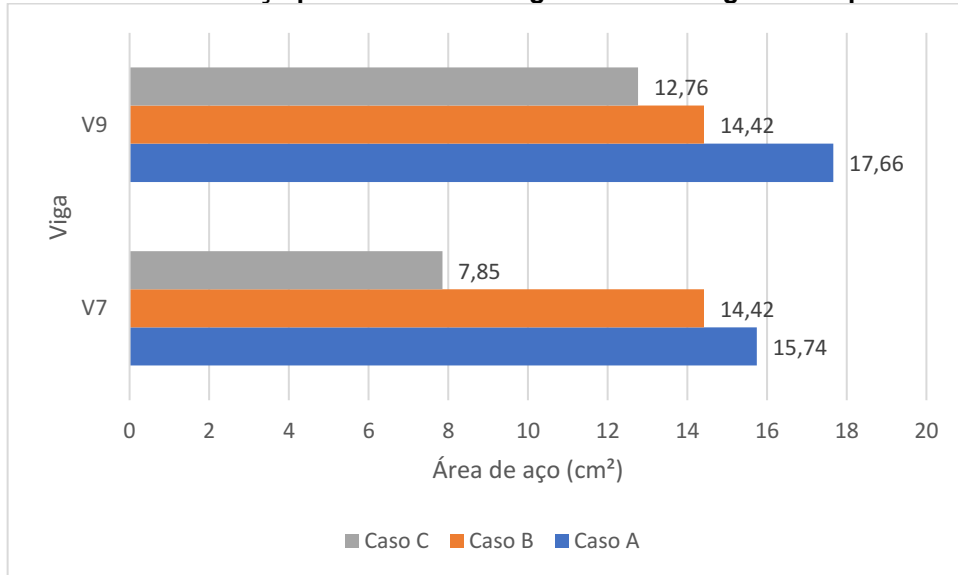
As vigas em que ocorreu alteração das cargas de parede foram: V2, V7 e V9 do pavimento térreo e V7 e V9 do primeiro pavimento. Dessa forma, o gráfico a seguir mostra a relação da área de aço da armadura longitudinal para essas vigas em cada situação.

Gráfico 4 – Área de aço para armadura longitudinal nas vigas do pavimento térreo



Fonte: Autoria Própria (2021)

Gráfico 5 – Área de aço para armadura longitudinal nas vigas do 1º pavimento

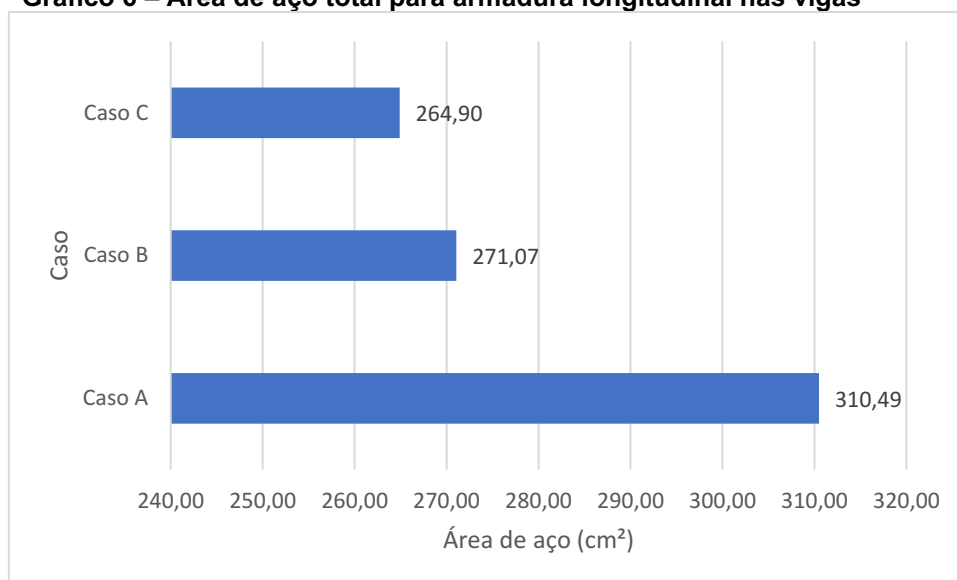


Fonte: Autoria Própria (2021)

A partir dos resultados expostos nos gráficos, é possível observar que as vigas do pavimento térreo não sofreram alteração com relação as situações B e C. Isso ocorreu por conta de que apenas o peso próprio da viga e as cargas de parede influenciaram nas cargas atuantes, logo, em ambas, essas cargas não são tão significativas. Dessa forma, foi necessária a utilização de armadura mínima. Além disso, para a situação A, inicialmente foi estimada a espessura de 12 cm, no entanto,

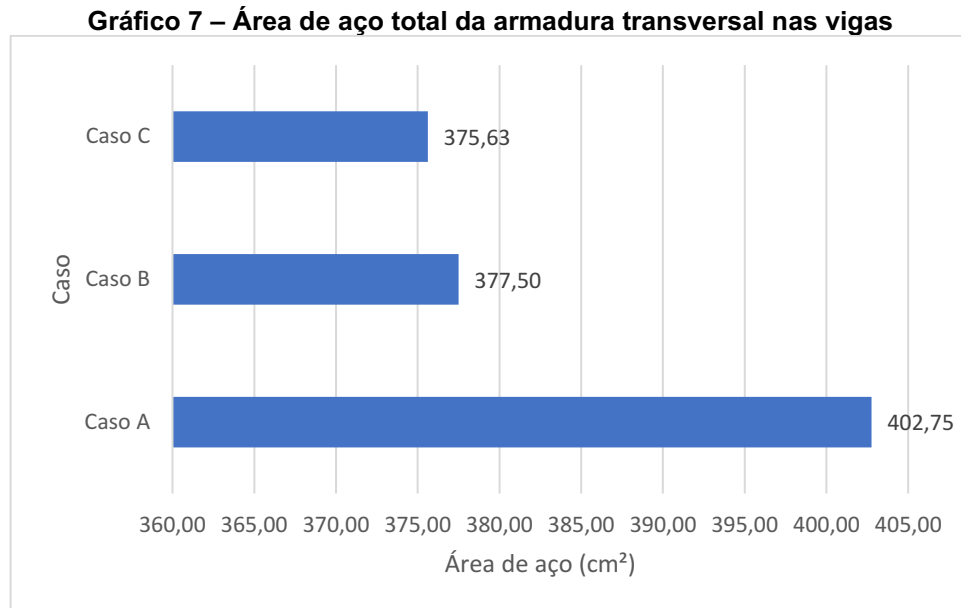
esse valor não foi atendido quanto ao estado limite de serviço. Sendo assim, houve a necessidade de aumentar em 1 cm a espessura da laje, isso influenciou diretamente no aumento das cargas atuantes, e conseqüentemente, na quantidade de armadura necessária nas vigas para essa situação. No entanto, no primeiro pavimento, houve diferenças entre as cargas atuantes, por conta da influência das lajes. Dessa forma, pode-se observar que a diminuição dos carregamentos de parede influenciou na redução das cargas das lajes, que por consequência, gerou economia de aço. Logo, é possível observar essa economia de aço na estrutura toda, na qual obteve-se uma economia de aproximadamente 13% da situação B com relação a situação A e 3% da situação C para a situação B. Os valores são mostrados no gráfico a seguir.

Gráfico 6 – Área de aço total para armadura longitudinal nas vigas



Fonte: Autoria Própria (2021)

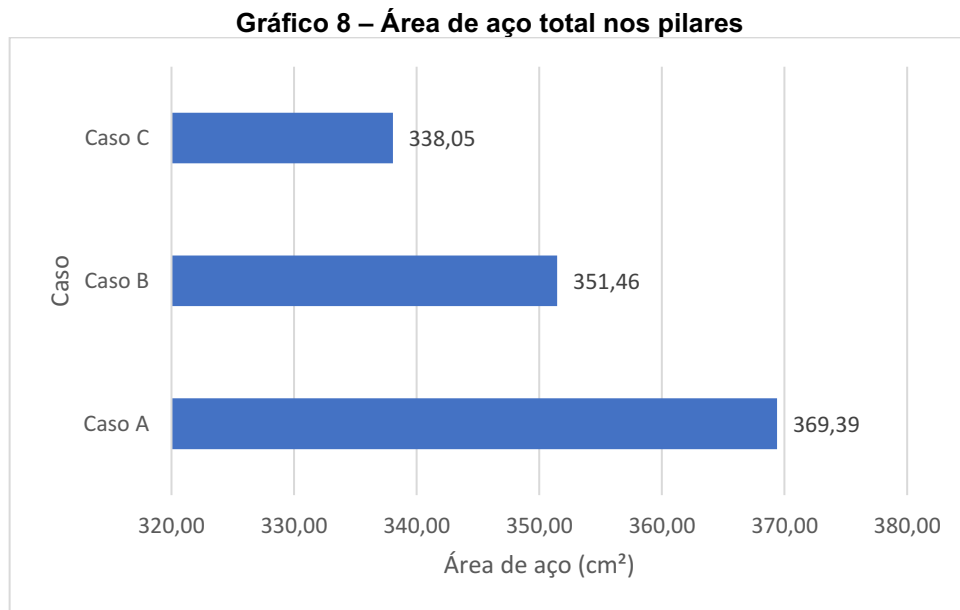
Para as armaduras transversais das vigas, obteve-se economia de aço de aproximadamente 6% para a situação B com relação a situação A. Comparando apenas as situações B e C, houve economia de 1%. Essa diferença entre as situações B e C se deu por conta de que, na utilização do *drywall*, pode-se diminuir a altura de algumas vigas, por consequência, a sua altura útil diminuiu. Dessa forma, isso influenciou na redução do espaçamento entre os estribos, acarretando na necessidade de maior quantidade de armadura. No gráfico a seguir é possível observar a comparação de área de aço de armadura transversal da estrutura toda para cada caso.



Fonte: Autoria Própria (2021)

5.3 Análise da área de aço dos pilares

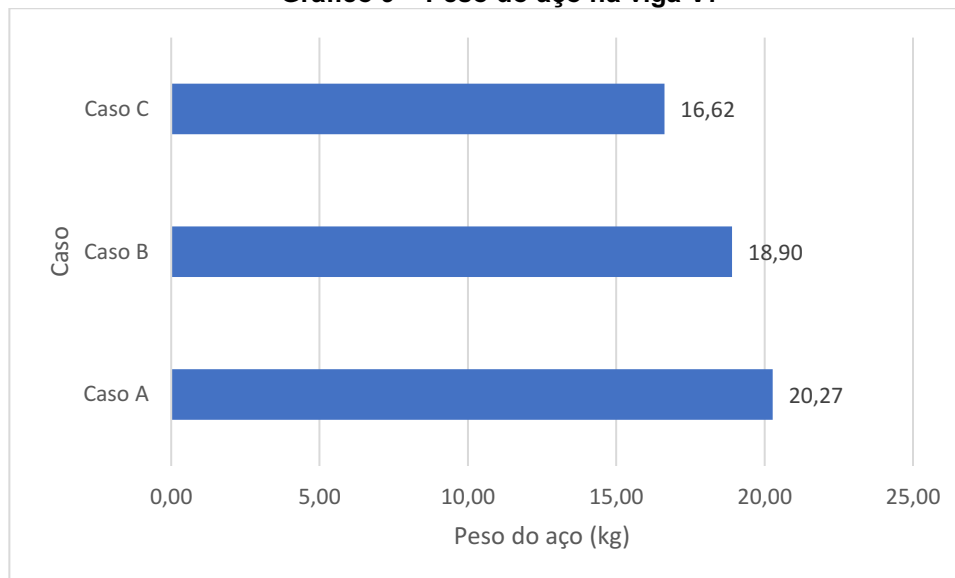
Quanto à área de aço dos pilares, é possível analisar como a redução de carregamentos influenciou na sua quantidade necessária de armadura. Dessa forma, o gráfico a seguir mostra como a área de aço reduziu para cada situação, obtendo uma redução de aproximadamente 5% da situação B com relação a situação A, e aproximadamente 4% da situação C para a situação B.



Fonte: Autoria Própria (2021)

5.4 Análise do peso do aço para a Viga V7

Para o cálculo do peso do aço foi analisada apenas a viga V7, pois nela foi trocado o carregamento de parede, além disso, foi a que apresentou maiores alterações nos diâmetros das barras das armaduras longitudinais. Dessa forma, assim como observado com relação à área de aço, obteve-se a redução do seu peso conforme os carregamentos na viga diminuem, sendo o menor peso com a utilização da parede de *drywall*. Tendo uma redução de aproximadamente 7% da situação B com relação a situação A e aproximadamente 12% da situação C para a situação B. Os valores obtidos estão no gráfico a seguir.

Gráfico 9 – Peso do aço na viga V7

Fonte: Autoria Própria (2021)

5.5 Análise de redução de concreto

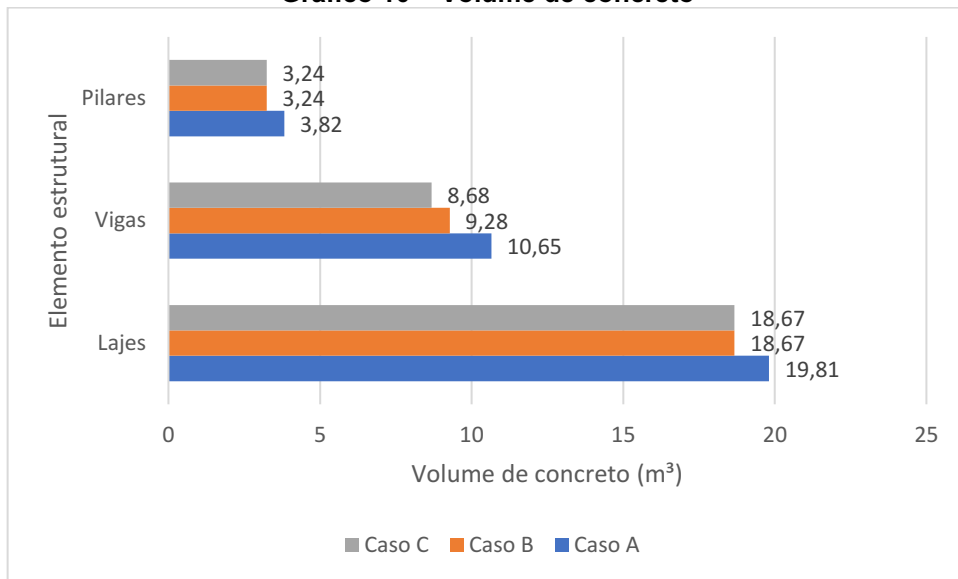
Para o volume de concreto nas lajes, pode-se observar que como a concepção estrutural é a mesma para as três situações e as lajes das situações B e C têm a mesma espessura, não houve diferença de volume de concreto entre elas. No entanto, como as lajes da situação A obtiveram um acréscimo de 1 cm na espessura e suas dimensões mudaram por conta da espessura de algumas vigas se diferenciarem com relação aos outros casos, seu volume aumentou.

No entanto, para as vigas houve diferenças entre todos os casos. Sendo que, obteve-se menor volume de concreto com a utilização de paredes de *drywall*.

Além disso, para os pilares, assim como nas lajes, obteve-se diferença apenas na situação A. Isso ocorreu porque nas situações B e C foram utilizadas as dimensões mínimas dos pilares de 15x25 cm, em contrapartida, no caso A foram utilizadas dimensões de 25x25 para o fechamento das paredes de 25 cm de espessura.

Dessa forma, o gráfico a seguir mostra os resultados obtidos de volume de concreto relacionado a cada elemento estrutural para cada situação.

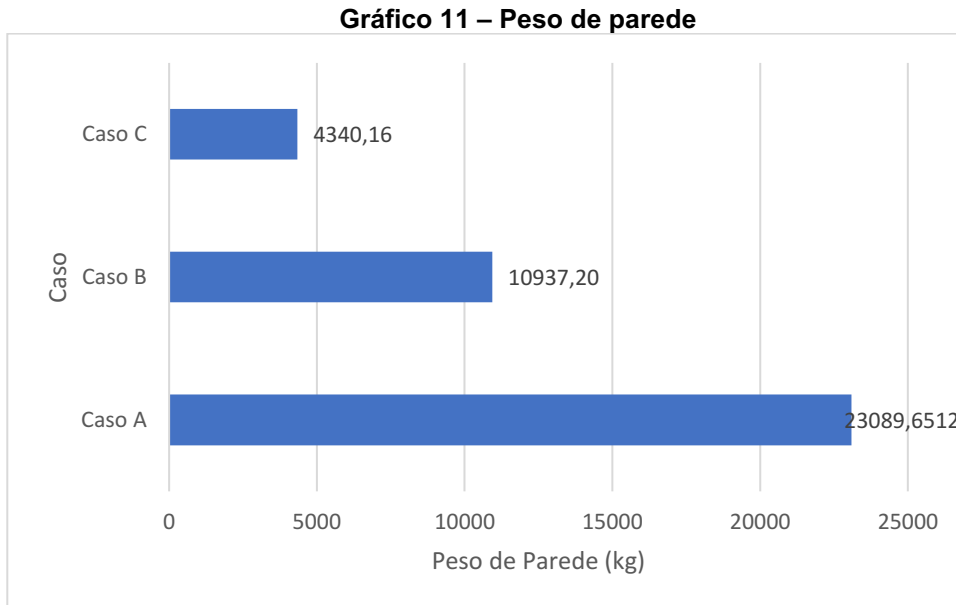
Gráfico 10 – Volume de concreto



Fonte: Autoria Própria (2021)

5.6 Análise de redução das cargas de parede

Como o *drywall* apresenta como característica positiva baixo peso específico, apresentando um alívio de cargas na estrutura, pode-se observar a maior redução das cargas de parede para a situação C. O gráfico a seguir mostra os resultados obtidos do peso de parede para cada situação, sendo que foram analisadas apenas as paredes que houve a troca de cargas.



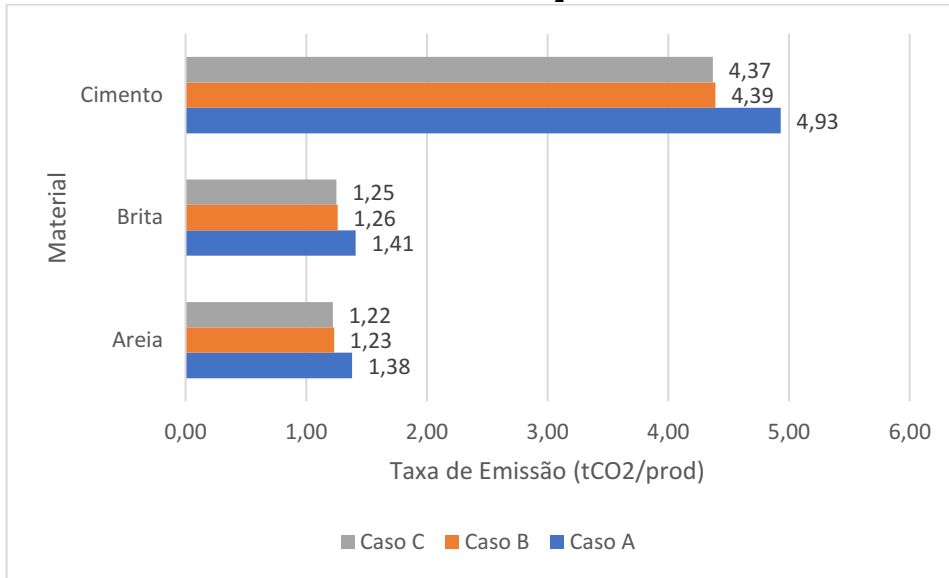
Fonte: Autoria Própria (2021)

A partir do gráfico pode-se observar uma diferença de aproximadamente 53% da situação B para a situação A e 60% da situação C para a situação B. Logo, conclui-se que a diminuição dessas cargas impacta diretamente na fundação, que consequentemente, apresentará redução de aço e concreto, fornecendo maior economia na obra.

5.7 Análise quanto à taxa de emissão de gás carbônico

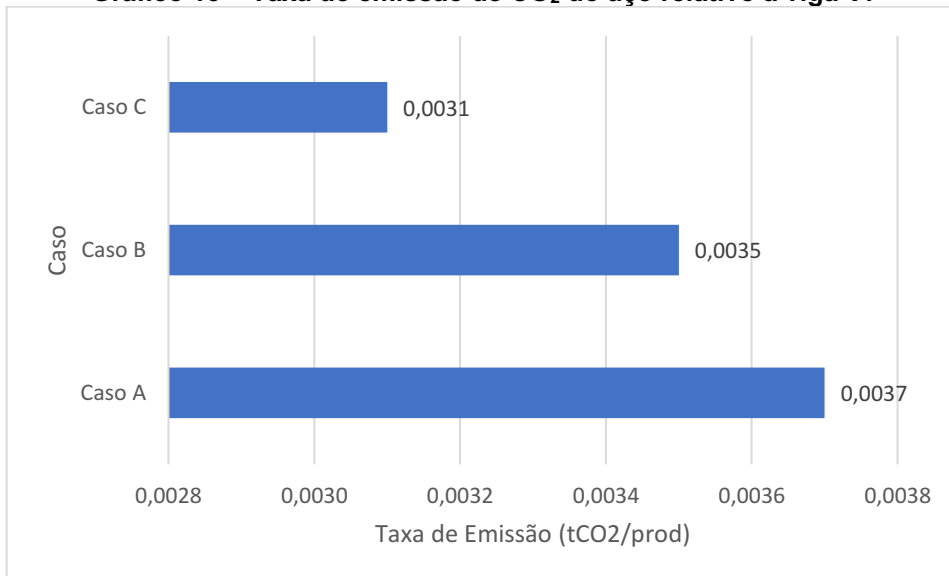
Os gráficos a seguir mostram a comparação da taxa de emissão de gás carbônico relativa a cada caso.

Gráfico 12 – Taxa de emissão de CO₂ relativa à estrutura toda

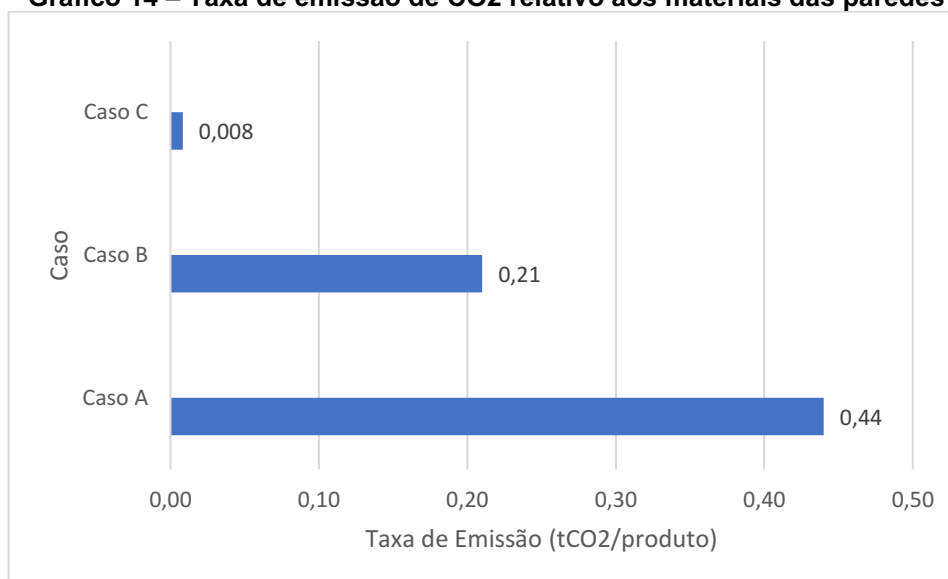


Fonte: Autoria Própria (2021)

Gráfico 13 – Taxa de emissão de CO₂ do aço relativo à viga V7



Fonte: Autoria Própria (2021)

Gráfico 14 – Taxa de emissão de CO2 relativo aos materiais das paredes

Fonte: Autoria Própria (2021)

A partir dos resultados obtidos é possível observar que o alívio de cargas na estrutura, a qual fornece redução de aço e concreto, pode reduzir a emissão de gás carbônico. No entanto, a redução mais significativa se diz respeito ao emprego do material, sendo que o emprego do *drywall*, além de provocar a redução de cargas, ocasiona redução de emissão de 98% comparado ao tijolo assentado na dimensão de 19 cm e 96% ao tijolo assentado na dimensão de 9 cm.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração desse trabalho permitiu expandir os conhecimentos sobre concreto armado além de consolidá-los. Dessa forma, a aplicação da abordagem manual para o dimensionamento da estrutura, possibilitou maior facilidade em controlar os processos executados.

Diante disso, foi selecionado o projeto arquitetônico de uma edificação de dois pavimentos para a realização das comparações desejadas, a fim de analisar se há redução de materiais para uma edificação de pequeno porte na utilização de tijolo disposto de duas formas: assentado a 9 cm e 19 cm, e com relação à troca de material para o *drywall*. Em posse desses dados, foram calculados três projetos estruturais para a mesma edificação, sendo que a única diferença entre ambos se referia aos carregamentos aplicados em certos elementos estruturais, causados pela utilização de distintos tipos de vedações vertical interna.

As diferenças estruturais resultantes da comparação dos projetos elaborados foram observadas a partir das análises de área de aço e volume de concreto dos elementos analisados. Dessa forma, foi possível perceber como a redução de carregamentos na estrutura impacta no consumo de materiais e na taxa de emissão de CO₂.

Assim, foi possível observar que, mesmo a edificação sendo de pequeno porte, o tijolo assentado na sua maior dimensão, acarreta maior consumo de aço e concreto, comparado ao tijolo assentado na sua menor dimensão. No entanto, a troca da alvenaria convencional para o *drywall*, proporciona a maior redução de materiais, além de reduzir significativamente a emissão de gás carbônico.

Nesse sentido, pode-se concluir que a escolha do sistema de vedação vertical interna de uma edificação pode impactar nas características e custos de uma estrutura. Dessa forma, a busca por novos sistemas construtivos, visando a obtenção de ganhos de produtividade por meio de modelos alternativos e proporcionando uma edificação mais sustentável demonstram redução de materiais para a edificação e significativo combate ao agravamento das condições ecológicas.

Recomenda-se para trabalhos futuros dimensionar a fundação e realizar o detalhamento da estrutura, a fim de analisar a redução de peso de aço total. Também, desenvolver uma análise orçamentária para identificar o impacto das variações de

consumo de materiais, além de analisar a redução de mão de obra, de desperdício e tempo de execução.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12142**: Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222**: Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522-1**: Concreto endurecido – Determinação dos módulos de elasticidade e de deformação Parte 1: Módulos estáticos à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e seguranças estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- BAHIA, Luiz; PINHEIRO, Bruno. **Evolução dos índices de tecnologia dos complexos têxtil e construção civil no Brasil (1995-2009)**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017.
- BARBOSA, E. M. L. **Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall**. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, Edição nº 10, 2015.

BARBOZA, M. R. **Concepção e análise de estruturas de edifícios em concreto armado**. 2008. Relatório Final de Iniciação Científica (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2008.

BARBOZA, Marcos Robiati. **Concepção e Análise de Estruturas de Edifícios em Concreto Armado**. 2008. Relatório Final de Iniciação Científica (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

BARBOZA, M. R.; BASTOS, P. S. **Traços de Concreto para Obras de Pequeno Porte**. Bauru: UNESP, 2018.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Dimensionamento de Vigas de Concreto Armado à Força Cortante**. Bauru: UNESP, 2021.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Flexão Normal Simples – Vigas**. Bauru: UNESP, 2020.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2019.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2021.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2021.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Pilares de Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2017.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Vigas de Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2017.

BAUER, Luiz A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa Brasil**. 5. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-aneais-de-emissoes-gee/arquivos/livro_digital_5ed_estimativas_aneais.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2021.

BRASIL. Ministério Da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **Inventário Brasileiro das Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Brasília: MCTIC, 2009.

CARDOSO, R. V. P. **Projeto estrutural em concreto armado**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de

Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/115444>>. Acesso em: 26 out. 2021.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado**. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2008.

COSTA, B. L. C. **Quantificação das Emissões de CO2 geradas na produção de materiais utilizados na construção civil**. Rio de Janeiro, 2012.

COSTA, L. F.; PEREIRA, F. **Análise das cargas em um edifício de concreto armado, quando comparado a utilização de paredes de vedação interna de alvenaria convencional e drywall**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL. Acesso em: 14 dez. 2021.

DEICHMANN, A. **Projeto estrutural em concreto armado de uma residência unifamiliar de dois pavimentos**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171374>>. Acesso em: 28 out. 2021.

DOMINGOS, Ana Rosa; MANDAIO, Daiane Campiol; GIDRÃO, Gustavo de Miranda Saleme. Correlação entre emissão de CO2 e parâmetros de projeto estrutural para um edifício em concreto armado. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 12, n. 3, p. 193-204, out. 2020. Disponível em:
<<https://www.revistas.uepg.br/index.php/ret/article/download/15283/209209213717>>. Acesso em: 09 nov. 2021.

FERNANDES, D. S.; PORTO, T, B. **Curso básico de concreto armado**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2015.

FORTES, A. S; SILVA, L. C. S. **A utilização do Drywall como método de redução de cargas e custos em estruturas de concreto armado**. Monografia (Graduação). Universidade Católica de Salvador. Salvador, 2009.

FRANCO, L. S. **O desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações verticais**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998, São Paulo. Anais... São Paulo, EPUSP/PCC, 1998 P.95-112.

GILBERT, A. M.; LEET, K. M.; UANG, C. **Fundamentos da análise estrutural**. 3.ed. Nova Iorque: AMGH Editora, 2009.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2011.

ISAIA, Geraldo C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 1 ed. São Paulo: Editora Geraldo c. Isaia, 2007.

LESSA, G. A. D. T. **Drywall em edificações residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2005.

LIMA, P. V. M C.; MAIORANO, C, C. **Estudo comparativo entre alvenaria de bloco cerâmico de vedação e a tecnologia drywall para ambientes internos**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário CESMAC, 2017.

MEDEIROS, M. **Vedações Verticais (Parte 1)**. Grupo de Materiais de Construção. Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

MELGES, José Luiz Pinheiro; PINHEIRO, Libânio Miranda; GIONGO, José Samuel. **Concreto Armado: Escadas**. São Carlos: USP, 1997.

NEVILLE, Adam; Brooks, J. J. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Brookman, 2013.

NUNES, Heloa Palma. **Estudo da aplicação do *drywall* em edificação vertical**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

OLIVEIRA, H. L. **Modelos numéricos aplicados à análise viscoelástica linear e à otimização topológica probabilística de estruturas bidimensionais: uma abordagem pelo Método dos Elementos de Contorno**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

OLIVEIRA, Nicolle de. **Análise estrutural comparando a aplicação da alvenaria de blocos cerâmicos e *drywall* como sistemas de vedação vertical interna de uma edificação**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

PINHEIRO, L. M. **Estruturas de concreto: ábacos para flexão oblíqua**. São Carlos: USP, 2009.

PINHEIRO, Libânio M. **Tabelas de Lajes**. São Carlos, USP, 2007.

PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2007.

SABBATINI, F.H. **Notas de aula da disciplina de Tecnologia da Construção de Edifícios**. São Paulo: EPUSP-PCC, 2003.

SABBATINI, F.H. **O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado.** In; I Seminário Tecnologia Gestão na Produção de Edifícios, Vedações Verticais, São Paulo; EPUSP, 1998. P. 21-48.

SANTOS, L. C. F. **Avaliação de impactos ambientais da construção: comparação entre sistemas construtivos em alvenaria e em wood light frame.** Monografia (Especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

SILVA, L. D. **Técnicas e procedimentos para assentamento de alvenaria de vedação e estrutural.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2007.

SILVA, Margarete Maria Araújo. **Diretrizes Para o Projeto de Alvenaria de Vedação.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/publico/DissertacaoMargarete.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2021.

STAFFORD, F. N. et al. Advances and challenges for the co-processing in Latin American cement industry. **Procedia Materials Science**, v. 9, p. 571-577, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211812815002163>>. Acesso em: 09 nov. 2021.

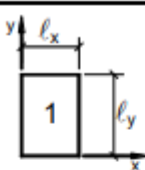
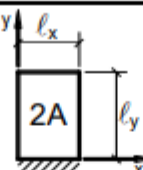
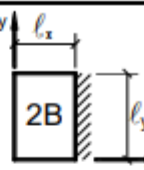
TANIGUTI, Eliana Kimie. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14112001-163706/publico/tdefinal.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. **Estudo das Vigas:** Flexão Normal Simples. Ilha Solteira: UNESP, 2015.

VENTURINI, W. S.; RODRIGUES, R. O. de. **Dimensionamento de peças retangulares de concreto armado solicitadas à flexão reta.** São Carlos: USP, 1987.

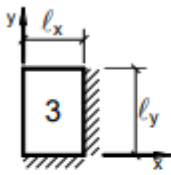
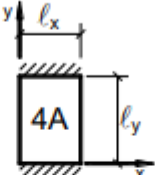
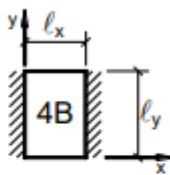
VIEIRA, Hélio Flavio. **Logística Aplicada à Construção Civil:** como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo: Editora Pini, 2006.

ANEXO A – Momentos Fletores em Lajes com Carga Uniforme

Tabela A-8									
MOMENTOS FLETORES EM LAJES COM CARGA UNIFORME									
Tipo									Tipo
$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	μ_x	μ_y	μ_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$
1,00	4,23	4,23	2,91	3,54	8,40	3,54	8,40	2,91	1,00
1,05	4,62	4,25	3,26	3,64	8,79	3,77	8,79	2,84	1,05
1,10	5,00	4,27	3,61	3,74	9,18	3,99	9,17	2,76	1,10
1,15	5,38	4,25	3,98	3,80	9,53	4,19	9,49	2,68	1,15
1,20	5,75	4,22	4,35	3,86	9,88	4,38	9,80	2,59	1,20
1,25	6,10	4,17	4,72	3,89	10,16	4,55	10,06	2,51	1,25
1,30	6,44	4,12	5,09	3,92	10,41	4,71	10,32	2,42	1,30
1,35	6,77	4,06	5,44	3,93	10,64	4,86	10,54	2,34	1,35
1,40	7,10	4,00	5,79	3,94	10,86	5,00	10,75	2,25	1,40
1,45	7,41	3,95	6,12	3,91	11,05	5,12	10,92	2,19	1,45
1,50	7,72	3,89	6,45	3,88	11,23	5,24	11,09	2,12	1,50
1,55	7,99	3,82	6,76	3,85	11,39	5,34	11,23	2,04	1,55
1,60	8,26	3,74	7,07	3,81	11,55	5,44	11,36	1,95	1,60
1,65	8,50	3,66	7,28	3,78	11,67	5,53	11,48	1,87	1,65
1,70	8,74	3,58	7,49	3,74	11,79	5,61	11,60	1,79	1,70
1,75	8,95	3,53	7,53	3,69	11,88	5,68	11,72	1,74	1,75
1,80	9,16	3,47	7,56	3,63	11,96	5,75	11,84	1,68	1,80
1,85	9,35	3,38	8,10	3,58	12,05	5,81	11,94	1,67	1,85
1,90	9,54	3,29	8,63	3,53	12,14	5,86	12,03	1,59	1,90
1,95	9,73	3,23	8,86	3,45	12,17	5,90	12,08	1,54	1,95
2,00	9,91	3,16	9,08	3,36	12,20	5,94	12,13	1,48	2,00
> 2,00	12,50	3,16	12,50	3,36	12,20	7,03	12,50	1,48	> 2,00

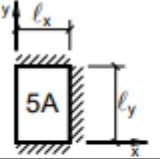
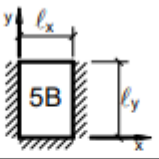
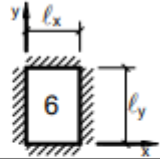
Valores extraídos de BARES e adaptada por PINHEIRO (1994).

$M = \mu \frac{p l_x^2}{100}$ $p =$ carga uniforme $l_x =$ menor vão

Tabela A-9											
MOMENTOS FLETORES EM LAJES COM CARGA UNIFORME											
Tipo											Tipo
$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	$\lambda = \frac{l_y}{l_x}$
1,00	2,69	6,99	2,69	6,99	2,01	3,09	6,99	3,09	6,99	2,01	1,00
1,05	2,94	7,43	2,68	7,18	2,32	3,23	7,43	3,22	7,20	1,92	1,05
1,10	3,19	7,87	2,67	7,36	2,63	3,36	7,87	3,35	7,41	1,83	1,10
1,15	3,42	8,28	2,65	7,50	2,93	3,46	8,26	3,46	7,56	1,73	1,15
1,20	3,65	8,69	2,62	7,63	3,22	3,56	8,65	3,57	7,70	1,63	1,20
1,25	3,86	9,03	2,56	7,72	3,63	3,64	9,03	3,66	7,82	1,56	1,25
1,30	4,06	9,37	2,50	7,81	3,99	3,72	9,33	3,74	7,93	1,49	1,30
1,35	4,24	9,65	2,45	7,88	4,34	3,77	9,69	3,80	8,02	1,41	1,35
1,40	4,42	9,93	2,39	7,94	4,69	3,82	10,00	3,86	8,11	1,33	1,40
1,45	4,58	10,17	2,32	8,00	5,03	3,86	10,25	3,91	8,13	1,26	1,45
1,50	4,73	10,41	2,25	8,06	5,37	3,90	10,49	3,96	8,15	1,19	1,50
1,55	4,86	10,62	2,16	8,09	5,70	3,90	10,70	4,00	8,20	1,14	1,55
1,60	4,99	10,82	2,07	8,12	6,03	3,89	10,91	4,04	8,25	1,08	1,60
1,65	5,10	10,99	1,99	8,14	6,35	3,85	11,08	4,07	8,28	1,03	1,65
1,70	5,21	11,16	1,91	8,15	6,67	3,81	11,24	4,10	8,30	0,98	1,70
1,75	5,31	11,30	1,85	8,16	6,97	3,79	11,39	4,12	8,31	0,95	1,75
1,80	5,40	11,43	1,78	8,17	7,27	3,76	11,53	4,14	8,32	0,91	1,80
1,85	5,48	11,55	1,72	8,17	7,55	3,72	11,65	4,15	8,33	0,87	1,85
1,90	5,56	11,67	1,66	8,18	7,82	3,67	11,77	4,16	8,33	0,83	1,90
1,95	5,63	11,78	1,63	8,19	8,09	3,60	11,83	4,16	8,33	0,80	1,95
2,00	5,70	11,89	1,60	8,20	8,35	3,52	11,88	4,17	8,33	0,76	2,00
> 2,00	7,03	12,50	1,60	8,20	12,50	3,52	11,88	4,17	8,33	0,76	> 2,00

Valores extraídos de BARES e adaptada por PINHEIRO (1994).

$M = \mu \frac{p l_x^2}{100}$ $p =$ carga uniforme $l_x =$ menor vão

Tabela A-10													
MOMENTOS FLETORES EM LAJES COM CARGA UNIFORME													
Tipo													Tipo
	$\lambda = \frac{\ell_y}{\ell_x}$	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	μ_x	μ'_x	μ_y	
1,00	2,02	5,46	2,52	6,17	2,52	6,17	2,02	5,46	2,02	5,15	2,02	5,15	1,00
1,05	2,27	5,98	2,56	6,46	2,70	6,47	1,97	5,56	2,22	5,50	2,00	5,29	1,05
1,10	2,52	6,50	2,60	6,75	2,87	6,76	1,91	5,65	2,42	5,85	1,98	5,43	1,10
1,15	2,76	7,11	2,63	6,97	3,02	6,99	1,84	5,70	2,65	6,14	1,94	5,51	1,15
1,20	3,00	7,72	2,65	7,19	3,16	7,22	1,77	5,75	2,87	6,43	1,89	5,59	1,20
1,25	3,23	8,31	2,64	7,36	3,28	7,40	1,70	5,75	2,97	6,67	1,83	5,64	1,25
1,30	3,45	8,89	2,61	7,51	3,40	7,57	1,62	5,76	3,06	6,90	1,77	5,68	1,30
1,35	3,66	9,47	2,57	7,63	3,50	7,70	1,55	5,75	3,19	7,09	1,71	5,69	1,35
1,40	3,86	10,05	2,53	7,74	3,59	7,82	1,47	5,74	3,32	7,28	1,65	5,70	1,40
1,45	4,05	10,63	2,48	7,83	3,67	7,91	1,41	5,73	3,43	7,43	1,57	5,71	1,45
1,50	4,23	11,21	2,43	7,91	3,74	8,00	1,35	5,72	3,53	7,57	1,49	5,72	1,50
1,55	4,39	11,79	2,39	7,98	3,80	8,07	1,29	5,69	3,61	7,68	1,43	5,72	1,55
1,60	4,55	12,37	2,34	8,02	3,86	8,14	1,23	5,66	3,69	7,79	1,36	5,72	1,60
1,65	4,70	12,95	2,28	8,03	3,91	8,20	1,18	5,62	3,76	7,88	1,29	5,72	1,65
1,70	4,84	13,53	2,22	8,10	3,95	8,25	1,13	5,58	3,83	7,97	1,21	5,72	1,70
1,75	4,97	14,11	2,15	8,13	3,99	8,30	1,07	5,56	3,88	8,05	1,17	5,72	1,75
1,80	5,10	14,69	2,08	8,17	4,02	8,34	1,00	5,54	3,92	8,12	1,13	5,72	1,80
1,85	5,20	15,27	2,02	8,16	4,05	8,38	0,97	5,55	3,96	8,18	1,07	5,72	1,85
1,90	5,30	15,85	1,96	8,14	4,08	8,42	0,94	5,56	3,99	8,24	1,01	5,72	1,90
1,95	5,40	16,43	1,88	8,13	4,10	8,45	0,91	5,60	4,02	8,29	0,99	5,72	1,95
2,00	5,50	17,01	1,80	8,12	4,12	8,47	0,88	5,64	4,05	8,33	0,96	5,72	2,00
> 2,00	7,03	12,50	1,80	8,12	4,17	8,33	0,88	5,64	4,17	8,33	0,96	5,72	> 2,00

Valores extraídos de BARES e adaptada por PINHEIRO (1994).

$M = \mu \frac{p \ell_x^2}{100}$ $p =$ carga uniforme $\ell_x =$ menor vão

ANEXO B – Flechas em Lajes com Carga Uniforme

Tabela A-1									
FLECHAS EM LAJES COM CARGA UNIFORME – VALORES DE α									
$\lambda = \frac{\ell_y}{\ell_x}$	Tipo de Laje								
	1	2A	2B	3	4A	4B	5A	5B	6
1,00	4,76	3,26	3,26	2,46	2,25	2,25	1,84	1,84	1,49
1,05	5,26	3,68	3,48	2,72	2,60	2,35	2,08	1,96	1,63
1,10	5,74	4,11	3,70	2,96	2,97	2,45	2,31	2,08	1,77
1,15	6,20	4,55	3,89	3,18	3,35	2,53	2,54	2,18	1,90
1,20	6,64	5,00	4,09	3,40	3,74	2,61	2,77	2,28	2,02
1,25	7,08	5,44	4,26	3,61	4,14	2,68	3,00	2,37	2,14
1,30	7,49	5,88	4,43	3,80	4,56	2,74	3,22	2,46	2,24
1,35	7,90	6,32	4,58	3,99	5,01	2,77	3,42	2,53	2,34
1,40	8,29	6,74	4,73	4,15	5,41	2,80	3,62	2,61	2,41
1,45	8,67	7,15	4,87	4,31	5,83	2,85	3,80	2,67	2,49
1,50	9,03	7,55	5,01	4,46	6,25	2,89	3,98	2,73	2,56
1,55	9,39	7,95	5,09	4,61	6,66	2,91	4,14	2,78	2,62
1,60	9,71	8,32	5,18	4,73	7,06	2,92	4,30	2,82	2,68
1,65	10,04	8,68	5,22	4,86	7,46	2,92	4,45	2,83	2,73
1,70	10,34	9,03	5,26	4,97	7,84	2,93	4,59	2,84	2,77
1,75	10,62	9,36	5,36	5,06	8,21	2,93	4,71	2,86	2,81
1,80	10,91	9,69	5,46	5,16	8,58	2,94	4,84	2,88	2,85
1,85	11,16	10,00	5,53	5,25	8,93	2,94	4,96	2,90	2,88
1,90	11,41	10,29	5,60	5,33	9,25	2,95	5,07	2,92	2,90
1,95	11,65	10,58	5,68	5,41	9,58	2,95	5,17	2,94	2,93
2,00	11,89	10,87	5,76	5,49	9,90	2,96	5,28	2,96	2,96
∞	15,63	15,63	6,50	6,50	15,63	3,13	6,50	3,13	3,13

Valores extraídos de BARES e adaptada por PINHEIRO (1994)

$$a_i = \frac{\alpha p \ell_x^4}{12 EI}$$

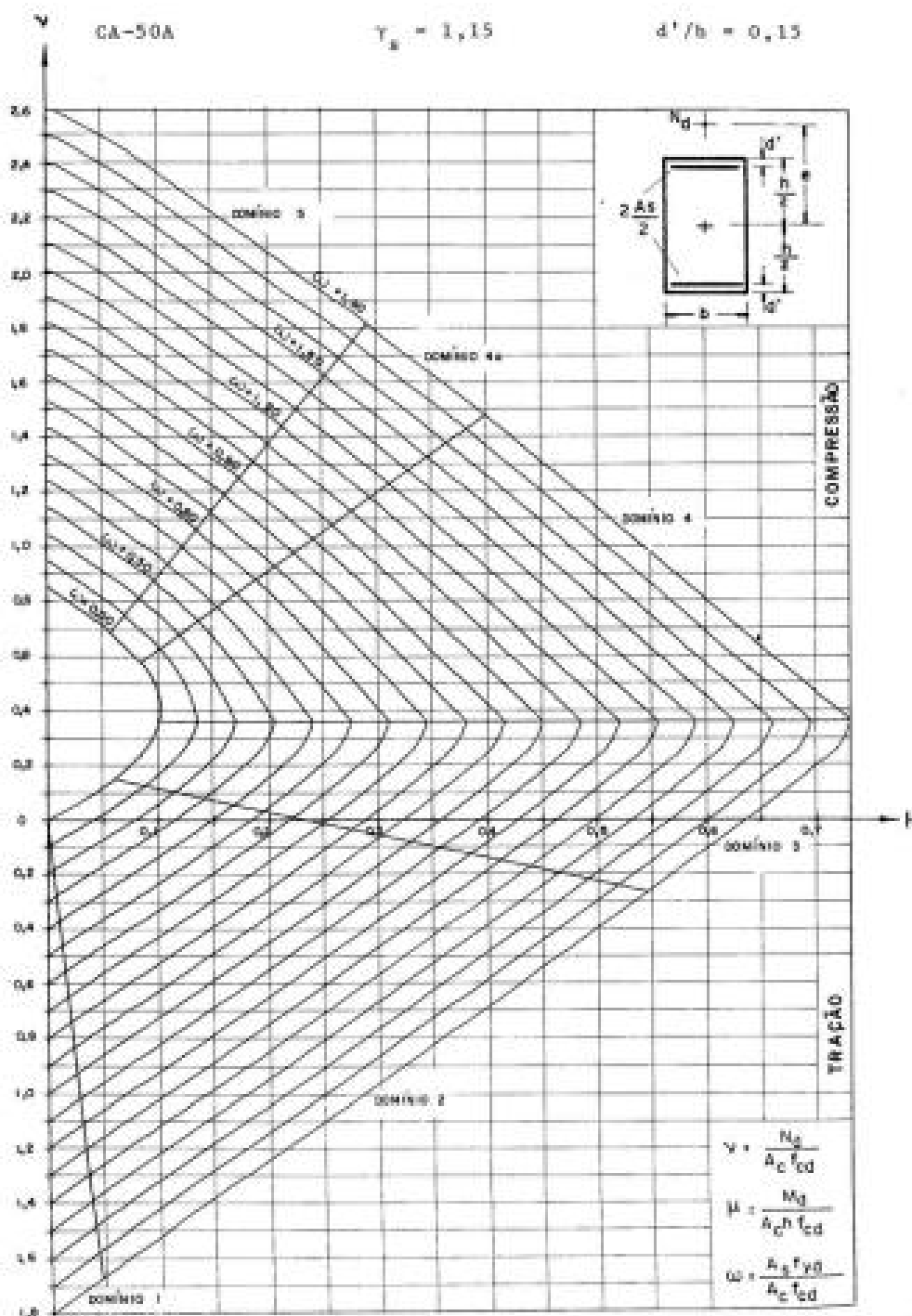
p = carga uniforme ℓ_x = menor vão ℓ_y = maior vão
E = módulo elasticidade h = altura da laje

ANEXO C – Flexão simples em seção retangular

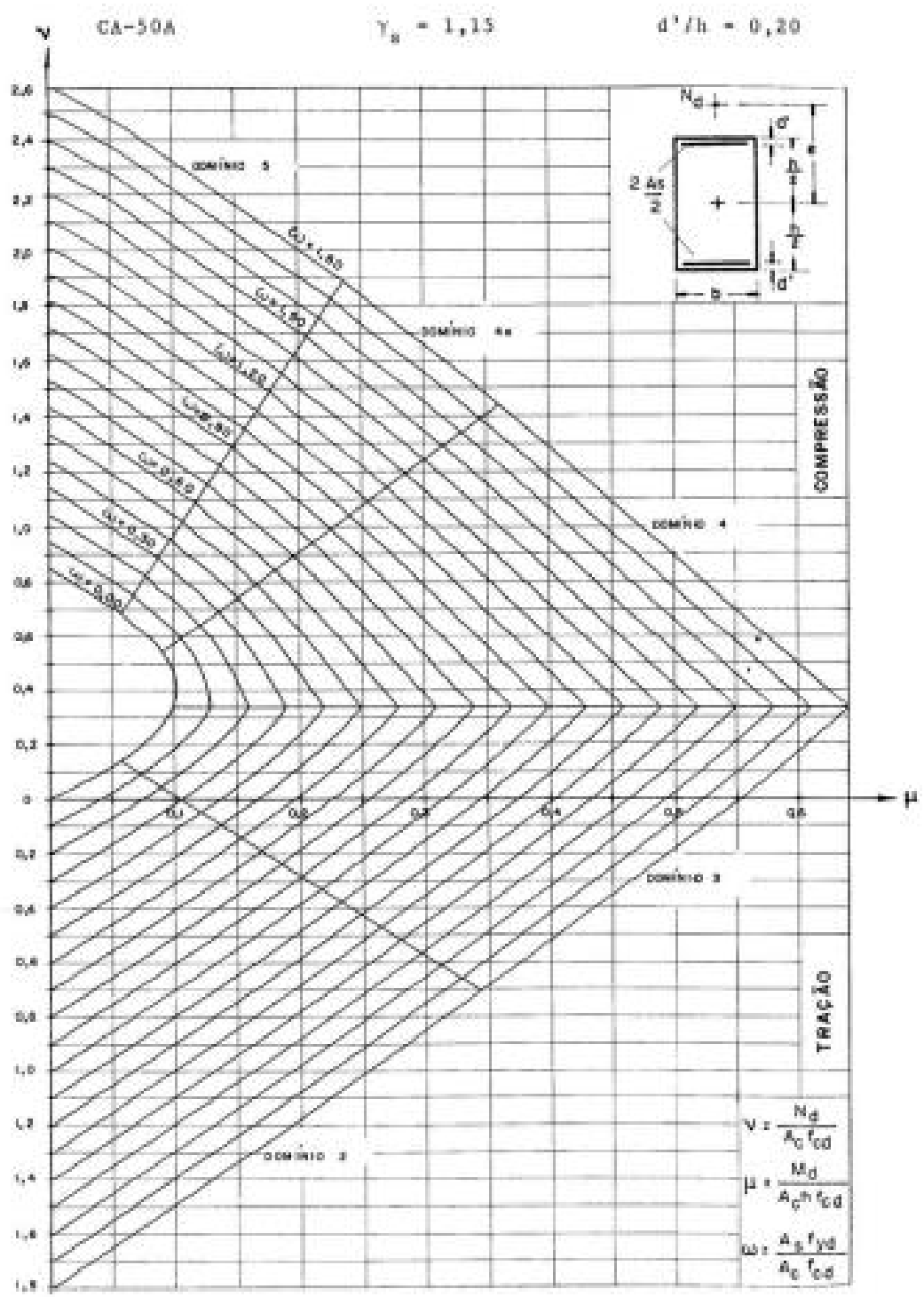
$\beta_1 = \alpha/c$	$K_c \text{ (cm}^3/\text{kN)}$									$K_s \text{ (cm}^3/\text{kN)}$			Domínio
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	CA-25	CA-50	CA-60		
	$I_{ca} \text{ (kN/cm}^2)$									$\alpha_{ca} = \frac{I}{I_{ca}} \text{ (kN/cm}^2)$			
1,07	1,43	1,79	2,14	2,50	2,86	3,21	3,57	3,93	21,74	43,48	52,17	2	
0,02	69,18	51,89	41,51	34,59	29,65	25,94	23,08	20,75	0,046	0,023	0,019		
0,04	34,87	26,15	20,92	17,44	14,95	13,08	11,62	10,46	0,047	0,023	0,019		
0,06	23,44	17,58	14,06	11,72	10,05	8,79	7,81	7,03	0,047	0,024	0,020		
0,08	17,72	13,29	10,63	8,86	7,60	6,65	5,91	5,32	0,048	0,024	0,020		
0,10	14,30	10,72	8,58	7,15	6,13	5,36	4,77	4,29	0,048	0,024	0,020		
0,12	12,01	9,01	7,21	6,01	5,15	4,51	4,00	3,60	0,048	0,024	0,020		
0,14	10,39	7,79	6,23	5,19	4,45	3,89	3,46	3,12	0,049	0,024	0,020		
0,16	9,16	6,87	5,90	4,98	3,93	3,44	3,05	2,75	0,049	0,025	0,020		
0,18	8,22	6,16	4,93	4,11	3,52	3,08	2,74	2,47	0,050	0,025	0,021		
0,20	7,46	5,59	4,48	3,73	3,20	2,80	2,49	2,24	0,050	0,025	0,021		
0,22	6,84	5,13	4,10	3,42	2,93	2,57	2,28	2,05	0,050	0,025	0,021		
0,24	6,33	4,74	3,80	3,16	2,71	2,37	2,11	1,90	0,051	0,025	0,021		
0,255	5,91	4,43	3,55	2,96	2,53	2,22	1,97	1,77	0,051	0,026	0,021		
0,26	5,89	4,42	3,54	2,95	2,53	2,21	1,96	1,77	0,051	0,026	0,021		
0,27	5,70	4,27	3,42	2,85	2,44	2,14	1,90	1,71	0,052	0,026	0,021		
0,28	5,52	4,14	3,31	2,76	2,37	2,07	1,84	1,66	0,052	0,026	0,022		
0,29	5,35	4,02	3,21	2,68	2,29	2,01	1,78	1,61	0,052	0,026	0,022		
0,30	5,20	3,90	3,12	2,60	2,23	1,95	1,73	1,56	0,052	0,026	0,022		
0,31	5,05	3,79	3,03	2,53	2,17	1,90	1,68	1,52	0,053	0,026	0,022		
0,32	4,92	3,69	2,95	2,46	2,11	1,84	1,64	1,48	0,053	0,026	0,022		
0,33	4,79	3,59	2,88	2,40	2,05	1,80	1,60	1,44	0,053	0,026	0,022		
0,34	4,67	3,50	2,80	2,34	2,00	1,75	1,56	1,40	0,053	0,027	0,022		
0,35	4,56	3,42	2,74	2,28	1,95	1,71	1,52	1,37	0,053	0,027	0,022		
0,36	4,45	3,34	2,67	2,23	1,91	1,67	1,48	1,34	0,054	0,027	0,022		
0,37	4,35	3,27	2,61	2,18	1,87	1,63	1,45	1,31	0,054	0,027	0,022		
0,38	4,26	3,19	2,56	2,13	1,83	1,60	1,42	1,28	0,054	0,027	0,023		
0,39	4,17	3,13	2,50	2,08	1,79	1,56	1,39	1,25	0,055	0,027	0,023		
0,40	4,08	3,06	2,45	2,04	1,75	1,53	1,36	1,23	0,055	0,027	0,023		
0,41	4,00	3,00	2,40	2,00	1,72	1,50	1,33	1,20	0,055	0,028	0,023		
0,42	3,93	2,95	2,36	1,96	1,68	1,47	1,31	1,18	0,055	0,028	0,023		
0,43	3,86	2,89	2,31	1,93	1,65	1,45	1,29	1,16	0,056	0,028	0,023		
0,44	3,79	2,84	2,27	1,89	1,62	1,42	1,26	1,14	0,056	0,028	0,023		
0,45	3,72	2,79	2,23	1,86	1,59	1,39	1,24	1,12	0,056	0,028	0,023		
0,46	3,66	2,74	2,19	1,83	1,57	1,37	1,22	1,10	0,056	0,028	0,023		
0,48	3,54	2,65	2,12	1,77	1,52	1,33	1,18	1,06	0,057	0,028	0,024		
0,50	3,43	2,57	2,06	1,72	1,47	1,29	1,14	1,03	0,058	0,029	0,024		
0,52	3,33	2,50	2,00	1,67	1,43	1,25	1,11	1,00	0,058	0,029	0,024		
0,54	3,24	2,43	1,95	1,62	1,39	1,22	1,08	0,97	0,059	0,029	0,024		
0,56	3,16	2,37	1,90	1,58	1,35	1,18	1,05	0,95	0,059	0,030	0,025		
0,58	3,08	2,31	1,85	1,54	1,32	1,16	1,03	0,92	0,060	0,030	0,025		
0,595	3,06	2,30	1,84	1,53	1,31	1,15	1,02	0,92	0,060	0,030	0,025		
0,60	3,01	2,26	1,81	1,50	1,29	1,13	1,00	0,90	0,061	0,030	0,025		
0,62	2,94	2,21	1,77	1,47	1,26	1,10	0,98	0,88	0,061	0,031	0,025		
0,628	2,92	2,19	1,75	1,46	1,25	1,09	0,97	0,88	0,061	0,031	0,026		
0,64	2,88	2,16	1,73	1,44	1,24	1,08	0,96	0,86	0,062	0,031	0,026		
0,66	2,83	2,12	1,70	1,41	1,21	1,06	0,94	0,85	0,063	0,031	0,026		
0,76	2,59	1,95	1,56	1,30	1,11	0,97	0,86	0,78	0,066	0,033	0,028		
0,772	2,57	1,93	1,54	1,29	1,10	0,96	0,86	0,77	0,067	0,033	0,028		
$K_c = \frac{b_c d^3}{M_c} \quad K_c = \frac{\gamma_c}{0,68 \beta_1 I_{ca} (1 - 0,4 \beta_1)} \quad A_c = K_c \frac{M_c}{d} \quad K_s = \frac{I}{I_{ca} (1 - 0,4 \beta_1)}$													

ANEXO D – Ábacos para dimensionamento dos pilares

ÁBACO A-3



ÁBACO A-4



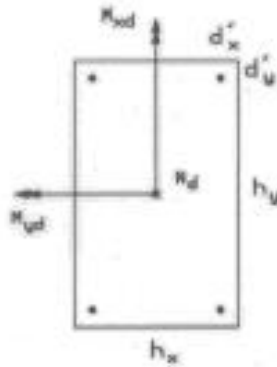
20A

$$\nu = \frac{N_d}{R_c f_{cd}}$$

$$\mu_x = \frac{M_{yd}}{R_c f_{cd} h_x}$$

$$\mu_y = \frac{M_{xd}}{R_c f_{cd} h_y}$$

$$\omega = \frac{R_s f_{yd}}{R_c f_{cd}}$$



CA-58 R

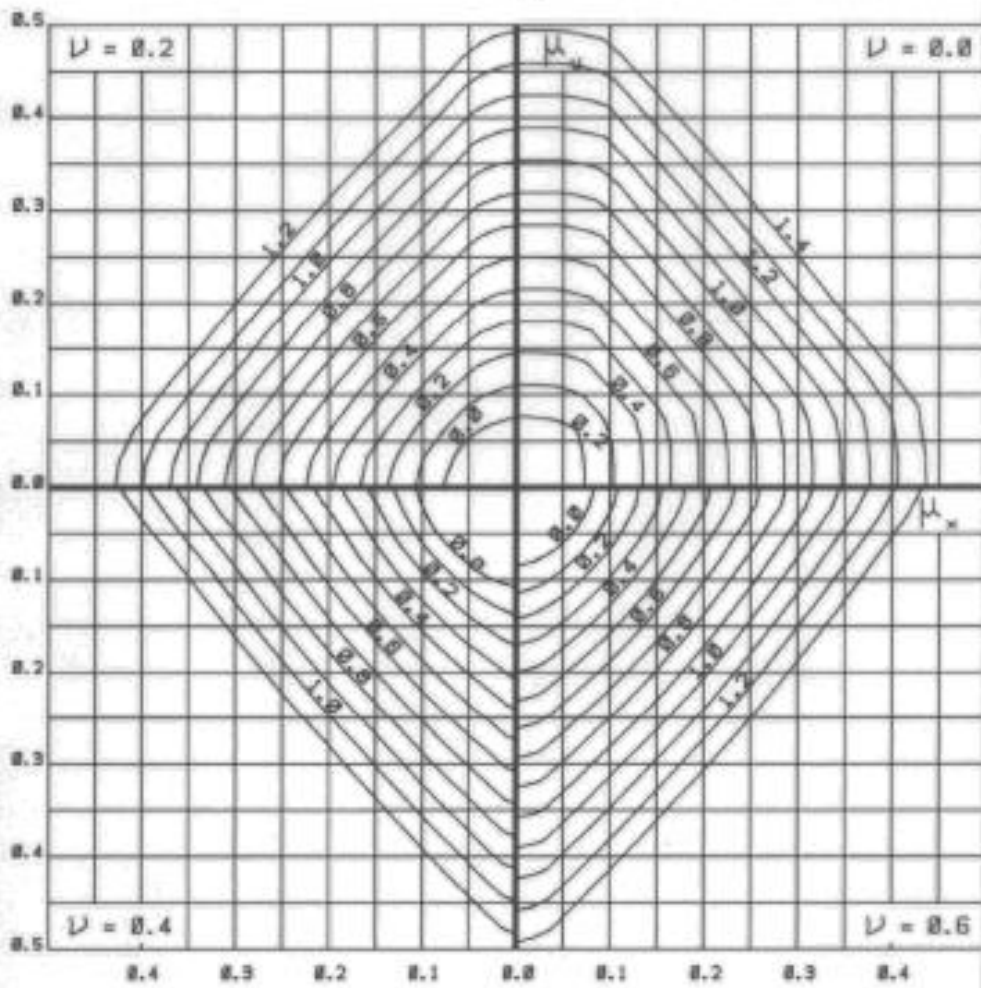
$$d'_y = 0.158 h_y$$

$$d'_x = 0.288 h_x$$

$$R_{sy}/R_s = 2/4$$

$$R_{sx}/R_s = 2/4$$

$$R_c = h_x h_y$$



APÊNDICE A – Pré-dimensionamento das Lajes

Quadro 24 – Pré-dimensionamento das lajes para o Caso A

Pavimento	Laje	ℓ_x	ℓ_y	λ	Armação	ℓ^*	n	d_{est}	h_{est}	h_{adot}
		cm	cm			cm		cm	cm	cm
1º Pavimento	L1	441,00	520,00	1,18	2 Direções	364,00	1	8,74	11,55	13,00
	L2	325,00	441,00	1,36	2 Direções	308,70	2	7,10	9,92	13,00
	L3	367,00	640,00	1,74	2 Direções	367,00	1	8,81	11,62	13,00
	L4	199,00	442,80	2,22	1 Direção	186,50	2	4,29	7,10	13,00
	L5	199,00	201,50	1,01	2 Direções	141,05	3	3,10	5,92	13,00
Cobertura	L1	441,00	520,00	1,18	2 Direções	364,00	1	8,74	11,55	13,00
	L2	325,00	441,00	1,36	2 Direções	308,70	3	6,79	9,61	13,00
	L3	367,00	640,00	1,74	2 Direções	367,00	1	8,81	11,62	13,00
	L4	215,70	245,50	1,14	2 Direções	171,85	2	3,95	6,77	13,00
	L5	199,00	644,30	3,24	1 Direção	186,50	3	4,10	6,92	13,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	215,70	230,50	1,07	2 Direções	161,35	0	4,03	6,85	8,00

Quadro 25 - Pré-dimensionamento das lajes para o Caso B e C

Pavimento	Laje	ℓ_x	ℓ_y	λ	Armação	ℓ^*	n	d_{est}	h_{est}	h_{adot}
		cm	cm			cm		cm	cm	cm
1º Pavimento	L1	436,00	520,00	1,19	2 Direções	364,00	1,00	8,74	11,55	12,00
	L2	325,00	436,00	1,34	2 Direções	305,20	2,00	7,02	9,83	12,00
	L3	367,00	640,00	1,74	2 Direções	367,00	1,00	8,81	11,62	12,00
	L4	204,00	442,80	2,17	1 Direção	191,50	2,00	4,40	7,22	12,00
	L5	201,50	204,00	0,99	2 Direções	141,05	3,00	3,10	5,92	12,00
Cobertura	L1	436,00	520,00	1,19	2 Direções	364,00	1,00	8,74	11,55	12,00
	L2	325,00	436,00	1,34	2 Direções	305,20	3,00	6,71	9,53	12,00
	L3	367,00	640,00	1,74	2 Direções	367,00	1,00	8,81	11,62	12,00
	L4	215,70	250,50	1,16	2 Direções	175,35	2,00	4,03	7,32	12,00
	L5	204,00	644,30	3,16	1 Direção	191,50	3,00	4,21	7,03	12,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	215,70	230,50	1,07	2 Direções	161,35	0,00	4,03	6,85	8,00

Legenda	
L	Laje
ℓ_x	Menor vão
ℓ_y	Maior vão
λ	Parâmetro ℓ_y/ℓ_x
n	Bordas engastadas
d_{est}	altura útil estimada
h_{est}	Espessura estimada
h_{adot}	Espessura adotada

APÊNDICE B – Pré-dimensionamento das Vigas

Quadro 26 – Pré-dimensionamento das vigas para o Caso A

Pavimento	Viga	Seção	l_0	$h_{máx}$	$h_{mín}$	b_{adot}	h_{adot}
			cm	cm	cm	cm	cm
Térreo (Baldrame)	V1	1	490,00	49,00	40,83	15	40
	V1	2	300,00	30,00	25,00	15	40
	V1	3	337,00	33,70	28,08	15	40
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	2	284,30	28,43	25,00	15	25
	V2	3	325,00	32,50	27,08	15	25
	V3	1	442,80	44,28	36,90	15	40
	V3	2	543,50	54,35	45,29	15	40
	V4	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V5	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V5	2	421,00	42,10	35,08	15	35
	V6	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V7	1	411,00	41,10	34,25	15	35
	V8	1	191,50	19,15	25,00	15	25
	V9	1	310,00	31,00	25,83	15	25
	V9	2	295,00	29,50	25,00	15	25
V10	1	285,00	28,50	25,00	15	25	
V10	2	305,00	30,50	25,42	15	25	
1º Pavimento	V1	1	490,00	49,00	40,83	15	40
	V1	2	300,00	30,00	25,00	15	25
	V1	3	337,00	33,70	28,08	15	25
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	2	284,30	28,43	25,00	15	25
	V2	3	325,00	32,50	27,08	15	25
	V3	1	442,80	44,28	36,90	15	40
	V3	2	543,50	54,35	45,29	15	40
	V4	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V5	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V5	2	421,00	42,10	35,08	15	35
	V6	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V7	1	411,00	41,10	34,25	15	35
	V8	1	191,50	19,15	25,00	15	25
	V9	1	310,00	31,00	25,83	15	25
	V9	2	295,00	29,50	25,00	15	25
V10	1	285,00	28,50	25,00	15	25	
V10	2	305,00	30,50	25,42	15	25	
Cobertura	V1	1	490,00	49,00	40,83	15	40
	V1	2	300,00	30,00	25,00	15	25
	V1	3	337,00	33,70	28,08	15	25
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	2	284,30	28,43	25,00	15	25
	V2	3	325,00	32,50	27,08	15	25
	V3	1	442,80	44,28	36,90	15	35
	V3	2	543,50	54,35	45,29	15	40
	V4	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V5	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V5	2	421,00	42,10	35,08	15	35
	V6	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V7	1	411,00	41,10	34,25	15	35
	V8	1	310,00	31,00	25,83	15	25
V8	2	295,00	29,50	25,00	15	25	
V9	1	285,00	28,50	25,00	15	25	
V9	2	305,00	30,50	25,42	15	25	
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V3	1	195,50	19,55	25,00	15	25
	V4	1	195,50	19,55	25,00	15	25

Quadro 27 - Pré-dimensionamento das vigas para os Casos B e C

Pavimento	Viga	Seção	l_0	h_{\max}	h_{\min}	b_w	h
			cm	cm	cm	cm	cm
Térreo (Baldrame)	V1	1	495,00	49,50	41,25	15	40
	V1	2	310,00	31,00	25,83	15	40
	V1	3	342,00	34,20	28,50	15	40
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	2	289,30	28,93	25,00	15	25
	V2	3	330,00	33,00	27,50	15	25
	V3	1	442,80	44,28	36,90	15	40
	V3	2	553,50	55,35	46,13	15	40
	V4	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V5	1	215,50	21,55	25,00	15	35
	V5	2	421,00	42,10	35,08	15	35
	V6	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V7	1	401,00	40,10	33,42	15	35
	V8	1	191,50	19,15	25,00	15	25
	V9	1	310,00	31,00	25,83	15	25
	V9	2	295,00	29,50	25,00	15	25
	V10	1	285,00	28,50	25,00	15	25
	V10	2	305,00	30,50	25,42	15	25
1º Pavimento	V1	1	495,00	49,50	41,25	15	40
	V1	2	310,00	31,00	25,83	15	40
	V1	3	342,00	34,20	28,50	15	40
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	2	289,30	28,93	25,00	15	25
	V2	3	330,00	33,00	27,50	15	25
	V3	1	442,80	44,28	36,90	15	40
	V3	2	553,50	55,35	46,13	15	40
	V4	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V5	1	215,50	21,55	25,00	15	35
	V5	2	421,00	42,10	35,08	15	35
	V6	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V7	1	401,00	40,10	33,42	15	35
	V8	1	191,50	19,15	25,00	15	25
	V9	1	310,00	31,00	25,83	15	25
	V9	2	295,00	29,50	25,00	15	25
	V10	1	285,00	28,50	25,00	15	25
	V10	2	305,00	30,50	25,42	15	25
Cobertura	V1	1	495,00	49,50	41,25	15	40
	V1	2	310,00	31,00	25,83	15	40
	V1	3	342,00	34,20	28,50	15	40
	V2	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V2	2	289,30	28,93	25,00	15	25
	V2	3	330,00	33,00	27,50	15	25
	V3	1	442,80	44,28	36,90	15	40
	V3	2	543,50	54,35	45,29	15	40
	V4	1	200,70	20,07	25,00	15	25
	V5	1	215,50	21,55	25,00	15	35
	V5	2	421,00	42,10	35,08	15	35
	V6	1	215,50	21,55	25,00	15	25
	V7	1	401,00	40,10	33,42	15	35
	V8	1	310,00	31,00	25,83	15	25
	V8	2	295,00	29,50	25,00	15	25
	V9	1	285,00	28,50	25,00	15	25
	V9	2	305,00	30,50	25,42	15	25
	Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	200,70	20,07	25,00	15
V2		1	200,70	20,07	25,00	15	25
V3		1	195,50	19,55	25,00	15	25
V4		1	195,50	19,55	25,00	15	25

Legenda	
V	Viga
l_0	Vão teórico
$h_{m\acute{a}x}$	Altura máxima
$h_{m\acute{i}n}$	Altura mínima
b_{adot}	Base adotada
h_{adot}	Altura adotada

APÊNDICE C – Dimensionamento das Lajes Maciças

Quadro 28 – Ações verticais nas lajes para o Caso A

Pavimento	Laje	ξ_{pp}	$\xi_{contrap}$	ξ_{pisso}	ξ_{rev}	ξ_{parede}	h_{parede}	l_{parede}	P_{parede}	ξ_{parede}	ξ_{forro}	ξ_{telhas}	$\xi_{caixa\ d'água}$	ξ_{laje}	q_{laje}
		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	kN	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
1º Pavimento	L1	3,25	0,63	0,18	0,38	3,92	2,88	4,96	56,00	2,44	-	-	-	6,88	1,50
	L2	3,25	0,63	0,18	0,38	3,92	2,88	6,29	71,01	4,95	-	-	-	9,39	1,50
	L3	3,25	0,63	0,18	0,38	3,92	2,88	3,50	39,51	1,68	-	-	-	6,12	1,50
	L4	3,25	0,63	0,18	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	4,44	2,50
	L5	3,25	0,63	0,18	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	4,44	1,50
Cobertura	L1	3,25	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,75	1,00
	L2	3,25	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,75	1,00
	L3	3,25	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,75	1,00
	L4	3,25	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	0,47	5,22	1,00
	L5	3,25	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,75	1,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	2,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	-	0,24	-	3,25	1,00

Quadro 29 – Ações verticais nas lajes para o Caso B

Pavimento	Laje	ξ_{pp}	$\xi_{contrap}$	ξ_{pisso}	ξ_{rev}	ξ_{parede}	h_{parede}	l_{parede}	P_{parede}	ξ_{parede}	ξ_{forro}	ξ_{telhas}	$\xi_{caixa\ d'água}$	ξ_{laje}	q_{laje}
		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	kN	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
1º Pavimento	L1	3,00	0,63	0,18	0,38	2,52	2,88	4,96	36,00	1,59	-	-	-	5,78	1,50
	L2	3,00	0,63	0,18	0,38	2,52	2,88	6,29	45,65	3,22	-	-	-	7,41	1,50
	L3	3,00	0,63	0,18	0,38	2,52	2,88	3,50	25,40	1,08	-	-	-	5,27	1,50
	L4	3,00	0,63	0,18	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	4,19	2,50
	L5	3,00	0,63	0,18	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	4,19	1,50
Cobertura	L1	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
	L2	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
	L3	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
	L4	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	0,47	4,97	1,00
	L5	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	2,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,00	0,24	-	3,25	1,00

Quadro 30 – Ações verticais nas lajes para o Caso C

Pavimento	Laje	g_{pp}	$g_{contrap}$	g_{pisso}	g_{rev}	g_{drywal}	h_{parede}	ℓ_{parede}	P_{parede}	g_{parede}	g_{forro}	g_{telhas}	$g_{caixa\ d'água}$	g_{laje}	q_{laje}
		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	kN	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
1º Pavimento	L1	3,00	0,63	0,18	0,38	0,5	2,88	4,96	7,14	0,32	-	-	-	4,51	1,50
	L2	3,00	0,63	0,18	0,38	0,5	2,88	6,29	9,06	0,64	-	-	-	4,83	1,50
	L3	3,00	0,63	0,18	0,38	0,5	2,88	3,50	5,04	0,21	-	-	-	4,40	1,50
	L4	3,00	0,63	0,18	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	4,19	2,50
	L5	3,00	0,63	0,18	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	4,19	1,50
Cobertura	L1	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
	L2	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
	L3	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
	L4	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	11,31	4,97	1,00
	L5	3,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	0,25	0,24	-	4,50	1,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	2,00	0,63	-	0,38	-	-	-	-	-	-	0,24	-	3,25	1,00

Legenda	
g	Esforço permanente
q	Esforço variável
h_{parede}	Altura da parede
ℓ_{parede}	Comprimento da parede
P_{parede}	Peso da parede

Quadro 31 – Momentos atuantes nas lajes para o Caso A

Pavimento	Laje	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	M_x	M'_x	M_y	M'_y
						kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m
1º Pav	L1	4,35	0,00	3,86	9,88	7,09	0,00	6,29	16,11
	L2	3,50	7,70	1,55	5,75	4,03	8,86	1,78	6,62
	L3	5,61	11,60	1,79	0,00	5,76	11,91	1,84	0,00
	L4	7,03	12,50	0,00	0,00	1,70	3,02	0,00	0,00
	L5	2,52	6,17	2,02	5,46	0,52	1,27	0,42	1,13
Cobertura	L1	4,35	0,00	3,86	9,88	4,86	0,00	4,32	11,05
	L2	3,50	7,70	1,55	5,75	2,13	4,68	0,94	3,49
	L3	5,61	11,60	1,79	0,00	4,34	8,98	1,39	0,00
	L4	3,42	8,28	2,65	7,50	0,99	2,40	0,77	2,17
	L5	7,03	12,50	0,00	0,00	1,41	2,50	0,00	0,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	5,38	0,00	4,25	0,00	1,06	0,00	0,84	0,00

Quadro 32 – Momentos atuantes nas lajes para o Caso B

Pavimento	Laje	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	M_x	M'_x	M_y	M'_y
						kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m
1º Pavimento	L1	4,35	0,00	3,86	9,88	6,02	0,00	5,34	13,67
	L2	3,50	7,70	1,55	5,75	3,29	7,25	1,46	5,41
	L3	5,61	11,60	1,79	0,00	5,12	10,58	1,63	0,00
	L4	7,03	12,50	0,00	0,00	1,72	3,07	0,00	0,00
	L5	2,52	6,17	2,02	5,46	0,53	1,29	0,42	1,14
Cobertura	L1	4,35	0,00	3,86	9,88	4,55	0,00	4,04	10,33
	L2	3,50	7,70	1,55	5,75	2,03	4,47	0,90	3,34
	L3	5,61	11,60	1,79	0,00	4,16	8,59	1,33	0,00
	L4	3,42	8,28	2,65	7,50	0,95	2,30	0,74	2,08
	L5	7,03	12,50	0,00	0,00	1,42	2,52	0,00	0,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	5,38	0,00	4,25	0,00	1,06	0,00	0,84	0,00

Quadro 33 – Momentos atuantes nas lajes para o Caso C

Pavimento	Laje	μ_x	μ'_x	μ_y	μ'_y	M_x	M'_x	M_y	M'_y
						kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m
1º Pavimento	L1	4,35	0,00	3,86	9,88	4,97	0,00	4,41	11,28
	L2	3,50	7,70	1,55	5,75	2,34	5,15	1,04	3,84
	L3	5,61	11,60	1,79	0,00	4,46	9,23	1,42	0,00
	L4	7,03	12,50	0,00	0,00	1,72	3,07	0,00	0,00
	L5	2,52	6,17	2,02	5,46	0,53	1,29	0,42	1,14
Cobertura	L1	4,35	0,00	3,86	9,88	4,55	0,00	4,04	10,33
	L2	3,50	7,70	1,55	5,75	2,03	4,47	0,90	3,34
	L3	5,61	11,60	1,79	0,00	4,16	8,59	1,33	0,00
	L4	3,42	8,28	2,65	7,50	0,95	2,30	0,74	2,08
	L5	7,03	12,50	0,00	0,00	1,42	2,52	0,00	0,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	5,38	0,00	4,25	0,00	1,06	0,00	0,84	0,00

Legenda	
M	Momento fletor
μ	Coefficiente tabelado conforme cada tipo de laje

Quadro 34 – Compatibilização dos momentos fletores para o Caso A

Pavimento	Lajes			x_1	x_2	x	M
				kN.cm/m	kN.cm/m	kN.cm/m	kN.cm/m
1° Pavimento	L1	-	L2	1611	886	1369	121
	L2	-	L3	1191	886	1039	76
	L2	-	L4	662	302	530	66
	L3	-	L5	1191	127	953	119
	L1	-	L4	302	0	242	30
	L2	-	L5	662	113	530	66
	L4	-	L5	127	0	102	13
Cobertura	L1	-	L2	1105	468	884	111
	L1	-	L4	217	0	174	22
	L1	-	L5	250	0	200	25
	L2	-	L3	898	468	718	90
	L2	-	L5	349	250	300	25
	L3	-	L5	898	0	718	90
	L4	-	L5	240	0	192	24

Quadro 35 – Compatibilização dos momentos fletores para o Caso B

Pavimento	Lajes			x_1	x_2	x	M
				kN.cm/m	kN.cm/m	kN.cm/m	kN.cm/m
1° Pavimento	L1	-	L2	1367	725	1153	107
	L2	-	L3	1058	725	892	83
	L2	-	L4	541	307	433	54
	L3	-	L5	1058	129	846	106
	L1	-	L4	307	0	246	31
	L2	-	L5	541	114	433	54
	L4	-	L5	129	0	103	13
Cobertura	L1	-	L2	1033	447	826	103
	L1	-	L4	208	0	166	21
	L1	-	L5	252	0	202	25
	L2	-	L3	859	447	687	86
	L2	-	L5	334	252	293	21
	L3	-	L5	859	0	687	86
	L4	-	L5	230	0	184	23

Quadro 36 – Compatibilização dos momentos fletores para o Caso C

Pavimento	Lajes			x_1	x_2	x	M
				kN.cm/m	kN.cm/m	kN.cm/m	kN.cm/m
1º Pavimento	L1	-	L2	1128	515	902	113
	L2	-	L3	923	515	738	92
	L2	-	L4	384	307	346	19
	L3	-	L5	923	129	738	92
	L1	-	L4	307	0	246	31
	L2	-	L5	384	114	307	38
	L4	-	L5	129	0	103	13
Cobertura	L1	-	L2	1033	447	826	103
	L1	-	L4	208	0	166	21
	L1	-	L5	252	0	202	25
	L2	-	L3	859	447	687	86
	L2	-	L5	334	252	293	21
	L3	-	L5	859	0	687	86
	L4	-	L5	230	0	184	23

Legenda	
x_1 e x_2	Momentos negativos no trecho da continuidade considerada
x	Momento negativo compatibilizado
M	Acréscimo do momento positivo

Quadro 37 – Armadura de flexão positiva para o Caso A

Pavimento	Laje	Armação	M _d	d	x	A _{s,calc}	A _{s,min}	A _{s,adot}	Disposição				A _{s,ef}
			kNcm/m	cm	cm	cm ² /m	cm ² /m	cm ² /m					cm ² /m
1º Pavimento	L1	Mx	993	10,19	0,83	2,32	1,31	2,32	φ	6,3	c/	13,5	2,31
		My	881	10,19	0,79	2,19	1,31	2,19	φ	6,3	c/	14,0	2,23
	L2	Mx	564	10,19	0,46	1,30	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
		My	250	10,19	0,22	0,61	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
	L3	Mx	806	10,19	0,67	1,87	1,31	1,87	φ	6,3	c/	16,5	1,89
		My	257	10,19	0,22	0,63	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
	L4	Mx	238	10,19	0,19	0,54	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
		My	Armadura de Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0
	L5	Mx	73	10,19	0,06	0,16	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
		My	58	9,56	0,05	0,14	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
Cobertura	L1	Mx	681	10,19	0,56	1,57	1,31	1,57	φ	6,3	c/	21,5	1,45
		My	604	9,56	0,53	1,49	1,31	1,49	φ	6,3	c/	22,5	1,39
	L2	Mx	298	10,19	0,24	0,68	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
		My	132	9,56	0,11	0,32	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
	L3	Mx	608	10,19	0,50	1,40	1,31	1,40	φ	6,3	c/	22,0	1,42
		My	194	9,56	0,17	0,47	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
	L4	Mx	139	8,19	0,14	0,39	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
		My	107	7,56	0,12	0,33	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
	L5	Mx	197	10,19	0,16	0,45	1,31	1,31	φ	6,3	c/	23,5	1,33
		My	Armadura de Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0
Cobertura da Caixa d'água	L1	Mx	149	5,19	0,24	0,67	0,80	0,80	φ	6,3	c/	20,0	1,56
		My	118	4,56	0,22	0,61	0,80	0,80	φ	6,3	c/	20,0	1,56

Quadro 38 – Armadura de flexão positiva para o Caso B

Pavimento	Laje	Armação	M _d	d	x	A _s	A _{s,min}	A _{s,adot}	Disposição				A _{s,ef}
			kNcm/m	cm	cm	cm ² /m	cm ² /m	cm ² /m					cm ² /m
1º Pavimento	L1	Mx	843	9,19	0,78	2,18	1,21	2,18	φ	6,3	c/	15,00	2,08
		My	748	8,56	0,75	2,08	1,21	2,08	φ	6,3	c/	15,50	2,01
	L2	Mx	461	9,19	0,42	1,18	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
		My	204	8,56	0,20	0,55	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
	L3	Mx	716	9,19	0,66	1,85	1,21	1,85	φ	6,3	c/	16,50	1,89
		My	229	8,56	0,22	0,62	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
	L4	Mx	241	9,19	0,22	0,61	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
		My	<i>Armadura de Distribuição</i>					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,00
	L5	Mx	74	9,19	0,07	0,18	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
		My	59	8,56	0,06	0,16	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
Cobertura	L1	Mx	637	9,19	0,59	1,64	1,21	1,64	φ	6,3	c/	20,00	1,56
		My	565	8,56	0,56	1,56	1,21	1,56	φ	6,3	c/	21,00	1,48
	L2	Mx	285	9,19	0,26	0,72	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
		My	126	8,56	0,12	0,34	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
	L3	Mx	582	9,19	0,53	1,49	1,21	1,49	φ	6,3	c/	20,50	1,52
		My	186	8,56	0,18	0,50	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
	L4	Mx	133	9,19	0,12	0,33	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
		My	103	8,56	0,10	0,28	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
	L5	Mx	199	9,19	0,18	0,50	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,00	1,30
		My	<i>Armadura de Distribuição</i>					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,00
Cobertura da Caixa d'água	L1	Mx	149	5,19	0,05	0,66	0,80	0,80	φ	6,3	c/	20,00	1,56
		My	118	4,56	0,05	0,60	0,80	0,80	φ	6,3	c/	20,00	1,56

Quadro 39 – Armadura de flexão positiva para o Caso C

Pavimento	Laje	Armação	M_d	d	x	A_s	$A_{s,min}$	$A_{s,adot}$	Disposição				$A_{s,ef}$
			kNcm/m	cm	cm	cm ² /m	cm ² /m	cm ² /m					cm ² /m
1º Pavimento	L1	Mx	695	9,19	0,64	1,79	1,21	1,79	φ	6,3	c/	17,5	1,78
		My	617	8,56	0,61	1,71	1,21	1,71	φ	6,3	c/	18,5	1,68
	L2	Mx	328	9,19	0,30	0,83	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
		My	145	8,56	0,14	0,39	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
	L3	Mx	625	9,19	0,57	1,60	1,21	1,60	φ	6,3	c/	19,5	1,60
		My	199	8,56	0,19	0,54	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
	L4	Mx	241	9,19	0,22	0,61	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
		My	<i>Armadura de Distribuição</i>					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0
	L5	Mx	74	9,19	0,07	0,18	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
		My	59	8,56	0,06	0,16	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
Cobertura	L1	Mx	637	9,19	0,59	1,64	1,21	1,64	φ	6,3	c/	19,5	1,60
		My	565	8,56	0,56	1,56	1,21	1,56	φ	6,3	c/	20,0	1,56
	L2	Mx	285	9,19	0,26	0,72	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
		My	126	8,56	0,12	0,34	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
	L3	Mx	582	9,19	0,53	1,49	1,21	1,49	φ	6,3	c/	21,0	1,48
		My	186	8,56	0,18	0,50	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
	L4	Mx	133	9,19	0,12	0,33	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
		My	103	8,56	0,10	0,28	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
	L5	Mx	199	9,19	0,18	0,50	1,21	1,21	φ	6,3	c/	24,0	1,30
		My	<i>Armadura de Distribuição</i>					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0
Cobertura da Caixa d'água	L1	Mx	149	5,19	0,24	0,67	0,80	0,80	φ	6,3	c/	20,0	1,56
		My	118	4,56	0,22	0,61	0,80	0,80	φ	6,3	c/	20,0	1,56

Legenda	
M_d	Momento solicitante de cálculo
d	Altura útil
x	Posição da linha neutra
$A_{s,calc}$	Área de aço calculada
$A_{s,min}$	Área de aço mínima
$A_{s,adot}$	Área de aço adotada
$A_{s,ef}$	Área de aço efetiva

Quadro 40 – Armadura de flexão negativa para o Caso A

Pavimento	Lajes Vinculadas	Armação	M _d kNcm/m	d cm	x cm	A _s cm ² /m	A _{s,min} cm ² /m	A _{s,adot} cm ² /m	Disposição				A _{s,ef} cm ² /m
									φ	8,0	c/	10,5	
1º Pavimento	L1 - L2	Principal	1916,60	10,10	1,67	4,67	1,95	4,67	φ	8,0	c/	10,5	4,79
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L2 - L3	Principal	1453,90	10,10	1,25	3,48	1,95	3,48	φ	8,0	c/	14,0	3,59
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L2 - L4	Principal	741,44	10,10	0,62	1,73	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L3 - L5	Principal	1333,92	10,10	1,14	3,18	1,95	3,18	φ	8,0	c/	15,5	3,24
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L1 - L4	Principal	741,44	10,10	0,62	1,73	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L2 - L5	Principal	1237,60	10,10	1,05	2,94	1,95	2,94	φ	8,0	c/	17,0	2,96
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L4 - L5	Principal	280,00	10,10	0,23	0,64	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
Cobertura	L1 - L2	Principal	1237,60	10,10	1,05	2,94	1,95	2,94	φ	8,0	c/	17,0	2,96
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L1 - L4	Principal	243,04	8,10	0,25	0,70	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L1 - L5	Principal	280,00	10,10	0,23	0,64	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L2 - L3	Principal	1005,76	10,10	0,85	2,37	1,95	2,37	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L2 - L5	Principal	419,30	10,10	0,35	0,97	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L3 - L5	Principal	1005,76	10,10	0,85	2,37	1,95	2,37	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99
	L4 - L5	Principal	268,80	8,10	0,28	0,77	1,95	1,95	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,98	0,98	φ	6,3	c/	31,5	0,99

Quadro 41 – Armadura de flexão negativa para o caso B

Pavimento	Lajes Vinculadas	Armação	M_d	d	x	A_s	$A_{s,min}$	$A_{s,adot}$	Disposição				$A_{s,ef}$
			kNcm/m	cm	cm	cm ² /m	cm ² /m	cm ² /m					cm ² /m
1º Pavimento	L1 - L2	Principal	1614,20	9,10	1,57	4,38	1,80	4,38	ϕ	8	c/	11,5	4,37
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L2 - L3	Principal	1248,10	9,10	1,19	3,33	1,80	3,33	ϕ	8	c/	15,5	3,24
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L2 - L4	Principal	605,92	9,10	0,56	1,57	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L3 - L5	Principal	1184,96	9,10	1,13	3,15	1,80	3,15	ϕ	8	c/	16	3,14
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L1 - L4	Principal	605,92	9,10	0,56	1,57	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L2 - L5	Principal	1156,96	9,10	1,10	3,07	1,80	3,07	ϕ	8	c/	16,5	3,05
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L4 - L5	Principal	282,24	9,10	0,26	0,72	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
Cobertura	L1 - L2	Principal	1156,96	9,10	1,10	3,07	1,80	3,07	ϕ	8	c/	16,5	3,05
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L1 - L4	Principal	232,96	9,10	0,21	0,59	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L1 - L5	Principal	282,24	9,10	0,26	0,72	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L2 - L3	Principal	962,08	9,10	0,91	2,53	1,80	2,53	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L2 - L5	Principal	410,20	9,10	0,38	1,05	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L3 - L5	Principal	962,08	9,10	0,91	2,53	1,80	2,53	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94
	L4 - L5	Principal	257,60	9,10	0,24	0,66	1,80	1,80	ϕ	8	c/	20	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	ϕ	6,3	c/	33	0,94

Quadro 42 – Armadura de flexão negativa para o Caso C

Pavimento	Lajes Vinculadas	Armação	M_d	d	x	A_s	$A_{s,min}$	$A_{s,adot}$	Disposição				$A_{s,ef}$
			kNm/m	cm	cm	cm ² /m	cm ² /m	cm ² /m					cm ² /m
1º Pavimento	L1 - L2	Principal	1263,36	9,10	1,21	3,37	1,80	3,37	φ	8,0	c/	15,0	3,35
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L2 - L3	Principal	1033,76	9,10	0,98	2,73	1,80	2,73	φ	8,0	c/	18,5	2,72
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L2 - L4	Principal	483,70	9,10	0,45	1,25	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L3 - L5	Principal	1033,76	9,10	0,98	2,73	1,80	2,73	φ	8,0	c/	18,5	2,72
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L1 - L4	Principal	430,08	9,10	0,40	1,11	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L2 - L5	Principal	1156,96	9,10	1,10	3,07	1,80	3,07	φ	8,0	c/	16,5	3,05
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L4 - L5	Principal	282,24	9,10	0,26	0,72	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
Cobertura	L1 - L2	Principal	1156,96	9,10	1,10	3,07	1,80	3,07	φ	8,0	c/	16,5	3,05
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L1 - L4	Principal	232,96	9,10	0,21	0,59	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L1 - L5	Principal	282,24	9,10	0,26	0,72	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L2 - L3	Principal	962,08	9,10	0,91	2,53	1,80	2,53	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L2 - L5	Principal	410,20	9,10	0,38	1,05	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L3 - L5	Principal	962,08	9,10	0,91	2,53	1,80	2,53	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94
	L4 - L5	Principal	257,60	9,10	0,24	0,66	1,80	1,80	φ	8,0	c/	20,0	2,51
		Distribuição					0,90	0,90	φ	6,3	c/	33,0	0,94

Legenda	
M_d	Momento solicitante de cálculo
d	Altura útil
x	Posição da linha neutra
$A_{s,calc}$	Área de aço calculada
$A_{s,min}$	Área de aço mínima
$A_{s,adot}$	Área de aço adotada
$A_{s,ef}$	Área de aço efetiva

Quadro 43 – Armadura negativa de bordo contra fissuração

Pavimento	Laje	Armação	Disposição				$A_{s,bordoslivres}$
			ϕ				cm^2/m
1° Pav	L1	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L2	M_x					
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L3	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L4	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L5	M_x					
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
Cobertura	L1	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L2	M_x					
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L3	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L4	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62
	L5	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y					
Cobertura da Caixa d'água	L1	M_x	ϕ	6,3	c/	2	0,62
		M_y	ϕ	6,3	c/	2	0,62

Legenda	
M	Momento fletor
$A_{s,bordoslivres}$	Área de aço nos bordos livres

APÊNDICE D – Verificação quanto ao Estado Limite de Serviço das Lajes

Quadro 44 – Análise de formação de fissuras para o Caso A

Pavimento	Laje	I_c	y_t	M_r	M_a	Verificação
		cm ⁴	cm	kN.cm	kN.cm	
1º Pavimento	L1	18308,33	6,50	758,59	750,00	Não há fissuras
	L2	18308,33	6,50	758,59	403,00	Não há fissuras
	L3	18308,33	6,50	758,59	695,00	Não há fissuras
	L4	18308,33	6,50	758,59	200,00	Não há fissuras
	L5	18308,33	6,50	758,59	65,00	Não há fissuras
Cobertura	L1	18308,33	6,50	758,59	543,00	Não há fissuras
	L2	18308,33	6,50	758,59	213,00	Não há fissuras
	L3	18308,33	6,50	758,59	524,00	Não há fissuras
	L4	18308,33	6,50	758,59	123,00	Não há fissuras
	L5	18308,33	6,50	758,59	166,00	Não há fissuras
Cobertura da Caixa d'água	L1	4266,67	4,00	287,28	106,00	Não há fissuras

Quadro 45 – Análise de formação de fissura para o Caso B

Pavimento	Laje	I_c	y_t	M_r	M_a	Verificação
		cm ⁴	cm	kN.cm	kN.cm	
1º Pavimento	L1	14400,00	6,00	646,37	641,00	Não há fissuras
	L2	14400,00	6,00	646,37	329,00	Não há fissuras
	L3	14400,00	6,00	646,37	618,00	Não há fissuras
	L4	14400,00	6,00	646,37	203,00	Não há fissuras
	L5	14400,00	6,00	646,37	66,00	Não há fissuras
Cobertura	L1	14400,00	6,00	646,37	507,00	Não há fissuras
	L2	14400,00	6,00	646,37	203,00	Não há fissuras
	L3	14400,00	6,00	646,37	502,00	Não há fissuras
	L4	14400,00	6,00	646,37	118,00	Não há fissuras
	L5	14400,00	6,00	646,37	167,00	Não há fissuras
Cobertura da Caixa d'água	L1	4266,67	4,00	287,28	106,00	Não há fissuras

Quadro 46 – Análise de formação de fissuras para o Caso C

Pavimento	Laje	I_c	Y_t	M_r	M_d	Verificação
		cm ⁴	cm	kN.cm	kN.cm	
1º Pavimento	L1	14400,00	6,00	646,37	554,00	Não há fissuras
	L2	14400,00	6,00	646,37	234,00	Não há fissuras
	L3	14400,00	6,00	646,37	538,00	Não há fissuras
	L4	14400,00	6,00	646,37	203,00	Não há fissuras
	L5	14400,00	6,00	646,37	66,00	Não há fissuras
Cobertura	L1	14400,00	6,00	646,37	507,00	Não há fissuras
	L2	14400,00	6,00	646,37	203,00	Não há fissuras
	L3	14400,00	6,00	646,37	502,00	Não há fissuras
	L4	14400,00	6,00	646,37	118,00	Não há fissuras
	L5	14400,00	6,00	646,37	167,00	Não há fissuras
Cobertura da Caixa d'água	L1	4266,67	4,00	287,28	106,00	Não há fissuras

Legenda

I_c	Momento de inércia da seção bruta de concreto
Y_t	Distancia do centro de gravidade da seção à fibra mais tracionada
M_r	Momento de fissuração
M_d	Momento atuante

Quadro 47 – Verificação quanto a deformação excessiva das lajes para o Caso A

Pavimento	Laje	α	ψ_2	p	a_i	ξ_{70}	ξ_1	α_f	a_{total}	a_{lim}	Verificação
				kN/m ²	cm				cm	cm	
1º Pavimento	L1	5,00	0,30	7,33	0,22	2,00	0,68	1,32	0,50	0,88	Verifica
	L2	2,53	0,30	9,84	0,04	2,00	0,68	1,32	0,10	0,65	Verifica
	L3	5,26	0,30	6,57	0,10	2,00	0,68	1,32	0,23	0,73	Verifica
	L4	-	0,30	5,19	0,11	2,00	0,68	1,32	0,25	0,75	Verifica
	L5	1,84	0,30	4,89	0,00	2,00	0,68	1,32	0,00	0,75	Verifica
Cobertura	L1	5,00	0,30	5,05	0,15	2,00	0,68	1,32	0,35	1,76	Verifica
	L2	2,53	0,30	5,05	0,02	2,00	0,68	1,32	0,05	1,30	Verifica
	L3	5,26	0,30	5,05	0,08	2,00	0,68	1,32	0,17	1,47	Verifica
	L4	3,18	0,30	5,52	0,01	2,00	0,68	1,32	0,01	0,86	Verifica
	L5	-	0,30	5,05	0,10	2,00	0,68	1,32	0,24	0,75	Verifica
Cobertura da Caixa d'água	L1	6,20	0,30	3,55	0,03	2,00	0,68	1,32	0,07	0,86	Verifica

Quadro 48 – Verificação quanto a deformação excessiva das lajes para o Caso B

Pavimento	Laje	α	Ψ_2	p	a_i	ξ_{70}	ξ_1	α_f	a_{total}	a_{lim}	Verificação $a_{lim} > a_{total}$
				kN/m ²	cm				cm	cm	
1° Pavimento	L1	5,00	0,30	6,23	0,22	2,00	0,68	1,32	0,52	1,74	Verifica
	L2	2,53	0,30	7,86	0,04	2,00	0,68	1,32	0,10	0,65	Verifica
	L3	5,26	0,30	5,72	0,11	2,00	0,68	1,32	0,25	1,47	Verifica
	L4	-	0,30	4,94	0,14	2,00	0,68	1,32	0,33	0,77	Verifica
	L5	1,84	0,30	4,64	0,00	2,00	0,68	1,32	0,01	0,77	Verifica
Cobertura	L1	5,00	0,30	4,80	0,17	2,00	0,68	1,32	0,40	1,74	Verifica
	L2	2,53	0,30	4,80	0,03	2,00	0,68	1,32	0,06	1,30	Verifica
	L3	5,26	0,30	4,80	0,09	2,00	0,68	1,32	0,21	1,47	Verifica
	L4	3,18	0,30	5,27	0,01	2,00	0,68	1,32	0,02	0,86	Verifica
	L5	-	0,30	4,80	0,14	2,00	0,68	1,32	0,32	0,77	Verifica
Cobertura da Caixa d'água	L1	6,20	0,30	3,55	0,03	2,00	0,68	1,32	0,07	0,86	Verifica

Quadro 49 – Verificação quanto a deformação excessiva das lajes para o Caso C

Pavimento	Laje	α	Ψ_2	p	a_i	ξ_{70}	ξ_1	α_f	a_{total}	a_{lim}	Verificação $a_{lim} > a_{total}$
				kN/m ²	cm				cm	cm	
1° Pavimento	L1	5,00	0,30	4,96	0,18	2,00	0,68	1,32	0,41	0,87	Verifica
	L2	2,53	0,30	5,28	0,03	2,00	0,68	1,32	0,07	0,65	Verifica
	L3	5,26	0,30	4,85	0,09	2,00	0,68	1,32	0,21	0,73	Verifica
	L4	-	0,30	4,94	0,14	2,00	0,68	1,32	0,33	0,77	Verifica
	L5	1,84	0,30	4,64	0,00	2,00	0,68	1,32	0,01	0,77	Verifica
Cobertura	L1	5,00	0,30	4,80	0,17	2,00	0,68	1,32	0,40	1,74	Verifica
	L2	2,53	0,30	4,80	0,03	2,00	0,68	1,32	0,06	1,30	Verifica
	L3	5,26	0,30	4,80	0,09	2,00	0,68	1,32	0,21	1,47	Verifica
	L4	3,18	0,30	5,27	0,01	2,00	0,68	1,32	0,02	0,86	Verifica
	L5	-	0,30	4,80	0,14	2,00	0,68	1,32	0,32	0,77	Verifica
Cobertura da Caixa d'água	L1	6,20	0,30	3,55	0,03	2,00	0,68	1,32	0,07	0,86	Verifica

Legenda	
α	Coefficiente tabelado
Ψ_2	Coefficiente para combinação quase-permanente
p	Carregamento na laje considerando a combinação quase-permanente
a_i	Flecha imediata
ξ_{70}	Coefficiente função do tempo
ξ_1	Coefficiente função do tempo
α_f	Flecha diferida no tempo
a_{total}	Flecha total
a_{lim}	Flecha limite

APÊNDICE E – Dimensionamento da Escada

Quadro 50 – Resultado do cálculo das ações na escada

g	q
kN/m ²	kN/m ²
6,21	3,00

Quadro 51 – Cálculo dos momentos fletores

Laje	Tipo	$\lambda_{(1)}$	μ_x	μ_y	μ_{yb}	l	m_x	m_y	m_{yb}
						cm	kN.m/m	kN.m/m	kN.m/m
L1 e L3 Lances	7	0,75	5,09	10,24	15,86	107	0,54	1,09	1,68
L2 Patamar	7	0,50	8,32	13,64	23	103	0,81	1,33	2,25

Quadro 52 – Cálculo das armaduras da escada

Laje	Local	Armação Momento	M_d	h	$A_{s,min}$	ϕ	d	$\beta_x = x/d$	K_s	A_s	$A_{s,adot}$	Disposição				$A_{s,ef}$
			kN.cm/m	cm	cm ² /m	mm	cm	$\beta_{x,lim} = 0,45$	cm ² /kN	cm ² /m	cm ² /m					cm ² /m
L1 e L3	Lance	m_x	75,51	10	1,01	6,3	7,19	0,008	0,023	0,20	1,17	ϕ	6,3	c/	20,00	1,56
		m_y	151,90	10	1,005	6,3	7,19	0,024	0,023	0,49	1,01	ϕ	6,3	c/	20,00	1,56
		m_{yb}	235,27	10	1,005	6,3	7,19	0,038	0,023	0,76	1,01	ϕ	6,3	c/	20,00	1,56
L2	Patamar	m_x	113,83	10	1,005	6,3	7,19	0,018	0,023	0,37	1,01	ϕ	6,3	c/	-	-
		m_y	186,62	10	1,005	6,3	7,19	0,030	0,023	0,60	1,01	ϕ	6,3	c/	20,00	1,56
		m_{yb}	314,69	10	1,005	6,3	7,19	0,051	0,023	1,03	1,03	ϕ	6,3	c/	20,00	1,56

APÊNDICE F – Dimensionamento das Vigas

Quadro 53 – Características das vigas para o Caso A

Pavimento	Viga	Seção	b _w cm	h _{viga} cm	ℓ _{ef} cm	K _{pilar,esq} kN.cm/rad	K _{pilar,dir} kN.cm/rad	ξ _{pp,viga} kN/m	ξ _{parede} kN/m	ξ _{sacada} kN/m	(g+q) _{escada} kN/m	(g+q) _{lajes} kN/m	(g+q) _{total} kN/m	R _{viga} kN
Térreo (Baldrame)	V1	1	15	35	511,00	262044270,83	436740451,39	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V1	2	15	35	321,00	436740451,39	436740451,39	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V1	3	15	35	358,00	436740451,39	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V2	1	25	25	215,70	94335937,50	94335937,50	1,56	0,00	0,00	9,21	0,00	10,77	0,00
	V2	2	25	25	299,30	94335937,50	436740451,39	1,56	6,63	0,00	0,00	0,00	8,19	0,00
	V2	3	25	25	340,00	436740451,39	-	1,56	10,31	0,00	0,00	0,00	11,87	6,21
	V3	1	15	35	460,80	-	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V3	2	15	35	561,50	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	19,61
	V4	1	15	25	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	6,63	0,00	9,21	0,00	16,78	0,00
	V5	1	15	35	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	9,21	0,00	16,90	0,00
	V5	2	15	35	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V6	1	15	35	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	9,21	0,00	16,90	11,19
	V7	1	25	25	426,00	436740451,39	436740451,39	1,56	10,31	0,00	0,00	0,00	11,87	0,00
	V8	1	15	25	206,50	94335937,50	-	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V9	1	25	35	328,00	-	436740451,39	2,19	9,92	0,00	0,00	0,00	12,11	18,27
	V9	2	25	35	316,00	436740451,39	436740451,39	2,19	9,92	0,00	0,00	0,00	12,11	0,00
	V10	1	15	25	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V10	2	15	25	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V1	1	15	40	514,00	262044270,83	436740451,39	1,50	6,25	0,00	0,00	8,38	16,13	0,00

1º Pavimento	V1	2	15	40	324,00	436740451,39	436740451,39	1,50	6,25	0,00	0,00	10,89	18,64	0,00
	V1	3	15	40	361,00	436740451,39	262044270,83	1,50	6,25	0,00	0,00	7,62	15,37	0,00
	V2	1	25	35	215,70	94335937,50	94335937,50	2,19	0	0,00	9,21	8,38	19,78	0,00
	V2	2	25	35	302,30	94335937,50	436740451,39	2,19	6,38	0,00	0,00	26,22	34,78	0,00
	V2	3	25	35	346,00	436740451,39	-	2,19	9,92	0,00	0,00	23,77	35,88	17,03
	V3	1	15	40	462,30	-	262044270,83	1,50		0,47	0,00	6,94	8,91	0,00
	V3	2	15	40	563,00	262044270,83	94335937,50	1,50	6,25	0,00	0,00	5,94	13,69	61,20
	V4	1	15	35	215,70	94335937,50	94335937,50	1,31	6,38	0,00	9,21	0,00	16,90	0,00
	V5	1	15	35	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	9,21	0,00	16,90	0,00
	V5	2	15	35	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	8,38	16,07	0,00
	V6	1	15	40	239,50	262044270,83	262044270,83	1,50	6,63	0,00	9,21	6,94	23,90	8,62
	V7	1	25	35	432,00	436740451,39	436740451,39	2,19	9,72	0,00	0,00	19,28	31,38	0,00
	V8	1	15	25	206,50	94335937,50	-	0,94	6,96	0,00	0,00	12,88	20,77	0,00
	V9	1	25	35	328,00	-	436740451,39	2,19	9,72	0,00	0,00	24,46	36,56	53,69
	V9	2	25	35	316,00	436740451,39	436740451,39	2,19	9,72	0,00	0,00	18,52	30,62	0,00
	V10	1	15	25	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	7,62	15,19	0,00
	V10	2	15	25	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	6,63	0,00	0,00	7,62	15,19	0,00
	Cobertura	V1	1	15	40	514,00	262044270,83	436740451,39	1,50	2,77	0,00	0,00	5,75	10,02
V1		2	15	40	324,00	436740451,39	436740451,39	1,50	2,77	0,00	0,00	5,75	10,02	0,00
V1		3	15	40	361,00	436740451,39	262044270,83	1,50	2,77	0,00	0,00	5,75	10,02	0,00
V2		1	25	25	215,70	94335937,50	94335937,50	1,56	4,41	0,00	0,00	11,97	17,94	0,00
V2		2	25	25	299,30	94335937,50	436740451,39	1,56	0	0,00	0,00	11,50	13,06	0,00
V2		3	25	25	340,00	436740451,39	-	1,56	0	0,00	0,00	11,50	13,06	0,00
V3		1	15	40	462,30	-	262044270,83	1,50	2,77	0,00	0,00	5,75	10,02	0,00
V3		2	15	40	563,00	262044270,83	94335937,50	1,50	2,77	0,00	0,00	5,75	10,02	30,86
V4		1	15	25	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	4,41	0,00	0,00	6,22	11,57	0,00
V5		1	15	35	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	4,16	0,00	0,00	6,22	11,69	0,00

	V5	2	15	35	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	0	0,00	0,00	5,75	7,06	0,00
	V6	1	15	40	239,50	262044270,83	262044270,83	1,50	4,41	0,00	0,00	11,97	17,50	17,00
	V7	1	25	25	426,00	436740451,39	436740451,39	1,56	0	0,00	0,00	11,50	13,06	0,00
	V8	1	25	40	329,50	-	436740451,39	2,50	0	0,00	0,00	17,25	19,75	17,57
	V8	2	25	40	319,00	436740451,39	436740451,39	2,50	0	0,00	0,00	11,50	14,00	0,00
	V9	1	15	25	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	3,15	0,00	0,00	5,75	9,84	0,00
	V9	2	15	25	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	3,15	0,00	0,00	5,75	9,84	0,00
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	15	25	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00
	V2	1	15	25	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00
	V3	1	15	25	210,50	262044270,83	262044270,83	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00
	V4	1	15	25	210,50	262044270,83	262044270,83	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00

Quadro 54 – Características das vigas para o caso B

Pavimento	Viga	Seção	b _w cm	h _{viga} cm	A _c cm ²	ℓ _{ef} cm	K _{mola;pilar,esq} kN.cm/rad	K _{mola;pilar,dir} kN.cm/rad	ξ _{pp,viga} kN/m	ξ _{parede} kN/m	ξ _{sacada} kN/m	(g+q) _{escada} kN/m	(g+q) _{lajes} kN/m	(g+q) _{total} kN/m	R _{viga} kN
Térreo (Baldrame)	V1	1	15	35	525	513,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V1	2	15	35	525	325,00	94335937,50	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V1	3	15	35	525	360,00	94335937,50	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V2	1	15	35	525	215,70	94335937,50	94335937,50	1,31	0,00	0,00	9,21	0,00	10,52	0,00
	V2	2	15	35	525	307,30	94335937,50	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V2	3	15	35	525	348,00	94335937,50	-	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	6,21
	V3	1	15	35	525	460,80	-	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V3	2	15	35	525	574,50	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	12,31
	V4	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	6,63	0,00	9,21	0,00	16,78	0,00
	V5	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	9,21	0,00	16,90	0,00
	V5	2	15	35	525	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00

	V6	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	9,21	0,00	16,90	13,00
	V7	1	15	25	375	416,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V8	1	15	25	375	206,50	94335937,50	-	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V9	1	15	35	525	328,00	-	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	12,21
	V9	2	15	35	525	316,00	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V10	1	15	25	375	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V10	2	15	25	375	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
1º Pavimento	V1	1	15	40	600	514,50	262044270,83	94335937,50	1,50	6,25	0,00	0,00	7,28	15,03	0,00
	V1	2	15	40	600	325,00	94335937,50	94335937,50	1,50	6,25	0,00	0,00	8,91	16,66	0,00
	V1	3	15	40	600	361,50	94335937,50	262044270,83	1,50	6,25	0,00	0,00	6,77	14,52	0,00
	V2	1	15	35	525	215,70	94335937,50	94335937,50	1,31	0	0,00	9,21	7,28	17,80	0,00
	V2	2	15	35	525	304,30	94335937,50	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	22,88	30,57	0,00
	V2	3	15	35	525	345,00	94335937,50	-	1,31	6,38	0,00	0,00	21,29	28,98	17,03
	V3	1	15	40	600	462,30	-	262044270,83	1,50	0,00	0,47	0,00	6,69	8,66	0,00
	V3	2	15	40	600	577,50	262044270,83	94335937,50	1,50	6,25	0,00	0,00	5,69	13,44	48,92
	V4	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	6,63	0,00	9,21	0,00	16,78	0,00
	V5	1	15	40	600	239,50	262044270,83	262044270,83	1,50	6,25	0,00	9,21	0,00	16,96	0,00
	V5	2	15	40	600	440,50	262044270,83	94335937,50	1,50	6,25	0,00	0,00	7,28	15,03	0,00
	V6	1	15	40	600	239,50	262044270,83	262044270,83	1,50	6,25	0,00	9,21	6,69	23,65	13,00
	V7	1	15	35	525	422,00	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	16,19	23,88	0,00
	V8	1	15	25	375	206,50	94335937,50	-	0,94	6,96	0,00	0,00	12,38	20,27	0,00
	V9	1	15	35	525	328,00	-	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	21,37	29,06	44,01
	V9	2	15	35	525	316,00	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	15,68	23,37	0,00
	V10	1	15	25	375	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	6,77	14,34	0,00
	V10	2	15	25	375	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	6,63	0,00	0,00	6,77	14,34	0,00
Cobertura	V1	1	15	35	525	513,00	262044270,83	94335937,50	1,31	2,90	0,00	0,00	5,50	9,71	0,00

	V1	2	15	35	525	325,00	94335937,50	94335937,50	1,31	2,90	0,00	0,00	5,50	9,71	0,00
	V1	3	15	35	525	360,00	94335937,50	262044270,83	1,31	2,90	0,00	0,00	5,50	9,71	0,00
	V2	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	4,41	0,00	0,00	11,47	16,82	0,00
	V2	2	15	25	375	304,30	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	0,00	11,00	11,94	0,00
	V2	3	15	25	375	345,00	94335937,50	-	0,94	0	0,00	0,00	11,00	11,94	0,00
	V3	1	15	35	525	460,80	-	262044270,83	1,31	2,90	0,00	0,00	5,50	9,71	0,00
	V3	2	15	35	525	561,50	262044270,83	94335937,50	1,31	2,90	0,00	0,00	5,50	9,71	28,16
	V4	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	4,41	0,00	0,00	5,97	11,32	0,00
	V5	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	4,16	0,00	0,00	5,97	11,44	0,00
	V5	2	15	35	525	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	0	0,00	0,00	5,50	6,81	0,00
	V6	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	4,16	0,00	0,00	11,47	16,94	16,00
	V7	1	15	35	525	422,00	94335937,50	262044270,83	1,31	0,00	0,00	0,00	11,00	12,31	0,00
	V8	1	15	35	525	328,00	-	262044270,83	1,31	0	0,00	0,00	16,50	17,81	16,08
	V8	2	15	35	525	316,00	262044270,83	262044270,83	1,31	0	0,00	0,00	11,00	12,31	0,00
	V9	1	15	25	375	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	3,15	0,00	0,00	5,50	9,59	0,00
	V9	2	15	25	375	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	3,15	0,00	0,00	5,50	9,59	0,00
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00
	V2	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00
	V3	1	15	25	375	210,50	262044270,83	262044270,83	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00
	V4	1	15	25	375	210,50	262044270,83	262044270,83	0,94	0	0,00	0,00	4,25	5,19	0,00

Quadro 55 – Características das vigas para o Caso C

Pavimento	Viga	Seção	b _w cm	h _{viga} cm	A _c cm ²	l _{ef} cm	K _{mola;pilar,esq} kN.cm/rad	K _{mola;pilar,dir} kN.cm/rad	g _{pp,viga} kN/m	g _{parede} kN/m	g _{sacada} kN/m	(g+q) _{escada} kN/m	(g+q) _{lajes} kN/m	(g+q) _{total} kN/m	R _{viga} kN
Térreo (Baldrame)	V1	1	15	35	525	513,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V1	2	15	35	525	325,00	94335937,50	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V1	3	15	35	525	360,00	94335937,50	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00

	V2	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0,00	9,21	0,00	0,00	10,15	0,00
	V2	2	15	25	375	304,30	94335937,50	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V2	3	15	25	375	345,00	262044270,83	-	0,94	1,32	0,00	0,00	0,00	2,25	6,21
	V3	1	15	35	525	460,80	-	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V3	2	15	35	525	574,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	1,69
	V4	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	6,63	9,21	0,00	0,00	16,78	0,00
	V5	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	9,21	0,00	0,00	16,90	0,00
	V5	2	15	35	525	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00
	V6	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	9,21	0,00	0,00	16,90	13,00
	V7	1	15	25	375	416,00	94335937,50	262044270,83	0,94	0,10	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00
	V8	1	15	25	375	206,50	262044270,83	-	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V9	1	15	35	525	328,00	-	262044270,83	1,31	0,09	0,00	0,00	0,00	1,41	2,90
	V9	2	15	35	525	316,00	262044270,83	262044270,83	1,31	0,09	0,00	0,00	0,00	1,41	0,00
	V10	1	15	25	375	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
	V10	2	15	25	375	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	6,63	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00
1º Pavimento	V1	1	15	40	600	514,50	262044270,83	94335937,50	1,50	6,25	0,00	6,01	4,51	13,75	0,00
	V1	2	15	40	600	325,00	94335937,50	94335937,50	1,50	6,25	0,00	6,33	4,83	14,08	0,00
	V1	3	15	40	600	361,50	94335937,50	262044270,83	1,50	6,25	0,00	5,90	4,40	13,65	0,00
	V2	1	15	35	525	215,70	94335937,50	94335937,50	1,31	0	9,21	6,01	4,51	16,53	0,00
	V2	2	15	35	525	307,30	94335937,50	262044270,83	1,31	6,38	0,00	19,02	13,52	26,71	0,00
	V2	3	15	35	525	348,00	262044270,83	-	1,31	6,38	0,00	18,71	13,21	26,40	16,62
	V3	1	15	40	600	462,30	-	262044270,83	1,50	0,00	0,00	6,69	4,19	8,66	0,00
	V3	2	15	40	600	577,50	262044270,83	262044270,83	1,50	6,25	0,00	5,69	4,19	13,44	35,38
	V4	1	15	35	525	215,70	94335937,50	94335937,50	1,31	6,38	9,21	0,00	0,00	16,90	0,00
	V5	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	6,38	9,21	0,00	0,00	16,90	0,00

	V5	2	15	35	525	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	6,38	0,00	6,01	4,51	13,69	0,00
	V6	1	15	40	600	239,50	262044270,83	262044270,83	1,50	6,25	9,21	6,69	4,19	23,65	13,00
	V7	1	15	35	525	419,00	94335937,50	262044270,83	1,31	0,09	0,00	12,33	9,33	13,74	0,00
	V8	1	15	25	375	206,50	262044270,83	-	0,94	6,96	0,00	12,38	8,38	20,27	0,00
	V9	1	15	35	525	328,00	-	262044270,83	1,31	0,09	0,00	17,92	13,42	19,33	40,60
	V9	2	15	35	525	316,00	262044270,83	262044270,83	1,31	0,09	0,00	12,23	9,23	13,64	0,00
	V10	1	15	25	375	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	6,63	0,00	5,90	4,40	13,47	0,00
	V10	2	15	25	375	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	6,63	0,00	5,90	4,40	13,47	0,00
Cobertura	V1	1	15	35	525	513,00	262044270,83	94335937,50	1,31	2,90	0,00	5,50	4,50	9,71	0,00
	V1	2	15	35	525	325,00	94335937,50	94335937,50	1,31	2,90	0,00	5,50	4,50	9,71	0,00
	V1	3	15	35	525	360,00	94335937,50	262044270,83	1,31	2,90	0,00	5,50	4,50	9,71	0,00
	V2	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	4,41	0,00	11,47	9,47	16,82	0,00
	V2	2	15	25	375	304,30	94335937,50	262044270,83	0,94	0	0,00	11,00	9,00	11,94	0,00
	V2	3	15	25	375	345,00	262044270,83	-	0,94	0	0,00	11,00	9,00	11,94	0,00
	V3	1	15	35	525	460,80	-	262044270,83	1,31	2,90	0,00	5,50	4,50	9,71	0,00
	V3	2	15	35	525	564,50	262044270,83	262044270,83	1,31	2,90	0,00	5,50	4,50	9,71	31,95
	V4	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	4,41	0,00	5,97	4,97	11,32	0,00
	V5	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	4,16	0,00	5,97	4,97	11,44	0,00
	V5	2	15	35	525	439,00	262044270,83	94335937,50	1,31	0	0,00	5,50	4,50	6,81	0,00
	V6	1	15	35	525	236,50	262044270,83	262044270,83	1,31	4,16	0,00	11,47	9,47	16,94	16,00
	V7	1	15	35	525	419,00	94335937,50	262044270,83	1,31	0	0,00	11,00	9,00	12,31	0,00
	V8	1	15	35	525	328,00	-	262044270,83	1,31	0,00	0,00	16,50	13,50	17,81	16,08
	V8	2	15	35	525	316,00	262044270,83	262044270,83	1,31	0,00	0,00	11,00	9,00	12,31	0,00
	V9	1	15	25	375	300,00	262044270,83	262044270,83	0,94	3,15	0,00	5,50	4,50	9,59	0,00
V9	2	15	25	375	320,00	262044270,83	94335937,50	0,94	3,15	0,00	5,50	4,50	9,59	0,00	
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	4,25	3,25	5,19	0,00
	V2	1	15	25	375	215,70	94335937,50	94335937,50	0,94	0	0,00	4,25	3,25	5,19	0,00
	V3	1	15	25	375	210,50	262044270,83	262044270,83	0,94	0	0,00	4,25	3,25	5,19	0,00
	V4	1	15	25	375	210,50	262044270,83	262044270,83	0,94	0	0,00	4,25	3,25	5,19	0,00

Legenda	
V	Viga
b_w	Base da viga
h_{viga}	Altura da viga
l_{ef}	Vão efetivo
$K_{mola;pilar,esq}$	Rigidez do pilar esquerdo
$K_{mola;pilar,dir}$	Rigidez do pilar direito
$g_{pp,viga}$	Carregamento permanente do peso próprio da viga
g_{parede}	Carregamento permanente de parede
g_{sacada}	Carregamento permanente do guarda-corpo da sacada
$(g+q)_{escada}$	Carregamentos permanente e variável da escada
$(g+q)_{lajes}$	Carregamentos permanente e variável das lajes
$(g+q)_{total}$	Carregamento total (permanente e variável)
R_{viga}	Carga concentrada na viga

Quadro 56 – Dimensionamento da armadura longitudinal para o Caso A

Pavimento	Viga	Seção	M_{sd} kN.cm	W_0 cm ³	$M_{d,min}$ kN.cm	M_d kN.cm	$\phi_{1,adot}$ mm	$\phi_{t,adot}$ mm	d_{adot} cm	$M_{d,lim}$ kN.cm	Tipo de Armadura
Térreo (Baldrame)	V1	P1	2569,00	3062,50	816,94	2569,00	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	1	1306,20	3062,50	816,94	1306,20	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P2	1698,20	3062,50	816,94	1698,20	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	2	470,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P3	809,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	3	638,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples

V1	P4	1253,00	3062,50	816,94	1253,00	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V2	P7	687,40	2604,17	694,68	694,68	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	1	361,20	2604,17	694,68	694,68	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	P8	345,80	2604,17	694,68	694,68	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	2	427,00	2604,17	694,68	694,68	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	P9	2084,60	2604,17	694,68	2084,60	12,5	6,3	20,745	4824,61	<i>Armadura Simples</i>
V2	3	1968,40	2604,17	694,68	1968,40	12,5	6,3	20,745	4824,61	<i>Armadura Simples</i>
V3	1	1503,60	3062,50	816,94	1503,60	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V3	P11	2692,20	3062,50	816,94	2692,20	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V3	2	1362,20	3062,50	816,94	1362,20	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V3	P10	2710,40	3062,50	816,94	2710,40	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V4	P13	900,20	1562,50	416,81	900,20	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V4	1	453,60	1562,50	416,81	453,60	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V4	P14	900,20	1562,50	416,81	900,20	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V5	P13	770,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	1	509,60	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P7	1489,60	3062,50	816,94	1489,60	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	2	931,00	3062,50	816,94	931,00	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P1	1828,40	3062,50	816,94	1828,40	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V6	P14	1547,00	3062,50	816,94	1547,00	12,5	6,3	30,745	6358,22	<i>Armadura Simples</i>
V6	1	561,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V6	P8	1075,20	3062,50	816,94	1075,20	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V7	P9	2468,20	2604,17	694,68	2468,20	12,5	6,3	20,745	4824,61	<i>Armadura Simples</i>
V7	1	1248,80	2604,17	694,68	1248,80	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V7	P2	2486,40	2604,17	694,68	2486,40	12,5	6,3	20,745	4824,61	<i>Armadura Simples</i>
V8	P11	631,40	1562,50	416,81	631,40	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>

	V8	1	357,00	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V9	1	2223,20	5104,17	1361,57	2223,20	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P5	2723,00	5104,17	1361,57	2723,00	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V9	2	660,80	5104,17	1361,57	1361,57	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P3	604,80	5104,17	1361,57	1361,57	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V10	P10	700,00	1562,50	416,81	700,00	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	1	372,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	P6	827,40	1562,50	416,81	827,40	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	2	471,80	1562,50	416,81	471,80	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	P4	935,20	1562,50	416,81	935,20	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
1º Pavimento	V1	P1	5405,40	4000,00	1067,02	5405,40	12,5	6,3	35,745	8594,43	<i>Armadura Simples</i>
	V1	1	2748,20	4000,00	1067,02	2748,20	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P2	3796,80	4000,00	1067,02	3796,80	12,5	6,3	35,745	8594,43	<i>Armadura Simples</i>
	V1	2	1145,20	4000,00	1067,02	1145,20	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P3	1876,00	4000,00	1067,02	1876,00	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	3	1254,40	4000,00	1067,02	1254,40	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P4	2464,00	4000,00	1067,02	2464,00	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P7	1381,80	5104,17	1361,57	1381,80	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V2	1	789,60	5104,17	1361,57	1361,57	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P8	1870,40	5104,17	1361,57	1870,40	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V2	2	1820,00	5104,17	1361,57	1820,00	10	6,3	30,87	10683,37	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P9	6864,20	5104,17	1361,57	6864,20	16	6,3	30,57	10476,74	<i>Armadura Simples</i>
	V2	3	5614,00	5104,17	1361,57	5614,00	16	6,3	30,57	10476,74	<i>Armadura Simples</i>
	V3	1	1754,20	4000,00	1067,02	1754,20	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V3	P11	7078,40	4000,00	1067,02	7078,40	16	6,3	35,57	8510,48	<i>Armadura Simples</i>
	V3	2	7561,40	4000,00	1067,02	7561,40	16	6,3	35,57	8510,48	<i>Armadura Simples</i>
	V3	P10	5719,00	4000,00	1067,02	5719,00	16	6,3	35,57	8510,48	<i>Armadura Simples</i>
	V4	P12	900,20	1562,50	416,81	900,20	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V4	1	453,60	1562,50	416,81	453,60	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>

	V4	P13	900,20	1562,50	416,81	900,20	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V5	P13	865,20	3062,50	816,94	865,20	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V5	1	786,80	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V5	P7	2942,80	3062,50	816,94	2942,80	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V5	2	2014,60	3062,50	816,94	2014,60	10	6,3	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V5	P1	3932,60	3062,50	816,94	3932,60	16	6,3	30,57	6286,04	Armadura Simples
	V6	P14	2522,80	4000,00	1067,02	2522,80	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V6	1	1159,20	4000,00	1067,02	1159,20	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V6	P8	2265,20	4000,00	1067,02	2265,20	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V7	P9	6979,00	5104,17	1361,57	6979,00	16	6,3	30,57	10476,74	Armadura Simples
	V7	1	3514,00	5104,17	1361,57	3514,00	12,5	6,3	30,745	10597,03	Armadura Simples
	V7	P2	6948,20	5104,17	1361,57	6948,20	16	6,3	30,57	10476,74	Armadura Simples
	V8	P11	1730,40	1562,50	416,81	1730,40	16	6,3	20,57	2846,13	Armadura Simples
	V8	1	977,20	1562,50	416,81	977,20	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	1	7151,20	5104,17	1361,57	7151,20	16	6,3	30,57	10476,74	Armadura Simples
	V9	P5	8219,40	5104,17	1361,57	8219,40	16	6,3	30,57	10476,74	Armadura Simples
	V9	2	1776,60	5104,17	1361,57	1776,60	10	6,3	30,87	10683,37	Armadura Simples
	V9	P3	1181,60	5104,17	1361,57	1361,57	10	6,3	30,87	10683,37	Armadura Simples
	V10	P10	1407,00	1562,50	416,81	1407,00	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	1	747,60	1562,50	416,81	747,60	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	P6	1664,60	1562,50	416,81	1664,60	12,5	6,3	20,745	2894,76	Armadura Simples
	V10	2	949,20	1562,50	416,81	949,20	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	P4	1881,60	1562,50	416,81	1881,60	12,5	6,3	20,745	2894,76	Armadura Simples
Cobertura	V1	P1	3406,20	4000,00	1067,02	3406,20	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	1	1736,00	4000,00	1067,02	1736,00	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	P2	2244,20	4000,00	1067,02	2244,20	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	2	613,20	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	P3	1066,80	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	3	859,60	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,3	35,87	8654,64	Armadura Simples

V1	P4	1678,60	4000,00	1067,02	1678,60	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V2	P7	1675,80	2604,17	694,68	1675,80	12,5	6,3	20,745	4824,61	<i>Armadura Simples</i>
V2	1	856,80	2604,17	694,68	856,80	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	P8	1169,00	2604,17	694,68	1169,00	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	2	649,60	2604,17	694,68	694,68	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V2	P9	1939,00	2604,17	694,68	1939,00	16	6,3	20,57	4743,55	<i>Armadura Simples</i>
V2	3	1577,80	2604,17	694,68	1577,80	10	6,3	20,87	4882,92	<i>Armadura Simples</i>
V3	1	1972,60	4000,00	1067,02	1972,60	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V3	P11	3540,60	4000,00	1067,02	3540,60	12,5	6,3	35,745	8594,43	<i>Armadura Simples</i>
V3	2	4062,80	4000,00	1067,02	4062,80	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V3	P10	5989,20	4000,00	1067,02	5989,20	16	6,3	35,57	8510,48	<i>Armadura Simples</i>
V4	P13	1202,60	1562,50	416,81	1202,60	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V4	1	606,20	1562,50	416,81	606,20	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V4	P14	1202,60	1562,50	416,81	1202,60	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V5	P13	1254,40	3062,50	816,94	1254,40	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	1	679,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P7	1513,40	3062,50	816,94	1513,40	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	2	817,60	3062,50	816,94	817,60	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P1	1604,40	3062,50	816,94	1604,40	10	6,3	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V6	P14	2220,40	1562,50	416,81	2220,40	12,5	6,3	20,745	2894,76	<i>Armadura Simples</i>
V6	1	890,40	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,3	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V6	P8	1733,20	1562,50	416,81	1733,20	10	6,3	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V7	P9	2714,60	5104,17	1361,57	2714,60	12,5	6,3	30,745	10597,03	<i>Armadura Simples</i>
V7	1	1373,40	2604,17	694,68	1373,40	12,5	6,3	20,745	4824,61	<i>Armadura Simples</i>
V7	P2	2735,60	5104,17	1361,57	2735,60	12,5	6,3	30,745	10597,03	<i>Armadura Simples</i>
V8	1	3214,40	6666,67	1778,37	3214,40	12,5	6,3	35,745	14324,05	<i>Armadura Simples</i>
V8	P5	3606,40	6666,67	1778,37	3606,40	16	6,3	35,57	14184,14	<i>Armadura Simples</i>
V8	2	751,80	6666,67	1778,37	1778,37	10	6,3	35,87	14424,40	<i>Armadura Simples</i>
V8	P3	436,80	6666,67	1778,37	1778,37	10	6,3	35,87	14424,40	<i>Armadura Simples</i>

	V9	P10	910,00	1562,50	416,81	910,00	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	1	483,00	1562,50	416,81	483,00	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	P6	1075,20	1562,50	416,81	1075,20	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	2	613,20	1562,50	416,81	613,20	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	P4	1215,20	1562,50	416,81	1215,20	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
Cobertura da Caixa d'Água	V1	P7	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V1	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V1	P8	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V2	P13	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V2	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V2	P14	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V3	P13	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V3	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V3	P7	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	P14	280,73	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	1	141,06	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples
V4	P8	280,73	1562,50	416,81	416,81	10	6,3	20,87	2929,75	Armadura Simples	

Quadro 57 – Dimensionamento da armadura longitudinal para o Caso B

Pavimento	Viga	Seção	M_{sd} kN.cm	W_0 cm ³	$M_{d,min}$ kN.cm	M_d kN.cm	$\phi_{l,adot}$ mm	$\phi_{t,adot}$ mm	d_{adot} cm	$M_{d,lim}$ kN.cm	Tipo de Armadura
Térreo (Baldrame)	V1	P1	2569,00	3062,50	816,94	2569,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	1	1306,20	3062,50	816,94	1306,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P2	1696,80	3062,50	816,94	1696,80	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	2	470,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P3	809,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	3	638,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P4	1253,00	3062,50	816,94	1253,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples

V2	P7	596,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V2	1	305,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V2	P8	435,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V2	2	387,80	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V2	P9	1577,80	3062,50	816,94	1577,80	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V2	3	1377,60	3062,50	816,94	1377,60	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V3	1	1503,60	3062,50	816,94	1503,60	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V3	P11	2692,20	3062,50	816,94	2692,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V3	2	1362,20	3062,50	816,94	1362,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V3	P10	2710,40	3062,50	816,94	2710,40	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V4	P13	896,00	1562,50	416,81	896,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V4	1	450,80	1562,50	416,81	450,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V4	P14	896,00	1562,50	416,81	896,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V5	P13	770,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	1	509,60	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	P7	1489,60	3062,50	816,94	1489,60	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	2	931,00	3062,50	816,94	931,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	P1	1828,40	3062,50	816,94	1828,40	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V6	P14	1548,40	3062,50	816,94	1548,40	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V6	1	560,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V6	P8	1075,20	3062,50	816,94	1075,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V7	P9	1591,80	1562,50	416,81	1591,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V7	1	812,00	1562,50	416,81	812,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V7	P2	1611,40	1562,50	416,81	1611,40	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V8	P11	631,40	1562,50	416,81	631,40	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V8	1	357,00	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples

	V9	1	1401,40	3062,50	816,94	1401,40	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V9	P5	1712,20	3062,50	816,94	1712,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V9	2	411,60	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V9	P3	375,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V10	P10	698,60	1562,50	416,81	698,60	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	1	372,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	P6	827,40	1562,50	416,81	827,40	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	2	471,80	1562,50	416,81	471,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	P4	933,80	1562,50	416,81	933,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
1º Pavimento	V1	P1	4832,80	4000,00	1067,02	4832,80	12,5	6,30	35,75	8594,43	Armadura Simples
	V1	1	2641,80	4000,00	1067,02	2641,80	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	P2	3543,40	4000,00	1067,02	3543,40	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	2	1020,60	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	P3	1720,60	4000,00	1067,02	1720,60	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	3	1257,20	4000,00	1067,02	1257,20	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V1	P4	2228,80	4000,00	1067,02	2228,80	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V2	P7	1300,60	3062,50	816,94	1300,60	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V2	1	735,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V2	P8	1729,00	3062,50	816,94	1729,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V2	2	1596,00	3062,50	816,94	1596,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V2	P9	5832,40	3062,50	816,94	5832,40	16	6,30	30,57	6286,04	Armadura Simples
	V2	3	4678,80	3062,50	816,94	4678,80	16	6,30	30,57	6286,04	Armadura Simples
	V3	1	1705,20	4000,00	1067,02	1705,20	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V3	P11	3882,20	4000,00	1067,02	3882,20	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V3	2	2646,00	4000,00	1067,02	2646,00	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V3	P10	5217,80	4000,00	1067,02	5217,80	12,5	6,30	35,75	8594,43	Armadura Simples
	V4	P12	900,20	1562,50	416,81	900,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	1	453,60	1562,50	416,81	453,60	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	P13	900,20	1562,50	416,81	900,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples

	V5	P13	949,20	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V5	1	788,20	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V5	P7	2781,80	4000,00	1067,02	2781,80	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V5	2	1867,60	4000,00	1067,02	1867,60	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V5	P1	3616,20	4000,00	1067,02	3616,20	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V6	P14	2580,20	4000,00	1067,02	2580,20	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V6	1	1052,80	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V6	P8	2049,60	4000,00	1067,02	2049,60	10	6,30	35,87	8654,64	Armadura Simples
	V7	P9	4944,80	3062,50	816,94	4944,80	16	6,30	30,57	6286,04	Armadura Simples
	V7	1	2520,00	3062,50	816,94	2520,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V7	P2	5005,00	3062,50	816,94	5005,00	16	6,30	30,57	6286,04	Armadura Simples
	V8	P11	1729,00	1562,50	416,81	1729,00	16	6,30	20,57	2846,13	Armadura Simples
	V8	1	977,20	1562,50	416,81	977,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	1	5747,00	3062,50	816,94	5747,00	16	6,30	30,57	6286,04	Armadura Simples
	V9	P5	6519,80	3062,50	816,94	6519,80	16	6,30	30,57	6286,04	Armadura Dupla
	V9	2	1355,20	3062,50	816,94	1355,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V9	P3	782,60	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V10	P10	1327,20	1562,50	416,81	1327,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	1	705,60	1562,50	416,81	705,60	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	P6	1569,40	1562,50	416,81	1569,40	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	2	894,60	1562,50	416,81	894,60	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V10	P4	1773,80	1562,50	416,81	1773,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
Cobertura	V1	P1	3306,80	3062,50	816,94	3306,80	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	1	1681,40	3062,50	816,94	1681,40	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P2	2172,80	3062,50	816,94	2172,80	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	2	595,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P3	1033,20	3062,50	816,94	1033,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	3	831,60	3062,50	816,94	831,60	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P4	1629,60	3062,50	816,94	1629,60	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples

V2	P7	1624,00	1562,50	416,81	1624,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V2	1	830,20	1562,50	416,81	830,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V2	P8	1127,00	1562,50	416,81	1127,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V2	2	623,00	1562,50	416,81	623,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V2	P9	1860,60	1562,50	416,81	1860,60	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V2	3	1514,80	1562,50	416,81	1514,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V3	1	1911,00	3062,50	816,94	1911,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V3	P11	3430,00	3062,50	816,94	3430,00	12,5	6,30	30,75	6358,22	Armadura Simples
V3	2	1740,20	3062,50	816,94	1740,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V3	P10	3462,20	4000,00	1067,02	3462,20	12,5	6,30	35,75	8594,43	Armadura Simples
V4	P13	1185,80	1562,50	416,81	1185,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V4	1	602,00	1562,50	416,81	602,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V4	P14	1185,80	1562,50	416,81	1185,80	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
V5	P13	1257,20	3062,50	816,94	1257,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	1	638,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	P7	1470,00	3062,50	816,94	1470,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	2	785,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V5	P1	1542,80	3062,50	816,94	1542,80	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V6	P14	2321,20	3062,50	816,94	2321,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V6	1	890,40	3062,50	816,94	890,40	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V6	P8	1724,80	3062,50	816,94	1724,80	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V7	P9	2549,40	3062,50	816,94	2549,40	12,5	6,30	30,75	6358,22	Armadura Simples
V7	1	1299,20	3062,50	816,94	1299,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V7	P2	2580,20	3062,50	816,94	2580,20	12,5	6,30	30,75	6358,22	Armadura Simples
V8	1	3084,20	3062,50	816,94	3084,20	12,5	6,30	30,75	6358,22	Armadura Simples
V8	P5	3463,60	3062,50	816,94	3463,60	12,5	6,30	30,75	6358,22	Armadura Simples
V8	2	722,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V8	P3	422,80	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
V9	P10	595,00	1562,50	416,81	595,00	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples

	V9	1	316,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	P6	704,20	1562,50	416,81	704,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	2	401,80	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V9	P4	795,20	1562,50	416,81	795,20	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
Cobertura da Caixa d'Água	V1	P7	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V1	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V1	P8	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V2	P13	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V2	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V2	P14	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V3	P13	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V3	1	147,67	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V3	P7	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	P14	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	1	147,67	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
	V4	P8	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples

Quadro 58 - Dimensionamento da armadura longitudinal para o Caso C

Pavimento	Viga	Seção	M_{sd} kN.cm	W_0 cm ³	$M_{d,min}$ kN.cm	M_d kN.cm	$\phi_{l,adot}$ mm	$\phi_{t,adot}$ mm	d_{adot} cm	$M_{d,lim}$ kN.cm	Tipo de Armadura
Térreo (Baldrame)	V1	P1	2569,00	3062,50	816,94	2569,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	1	1306,20	3062,50	816,94	1306,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P2	1698,20	3062,50	816,94	1698,20	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	2	470,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P3	809,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	3	638,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples
	V1	P4	1253,00	3062,50	816,94	1253,00	10	6,30	30,87	6410,02	Armadura Simples

V2	P7	480,20	1562,50	416,81	480,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V2	1	274,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V2	P8	669,20	1562,50	416,81	669,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V2	2	401,80	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V2	P9	854,00	1562,50	416,81	854,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V2	3	522,20	1562,50	416,81	522,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V3	1	1503,60	3062,50	816,94	1503,60	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V3	P11	2692,20	3062,50	816,94	2692,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V3	2	1362,20	3062,50	816,94	1362,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V3	P10	2710,40	3062,50	816,94	2710,40	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V4	P13	896,00	1562,50	416,81	896,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V4	1	450,80	1562,50	416,81	450,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V4	P14	896,00	1562,50	416,81	896,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V5	P13	770,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	1	509,60	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P7	1489,60	3062,50	816,94	1489,60	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	2	931,00	3062,50	816,94	931,00	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P1	1828,40	3062,50	816,94	1828,40	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V6	P14	1548,40	1562,50	416,81	1548,40	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V6	1	560,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V6	P8	1075,20	1562,50	416,81	1075,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V7	P9	215,60	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V7	1	109,20	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V7	P2	218,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>

	V8	P11	631,40	1562,50	416,81	631,40	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V8	1	357,00	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V9	1	191,80	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P5	235,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V9	2	56,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P3	51,80	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V10	P10	698,60	1562,50	416,81	698,60	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	1	372,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	P6	827,40	1562,50	416,81	827,40	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	2	471,80	1562,50	416,81	471,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V10	P4	933,80	1562,50	416,81	933,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
1º Pavimento	V1	P1	4905,60	4000,00	1067,02	4905,60	12,5	6,30	35,75	8594,43	<i>Armadura Simples</i>
	V1	1	2686,60	4000,00	1067,02	2686,60	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P2	3390,80	4000,00	1067,02	3390,80	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	2	862,40	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P3	1442,00	4000,00	1067,02	1442,00	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	3	1233,40	4000,00	1067,02	1233,40	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P4	2174,20	4000,00	1067,02	2174,20	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P7	1362,20	3062,50	816,94	1362,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V2	1	735,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P8	1605,80	3062,50	816,94	1605,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V2	2	1461,60	3062,50	816,94	1461,60	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P9	5401,20	3062,50	816,94	5401,20	16	6,30	30,57	6286,04	<i>Armadura Simples</i>
	V2	3	4370,80	3062,50	816,94	4370,80	12,5	6,30	30,75	6358,22	<i>Armadura Simples</i>
	V3	1	1705,20	4000,00	1067,02	1705,20	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V3	P11	3882,20	4000,00	1067,02	3882,20	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>	

V3	2	2646,00	4000,00	1067,02	2646,00	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V3	P10	5217,80	4000,00	1067,02	5217,80	12,5	6,30	35,75	8594,43	<i>Armadura Simples</i>
V4	P12	1386,00	3062,50	816,94	1386,00	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V4	1	719,60	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V4	P13	1386,00	3062,50	816,94	1386,00	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P13	949,20	3062,50	816,94	949,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	1	785,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P7	2781,80	3062,50	816,94	2781,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	2	1867,60	3062,50	816,94	1867,60	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P1	3616,20	3062,50	816,94	3616,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V6	P14	2510,20	4000,00	1067,02	2510,20	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V6	1	1017,80	4000,00	1067,02	1067,02	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V6	P8	1989,40	4000,00	1067,02	1989,40	10	6,30	35,87	8654,64	<i>Armadura Simples</i>
V7	P9	3108,00	3062,50	816,94	3108,00	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V7	1	1584,80	3062,50	816,94	1584,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V7	P2	3145,80	3062,50	816,94	3145,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V8	P11	1689,80	1562,50	416,81	1689,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V8	1	954,80	1562,50	416,81	954,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V9	1	5084,80	3062,50	816,94	5084,80	16	6,30	30,57	6286,04	<i>Armadura Simples</i>
V9	P5	4793,60	3062,50	816,94	4793,60	16	6,30	30,57	6286,04	<i>Armadura Simples</i>
V9	2	788,20	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V9	P3	42,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V10	P10	1244,60	1562,50	416,81	1244,60	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V10	1	662,20	1562,50	416,81	662,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V10	P6	1472,80	1562,50	416,81	1472,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
V10	2	838,60	1562,50	416,81	838,60	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>

	V10	P4	1663,20	1562,50	416,81	1663,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
Cobertura	V1	P1	3306,80	3062,50	816,94	3306,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V1	1	1681,40	3062,50	816,94	1681,40	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P2	2172,80	3062,50	816,94	2172,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V1	2	595,00	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P3	1033,20	3062,50	816,94	1033,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V1	3	831,60	3062,50	816,94	831,60	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P4	1629,60	3062,50	816,94	1629,60	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P7	1624,00	1562,50	416,81	1624,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	1	830,20	1562,50	416,81	830,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P8	1127,00	1562,50	416,81	1127,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	2	623,00	1562,50	416,81	623,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P9	1860,60	1562,50	416,81	1860,60	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	3	1514,80	1562,50	416,81	1514,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V3	1	1911,00	3062,50	816,94	1911,00	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V3	P11	3430,00	3062,50	816,94	3430,00	12,5	6,30	30,75	6358,22	<i>Armadura Simples</i>
	V3	2	1740,20	3062,50	816,94	1740,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V3	P10	3462,20	3062,50	816,94	3462,20	16	6,30	30,57	6286,04	<i>Armadura Simples</i>
	V4	P13	1185,80	1562,50	416,81	1185,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V4	1	602,00	1562,50	416,81	602,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V4	P14	1185,80	1562,50	416,81	1185,80	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V5	P13	1257,20	3062,50	816,94	1257,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V5	1	638,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V5	P7	1470,00	3062,50	816,94	1470,00	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V5	2	785,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
V5	P1	1542,80	3062,50	816,94	1542,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>	

	V6	P14	2321,20	3062,50	816,94	2321,20	12,5	6,30	30,75	6358,22	<i>Armadura Simples</i>
	V6	1	890,40	3062,50	816,94	890,40	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V6	P8	1724,80	3062,50	816,94	1724,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V7	P9	2549,40	3062,50	816,94	2549,40	12,5	6,30	30,75	6358,22	<i>Armadura Simples</i>
	V7	1	1299,20	3062,50	816,94	1299,20	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V7	P2	2580,20	3062,50	816,94	2580,20	12,5	6,30	30,75	6358,22	<i>Armadura Simples</i>
	V8	1	3410,40	3062,50	816,94	3410,40	16	6,30	30,57	6286,04	<i>Armadura Simples</i>
	V8	P5	3921,40	3062,50	816,94	3921,40	16	6,30	30,57	6286,04	<i>Armadura Simples</i>
	V8	2	891,80	3062,50	816,94	891,80	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V8	P3	701,40	3062,50	816,94	816,94	10	6,30	30,87	6410,02	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P10	595,00	1562,50	416,81	595,00	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V9	1	316,40	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P6	704,20	1562,50	416,81	704,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V9	2	401,80	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V9	P4	795,20	1562,50	416,81	795,20	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
Cobertura da Caixa d'Água	V1	P7	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V1	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V1	P8	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P13	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	1	140,85	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V2	P14	277,82	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V3	P13	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V3	1	147,67	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V3	P7	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V4	P14	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>
	V4	1	147,67	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	<i>Armadura Simples</i>

V4	P8	293,92	1562,50	416,81	416,81	10	6,30	20,87	2929,75	Armadura Simples
----	----	--------	---------	--------	--------	----	------	-------	---------	------------------

Quadro 59 – Cálculo da área de aço da armadura longitudinal para o Caso A

Pavimento	Viga	Seção	β_x	K_s cm ² /kN	$A_{s,calc}$ cm ²	N_1 barras	N_2 barras	ϕ_{l1} mm	ϕ_{l2} mm	$A_{s,real}$ cm ²
Térreo (Baldrame)	V1	P1	0,16	0,025	2,04	2	1	10	10	2,36
	V1	1	0,08	0,024	1,00	2	0	10	0	1,57
	V1	P2	0,10	0,024	1,32	2	0	10	0	1,57
	V1	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P4	0,07	0,024	0,96	2	0	10	0	1,57
	V2	P7	0,05	0,024	0,94	2	0	10	0	1,57
	V2	1	0,05	0,024	0,94	2	0	10	0	1,57
	V2	P8	0,05	0,024	0,94	2	0	10	0	1,57
	V2	2	0,05	0,024	0,94	2	0	10	0	1,57
	V2	P9	0,17	0,025	2,48	2	1	12,5	10	3,24
	V2	3	0,16	0,025	2,33	2	0	12,5	0	2,45
	V3	1	0,09	0,024	1,16	2	0	10	0	1,57
	V3	P11	0,17	0,025	2,15	2	1	10	10	2,36
	V3	2	0,08	0,024	1,05	2	0	10	0	1,57
	V3	P10	0,17	0,025	2,16	2	1	10	10	2,36
	V4	P13	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57

	V5	P13	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P7	0,09	0,024	1,15	2	0	10	0	1,57
	V5	2	0,05	0,024	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P1	0,11	0,024	1,43	2	0	10	0	1,57
	V6	P14	0,09	0,024	1,20	2	0	10	0	1,57
	V6	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V6	P8	0,06	0,024	0,82	2	0	10	0	1,57
	V7	P9	0,21	0,025	2,98	2	1	12,5	10	3,24
	V7	1	0,10	0,024	1,43	2	0	10	0	1,57
	V7	P2	0,21	0,025	3,01	2	1	12,5	10	3,24
	V8	P11	0,08	0,024	0,72	2	0	10	0	1,57
	V8	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V9	1	0,08	0,024	1,71	2	1	10	10	2,36
	V9	P5	0,10	0,024	2,11	2	1	10	10	2,36
	V9	2	0,05	0,023	1,31	2	0	10	0	1,57
	V9	P3	0,05	0,023	1,31	2	0	10	0	1,57
	V10	P10	0,09	0,024	0,80	2	0	10	0	1,57
	V10	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V10	P6	0,11	0,024	0,95	2	0	10	0	1,57
	V10	2	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V10	P4	0,12	0,024	1,08	2	0	10	0	1,57
1º Pavimento	V1	P1	0,26	0,026	3,88	2	2	12,5	12,5	4,91
	V1	1	0,12	0,024	1,85	2	1	10	10	2,36
	V1	P2	0,18	0,025	2,63	2	1	12,5	10	3,24
	V1	2	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,08	0,024	1,24	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,024	0,90	2	0	10	0	1,57

V1	P4	0,11	0,024	1,65	2	1	10	10	2,36
V2	P7	0,05	0,023	1,31	2	0	10	0	1,57
V2	1	0,05	0,023	1,31	2	0	10	0	1,57
V2	P8	0,07	0,024	1,43	2	0	10	0	1,57
V2	2	0,06	0,024	1,39	2	0	10	0	1,57
V2	P9	0,27	0,026	5,79	2	1	16	16	6,03
V2	3	0,22	0,025	4,62	2	1	16	16	6,03
V3	1	0,08	0,024	1,16	2	0	10	0	1,57
V3	P11	0,36	0,027	5,34	2	1	16	16	6,03
V3	2	0,39	0,027	5,79	2	1	16	16	6,03
V3	P10	0,28	0,026	4,16	2	1	16	16	6,03
V4	P12	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
V4	1	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
V4	P13	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
V5	P13	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V5	P7	0,18	0,025	2,37	2	2	10	10	3,14
V5	2	0,12	0,024	1,58	2	1	10	10	2,36
V5	P1	0,26	0,026	3,30	2	0	16	0	4,02
V6	P14	0,11	0,024	1,69	2	1	10	10	2,36
V6	1	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
V6	P8	0,10	0,024	1,51	2	0	10	0	1,57
V7	P9	0,28	0,026	5,90	2	1	16	16	6,03
V7	1	0,13	0,024	2,77	2	1	12,5	12,5	3,68
V7	P2	0,28	0,026	5,87	2	1	16	16	6,03
V8	P11	0,25	0,026	2,15	2	0	16	0	4,02
V8	1	0,13	0,024	1,14	2	0	10	0	1,57
V9	1	0,28	0,026	6,07	2	2	16	12,5	6,48
V9	P5	0,33	0,027	7,14	2	2	16	16	8,04

	V9	2	0,06	0,024	1,36	2	0	10	0	1,57
	V9	P3	0,05	0,023	1,31	2	0	10	0	1,57
	V10	P10	0,19	0,025	1,68	2	1	10	10	2,36
	V10	1	0,10	0,024	0,86	2	0	10	0	1,57
	V10	P6	0,23	0,025	2,04	2	0	12,5	0	2,45
	V10	2	0,13	0,024	1,10	2	0	10	0	1,57
	V10	P4	0,27	0,026	2,34	2	0	12,5	0	2,45
Cobertura	V1	P1	0,15	0,025	2,33	2	1	10	10	2,36
	V1	1	0,08	0,024	1,15	2	0	10	0	1,57
	V1	P2	0,10	0,024	1,50	2	0	10	0	1,57
	V1	2	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
	V1	P4	0,07	0,024	1,11	2	0	10	0	1,57
	V2	P7	0,14	0,024	1,96	2	0	12,5	0	2,45
	V2	1	0,07	0,024	0,97	2	0	10	0	1,57
	V2	P8	0,09	0,024	1,34	2	0	10	0	1,57
	V2	2	0,05	0,024	0,94	2	0	10	0	1,57
	V2	P9	0,16	0,025	2,32	2	0	16	0	4,02
	V2	3	0,13	0,024	1,83	2	1	10	10	2,36
	V3	1	0,09	0,024	1,31	2	0	10	0	1,57
	V3	P11	0,16	0,025	2,44	2	0	12,5	0	2,45
	V3	2	0,19	0,025	2,82	2	2	16	16	8,04
	V3	P10	0,29	0,026	4,39	2	1	16	16	6,03
	V4	P13	0,16	0,025	1,42	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,08	0,024	0,69	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,16	0,025	1,42	2	0	10	0	1,57
V5	P13	0,07	0,024	0,96	2	0	10	0	1,57	
V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57	

	V5	P7	0,09	0,024	1,17	2	0	10	0	1,57
	V5	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P1	0,10	0,024	1,24	2	0	10	0	1,57
	V6	P14	0,33	0,026	2,83	2	1	12,5	10	3,24
	V6	1	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
	V6	P8	0,24	0,025	2,11	2	1	10	10	2,36
	V7	P9	0,10	0,024	2,11	2	0	12,5	0	2,45
	V7	1	0,11	0,024	1,59	2	0	12,5	0	2,45
	V7	P2	0,10	0,024	2,13	2	0	12,5	0	2,45
	V8	1	0,09	0,024	2,14	2	0	12,5	0	2,45
	V8	P5	0,10	0,024	2,43	2	0	16	0	4,02
	V8	2	0,05	0,023	1,50	2	0	10	0	1,57
	V8	P3	0,05	0,023	1,50	2	0	10	0	1,57
	V9	P10	0,12	0,024	1,05	2	0	10	0	1,57
	V9	1	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V9	P6	0,14	0,024	1,26	2	0	10	0	1,57
	V9	2	0,08	0,024	0,70	2	0	10	0	1,57
	V9	P4	0,16	0,025	1,43	2	0	10	0	1,57
Cobertura da Caixa d'Água	V1	P7	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V1	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V1	P8	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P13	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P14	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	P13	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	P7	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57

	V4	P8	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
--	----	----	------	-------	------	---	---	----	---	------

Quadro 60 – Cálculo da área de aço da armadura longitudinal para o Caso B

Pavimento	Viga	Seção	β_x	K_s cm ² /kN	$A_{s,calc}$ cm ²	N_1 barras	N_2 barras	ϕ_{l1} mm	ϕ_{l2} mm	$A_{s,real}$ cm ²
Térreo (Baldrame)	V1	P1	0,16	0,025	2,04	2	1	10	10	2,36
	V1	1	0,08	0,024	1,00	2	0	10	0	1,57
	V1	P2	0,10	0,024	1,32	2	0	10	0	1,57
	V1	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P4	0,07	0,024	0,96	2	0	10	0	1,57
	V2	P7	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V2	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V2	P8	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V2	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V2	P9	0,09	0,024	1,22	2	0	10	0	1,57
	V2	3	0,08	0,024	1,06	2	0	10	0	1,57
	V3	1	0,09	0,024	1,16	2	0	10	0	1,57
	V3	P11	0,17	0,025	2,15	2	1	10	10	2,36
	V3	2	0,08	0,024	1,05	2	0	10	0	1,57
	V3	P10	0,17	0,025	2,16	2	1	10	10	2,36
	V4	P13	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57

	V5	P13	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P7	0,09	0,024	1,15	2	0	10	0	1,57
	V5	2	0,05	0,024	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P1	0,11	0,024	1,43	2	0	10	0	1,57
	V6	P14	0,09	0,024	1,20	2	0	10	0	1,57
	V6	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V6	P8	0,06	0,024	0,82	2	0	10	0	1,57
	V7	P9	0,22	0,025	1,92	2	1	10	10	2,36
	V7	1	0,11	0,024	0,93	2	0	10	0	1,57
	V7	P2	0,22	0,025	1,95	2	1	10	10	2,36
	V8	P11	0,08	0,024	0,72	2	0	10	0	1,57
	V8	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V9	1	0,08	0,024	1,08	2	0	10	0	1,57
	V9	P5	0,10	0,024	1,33	2	0	10	0	1,57
	V9	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V9	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V10	P10	0,09	0,024	0,80	2	0	10	0	1,57
	V10	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V10	P6	0,11	0,024	0,95	2	0	10	0	1,57
	V10	2	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V10	P4	0,12	0,024	1,08	2	0	10	0	1,57
1º Pavimento	V1	P1	0,23	0,025	3,42	2	1	12,5	12,5	3,68
	V1	1	0,12	0,024	1,78	2	1	10	10	2,36
	V1	P2	0,16	0,025	2,43	2	2	10	10	3,14
	V1	2	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,08	0,024	1,14	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,024	0,90	2	0	10	0	1,57

V1	P4	0,10	0,024	1,49	2	0	10	0	1,57
V2	P7	0,08	0,024	1,00	2	0	10	0	1,57
V2	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V2	P8	0,10	0,024	1,34	2	0	10	0	1,57
V2	2	0,10	0,024	1,24	2	0	10	0	1,57
V2	P9	0,41	0,028	5,25	2	1	16	16	6,03
V2	3	0,31	0,026	4,03	2	1	16	16	6,03
V3	1	0,08	0,024	1,13	2	0	10	0	1,57
V3	P11	0,18	0,025	2,68	2	2	12,5	12,5	4,91
V3	2	0,12	0,024	1,78	2	1	10	10	2,36
V3	P10	0,25	0,026	3,73	2	2	12,5	12,5	4,91
V4	P12	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
V4	1	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
V4	P13	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
V5	P13	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
V5	1	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
V5	P7	0,12	0,024	1,88	2	1	10	10	2,36
V5	2	0,08	0,024	1,24	2	0	10	0	1,57
V5	P1	0,17	0,025	2,48	2	2	10	10	3,14
V6	P14	0,12	0,024	1,73	2	1	10	10	2,36
V6	1	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
V6	P8	0,09	0,024	1,36	2	0	10	0	1,57
V7	P9	0,34	0,027	4,30	2	1	16	16	6,03
V7	1	0,15	0,025	2,00	2	1	10	10	2,36
V7	P2	0,34	0,027	4,36	2	1	16	16	6,03
V8	P11	0,25	0,026	2,15	2	0	16	0	4,02
V8	1	0,13	0,024	1,14	2	0	10	0	1,57
V9	1	0,40	0,027	5,15	2	1	16	12,5	5,25
V9	P5	0,45	0,028	5,97	2	1	16	16	6,03

	V9	2	0,08	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
	V9	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V10	P10	0,18	0,025	1,58	2	1	10	10	2,36
	V10	1	0,09	0,024	0,81	2	0	10	0	1,57
	V10	P6	0,22	0,025	1,89	2	1	10	10	2,36
	V10	2	0,12	0,024	1,03	2	0	10	0	1,57
	V10	P4	0,25	0,026	2,17	2	1	10	10	2,36
Cobertura	V1	P1	0,21	0,025	2,69	2	2	10	10	3,14
	V1	1	0,10	0,024	1,31	2	0	10	0	1,57
	V1	P2	0,13	0,024	1,71	2	1	10	10	2,36
	V1	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,06	0,024	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P4	0,10	0,024	1,26	2	0	10	0	1,57
	V2	P7	0,22	0,025	1,97	2	1	10	10	2,36
	V2	1	0,11	0,024	0,96	2	0	10	0	1,57
	V2	P8	0,15	0,024	1,32	2	0	10	0	1,57
	V2	2	0,08	0,024	0,71	2	0	10	0	1,57
	V2	P9	0,26	0,026	2,29	2	1	10	10	2,36
	V2	3	0,21	0,025	1,82	2	1	10	10	2,36
	V3	1	0,12	0,024	1,49	2	0	10	0	1,57
	V3	P11	0,22	0,025	2,81	2	0	12,5	0	2,45
	V3	2	0,10	0,024	1,35	2	0	10	0	1,57
	V3	P10	0,16	0,025	2,38	2	0	12,5	0	2,45
	V4	P13	0,16	0,025	1,40	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,08	0,024	0,68	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,16	0,025	1,40	2	0	10	0	1,57
V5	P13	0,07	0,024	0,97	2	0	10	0	1,57	
V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57	

	V5	P7	0,09	0,024	1,14	2	0	10	0	1,57
	V5	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P1	0,09	0,024	1,19	2	0	10	0	1,57
	V6	P14	0,14	0,024	1,83	2	0	10	0	1,57
	V6	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V6	P8	0,10	0,024	1,34	2	0	10	0	1,57
	V7	P9	0,16	0,025	2,04	2	0	12,5	0	2,45
	V7	1	0,08	0,024	1,00	2	0	10	0	1,57
	V7	P2	0,16	0,025	2,06	2	0	12,5	0	2,45
	V8	1	0,19	0,025	2,50	2	0	12,5	0	2,45
	V8	P5	0,22	0,025	2,84	2	0	12,5	0	2,45
	V8	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V8	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V9	P10	0,08	0,024	0,68	2	0	10	0	1,57
	V9	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V9	P6	0,09	0,024	0,81	2	0	10	0	1,57
	V9	2	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V9	P4	0,10	0,024	0,91	2	0	10	0	1,57
Cobertura da Caixa d'Água	V1	P7	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V1	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V1	P8	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P13	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P14	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	P13	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	P7	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57

	V4	P8	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
--	----	----	------	-------	------	---	---	----	---	------

Quadro 61 – Cálculo da área de aço da armadura longitudinal para o Caso C

Pavimento	Viga	Seção	β_x	K_s cm ² /kN	$A_{s,calc}$ cm ²	N_1 barras	N_2 barras	ϕ_{l1} mm	ϕ_{l2} mm	$A_{s,real}$ cm ²
Térreo (Baldrame)	V1	P1	0,16	0,025	2,04	2	1	10	10	2,36
	V1	1	0,08	0,024	1,00	2	0	10	0	1,57
	V1	P2	0,10	0,024	1,32	2	0	10	0	1,57
	V1	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P4	0,07	0,024	0,96	2	0	10	0	1,57
	V2	P7	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P8	0,09	0,024	0,76	2	0	10	0	1,57
	V2	2	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P9	0,11	0,024	0,99	2	0	10	0	1,57
	V2	3	0,07	0,024	0,59	2	0	10	0	1,57
	V3	1	0,09	0,024	1,16	2	0	10	0	1,57
	V3	P11	0,17	0,025	2,15	2	1	10	10	2,36
	V3	2	0,08	0,024	1,05	2	0	10	0	1,57
	V3	P10	0,17	0,025	2,16	2	1	10	10	2,36
	V4	P13	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,12	0,024	1,04	2	0	10	0	1,57

	V5	P13	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P7	0,09	0,024	1,15	2	0	10	0	1,57
	V5	2	0,05	0,024	0,79	2	0	10	0	1,57
	V5	P1	0,11	0,024	1,43	2	0	10	0	1,57
	V6	P14	0,21	0,025	1,87	2	1	10	10	2,36
	V6	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V6	P8	0,14	0,024	1,26	2	0	10	0	1,57
	V7	P9	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V7	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V7	P2	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V8	P11	0,08	0,024	0,72	2	0	10	0	1,57
	V8	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V9	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V9	P5	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V9	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V9	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V10	P10	0,09	0,024	0,80	2	0	10	0	1,57
	V10	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V10	P6	0,11	0,024	0,95	2	0	10	0	1,57
	V10	2	0,06	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V10	P4	0,12	0,024	1,08	2	0	10	0	1,57
1º Pavimento	V1	P1	0,23	0,025	3,48	2	1	12,5	12,5	3,68
	V1	1	0,12	0,024	1,81	2	1	10	10	2,36
	V1	P2	0,15	0,025	2,32	2	1	10	10	2,36
	V1	2	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57

V1	P3	0,06	0,024	0,95	2	0	10	0	1,57
V1	3	0,05	0,024	0,90	2	0	10	0	1,57
V1	P4	0,10	0,024	1,45	2	0	10	0	1,57
V2	P7	0,08	0,024	1,05	2	0	10	0	1,57
V2	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V2	P8	0,10	0,024	1,24	2	0	10	0	1,57
V2	2	0,09	0,024	1,13	2	0	10	0	1,57
V2	P9	0,37	0,027	4,78	2	1	16	10	4,81
V2	3	0,29	0,026	3,69	2	2	12,5	10	4,03
V3	1	0,08	0,024	1,13	2	0	10	0	1,57
V3	P11	0,18	0,025	2,68	2	2	10	10	3,14
V3	2	0,12	0,024	1,78	2	1	10	10	2,36
V3	P10	0,25	0,026	3,73	2	2	12,5	12,5	4,91
V4	P12	0,08	0,024	1,07	2	0	10	0	1,57
V4	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V4	P13	0,08	0,024	1,07	2	0	10	0	1,57
V5	P13	0,06	0,024	0,79	2	0	10	0	1,57
V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V5	P7	0,17	0,025	2,23	2	1	10	10	2,36
V5	2	0,11	0,024	1,46	2	0	10	0	1,57
V5	P1	0,23	0,025	2,97	2	2	10	10	3,14
V6	P14	0,11	0,024	1,69	2	1	10	10	2,36
V6	1	0,05	0,023	0,90	2	0	10	0	1,57
V6	P8	0,09	0,024	1,32	2	2	10	10	3,14
V7	P9	0,19	0,025	2,51	2	2	10	10	3,14
V7	1	0,09	0,024	1,23	2	0	10	0	1,57

	V7	P2	0,20	0,025	2,54	2	2	10	10	3,14
	V8	P11	0,24	0,025	2,06	2	1	10	10	2,36
	V8	1	0,13	0,024	1,11	2	0	10	0	1,57
	V9	1	0,35	0,027	4,44	2	1	16	10	4,81
	V9	P5	0,32	0,026	4,14	2	1	16	10	4,81
	V9	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V9	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V10	P10	0,17	0,025	1,47	2	0	10	0	1,57
	V10	1	0,09	0,024	0,76	2	0	10	0	1,57
	V10	P6	0,20	0,025	1,77	2	1	10	10	2,36
	V10	2	0,11	0,024	0,97	2	0	10	0	1,57
	V10	P4	0,23	0,025	2,02	2	1	10	10	2,36
Cobertura	V1	P1	0,21	0,025	2,69	2	2	10	10	3,14
	V1	1	0,10	0,024	1,31	2	0	10	0	1,57
	V1	P2	0,13	0,024	1,71	2	1	10	10	2,36
	V1	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P3	0,06	0,024	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
	V1	P4	0,10	0,024	1,26	2	0	10	0	1,57
	V2	P7	0,22	0,025	1,97	2	1	10	10	2,36
	V2	1	0,11	0,024	0,96	2	0	10	0	1,57
	V2	P8	0,15	0,024	1,32	2	0	10	0	1,57
	V2	2	0,08	0,024	0,71	2	0	10	0	1,57
	V2	P9	0,26	0,026	2,29	2	1	10	10	2,36
	V2	3	0,21	0,025	1,82	2	1	10	10	2,36
	V3	1	0,12	0,024	1,49	2	0	10	0	1,57

V3	P11	0,22	0,025	2,81	2	1	12,5	10	3,24
V3	2	0,10	0,024	1,35	2	0	10	0	1,57
V3	P10	0,22	0,025	2,86	2	0	16	0	4,02
V4	P13	0,16	0,025	1,40	2	0	10	0	1,57
V4	1	0,08	0,024	0,68	2	0	10	0	1,57
V4	P14	0,16	0,025	1,40	2	0	10	0	1,57
V5	P13	0,07	0,024	0,97	2	0	10	0	1,57
V5	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V5	P7	0,09	0,024	1,14	2	0	10	0	1,57
V5	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V5	P1	0,09	0,024	1,19	2	0	10	0	1,57
V6	P14	0,14	0,024	1,84	2	0	12,5	0	2,45
V6	1	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V6	P8	0,10	0,024	1,34	2	0	10	0	1,57
V7	P9	0,16	0,025	2,04	2	0	12,5	0	2,45
V7	1	0,08	0,024	1,00	2	0	10	0	1,57
V7	P2	0,16	0,025	2,06	2	0	12,5	0	2,45
V8	1	0,22	0,025	2,81	2	0	16	0	4,02
V8	P5	0,26	0,026	3,29	2	0	16	0	4,02
V8	2	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V8	P3	0,05	0,023	0,79	2	0	10	0	1,57
V9	P10	0,08	0,024	0,68	2	0	10	0	1,57
V9	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
V9	P6	0,09	0,024	0,81	2	0	10	0	1,57
V9	2	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
V9	P4	0,10	0,024	0,91	2	0	10	0	1,57

Cobertura da Caixa d'Água	V1	P7	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V1	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V1	P8	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P13	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V2	P14	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	P13	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V3	P7	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P14	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	1	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57
	V4	P8	0,05	0,024	0,56	2	0	10	0	1,57

Legenda	
V	Viga
P	Pilar
M_{sd}	Momento solicitante de cálculo obtido através do F_{tool}
W_0	Módulo de resistência da seção transversal bruta de concreto, relativo à fibra mais tracionada
$M_{d,min}$	Momento mínimo
M_d	Momento fletor de cálculo
$\phi_{l1,adot}$	Bitola adotada relativa a 1ª camada de armadura tracionada
$\phi_{t,adot}$	Bitola adotada para a armadura transversal
d_{adot}	Altura útil adotada
$M_{d,lim}$	Momento limite
β_x	Relação da linha neutra com a altura útil (x/d)

K_s	Coefficiente tabelado
$A_{s,calc}$	Área de aço calculada
N_1	Quantidade de armaduras tracionadas na primeira camada
N_2	Quantidade de armaduras tracionadas na segunda camada
ϕ_{11}	Bitola referente a 1ª camada de armadura tracionada
ϕ_{12}	Bitola referente a 2ª camada de armadura tracionada
$A_{s,real}$	Área de aço real

APÊNDICE G – Dimensionamento da Armadura Transversal das Vigas

Quadro 62 – Dimensionamento da armadura transversal das vigas para o Caso A

Pavimento	Viga	Seção	V _{Sd} kN	V _c kN	V _{sd,min} kN	V _{Sd} kN	V _{Rd2} kN	Verificação V _{Sd} ≤ V _{Rd2}	V _{sw} kN	A _{sw/s} cm ² /m	φ _t mm	N _{ramos}	s cm	N _{estribos} cm	A _{s,total} cm ²	A _{s,susp} cm ²	N	S _{suspensão} cm	A _{s,susp,tot} cm ²
Térreo (Baldrame)	V1	1	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	18,52	28	8,73	-	-	-	0,00
	V1	2	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	18,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V1	3	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	18,52	20	6,23	-	-	-	0,00
	V2	1	43,91	39,04	40,04	43,91	225,05	Verifica	4,87	2,56	6,3	2	12,45	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	2	43,91	39,04	40,04	43,91	225,05	Verifica	4,87	2,56	6,3	2	12,45	24	7,48	-	-	-	0,00
	V2	3	43,91	39,04	40,04	43,91	225,05	Verifica	4,87	2,56	6,3	2	12,45	25	7,79	1,48	3	8,33	0,94
	V3	1	57,26	30,97	31,97	57,26	200,93	Verifica	26,29	2,18	6,3	2	18,52	25	7,79	-	-	-	0,00
	V3	2	57,26	30,97	31,97	57,26	200,93	Verifica	26,29	2,18	6,3	2	18,52	27	8,42	1,54	4	8,75	1,25
	V4	1	18,01	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	37,74	35,18	36,18	37,74	200,93	Verifica	2,56	1,54	6,3	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	37,74	35,18	36,18	37,74	200,93	Verifica	2,56	1,54	6,3	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V6	1	30,40	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	18,52	10	3,12	1,03	3	11,67	0,94
	V7	1	25,25	40,15	41,15	41,15	226,40	Verifica	1,00	2,56	6,3	2	12,52	34	10,60	-	-	-	0,00
	V8	1	9,76	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V9	1	60,86	56,73	57,73	60,86	324,04	Verifica	4,13	2,56	6,3	2	17,92	15	4,68	1,59	4	8,75	1,25
	V9	2	60,86	56,73	57,73	60,86	324,04	Verifica	4,13	2,56	6,3	2	17,92	18	5,61	-	-	-	0,00
	V10	1	23,15	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V10	2	23,15	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
	V1	1	74,60	32,84	33,84	74,60	226,97	Verifica	41,76	3,06	6,3	2	20,37	26	8,10	-	-	-	0,00

1º Pavimento	V1	2	74,60	32,84	33,84	74,60	226,97	Verifica	41,76	3,06	6,3	2	20,37	16	4,99	-	-	-	0,00
	V1	3	74,60	32,84	33,84	74,60	226,97	Verifica	41,76	3,06	6,3	2	20,37	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	1	150,61	36,21	37,21	150,61	318,61	Verifica	114,40	9,95	6,3	2	6,26	34	10,60	-	-	-	0,00
	V2	2	150,61	36,21	37,21	150,61	318,61	Verifica	114,40	9,95	6,3	2	6,26	47	14,65	-	-	-	0,00
	V2	3	150,61	36,21	37,21	150,61	318,61	Verifica	114,40	9,95	6,3	2	6,26	42	13,09	5,37	11	3,18	3,43
	V3	1	108,41	24,85	25,85	108,41	223,71	Verifica	83,56	6,21	6,3	2	10,03	46	14,34	-	-	-	0,00
	V3	2	108,41	24,85	25,85	108,41	223,71	Verifica	83,56	6,21	6,3	2	10,03	47	14,65	4,23	9	4,44	2,81
	V4	1	28,03	23,24	24,24	28,03	135,84	Verifica	4,79	1,54	6,3	3	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	69,96	26,83	27,83	69,96	194,42	Verifica	43,13	3,69	6,3	2	16,89	14	4,36	-	-	-	0,00
	V5	2	69,96	26,83	27,83	69,96	194,42	Verifica	43,13	3,69	6,3	2	16,89	26	8,10	-	-	-	0,00
	V6	1	47,67	40,05	41,05	47,67	233,48	Verifica	7,62	1,54	6,3	2	21,52	10	3,12	0,94	2	20,00	0,62
	V7	1	69,34	54,41	55,41	69,34	321,78	Verifica	14,93	2,56	6,3	2	17,80	25	7,79	-	-	-	0,00
	V8	1	26,79	23,51	24,51	26,79	135,84	Verifica	3,28	1,54	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V9	1	177,70	30,14	31,14	177,70	317,55	Verifica	147,56	12,88	6,3	2	5,00	47	14,65	7,70	16	2,19	4,99
	V9	2	177,70	30,14	31,14	177,70	317,55	Verifica	147,56	12,88	6,3	2	5,00	60	18,70	-	-	-	0,00
	V10	1	46,38	19,28	20,28	46,38	135,84	Verifica	27,10	3,32	6,3	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
V10	2	46,38	19,28	20,28	46,38	135,84	Verifica	27,10	3,32	6,3	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00	
Cobertura	V1	1	42,70	41,12	42,12	42,70	233,48	Verifica	1,58	1,54	6,3	2	21,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V1	2	42,70	41,12	42,12	42,70	233,48	Verifica	1,58	1,54	6,3	2	21,52	15	4,68	-	-	-	0,00
	V1	3	42,70	41,12	42,12	42,70	233,48	Verifica	1,58	1,54	6,3	2	21,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V2	1	47,76	36,17	37,17	47,76	215,55	Verifica	11,59	2,56	6,3	2	11,92	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	2	47,76	36,17	37,17	47,76	215,55	Verifica	11,59	2,56	6,3	2	11,92	25	7,79	-	-	-	0,00
	V2	3	47,76	36,17	37,17	47,76	215,55	Verifica	11,59	2,56	6,3	2	11,92	29	9,04	-	-	-	0,00
	V3	1	79,00	29,16	30,16	79,00	214,27	Verifica	49,84	3,87	6,3	2	16,11	29	9,04	-	-	-	0,00
	V3	2	79,00	29,16	30,16	79,00	214,27	Verifica	49,84	3,87	6,3	2	16,11	29	9,04	2,56	6	6,67	1,87
	V4	1	24,06	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	41,66	34,33	35,33	41,66	200,93	Verifica	7,33	1,54	6,3	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	41,66	34,33	35,33	41,66	200,93	Verifica	7,33	1,54	6,3	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
V6	1	46,89	40,22	41,22	46,89	233,48	Verifica	6,67	1,54	6,3	2	21,52	9	2,81	1,11	3	13,33	0,94	

	V7	1	27,69	39,91	40,91	40,91	225,05	Verifica	1,00	2,56	6,3	2	12,45	35	10,91	-	-	-	0,00
	V8	1	80,52	66,23	67,23	80,52	387,77	Verifica	14,29	2,56	6,3	2	21,45	12	3,74	1,50	4	10,00	1,25
	V8	2	80,52	66,23	67,23	80,52	387,77	Verifica	14,29	2,56	6,3	2	21,45	15	4,68	-	-	-	0,00
	V9	1	30,08	22,80	23,80	30,08	135,84	Verifica	7,28	1,54	6,3	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V9	2	30,08	22,80	23,80	30,08	135,84	Verifica	7,28	1,54	6,3	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	5,57	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	1	5,57	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V3	1	5,60	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V4	1	5,60	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00

Quadro 63 – Dimensionamento da armadura transversal das vigas para o Caso B

Pavimento	Viga	Seção	V _{sd} kN	V _c kN	V _{sd,min} kN	V _{sd} kN	V _{Rd2} kN	Verificação V _{sd} ≤ V _{Rd2}	V _{sw} kN	A _{sw/s} cm ² /m	φ _t mm	N _{ramos}	s cm	N _{estribos} cm	A _{s,total} cm ²	A _{s,susp} cm ²	N	S _{suspensão} cm	A _{s,susp,tot} cm ² /m
Térreo (Baldrame)	V1	1	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	28	8,73	-	-	-	0,00
	V1	2	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V1	3	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	20	6,23	-	-	-	0,00
	V2	1	33,32	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	10	3,12	0,91	2	17,50	0,62
	V2	2	33,32	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V2	3	33,32	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	19	5,92	-	-	-	0,00
	V3	1	51,79	32,15	33,15	51,79	200,93	Verifica	19,64	1,626	6,3	2	18,52	25	7,79	-	-	-	0,00
	V3	2	51,79	32,15	33,15	51,79	200,93	Verifica	19,64	1,626	6,3	2	18,52	28	8,73	1,10	3	11,67	0,94
	V4	1	18,01	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	37,74	35,18	36,18	37,74	200,93	Verifica	2,56	1,539	6,3	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	37,71	35,18	36,18	37,71	200,93	Verifica	2,53	1,539	6,3	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V6	1	30,40	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	10	3,12	1,07	3	11,67	0,94
	V7	1	16,32	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	34	10,60	-	-	-	0,00

	V8	1	10,33	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V9	1	38,78	34,95	35,95	38,78	200,93	Verifica	3,83	1,539	6,3	2	18,52	15	4,68	1,05	3	11,67	0,94
	V9	2	38,78	34,95	35,95	38,78	200,93	Verifica	3,83	1,539	6,3	2	18,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V10	1	23,15	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V10	2	23,15	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
1º Pavimento	V1	1	67,40	34,40	35,40	67,40	226,97	Verifica	33,00	2,419	6,3	2	20,92	25	7,79	-	-	-	0,00
	V1	2	67,40	34,40	35,40	67,40	226,97	Verifica	33,00	2,419	6,3	2	20,92	16	4,99	-	-	-	0,00
	V1	3	67,40	34,40	35,40	67,40	226,97	Verifica	33,00	2,419	6,3	2	20,92	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	1	126,17	14,01	15,01	126,17	191,17	Verifica	112,16	9,759	6,3	2	6,39	33	10,29	-	-	-	0,00
	V2	2	126,17	14,01	15,01	126,17	191,17	Verifica	112,16	9,759	6,3	2	6,39	47	14,65	-	-	-	0,00
	V2	3	126,17	14,01	15,01	126,17	191,17	Verifica	112,16	9,759	6,3	2	6,39	42	13,09	5,16	11	3,18	3,43
	V3	1	97,78	27,85	28,85	97,78	226,97	Verifica	69,93	5,125	6,3	2	12,16	38	11,85	-	-	-	0,00
	V3	2	97,78	27,85	28,85	97,78	226,97	Verifica	69,93	5,125	6,3	2	12,16	39	12,16	3,55	8	5,00	2,49
	V4	1	28,03	23,24	24,24	28,03	135,84	Verifica	4,79	1,539	6,3	3	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	67,01	35,88	36,88	67,01	233,48	Verifica	31,13	2,218	6,3	2	21,52	12	3,74	-	-	-	0,00
	V5	2	67,01	35,88	36,88	67,01	233,48	Verifica	31,13	2,218	6,3	2	21,52	21	6,55	-	-	-	0,00
	V6	1	49,16	39,73	40,73	49,16	233,48	Verifica	9,43	1,539	6,3	2	21,52	9	2,81	1,03	3	13,33	0,94
	V7	1	50,67	30,99	31,99	50,67	194,42	Verifica	19,68	1,684	6,3	2	17,92	24	7,48	-	-	-	0,00
	V8	1	28,35	23,17	24,17	28,35	135,84	Verifica	5,18	1,539	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V9	1	139,71	11,65	12,65	139,71	193,77	Verifica	128,06	10,993	6,3	2	5,67	42	13,09	6,51	14	2,5	4,36
	V9	2	139,71	11,65	12,65	139,71	193,77	Verifica	128,06	10,993	6,3	2	5,67	54	16,83	-	-	-	0,00
	V10	1	43,90	19,82	20,82	43,90	135,84	Verifica	24,08	2,949	6,3	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V10	2	43,90	19,82	20,82	43,90	135,84	Verifica	24,08	2,949	6,3	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
Cobertura	V1	1	41,60	34,34	35,34	41,60	200,93	Verifica	7,26	1,539	6,3	2	18,52	28	8,73	-	-	-	0,00
	V1	2	41,60	34,34	35,34	41,60	200,93	Verifica	7,26	1,539	6,3	2	18,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V1	3	41,60	34,34	35,34	41,60	200,93	Verifica	7,26	1,539	6,3	2	18,52	20	6,23	-	-	-	0,00
	V2	1	44,11	18,37	19,37	44,11	129,33	Verifica	25,74	3,310	6,3	2	11,92	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	2	44,11	18,37	19,37	44,11	129,33	Verifica	25,74	3,310	6,3	2	11,92	26	8,10	-	-	-	0,00
	V2	3	44,11	18,37	19,37	44,11	129,33	Verifica	25,74	3,310	6,3	2	11,92	29	9,04	-	-	-	0,00

	V3	1	75,51	27,04	28,04	75,51	200,93	Verifica	48,47	4,013	6,3	2	15,54	30	9,35	-	-	-	0,00
	V3	2	75,51	27,04	28,04	75,51	200,93	Verifica	48,47	4,013	6,3	2	15,54	30	9,35	2,65	6	5,83	1,87
	V4	1	23,79	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	40,72	34,53	35,53	40,72	200,93	Verifica	6,19	1,539	6,3	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	40,72	34,53	35,53	40,72	200,93	Verifica	6,19	1,539	6,3	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V6	1	45,23	33,56	34,56	45,23	200,93	Verifica	11,67	1,539	6,3	2	18,52	10	3,12	1,14	3	11,67	0,94
	V7	1	26,12	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	18,52	23	7,17	-	-	-	0,00
	V8	1	73,07	27,39	28,39	73,07	200,12	Verifica	45,68	3,797	6,3	2	16,42	15	4,68	2,16	5	7,00	1,56
	V8	2	73,07	27,39	28,39	73,07	200,12	Verifica	45,68	3,797	6,3	2	16,42	19	5,92	-	-	-	0,00
	V9	1	29,33	22,96	23,96	29,33	135,84	Verifica	6,37	1,539	6,3	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V9	2	29,33	22,96	23,96	29,33	135,84	Verifica	6,37	1,539	6,3	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	5,57	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	1	5,57	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V3	1	5,70	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V4	1	5,70	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,539	6,3	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00

Quadro 64 – Dimensionamento da armadura transversal das vigas para o Caso C

Pavimento	Viga	Seção	V _{Sd} kN	V _c kN	V _{Sd,min} kN	V _{Sd} kN	V _{Rd2} kN	Verificação V _{Sd} ≤ V _{Rd2}	V _{sw} kN	A _{sw/s} cm ² /m	φ _t mm	N _{ramos}	s cm	N _{estribos}	A _{s,total} cm ²	A _{s,susp} cm ²	N	s _{suspensão} cm	A _{s,susp,tot} cm ²
Térreo (Baldrame)	V1	1	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	28	8,73	-	-	-	0,00
	V1	2	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V1	3	32,60	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	20	6,23	-	-	-	0,00
	V2	1	22,62	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	15	4,68	0,97	2	12,50	0,62
	V2	2	22,62	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	20	6,23	-	-	-	0,00
	V2	3	22,62	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	25	7,79	-	-	-	0,00
	V3	1	51,79	32,15	33,15	51,79	200,93	Verifica	19,64	1,54	6,30	2	18,52	25	7,79	-	-	-	0,00
	V3	2	51,79	32,15	33,15	51,79	200,93	Verifica	19,64	1,54	6,30	2	18,52	29	9,04	0,81	2	17,50	0,62

	V4	1	18,01	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	37,74	35,18	36,18	37,74	200,93	Verifica	2,56	1,54	6,30	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	37,74	35,18	36,18	37,74	200,93	Verifica	2,56	1,54	6,30	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V6	1	30,47	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	10	3,12	1,07	3	11,67	0,94
	V7	1	2,21	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	34	10,60	-	-	-	0,00
	V8	1	10,33	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V9	1	6,48	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	16	4,99	0,84	2	17,50	0,62
	V9	2	6,48	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V10	1	23,15	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V10	2	23,15	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
1º Pavimento	V1	1	63,20	35,30	36,30	63,20	226,97	Verifica	27,90	2,04	6,30	2	20,92	25	7,79	-	-	-	0,00
	V1	2	63,20	35,30	36,30	63,20	226,97	Verifica	27,90	2,04	6,30	2	20,92	16	4,99	-	-	-	0,00
	V1	3	63,20	35,30	36,30	63,20	226,97	Verifica	27,90	2,04	6,30	2	20,92	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	1	115,96	16,43	17,43	115,96	192,18	Verifica	99,53	8,61	6,30	2	7,24	29	9,04	-	-	-	0,00
	V2	2	115,96	16,43	17,43	115,96	192,18	Verifica	99,53	8,61	6,30	2	7,24	41	12,78	-	-	-	0,00
	V2	3	115,96	16,43	17,43	115,96	192,18	Verifica	99,53	8,61	6,30	2	7,24	37	11,53	4,58	10	3,50	3,12
	V3	1	87,59	30,04	31,04	87,59	226,97	Verifica	57,55	4,22	6,30	2	14,78	31	9,66	-	-	-	0,00
	V3	2	87,59	30,04	31,04	87,59	226,97	Verifica	57,55	4,22	6,30	2	14,78	33	10,29	2,73	6	6,67	1,87
	V4	1	28,03	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	3	18,52	12	3,74	-	-	-	0,00
	V5	1	67,01	28,87	29,87	67,01	200,93	Verifica	38,14	3,16	6,30	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	67,01	28,87	29,87	67,01	200,93	Verifica	38,14	3,16	6,30	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V6	1	48,00	39,98	40,98	48,00	233,48	Verifica	8,02	1,54	6,30	2	21,52	9	2,81	1,03	3	13,33	0,94
	V7	1	31,85	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	23	7,17	-	-	-	0,00
	V8	1	27,67	23,32	24,32	27,67	135,84	Verifica	4,35	1,54	6,30	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V9	1	100,51	20,47	21,47	100,51	195,47	Verifica	80,04	6,81	6,30	2	9,15	26	8,10	4,34	9	3,89	2,81
	V9	2	100,51	20,47	21,47	100,51	195,47	Verifica	80,04	6,81	6,30	2	9,15	34	10,60	-	-	-	0,00
V10	1	41,18	20,40	21,40	41,18	135,84	Verifica	20,78	2,54	6,30	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00	

	V10	2	41,18	20,40	21,40	41,18	135,84	Verifica	20,78	2,54	6,30	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00
Cobertura	V1	1	41,60	34,34	35,34	41,60	200,93	Verifica	7,26	1,54	6,30	2	18,52	28	8,73	-	-	-	0,00
	V1	2	41,60	34,34	35,34	41,60	200,93	Verifica	7,26	1,54	6,30	2	18,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V1	3	41,60	34,34	35,34	41,60	200,93	Verifica	7,26	1,54	6,30	2	18,52	20	6,23	-	-	-	0,00
	V2	1	44,11	18,37	19,37	44,11	129,33	Verifica	25,74	3,31	6,30	2	11,92	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	2	44,11	18,37	19,37	44,11	129,33	Verifica	25,74	3,31	6,30	2	11,92	26	8,10	-	-	-	0,00
	V2	3	44,11	18,37	19,37	44,11	129,33	Verifica	25,74	3,31	6,30	2	11,92	29	9,04	-	-	-	0,00
	V3	1	75,51	27,04	28,04	75,51	200,93	Verifica	48,47	4,01	6,30	2	15,54	30	9,35	-	-	-	0,00
	V3	2	75,51	27,04	28,04	75,51	200,93	Verifica	48,47	4,01	6,30	2	15,54	30	9,35	2,74	6	5,83	1,87
	V4	1	23,79	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V5	1	40,72	34,53	35,53	40,72	200,93	Verifica	6,19	1,54	6,30	2	18,52	13	4,05	-	-	-	0,00
	V5	2	40,72	34,53	35,53	40,72	200,93	Verifica	6,19	1,54	6,30	2	18,52	24	7,48	-	-	-	0,00
	V6	1	45,23	33,56	34,56	45,23	200,93	Verifica	11,67	1,54	6,30	2	18,52	10	3,12	1,14	3	11,67	0,94
	V7	1	26,12	35,63	36,63	36,63	200,93	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	18,52	23	7,17	-	-	-	0,00
	V8	1	73,07	27,14	28,14	73,07	198,98	Verifica	45,93	3,84	6,30	2	16,24	16	4,99	2,18	5	7	1,56
	V8	2	73,07	27,14	28,14	73,07	198,98	Verifica	45,93	3,84	6,30	2	16,24	20	6,23	-	-	-	0,00
	V9	1	29,33	22,96	23,96	29,33	135,84	Verifica	6,37	1,54	6,30	2	12,52	24	7,48	-	-	-	0,00
V9	2	29,33	22,96	23,96	29,33	135,84	Verifica	6,37	1,54	6,30	2	12,52	26	8,10	-	-	-	0,00	
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	5,57	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V2	1	5,57	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	18	5,61	-	-	-	0,00
	V3	1	5,70	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00
	V4	1	5,70	24,09	25,09	25,09	135,84	Verifica	1,00	1,54	6,30	2	12,52	17	5,30	-	-	-	0,00

Legenda	
V	Viga
V _{sd}	Cortante solicitante de cálculo
V _c	Parcela da força cortante absorvida por mecanismos complementares ao da treliça

$V_{sd,min}$	Cortante solicitante de cálculo mínima
V_{Rd2}	Cortante resistente de cálculo, relativa à ruína das diagonais comprimidas de concreto
V_{sw}	Parcela da força cortante solicitante resistida pela armadura transversal
A_{sw}/s	Área de aço pelo espaçamento
ϕ_t	Bitola da armadura transversal
N_{ramos}	Número de ramos
s	Espaçamento entre estribos
$N_{estribos}$	Número de estribos
$A_{s,total}$	Área de aço total
$A_{s,susp}$	Área de aço de armadura de suspensão
N	Número de estribos para armadura de suspensão
$s_{suspensão}$	Espaçamento entre as armaduras de suspensão
$A_{s,susp,tot}$	Área de aço total para armadura de suspensão

APÊNDICE H – Verificação quanto ao Estado Limite de Serviço das Vigas

Quadro 65 – Verificação quanto a deformação excessiva das vigas para o Caso A

Pavimento	Viga	Seção	M _r kN.cm	M _a kN.cm	Estádio	x cm	I cm ⁴	p kN/m	a _i cm	α _f	a _{total} cm	a _{lim} cm	Verificação a _{tot} ≤ a _{lim}	a _c cm	Verificação a _c ≤ a _{lim}
Térreo (Baldrame)	V1	1	824,80	933,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,67E-01	1,32	8,52E-01	2,04	Verifica	-	-
	V1	2	824,80	138,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,06E-04	1,32	7,10E-04	1,28	Verifica	-	-
	V1	3	824,80	456,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	1,59E-02	1,32	3,69E-02	1,43	Verifica	-	-
	V2	1	701,36	12,00	Estádio I	12,66	33382,88	1,56	2,13E-08	1,32	4,94E-08	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	701,36	211,00	Estádio I	12,66	33382,88	8,19	2,22E-03	1,32	5,16E-03	1,20	Verifica	-	-
	V2	3	701,36	1334,00	Estádio II	4,25	4356,15	11,87	5,25E-01	1,32	1,22E+00	1,36	Verifica	-	-
	V3	1	824,80	1069,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,04E-01	1,32	7,06E-01	1,84	Verifica	-	-
	V3	2	824,80	973,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	5,76E-01	1,32	1,34E+00	2,25	Verifica	-	-
	V4	1	420,81	146,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	1,51E-03	1,32	3,49E-03	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	824,80	117,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	5,50E-05	1,32	1,28E-04	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	824,80	704,00	Estádio I	17,96	56852,85	7,69	1,17E-01	1,32	2,72E-01	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	824,80	220,00	Estádio I	17,96	56852,85	7,69	3,97E-04	1,32	9,21E-04	0,95	Verifica	-	-
	V7	1	701,36	847,00	Estádio I	12,66	33382,88	11,87	5,00E-01	1,32	1,16E+00	1,70	Verifica	-	-
	V8	1	420,81	255,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	6,22E-03	1,32	1,44E-02	0,83	Verifica	-	-
	V9	1	1374,66	1486,00	Estádio I	17,75	92041,16	12,11	5,35E-02	1,32	1,24E-01	1,31	Verifica	-	-
	V9	2	1374,66	296,00	Estádio I	17,68	91454,34	12,11	5,43E-04	1,32	1,26E-03	1,26	Verifica	-	-
V10	1	420,81	251,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	2,65E-02	1,32	6,16E-02	1,20	Verifica	-	-	
V10	2	420,81	337,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	7,36E-02	1,32	1,71E-01	1,28	Verifica	-	-	
1º Pavimento	V1	1	1077,28	1963,00	Estádio II	8,49	17317,94	15,08	1,04E+00	1,32	2,42E+00	2,06	Não Verifica	1,75	Verifica
	V1	2	1077,28	476,00	Estádio I	20,31	82984,40	17,59	7,68E-03	1,32	1,78E-02	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1077,28	896,00	Estádio I	20,31	82984,40	14,32	4,94E-02	1,32	1,15E-01	1,44	Verifica	-	-

	V2	1	1374,66	289,00	Estádio I	17,68	91454,34	9,52	4,91E-05	1,32	1,14E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	1374,66	1034,00	Estádio I	17,68	91454,34	30,93	2,99E-02	1,32	6,94E-02	1,21	Verifica	-	-
	V2	3	1374,66	3926,00	Estádio II	9,20	27827,62	32,03	6,52E-01	1,32	1,51E+00	1,38	Não Verifica	1,10	Verifica
	V3	1	1077,28	965,00	Estádio I	20,31	82984,40	6,69	3,78E-02	1,32	8,77E-02	1,85	Verifica	-	-
	V3	2	1077,28	1950,00	Estádio II	8,42	16781,85	12,64	1,27E+00	1,32	2,94E+00	2,25	Não Verifica	2,15	Verifica
	V4	1	824,80	329,00	Estádio I	17,88	56956,61	7,69	6,04E-04	1,32	1,40E-03	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	824,80	270,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	4,42E-04	1,32	1,02E-03	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	824,80	1472,00	Estádio II	7,77	12352,35	15,02	7,91E-01	1,32	1,84E+00	1,76	Não Verifica	1,35	Verifica
	V6	1	1077,28	552,00	Estádio I	20,48	84611,88	12,94	2,00E-03	1,32	4,65E-03	0,96	Verifica	-	-
	V7	1	1374,66	2305,00	Estádio II	6,20	13264,04	29,28	7,69E-01	1,32	1,78E+00	1,73	Não Verifica	1,30	Verifica
	V8	1	420,81	698,00	Estádio II	6,41	5779,38	17,97	9,12E-02	1,32	2,12E-01	0,83	Verifica	-	-
	V9	1	1374,66	5019,00	Estádio II	10,30	34277,73	33,41	5,46E-01	1,32	1,27E+00	1,31	Verifica	-	-
	V9	2	1374,66	828,00	Estádio I	17,68	91454,34	28,52	2,08E-02	1,32	4,82E-02	1,26	Verifica	-	-
	V10	1	420,81	505,00	Estádio I	12,76	20351,67	14,14	2,20E-01	1,22	4,89E-01	1,20	Verifica	-	-
	V10	2	420,81	678,00	Estádio II	5,32	4055,65	14,14	4,59E-01	1,32	1,06E+00	1,28	Verifica	-	-
Cobertura	V1	1	1077,28	1241,00	Estádio I	20,31	82984,40	9,32	2,75E-01	1,32	6,37E-01	2,06	Verifica	-	-
	V1	2	1077,28	167,00	Estádio I	20,31	82984,40	9,32	1,63E-04	1,32	3,78E-04	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1077,28	614,00	Estádio I	20,31	82984,40	9,32	1,18E-02	1,32	2,73E-02	1,44	Verifica	-	-
	V2	1	701,36	614,00	Estádio I	12,66	33382,88	16,54	2,15E-02	1,32	4,98E-02	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	701,36	296,00	Estádio I	12,66	33382,88	11,66	5,30E-03	1,32	1,23E-02	1,20	Verifica	-	-
	V2	3	701,36	1128,00	Estádio II	5,97	7958,46	11,66	2,59E-01	1,32	6,01E-01	1,36	Verifica	-	-
	V3	1	1077,28	1400,00	Estádio I	20,31	82984,40	9,32	2,24E-01	1,32	5,19E-01	1,85	Verifica	-	-
	V3	2	1077,28	1284,00	Estádio I	20,50	83879,40	9,32	4,31E-01	1,32	9,99E-01	2,25	Verifica	-	-
	V4	1	420,81	432,00	Estádio I	12,76	20351,67	10,87	3,56E-02	1,32	8,25E-02	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	824,80	470,00	Estádio I	17,96	56852,85	10,99	4,78E-03	1,32	1,11E-02	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	824,80	585,00	Estádio I	17,80	55705,98	6,36	4,28E-02	1,32	9,92E-02	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1077,28	650,00	Estádio I	20,31	82984,40	16,10	4,98E-03	1,32	1,15E-02	0,96	Verifica	-	-
	V7	1	701,36	966,00	Estádio I	12,66	33358,25	11,66	5,04E-01	1,32	1,17E+00	1,70	Verifica	-	-
	V8	1	1795,47	2307,00	Estádio I	20,19	136294,29	17,65	6,23E-02	1,32	1,45E-01	1,32	Verifica	-	-

	V8	2	1795,47	364,00	Estádio I	20,19	136341,49	12,60	2,28E-04	1,32	5,28E-04	1,28	Verifica	-	-
	V9	1	420,81	326,00	Estádio I	12,76	20351,67	9,14	5,27E-02	1,32	1,22E-01	1,20	Verifica	-	-
	V9	2	420,81	438,00	Estádio I	12,76	20351,67	9,14	1,36E-01	1,32	3,16E-01	1,28	Verifica	-	-
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	420,81	100,13	Estádio I	13,14	21533,96	4,49	2,55E-04	1,32	5,92E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	1	420,81	100,13	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	1,89E-04	1,32	4,39E-04	0,86	Verifica	-	-
	V3	1	420,81	105,61	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,01E-04	1,32	4,67E-04	0,84	Verifica	-	-
	V4	1	420,81	105,61	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,01E-04	1,32	4,67E-04	0,84	Verifica	-	-

Quadro 66 - Verificação quanto a deformação excessiva das vigas para o Caso B

Pavimento	Viga	Seção	M _r kN.cm	M _a kN.cm	Estádio	x cm	I cm ⁴	p kN/m	a _i cm	α _f	a _{total} cm	a _{lim} cm	Verificação a _{tot} ≤ a _{lim}	a _c cm	Verificação a _c ≤ a _{lim}
Térreo (Baldrame)	V1	1	1178,28	933,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,73E-01	1,32	8,65E-01	2,05	Verifica	-	-
	V1	2	1178,28	138,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,22E-04	1,32	7,46E-04	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1178,28	456,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	1,63E-02	1,32	3,77E-02	1,44	Verifica	-	-
	V2	1	1178,28	33,00	Estádio I	17,80	55705,98	1,31	1,46E-07	1,32	3,39E-07	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	1178,28	236,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	1,27E-03	1,32	2,96E-03	1,23	Verifica	-	-
	V2	3	1178,28	969,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	8,44E-02	1,32	1,96E-01	1,39	Verifica	-	-
	V3	1	1178,28	1069,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,04E-01	1,32	7,06E-01	1,84	Verifica	-	-
	V3	2	1178,28	973,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	6,32E-01	1,32	1,47E+00	2,30	Verifica	-	-
	V4	1	601,16	147,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	1,54E-03	1,32	3,56E-03	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	1178,28	117,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	5,50E-05	1,32	1,28E-04	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	1178,28	705,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	1,11E-01	1,32	2,58E-01	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1178,28	219,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,58E-04	1,32	8,31E-04	0,95	Verifica	-	-
	V7	1	601,16	580,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	5,97E-01	1,32	1,38E+00	1,66	Verifica	-	-
	V8	1	601,16	255,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	6,22E-03	1,32	1,44E-02	0,83	Verifica	-	-
V9	1	1178,28	1001,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	7,04E-02	1,32	1,63E-01	1,31	Verifica	-	-	

	V9	2	1178,28	199,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	8,58E-04	1,32	1,99E-03	1,26	Verifica	-	-
	V10	1	601,16	251,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	2,65E-02	1,32	6,16E-02	1,20	Verifica	-	-
	V10	2	601,16	337,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	7,36E-02	1,32	1,71E-01	1,28	Verifica	-	-
1º Pavimento	V1	1	1538,98	1753,30	Estádio II	8,49	17317,94	13,98	8,84E-01	1,32	2,05E+00	2,06	Verifica	-	-
	V1	2	1538,98	339,60	Estádio I	20,31	82984,40	15,61	2,86E-03	1,32	6,64E-03	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1538,98	830,80	Estádio I	20,31	82984,40	13,47	4,66E-02	1,32	1,08E-01	1,45	Verifica	-	-
	V2	1	1178,28	215,30	Estádio I	17,80	55705,98	7,54	2,31E-04	1,32	5,36E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	1178,28	822,20	Estádio I	17,80	55705,98	26,72	1,26E-01	1,32	2,91E-01	1,22	Verifica	-	-
	V2	3	1178,28	2998,10	Estádio II	11,26	24340,58	25,13	7,35E-01	1,32	1,71E+00	1,38	Não Verifica	1,25	Verifica
	V3	1	1538,98	735,10	Estádio I	20,31	82984,40	6,91	4,67E-02	1,32	1,08E-01	1,85	Verifica	-	-
	V3	2	1538,98	1786,20	Estádio II	8,49	17317,94	12,39	1,29E+00	1,32	3,00E+00	2,31	Não Verifica	2,15	Verifica
	V4	1	601,16	291,70	Estádio I	13,18	25005,16	7,57	2,46E-02	1,32	5,71E-02	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	1538,98	225,00	Estádio I	20,31	82984,40	7,75	1,23E-04	1,32	2,85E-04	0,96	Verifica	-	-
	V5	2	1538,98	1281,60	Estádio I	20,31	82984,40	13,98	2,69E-01	1,32	6,24E-01	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1538,98	468,60	Estádio I	20,31	82984,40	12,69	1,76E-03	1,32	4,09E-03	0,96	Verifica	-	-
	V7	1	1178,28	1641,80	Estádio II	7,77	12352,35	21,78	1,35E+00	1,32	3,13E+00	2,40	Não Verifica	2,25	Verifica
	V8	1	601,16	587,20	Estádio I	12,76	20351,67	17,47	8,51E-02	1,32	1,97E-01	0,83	Verifica	-	-
	V9	1	1178,28	3867,00	Estádio II	11,35	25105,48	25,91	6,24E-01	1,32	1,45E+00	1,31	Não Verifica	1,05	Verifica
	V9	2	1178,28	593,70	Estádio I	17,80	55705,98	21,27	5,43E-02	1,32	1,26E-01	1,26	Verifica	-	-
	V10	1	601,16	441,00	Estádio I	12,76	20351,67	13,29	1,84E-01	1,22	4,09E-01	1,20	Verifica	-	-
	V10	2	601,16	592,10	Estádio I	12,76	20351,67	13,29	3,77E-01	1,32	8,75E-01	1,28	Verifica	-	-
Cobertura	V1	1	1178,28	1123,20	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	5,89E-01	1,32	1,37E+00	2,05	Verifica	-	-
	V1	2	1178,28	150,10	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	4,85E-04	1,32	1,12E-03	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1178,28	556,30	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	3,27E-02	1,32	7,58E-02	1,44	Verifica	-	-
	V2	1	601,16	582,20	Estádio I	12,76	20351,67	15,42	8,84E-02	1,32	2,05E-01	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	601,16	235,20	Estádio I	12,76	20351,67	10,54	3,27E-02	1,32	7,59E-02	1,22	Verifica	-	-
	V2	3	601,16	958,40	Estádio II	7,32	7003,32	10,54	7,97E-01	1,32	1,85E+00	1,38	Não Verifica	1,35	Verifica
	V3	1	1178,28	1267,00	Estádio II	6,64	9482,93	9,01	4,87E-01	1,32	1,13E+00	1,84	Verifica	-	-
	V3	2	1178,28	1165,40	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	8,88E-01	1,32	2,06E+00	2,25	Verifica	-	-

	V4	1	601,16	415,70	Estádio I	12,76	20351,67	10,62	3,42E-02	1,32	7,94E-02	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	1178,28	457,50	Estádio I	17,80	55705,98	10,74	4,27E-03	1,32	9,90E-03	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	1178,28	597,60	Estádio I	17,80	55705,98	6,11	5,91E-02	1,32	1,37E-01	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1178,28	608,30	Estádio I	17,80	55705,98	15,54	1,32E-02	1,32	3,07E-02	0,95	Verifica	-	-
	V7	1	1178,28	822,30	Estádio I	17,80	55705,98	10,91	1,90E-01	1,32	4,40E-01	1,69	Verifica	-	-
	V8	1	1178,28	2032,00	Estádio II	6,63	9400,39	15,71	5,44E-01	1,32	1,26E+00	1,31	Verifica	-	-
	V8	2	1178,28	308,70	Estádio I	17,80	55705,98	10,91	4,47E-03	1,32	1,04E-02	1,26	Verifica	-	-
	V9	1	601,16	294,90	Estádio I	12,76	20351,67	8,89	4,79E-02	1,32	1,11E-01	1,20	Verifica	-	-
	V9	2	601,16	395,50	Estádio I	12,76	20351,67	8,89	1,25E-01	1,32	2,90E-01	1,28	Verifica	-	-
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	601,16	87,03	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,02E-04	1,22	4,49E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	1	601,16	87,03	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,02E-04	1,22	4,49E-04	0,86	Verifica	-	-
	V3	1	601,16	91,26	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,12E-04	1,22	4,69E-04	0,84	Verifica	-	-
	V4	1	601,16	91,26	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,12E-04	1,22	4,69E-04	0,84	Verifica	-	-

Quadro 67 - Verificação quanto a deformação excessiva das vigas para o Caso C

Pavimento	Viga	Seção	M _r kN.cm	M _a kN.cm	Estádio	x cm	I cm ⁴	p kN/m	a _i cm	α _f	a _{total} cm	a _{lim} cm	Verificação a _{tot} ≤ a _{lim}	a _c cm	Verificação a _c ≤ a _{lim}
Térreo (Baldrame)	V1	1	1178,28	933,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,73E-01	1,32	8,65E-01	2,05	Verifica	-	-
	V1	2	1178,28	138,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,22E-04	1,32	7,46E-04	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1178,28	456,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	1,63E-02	1,32	3,77E-02	1,44	Verifica	-	-
	V2	1	601,16	116,00	Estádio I	12,76	20351,67	0,94	9,45E-05	1,32	2,19E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	601,16	345,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	6,37E-02	1,32	1,48E-01	1,22	Verifica	-	-
	V2	3	601,16	354,00	Estádio I	12,76	20351,67	2,25	3,33E-02	1,32	7,73E-02	1,38	Verifica	-	-
	V3	1	1178,28	1069,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,04E-01	1,32	7,06E-01	1,84	Verifica	-	-
	V3	2	1178,28	973,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	6,32E-01	1,32	1,47E+00	2,30	Verifica	-	-
	V4	1	601,16	147,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	1,54E-03	1,32	3,56E-03	0,86	Verifica	-	-

	V5	1	1178,28	117,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	5,50E-05	1,32	1,28E-04	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	1178,28	705,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	1,11E-01	1,32	2,58E-01	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1178,28	219,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,58E-04	1,32	8,31E-04	0,95	Verifica	-	-
	V7	1	601,16	78,00	Estádio I	12,76	20351,67	1,04	4,42E-04	1,32	1,03E-03	1,66	Verifica	-	-
	V8	1	601,16	255,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	6,22E-03	1,32	1,44E-02	0,83	Verifica	-	-
	V9	1	1178,28	624,00	Estádio I	17,80	55705,98	1,41	4,73E-03	1,32	1,10E-02	1,31	Verifica	-	-
	V9	2	1178,28	141,00	Estádio I	17,80	55705,98	1,41	5,61E-05	1,32	1,30E-04	1,26	Verifica	-	-
	V10	1	601,16	251,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	2,65E-02	1,32	6,16E-02	1,20	Verifica	-	-
	V10	2	601,16	337,00	Estádio I	12,76	20351,67	7,57	7,36E-02	1,32	1,71E-01	1,28	Verifica	-	-
1º Pavimento	V1	1	1538,98	1761,70	Estádio II	8,49	17317,94	12,70	8,12E-01	1,32	1,88E+00	2,06	Verifica	-	-
	V1	2	1538,98	179,90	Estádio I	20,31	82984,40	13,03	3,59E-04	1,32	8,33E-04	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1538,98	797,50	Estádio I	20,31	82984,40	12,60	3,93E-02	1,32	9,12E-02	1,45	Verifica	-	-
	V2	1	1178,28	228,30	Estádio I	17,80	55705,98	6,27	2,29E-04	1,32	5,30E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	1178,28	721,20	Estádio I	17,80	55705,98	22,86	8,39E-02	1,32	1,95E-01	1,23	Verifica	-	-
	V2	3	1178,28	2780,10	Estádio II	10,43	21237,57	22,55	7,52E-01	1,32	1,75E+00	1,39	Não Verifica	1,25	Verifica
	V3	1	1538,98	623,10	Estádio I	20,31	82984,40	6,44	2,79E-02	1,32	6,46E-02	1,85	Verifica	-	-
	V3	2	1538,98	1800,20	Estádio II	8,49	17317,94	12,39	1,32E+00	1,32	3,05E+00	2,31	Não Verifica	2,20	Verifica
	V4	1	1178,28	291,70	Estádio I	17,87	56857,68	7,69	6,21E-04	1,32	1,44E-03	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	1178,28	223,00	Estádio I	17,80	55705,98	7,69	3,78E-04	1,32	8,77E-04	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	1178,28	1271,30	Estádio II	6,64	9482,93	12,64	5,68E-01	1,32	1,32E+00	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1538,98	465,60	Estádio I	20,31	82984,40	12,69	1,73E-03	1,32	4,01E-03	0,96	Verifica	-	-
	V7	1	1178,28	972,50	Estádio I	17,80	55705,98	11,64	2,70E-01	1,32	6,27E-01	1,68	Verifica	-	-
	V8	1	601,16	586,20	Estádio I	12,76	20351,67	17,47	8,49E-02	1,32	1,97E-01	0,83	Verifica	-	-
	V9	1	1178,28	3237,00	Estádio II	11,41	25613,73	16,18	3,75E-01	1,32	8,69E-01	1,31	Verifica	-	-
	V9	2	1178,28	442,70	Estádio I	17,80	55705,98	11,54	1,33E-02	1,32	3,09E-02	1,26	Verifica	-	-
	V10	1	601,16	412,00	Estádio I	12,76	20351,67	12,42	1,51E-01	1,22	3,34E-01	1,20	Verifica	-	-
	V10	2	601,16	553,10	Estádio I	12,76	20351,67	12,42	3,21E-01	1,32	7,45E-01	1,28	Verifica	-	-
Cobertura	V1	1	1178,28	1114,20	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	5,82E-01	1,32	1,35E+00	2,05	Verifica	-	-

	V1	2	1178,28	150,10	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	4,85E-04	1,32	1,12E-03	1,30	Verifica	-	-
	V1	3	1178,28	551,30	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	3,19E-02	1,32	7,41E-02	1,44	Verifica	-	-
	V2	1	601,16	466,20	Estádio I	12,76	20351,67	15,42	6,21E-02	1,32	1,44E-01	0,86	Verifica	-	-
	V2	2	601,16	263,20	Estádio I	12,76	20351,67	10,54	4,45E-02	1,32	1,03E-01	1,22	Verifica	-	-
	V2	3	601,16	952,40	Estádio II	7,32	7003,32	10,54	7,93E-01	1,32	1,84E+00	1,38	Não Verifica	1,35	Verifica
	V3	1	1178,28	1259,00	Estádio II	6,64	9482,93	9,01	4,80E-01	1,32	1,11E+00	1,84	Verifica	-	-
	V3	2	1178,28	1153,40	Estádio I	17,80	55705,98	9,01	8,95E-01	1,32	2,08E+00	2,26	Verifica	-	-
	V4	1	601,16	415,70	Estádio I	12,76	20351,67	10,62	3,42E-02	1,32	7,94E-02	0,86	Verifica	-	-
	V5	1	1178,28	457,50	Estádio I	17,80	55705,98	10,74	4,27E-03	1,32	9,90E-03	0,95	Verifica	-	-
	V5	2	1178,28	497,60	Estádio I	17,80	55705,98	6,11	3,64E-02	1,32	8,43E-02	1,76	Verifica	-	-
	V6	1	1178,28	608,30	Estádio I	17,80	55705,98	15,54	1,32E-02	1,32	3,07E-02	0,95	Verifica	-	-
	V7	1	1178,28	822,30	Estádio I	17,80	55705,98	10,91	1,84E-01	1,32	4,28E-01	1,68	Verifica	-	-
	V8	1	1178,28	2261,00	Estádio II	6,61	9285,46	18,86	7,57E-01	1,32	1,76E+00	1,31	Não Verifica	1,30	Verifica
	V8	2	1178,28	387,70	Estádio I	17,80	55705,98	14,06	1,12E-02	1,32	2,59E-02	1,26	Verifica	-	-
	V9	1	601,16	190,90	Estádio I	12,76	20351,67	5,74	9,33E-03	1,32	2,16E-02	1,20	Verifica	-	-
	V9	2	601,16	255,50	Estádio I	12,76	20351,67	5,74	2,73E-02	1,32	6,34E-02	1,28	Verifica	-	-
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	601,16	86,87	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,01E-04	1,22	4,47E-04	0,86	Verifica	-	-
	V2	1	601,16	86,87	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,01E-04	1,22	4,47E-04	0,86	Verifica	-	-
	V3	1	601,16	91,12	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,11E-04	1,22	4,67E-04	0,84	Verifica	-	-
	V4	1	601,16	91,12	Estádio I	12,76	20351,67	4,49	2,11E-04	1,22	4,67E-04	0,84	Verifica	-	-

Legenda	
V	Viga
M _r	Momento de fissuração no estado-limite de deformação excessiva
M _a	Momento fletor na seção crítica do vão considerado
x	Posição da linha neutra
I	Momento de inércia

p	Carga uniformemente distribuída
a _i	Flecha imediata
α _f	Flecha diferida no tempo
a _{total}	Flecha total
a _{lim}	Flecha limite
a _c	Contraflecha

Quadro 68 – Verificação quanto a abertura de fissuras para as vigas do Caso A

Pavimento	Viga	Seção	M _a kN.cm	σ _{si} MPa	A _{crítica} cm ²	A _φ cm ²	ρ	W _{k,1} mm	W _{k,2} mm	W _k mm	W _{lim} mm	Verificação W _{lim} ≥ W _k
Térreo (Baldrame)	V1	1	933,00	19,03	87,23	0,79	0,009	7,17E-04	1,58E-02	7,17E-04	0,30	Verifica
	V1	2	138,00	2,82	87,23	0,79	0,009	1,57E-05	2,33E-03	1,57E-05	0,30	Verifica
	V1	3	456,00	9,30	87,23	0,79	0,009	1,71E-04	7,71E-03	1,71E-04	0,30	Verifica
	V2	1	12,00	0,26	145,38	0,79	0,005	1,30E-07	3,41E-04	1,30E-07	0,30	Verifica
	V2	2	211,00	4,51	145,38	0,79	0,005	4,03E-05	6,00E-03	4,03E-05	0,30	Verifica
	V2	3	1334,00	439,35	145,38	0,79	0,005	3,82E-01	5,84E-01	2,82E-01	0,30	Verifica
	V3	1	1069,00	21,81	87,23	0,79	0,009	9,42E-04	1,81E-02	9,42E-04	0,30	Verifica
	V3	2	973,00	19,85	87,23	0,79	0,009	7,80E-04	1,64E-02	7,80E-04	0,30	Verifica
	V4	1	146,00	5,06	87,23	0,79	0,009	5,07E-05	4,19E-03	5,07E-05	0,30	Verifica
	V5	1	117,00	2,39	87,23	0,79	0,009	1,13E-05	1,98E-03	1,13E-05	0,30	Verifica
	V5	2	704,00	13,90	105,63	1,23	0,012	4,78E-04	1,14E-02	4,78E-04	0,30	Verifica
	V6	1	220,00	4,34	105,63	1,23	0,012	4,67E-05	3,58E-03	4,67E-05	0,30	Verifica
	V7	1	847,00	18,12	145,38	0,79	0,005	6,50E-04	2,41E-02	6,50E-04	0,30	Verifica
	V8	1	255,00	8,83	87,23	0,79	0,009	1,55E-04	7,32E-03	1,55E-04	0,30	Verifica
V9	1	1486,00	17,01	145,38	0,79	0,005	5,73E-04	2,26E-02	5,73E-04	0,30	Verifica	

	V9	2	296,00	3,71	145,38	0,79	0,005	2,73E-05	4,94E-03	2,73E-05	0,30	Verifica
	V10	1	251,00	8,70	87,23	0,79	0,009	1,50E-04	7,20E-03	1,50E-04	0,30	Verifica
	V10	2	337,00	11,68	87,23	0,79	0,009	2,70E-04	9,67E-03	2,70E-04	0,30	Verifica
1º Pavimento	V1	1	1851,40	245,24	87,23	0,79	0,009	1,19E-01	2,03E-01	1,19E-01	0,30	Verifica
	V1	2	461,00	7,51	87,23	0,79	0,009	1,12E-04	6,22E-03	1,12E-04	0,30	Verifica
	V1	3	840,80	13,71	87,23	0,79	0,009	3,72E-04	1,14E-02	3,72E-04	0,30	Verifica
	V2	1	246,40	3,09	145,38	0,79	0,005	1,89E-05	4,11E-03	1,89E-05	0,30	Verifica
	V2	2	923,60	11,58	145,38	0,79	0,005	2,66E-04	1,54E-02	2,66E-04	0,30	Verifica
	V2	3	3633,80	229,03	145,38	2,01	0,014	1,66E-01	2,07E-01	1,66E-01	0,30	Verifica
	V3	1	726,80	11,85	87,23	0,79	0,009	2,78E-04	9,81E-03	2,78E-04	0,30	Verifica
	V3	2	1852,20	249,05	64,43	0,79	0,012	1,23E-01	1,57E-01	1,23E-01	0,30	Verifica
	V4	1	271,00	6,82	87,23	0,79	0,009	9,22E-05	5,65E-03	9,22E-05	0,30	Verifica
	V5	1	240,00	4,90	87,23	0,79	0,009	4,75E-05	4,06E-03	4,75E-05	0,30	Verifica
	V5	2	1393,40	216,78	87,23	0,79	0,009	9,31E-02	1,80E-01	9,31E-02	0,30	Verifica
	V6	1	484,80	7,67	105,63	1,23	0,012	1,45E-04	6,32E-03	1,45E-04	0,30	Verifica
	V7	1	2169,40	333,66	142,47	0,79	0,006	2,20E-01	4,35E-01	2,20E-01	0,30	Verifica
	V8	1	617,60	134,33	105,63	1,23	0,012	4,47E-02	1,11E-01	4,47E-02	0,30	Verifica
	V9	1	4785,00	230,27	205,38	2,01	0,010	1,68E-01	2,83E-01	1,68E-01	0,30	Verifica
	V9	2	774,60	9,71	145,38	0,79	0,005	1,87E-04	1,29E-02	1,87E-04	0,30	Verifica
	V10	1	475,00	16,46	87,23	0,79	0,009	5,36E-04	1,36E-02	5,36E-04	0,30	Verifica
	V10	2	637,80	212,63	87,23	0,79	0,009	8,95E-02	1,76E-01	8,95E-02	0,30	Verifica
Cobertura	V1	1	1166,60	19,02	87,23	0,79	0,009	7,16E-04	1,58E-02	7,16E-04	0,30	Verifica
	V1	2	156,80	2,56	87,23	0,79	0,009	1,29E-05	2,12E-03	1,29E-05	0,30	Verifica
	V1	3	577,40	9,41	87,23	0,79	0,009	1,75E-04	7,80E-03	1,75E-04	0,30	Verifica
	V2	1	593,60	12,70	145,38	0,79	0,005	3,19E-04	1,69E-02	3,19E-04	0,30	Verifica
	V2	2	257,60	5,51	145,38	0,79	0,005	6,01E-05	7,33E-03	6,01E-05	0,30	Verifica
	V2	3	1021,20	155,13	173,78	1,23	0,007	5,96E-02	2,01E-01	5,96E-02	0,30	Verifica
	V3	1	1316,00	21,45	87,23	0,79	0,009	9,11E-04	1,78E-02	9,11E-04	0,30	Verifica
	V3	2	1207,20	15,54	87,23	0,79	0,009	4,78E-04	1,29E-02	4,78E-04	0,30	Verifica

	V4	1	420,60	14,57	87,23	0,79	0,009	4,20E-04	1,21E-02	4,20E-04	0,30	Verifica
	V5	1	461,00	9,10	105,63	1,23	0,012	2,05E-04	7,50E-03	2,05E-04	0,30	Verifica
	V5	2	529,80	10,81	87,23	0,79	0,009	2,31E-04	8,95E-03	2,31E-04	0,30	Verifica
	V6	1	625,40	10,19	87,23	0,79	0,009	2,06E-04	8,44E-03	2,06E-04	0,30	Verifica
	V7	1	875,40	18,46	142,47	0,79	0,006	6,75E-04	2,41E-02	6,75E-04	0,30	Verifica
	V8	1	2151,00	21,35	142,47	0,79	0,006	9,03E-04	2,79E-02	9,03E-04	0,30	Verifica
	V8	2	328,60	3,29	142,47	0,79	0,006	2,14E-05	4,29E-03	2,14E-05	0,30	Verifica
	V9	1	306,20	10,61	87,23	0,79	0,009	2,23E-04	8,79E-03	2,23E-04	0,30	Verifica
	V9	2	411,00	14,24	87,23	0,79	0,009	4,02E-04	1,18E-02	4,02E-04	0,30	Verifica
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	88,56	2,76	133,08	2,01	0,015	2,42E-05	2,32E-03	2,42E-05	0,30	Verifica
	V2	1	88,56	3,07	87,23	0,79	0,009	1,86E-05	2,54E-03	1,86E-05	0,30	Verifica
	V3	1	93,40	3,24	87,23	0,79	0,009	2,07E-05	2,68E-03	2,07E-05	0,30	Verifica
	V4	1	93,40	3,24	87,23	0,79	0,009	2,07E-05	2,68E-03	2,07E-05	0,30	Verifica

Quadro 69 – Verificação quanto a abertura de fissuras para vigas do Caso B

Pavimento	Viga	Seção	M_a kN.cm	σ_{si} MPa	$A_{critica}$ cm ²	A_ϕ cm ²	ρ	$W_{k,1}$ mm	$W_{k,2}$ mm	W_k mm	W_{lim} mm	Verificação $W_{lim} \geq W_k$
Térreo (Baldrame)	V1	1	933,00	19,03	87,23	0,79	0,009	7,17E-04	1,58E-02	7,17E-04	0,30	Verifica
	V1	2	138,00	2,82	87,23	0,79	0,009	1,57E-05	2,33E-03	1,57E-05	0,30	Verifica
	V1	3	456,00	9,30	87,23	0,79	0,009	1,71E-04	7,71E-03	1,71E-04	0,30	Verifica
	V2	1	33,00	0,67	87,23	0,79	0,009	8,98E-07	5,58E-04	8,98E-07	0,30	Verifica
	V2	2	236,00	4,81	87,23	0,79	0,009	4,59E-05	3,99E-03	4,59E-05	0,30	Verifica
	V2	3	969,00	19,77	87,23	0,79	0,009	7,74E-04	1,64E-02	7,74E-04	0,30	Verifica
	V3	1	1069,00	21,81	87,23	0,79	0,009	9,42E-04	1,81E-02	9,42E-04	0,30	Verifica
	V3	2	973,00	19,85	87,23	0,79	0,009	7,80E-04	1,64E-02	7,80E-04	0,30	Verifica
	V4	1	147,00	5,09	87,23	0,79	0,009	5,14E-05	4,22E-03	5,14E-05	0,30	Verifica
	V5	1	117,00	2,39	87,23	0,79	0,009	1,13E-05	1,98E-03	1,13E-05	0,30	Verifica

	V5	2	705,00	14,38	87,23	0,79	0,009	4,10E-04	1,19E-02	4,10E-04	0,30	Verifica
	V6	1	219,00	4,47	87,23	0,79	0,009	3,95E-05	3,70E-03	3,95E-05	0,30	Verifica
	V7	1	580,00	20,09	87,23	0,79	0,009	8,00E-04	1,66E-02	8,00E-04	0,30	Verifica
	V8	1	255,00	8,83	87,23	0,79	0,009	1,55E-04	7,32E-03	1,55E-04	0,30	Verifica
	V9	1	1001,00	20,42	87,23	0,79	0,009	8,26E-04	1,69E-02	8,26E-04	0,30	Verifica
	V9	2	199,00	4,06	87,23	0,79	0,009	3,26E-05	3,36E-03	3,26E-05	0,30	Verifica
	V10	1	251,00	8,70	87,23	0,79	0,009	1,50E-04	7,20E-03	1,50E-04	0,30	Verifica
	V10	2	337,00	11,68	87,23	0,79	0,009	2,70E-04	9,67E-03	2,70E-04	0,30	Verifica
1º Pavimento	V1	1	1772,40	234,78	87,23	0,79	0,009	1,09E-01	1,94E-01	1,09E-01	0,30	Verifica
	V1	2	341,80	5,57	87,23	0,79	0,009	6,15E-05	4,62E-03	6,15E-05	0,30	Verifica
	V1	3	840,40	13,70	87,23	0,79	0,009	3,72E-04	1,13E-02	3,72E-04	0,30	Verifica
	V2	1	222,40	4,54	87,23	0,79	0,009	4,08E-05	3,76E-03	4,08E-05	0,30	Verifica
	V2	2	840,60	17,15	87,23	0,79	0,009	5,82E-04	1,42E-02	5,82E-04	0,30	Verifica
	V2	3	3046,80	197,17	87,23	2,01	0,023	1,23E-01	1,17E-01	1,17E-01	0,30	Verifica
	V3	1	774,80	12,63	87,23	0,79	0,009	3,16E-04	1,05E-02	3,16E-04	0,30	Verifica
	V3	2	1802,60	238,78	78,39	0,79	0,010	1,13E-01	1,80E-01	1,13E-01	0,30	Verifica
	V4	1	274,00	19,96	87,23	0,79	0,009	7,89E-04	1,65E-02	7,89E-04	0,30	Verifica
	V5	1	230,00	3,75	87,23	0,79	0,009	2,78E-05	3,11E-03	2,78E-05	0,30	Verifica
	V5	2	1294,80	21,11	87,23	0,79	0,009	8,82E-04	1,75E-02	8,82E-04	0,30	Verifica
	V6	1	479,80	7,82	87,23	0,79	0,009	1,21E-04	6,48E-03	1,21E-04	0,30	Verifica
	V7	1	1664,40	258,94	78,39	0,79	0,010	1,33E-01	1,95E-01	1,33E-01	0,30	Verifica
	V8	1	600,60	20,81	87,23	0,79	0,009	8,57E-04	1,72E-02	8,57E-04	0,30	Verifica
	V9	1	3906,00	249,20	123,23	2,01	0,016	1,97E-01	1,96E-01	1,96E-01	0,30	Verifica
	V9	2	602,60	12,29	87,23	0,79	0,009	2,99E-04	1,02E-02	2,99E-04	0,30	Verifica
	V10	1	446,00	15,45	87,23	0,79	0,009	4,73E-04	1,28E-02	4,73E-04	0,30	Verifica
	V10	2	598,80	20,75	87,23	0,79	0,009	8,52E-04	1,72E-02	8,52E-04	0,30	Verifica
Cobertura	V1	1	1135,60	23,17	87,23	0,79	0,009	1,06E-03	1,92E-02	1,06E-03	0,30	Verifica
	V1	2	151,80	3,10	87,23	0,79	0,009	1,90E-05	2,57E-03	1,90E-05	0,30	Verifica

	V1	3	562,40	11,47	87,23	0,79	0,009	2,61E-04	9,50E-03	2,61E-04	0,30	Verifica
	V2	1	585,60	20,29	87,23	0,79	0,009	8,15E-04	1,68E-02	8,15E-04	0,30	Verifica
	V2	2	241,60	8,37	87,23	0,79	0,009	1,39E-04	6,93E-03	1,39E-04	0,30	Verifica
	V2	3	976,20	152,13	105,63	1,23	0,012	5,73E-02	1,25E-01	5,73E-02	0,30	Verifica
	V3	1	1281,00	284,59	87,23	0,79	0,009	1,60E-01	2,36E-01	1,60E-01	0,30	Verifica
	V3	2	1178,20	24,04	87,23	0,79	0,009	1,14E-03	1,99E-02	1,14E-03	0,30	Verifica
	V4	1	417,60	14,47	87,23	0,79	0,009	4,15E-04	1,20E-02	4,15E-04	0,30	Verifica
	V5	1	459,00	9,36	87,23	0,79	0,009	1,74E-04	7,76E-03	1,74E-04	0,30	Verifica
	V5	2	606,80	12,38	87,23	0,79	0,009	3,03E-04	1,03E-02	3,03E-04	0,30	Verifica
	V6	1	612,40	12,49	87,23	0,79	0,009	3,09E-04	1,03E-02	3,09E-04	0,30	Verifica
	V7	1	837,40	17,08	87,23	0,79	0,009	5,78E-04	1,42E-02	5,78E-04	0,30	Verifica
	V8	1	2058,00	459,13	84,32	0,79	0,009	4,17E-01	3,69E-01	2,90E-01	0,30	Verifica
	V8	2	314,60	6,42	84,32	0,79	0,009	8,16E-05	5,16E-03	8,16E-05	0,30	Verifica
	V9	1	298,20	10,33	87,23	0,79	0,009	2,11E-04	8,56E-03	2,11E-04	0,30	Verifica
	V9	2	400,00	13,86	87,23	0,79	0,009	3,80E-04	1,15E-02	3,80E-04	0,30	Verifica
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	88,97	3,08	87,23	0,79	0,009	1,88E-05	2,55E-03	1,88E-05	0,30	Verifica
	V2	1	88,97	3,08	87,23	0,79	0,009	1,88E-05	2,55E-03	1,88E-05	0,30	Verifica
	V3	1	93,29	3,23	87,23	0,79	0,009	2,07E-05	2,68E-03	2,07E-05	0,30	Verifica
	V4	1	93,29	3,23	87,23	0,79	0,009	2,07E-05	2,68E-03	2,07E-05	0,30	Verifica

Quadro 70 – Verificação quanto a abertura de fissuras para vigas do caso C

Pavimento	Viga	Seção	M_a kN.cm	σ_{si} MPa	$A_{critica}$ cm ²	A_ϕ cm ²	ρ	$W_{k,1}$ mm	$W_{k,2}$ mm	W_k mm	W_{lim} mm	Verificação $W_{lim} \geq W_k$
Térreo (Baldrame)	V1	1	933,00	19,03	87,23	0,79	0,009	7,17E-04	1,58E-02	7,17E-04	0,30	Verifica
	V1	2	138,00	2,82	87,23	0,79	0,009	1,57E-05	2,33E-03	1,57E-05	0,30	Verifica
	V1	3	456,00	9,30	87,23	0,79	0,009	1,71E-04	7,71E-03	1,71E-04	0,30	Verifica
	V2	1	116,00	4,02	87,23	0,79	0,009	3,20E-05	3,33E-03	3,20E-05	0,30	Verifica

	V2	2	345,00	11,95	87,23	0,79	0,009	2,83E-04	9,90E-03	2,83E-04	0,30	Verifica
	V2	3	354,00	12,26	87,23	0,79	0,009	2,98E-04	1,02E-02	2,98E-04	0,30	Verifica
	V3	1	1069,00	21,81	87,23	0,79	0,009	9,42E-04	1,81E-02	9,42E-04	0,30	Verifica
	V3	2	973,00	19,85	87,23	0,79	0,009	7,80E-04	1,64E-02	7,80E-04	0,30	Verifica
	V4	1	147,00	5,09	87,23	0,79	0,009	5,14E-05	4,22E-03	5,14E-05	0,30	Verifica
	V5	1	117,00	2,39	87,23	0,79	0,009	1,13E-05	1,98E-03	1,13E-05	0,30	Verifica
	V5	2	705,00	14,38	87,23	0,79	0,009	4,10E-04	1,19E-02	4,10E-04	0,30	Verifica
	V6	1	219,00	4,47	87,23	0,79	0,009	3,95E-05	3,70E-03	3,95E-05	0,30	Verifica
	V7	1	78,00	2,70	87,23	0,79	0,009	1,45E-05	2,24E-03	1,45E-05	0,30	Verifica
	V8	1	255,00	8,83	87,23	0,79	0,009	1,55E-04	7,32E-03	1,55E-04	0,30	Verifica
	V9	1	624,00	12,73	87,23	0,79	0,009	3,21E-04	1,05E-02	3,21E-04	0,30	Verifica
	V9	2	141,00	2,88	87,23	0,79	0,009	1,64E-05	2,38E-03	1,64E-05	0,30	Verifica
	V10	1	251,00	8,70	87,23	0,79	0,009	1,50E-04	7,20E-03	1,50E-04	0,30	Verifica
	V10	2	337,00	11,68	87,23	0,79	0,009	2,70E-04	9,67E-03	2,70E-04	0,30	Verifica
1º Pavimento	V1	1	1780,60	235,86	87,23	0,79	0,009	1,10E-01	1,95E-01	1,10E-01	0,30	Verifica
	V1	2	182,20	2,97	87,23	0,79	0,009	1,75E-05	2,46E-03	1,75E-05	0,30	Verifica
	V1	3	807,00	13,16	87,23	0,79	0,009	3,43E-04	1,09E-02	3,43E-04	0,30	Verifica
	V2	1	235,40	4,80	87,23	0,79	0,009	4,57E-05	3,98E-03	4,57E-05	0,30	Verifica
	V2	2	739,60	15,09	87,23	0,79	0,009	4,51E-04	1,25E-02	4,51E-04	0,30	Verifica
	V2	3	2828,80	221,22	87,23	1,23	0,014	1,21E-01	1,54E-01	1,21E-01	0,30	Verifica
	V3	1	662,80	10,80	87,23	0,79	0,009	2,31E-04	8,95E-03	2,31E-04	0,30	Verifica
	V3	2	1816,60	240,63	78,39	0,79	0,010	1,15E-01	1,81E-01	1,15E-01	0,30	Verifica
	V4	1	274,00	6,81	87,23	0,79	0,009	9,18E-05	5,64E-03	9,18E-05	0,30	Verifica
	V5	1	228,00	4,65	87,23	0,79	0,009	4,28E-05	3,85E-03	4,28E-05	0,30	Verifica
	V5	2	1284,40	285,34	87,23	0,79	0,009	1,61E-01	2,36E-01	1,61E-01	0,30	Verifica
	V6	1	476,80	7,77	87,23	0,79	0,009	1,20E-04	6,44E-03	1,20E-04	0,30	Verifica
	V7	1	995,00	20,30	78,39	0,79	0,010	8,16E-04	1,53E-02	8,16E-04	0,30	Verifica

	V8	1	599,60	20,77	87,23	0,79	0,009	8,55E-04	1,72E-02	8,55E-04	0,30	Verifica
	V9	1	3276,00	207,08	123,23	2,01	0,016	1,36E-01	1,63E-01	1,36E-01	0,30	Verifica
	V9	2	451,60	9,21	87,23	0,79	0,009	1,68E-04	7,63E-03	1,68E-04	0,30	Verifica
	V10	1	417,00	14,45	87,23	0,79	0,009	4,13E-04	1,20E-02	4,13E-04	0,30	Verifica
	V10	2	559,80	19,39	87,23	0,79	0,009	7,45E-04	1,61E-02	7,45E-04	0,30	Verifica
Cobertura	V1	1	1126,60	22,98	87,23	0,79	0,009	1,05E-03	1,90E-02	1,05E-03	0,30	Verifica
	V1	2	151,80	3,10	87,23	0,79	0,009	1,90E-05	2,57E-03	1,90E-05	0,30	Verifica
	V1	3	557,40	11,37	87,23	0,79	0,009	2,56E-04	9,42E-03	2,56E-04	0,30	Verifica
	V2	1	469,60	16,27	87,23	0,79	0,009	5,24E-04	1,35E-02	5,24E-04	0,30	Verifica
	V2	2	269,60	9,34	87,23	0,79	0,009	1,73E-04	7,74E-03	1,73E-04	0,30	Verifica
	V2	3	970,20	151,19	105,63	1,23	0,012	5,66E-02	1,25E-01	5,66E-02	0,30	Verifica
	V3	1	1273,00	282,81	87,23	0,79	0,009	1,58E-01	2,34E-01	1,58E-01	0,30	Verifica
	V3	2	1166,20	23,79	87,23	0,79	0,009	1,12E-03	1,97E-02	1,12E-03	0,30	Verifica
	V4	1	417,60	14,47	87,23	0,79	0,009	4,15E-04	1,20E-02	4,15E-04	0,30	Verifica
	V5	1	459,00	9,36	87,23	0,79	0,009	1,74E-04	7,76E-03	1,74E-04	0,30	Verifica
	V5	2	506,80	10,34	87,23	0,79	0,009	2,12E-04	8,56E-03	2,12E-04	0,30	Verifica
	V6	1	612,40	12,49	87,23	0,79	0,009	3,09E-04	1,03E-02	3,09E-04	0,30	Verifica
	V7	1	837,40	17,08	87,23	0,79	0,009	5,78E-04	1,42E-02	5,78E-04	0,30	Verifica
	V8	1	2287,00	513,24	80,25	0,79	0,010	5,22E-01	3,94E-01	2,80E-01	0,30	Verifica
	V8	2	393,60	8,03	80,25	0,79	0,010	1,28E-04	6,17E-03	1,28E-04	0,30	Verifica
	V9	1	194,20	6,73	87,23	0,79	0,009	8,96E-05	5,57E-03	8,96E-05	0,30	Verifica
	V9	2	260,00	9,01	87,23	0,79	0,009	1,61E-04	7,46E-03	1,61E-04	0,30	Verifica
Cobertura da Caixa d'Água	V1	1	88,80	3,08	87,23	0,79	0,009	1,87E-05	2,55E-03	1,87E-05	0,30	Verifica
	V2	1	88,80	3,08	87,23	0,79	0,009	1,87E-05	2,55E-03	1,87E-05	0,30	Verifica
	V3	1	93,15	3,23	87,23	0,79	0,009	2,06E-05	2,67E-03	2,06E-05	0,30	Verifica
	V4	1	93,15	3,23	87,23	0,79	0,009	2,06E-05	2,67E-03	2,06E-05	0,30	Verifica

Legenda	
V	Viga
M_a	Momento atuante relativo à combinação frequente
σ_{si}	Tensão desenvolvida em cada uma das barras
$A_{crítica}$	Área de envolvimento da barra
A_ϕ	Área da armadura
$W_{k,1}$	Abertura estimada 1
$W_{k,2}$	Abertura estimada 2
W_k	Abertura estimada
W_{lim}	Abertura limite

APÊNDICE I – Dimensionamento dos Pilares

Quadro 71 – Características dos pilares e seus esforços para o Caso A

Pavimento	Pilar	Posição	b cm	h cm	N _k kN	γ _n	N _d kN	M _{1dA,x} kN.cm	M _{1dA,y} kN.cm	M _{1dB,x} kN.cm	M _{1dB,y} kN.cm	M _{1dC,x} kN.cm	M _{1dC,y} kN.cm
1º Pavimento	P1	Canto	15	25	104,45	1,20	175,48	895,00	631,00	-403,00	-313,00	375,80	394,82
	P2	Extremidade	25	25	216,86	1,00	303,60	868,00	0,00	-292,00	0,00	683,11	683,11
	P3	Extremidade	25	25	134,76	1,00	188,66	160,00	0,00	-80,00	0,00	424,49	424,49
	P4	Canto	15	25	75,82	1,20	127,38	510,00	233,00	-216,00	-125,00	248,39	286,60
	P5	Intermediário	25	25	255,56	1,00	357,78	0,00	0,00	0,00	0,00	805,01	805,01
	P6	Intermediário	15	25	84,21	1,20	141,47	0,00	0,00	0,00	0,00	318,31	275,87
	P7	Extremidade	15	25	187,35	1,20	314,75	0,00	209,00	0,00	-96,00	708,18	613,76
	P8	Extremidade	15	25	210,25	1,20	353,22	476,00	0,00	-191,00	0,00	794,75	688,78
	P9	Extremidade	25	25	285,25	1,00	399,35	1763,00	0,00	-646,00	0,00	898,54	898,54
	P10	Canto	15	25	91,57	1,20	153,84	277,00	1148,00	-102,00	-579,00	299,98	459,20
	P11	Extremidade	15	25	152,91	1,20	256,89	461,00	0,00	-132,00	0,00	578,00	500,93
	P12	Canto	15	25	103,83	1,20	174,43	89,00	311,00	-48,00	-196,00	340,15	392,48
	P13	Canto	15	25	165,53	1,20	278,09	542,00	311,00	-268,00	-196,00	542,28	625,70
Cobertura	P1	Canto	15	25	35,04	1,20	58,87	895,00	631,00	-429,00	-486,00	365,40	252,40
	P2	Extremidade	25	25	75,63	1,00	105,88	878,00	0,00	-868,00	0,00	351,20	206,47
	P3	Extremidade	25	25	46,24	1,00	64,74	160,00	0,00	-68,00	0,00	145,66	126,24
	P4	Canto	15	25	29,17	1,20	49,01	510,00	233,00	-427,00	-190,00	204,00	110,26
	P5	Intermediário	25	25	79,63	1,00	111,48	0,00	0,00	0,00	0,00	250,83	217,39
	P6	Intermediário	15	25	33,87	1,20	56,90	0,00	0,00	0,00	0,00	128,03	110,96
	P7	Extremidade	15	25	120,17	1,20	201,89	0,00	356,00	0,00	-209,00	454,24	393,68
	P8	Extremidade	15	25	93,82	1,20	157,62	476,00	0,00	-361,00	0,00	354,64	307,35
	P9	Extremidade	25	25	72,58	1,00	101,61	1763,00	0,00	-878,00	0,00	706,60	228,63

	P10	Canto	15	25	36,23	1,20	60,87	307,00	1148,00	-277,00	-1122,00	122,80	459,20
	P11	Intermediário	15	25	60	1,20	100,80	0,00	0,00	0,00	0,00	226,80	196,56
	P12	Canto	15	25	55,45	1,20	93,16	188,00	311,00	-89,00	-311,00	181,65	209,60
	P13	Canto	15	25	84,83	1,20	142,51	542,00	427,00	-452,00	-311,00	277,90	320,66
Cobertura da Caixa d'Água	P7	Canto	15	25	11,27	1,20	18,93	160,82	480,00	0,00	-151,53	96,49	227,39
	P8	Canto	15	25	11,27	1,20	18,93	540,00	151,53	-160,82	0,00	259,67	90,92
	P12	Canto	15	25	11,27	1,20	18,93	160,82	427,00	-16,00	151,53	90,09	316,81
	P13	Canto	15	25	11,27	1,20	18,93	613,00	427,00	-160,82	-151,53	303,47	195,59

Quadro 72 – Características dos pilares e seus esforços para o Caso B

Pavimento	Pilar	Posição	b	h	N _k	γ_n	N _d	M _{1dA,x}	M _{1dA,y}	M _{1dB,x}	M _{1dB,y}	M _{1dC,x}	M _{1dC,y}
			cm	cm	kN		kN	kN.cm	kN.cm	kN.cm	kN.cm	kN.cm	kN.cm
1º Pavimento	P1	Canto	15	25	97,9	1,2	164,47	715,00	588,00	-403,00	-313,00	320,72	370,06
	P2	Extremidade	15	25	194,38	1,2	326,56	831,00	0,00	-200,00	0,00	734,76	636,79
	P3	Extremidade	15	25	121,55	1,2	204,20	118,00	0,00	-103,00	0,00	459,46	398,20
	P4	Canto	15	25	72,65	1,2	122,05	481,00	222,00	-216,00	-125,00	238,00	274,62
	P5	Intermediário	15	25	218,83	1,2	367,63	0,00	0,00	0,00	0,00	827,18	716,89
	P6	Intermediário	15	25	82,47	1,2	138,55	0,00	0,00	0,00	0,00	311,74	270,17
	P7	Extremidade	15	25	159,04	1,2	267,19	0,00	243,00	0,00	-126,00	601,17	521,02
	P8	Extremidade	15	25	202,35	1,2	339,95	375,00	0,00	-191,00	0,00	764,88	662,90
	P9	Extremidade	15	25	250,76	1,2	421,28	1541,00	0,00	-442,00	0,00	947,87	821,49
	P10	Canto	15	25	89,15	1,2	149,77	261,00	1128,00	-102,00	-579,00	292,06	451,20
	P11	Extremidade	15	25	149,27	1,2	250,77	450,00	0,00	-132,00	0,00	564,24	489,01
	P12	Canto	15	25	103,3	1,2	173,54	69,00	311,00	-48,00	-196,00	338,41	390,47
	P13	Canto	15	25	163,38	1,2	274,48	416,00	311,00	-268,00	-196,00	535,23	617,58
Cobertura	P1	Canto	15	25	33,95	1,2	57,04	715,00	588,00	-411,00	-474,00	286,00	235,20
	P2	Extremidade	15	25	73,37	1,2	123,26	844,00	0,00	-831,00	0,00	337,60	240,36

	P3	Extremidade	15	25	44,86	1,2	75,36	152,00	0,00	-130,00	0,00	169,57	146,96
	P4	Canto	15	25	28,52	1,2	47,91	451,00	247,00	-279,00	-213,00	180,40	107,81
	P5	Intermediário	15	25	76,47	1,2	128,47	0,00	0,00	0,00	0,00	289,06	250,52
	P6	Intermediário	15	25	33,01	1,2	55,46	0,00	0,00	0,00	0,00	124,78	108,14
	P7	Extremidade	15	25	59,76	1,2	100,40	0,00	291,00	0,00	-248,00	225,89	195,77
	P8	Extremidade	15	25	91,99	1,2	154,54	375,00	0,00	-354,00	0,00	347,72	301,36
	P9	Extremidade	15	25	69,68	1,2	117,06	856,00	0,00	-844,00	0,00	342,40	228,27
	P10	Canto	15	25	35,92	1,2	60,35	300,00	1128,00	-261,00	-1094,00	120,00	451,20
	P11	Intermediário	15	25	58	1,2	97,44	0,00	0,00	0,00	0,00	219,24	190,01
	P12	Canto	15	25	55,06	1,2	92,50	185,00	311,00	-96,00	-297,00	180,38	208,13
	P13	Canto	15	25	83,54	1,2	140,35	717,00	422,00	-442,00	-311,00	286,80	315,78
Cobertura da Caixa d'Água	P7	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	160,82	398,00	0,00	-151,53	96,49	178,19
	P8	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	540,00	151,53	-160,82	0,00	259,67	90,92
	P12	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	160,82	422,00	-22,00	-151,53	87,69	192,59
	P13	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	601,00	422,00	-160,82	-151,53	296,27	192,59

Quadro 73 – Características dos pilares e seus esforços para o Caso C

Pavimento	Pilar	Posição	b cm	h cm	N _k kN	γ _n	N _d kN	M _{1dA,x} kN.cm	M _{1dA,y} kN.cm	M _{1dB,x} kN.cm	M _{1dB,y} kN.cm	M _{1dC,x} kN.cm	M _{1dC,y} kN.cm
1º Pavimento	P1	Canto	15	25	98,81	1,2	166,00	827,00	593,00	-403,00	-313,00	335,00	373,50
	P2	Extremidade	15	25	173,95	1,2	292,24	856,00	0,00	-27,00	0,00	657,53	569,86
	P3	Extremidade	15	25	109,66	1,2	184,23	152,00	0,00	-14,00	0,00	414,51	359,25
	P4	Canto	15	25	65,56	1,2	110,14	451,00	213,00	-216,00	-125,00	214,77	247,82
	P5	Intermediário	15	25	187,75	1,2	315,42	0,00	0,00	0,00	0,00	709,70	615,07
	P6	Intermediário	15	25	124,35	1,2	208,91	0,00	0,00	0,00	0,00	470,04	407,37
	P7	Extremidade	15	25	128,7	1,2	216,22	0,00	248,00	0,00	-118,00	486,49	421,62
	P8	Extremidade	15	25	193,29	1,2	324,73	610,00	0,00	-191,00	0,00	730,64	633,22

	P9	Extremidade	15	25	219,07	1,2	368,04	856,00	0,00	-60,00	0,00	828,08	717,67
	P10	Canto	15	25	84,91	1,2	142,65	245,00	1128,00	-102,00	-579,00	278,17	451,20
	P11	Extremidade	15	25	148,27	1,2	249,09	450,00	0,00	-132,00	0,00	560,46	485,73
	P12	Canto	15	25	103,97	1,2	174,67	96,00	311,00	-48,00	-196,00	340,61	393,01
	P13	Canto	15	25	163,8	1,2	275,18	717,00	311,00	-268,00	-196,00	536,61	619,16
Cobertura	P1	Canto	15	25	34,15	1,2	57,37	715,00	588,00	-411,00	-474,00	286,00	235,20
	P2	Extremidade	15	25	72,47	1,2	121,75	844,00	0,00	-831,00	0,00	337,60	237,41
	P3	Extremidade	15	25	48,75	1,2	81,90	152,00	0,00	-130,00	0,00	184,28	159,71
	P4	Canto	15	25	23,98	1,2	40,29	451,00	247,00	-279,00	-213,00	180,40	98,80
	P5	Intermediário	15	25	88,06	1,2	147,94	0,00	0,00	0,00	0,00	332,87	288,48
	P6	Intermediário	15	25	99,69	1,2	167,48	0,00	0,00	0,00	0,00	376,83	326,58
	P7	Extremidade	15	25	82,65	1,2	138,85	0,00	291,00	0,00	-248,00	312,42	270,76
	P8	Extremidade	15	25	87,21	1,2	146,51	610,00	0,00	-539,00	0,00	329,65	285,70
	P9	Extremidade	15	25	69,8	1,2	117,26	856,00	0,00	-844,00	0,00	342,40	228,66
	P10	Canto	15	25	32,81	1,2	55,12	245,00	1325,00	-201,00	-1128,00	107,49	530,00
	P11	Intermediário	15	25	57	1,2	95,76	0,00	0,00	0,00	0,00	215,46	186,73
	P12	Canto	15	25	55,06	1,2	92,50	185,00	311,00	-96,00	-297,00	180,38	208,13
	P13	Canto	15	25	83,43	1,2	140,16	717,00	422,00	-442,00	-311,00	286,80	315,37
Cobertura da Caixa d'Água	P7	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	160,82	398,00	0,00	-151,53	96,49	178,19
	P8	Canto	15	25	11,4	1,2	19,15	540,00	151,53	-160,82	0,00	259,67	90,92
	P12	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	160,82	422,00	-22,00	-151,53	87,69	192,59
	P13	Canto	15	25	11,27	1,2	18,93	600,00	422,00	-160,82	-151,53	295,67	192,59

Legenda	
P	Pilar
b	Base

h	Altura
N_k	Carga axial característica
γ_n	Coefficiente de majoração
N_d	Carga axial de cálculo
$M_{1dA,x}$	Momento de 1ª ordem no eixo x (topo ou base)
$M_{1dA,y}$	Momento de 1ª ordem no eixo y (topo ou base)
$M_{1dB,x}$	Momento de 1ª ordem no eixo x (topo ou base)
$M_{1dB,y}$	Momento de 1ª ordem no eixo y (topo ou base)
$M_{1dC,x}$	Momento de 1ª ordem no eixo x (seção intermediária)
$M_{1dC,y}$	Momento de 1ª ordem no eixo y (seção intermediária)

Quadro 74 – Excentricidades de 1ª ordem para os pilares do Caso A

Pavimento	Pilar	$e_{1A,x}$ cm	$e_{1A,y}$ cm	$e_{1B,x}$ cm	$e_{1B,y}$ cm	$e_{1C,x}$ cm	$e_{1C,y}$ cm	$e_{1min,x}$ cm	$e_{1min,y}$ cm	$M_{1dmin,x}$ kN.cm	$M_{1dmin,y}$ kN.cm
1º Pavimento	P1	5,10	3,60	2,30	1,78	2,14	2,25	1,95	2,25	342,18	394,82
	P2	2,86	0,00	0,96	0,00	2,25	2,25	2,25	2,25	683,11	683,11
	P3	0,85	0,00	0,42	0,00	2,25	2,25	2,25	2,25	424,49	424,49
	P4	4,00	1,83	1,70	0,98	1,95	2,25	1,95	2,25	248,39	286,60
	P5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	2,25	2,25	2,25	805,01	805,01
	P6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	318,31	275,87
	P7	0,00	0,66	0,00	0,31	2,25	1,95	2,25	1,95	708,18	613,76
	P8	1,35	0,00	0,54	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	794,75	688,78
	P9	4,41	0,00	1,62	0,00	2,25	2,25	2,25	2,25	898,54	898,54
	P10	1,80	7,46	0,66	3,76	1,95	2,98	1,95	2,25	299,98	346,13
	P11	1,79	0,00	0,51	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	578,00	500,93
	P12	0,51	1,78	0,28	1,12	1,95	2,25	1,95	2,25	340,15	392,48

	P13	1,95	1,12	0,96	0,70	1,95	2,25	1,95	2,25	542,28	625,70
Cobertura	P1	15,20	10,72	7,29	8,26	6,21	4,29	1,95	2,25	114,79	132,45
	P2	8,29	0,00	8,20	0,00	3,32	1,95	2,25	1,95	238,23	206,47
	P3	2,47	0,00	1,05	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	145,66	126,24
	P4	10,41	4,75	8,71	3,88	4,16	2,25	1,95	2,25	95,56	110,26
	P5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	250,83	217,39
	P6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	128,03	110,96
	P7	0,00	1,76	0,00	1,04	2,25	1,95	2,25	1,95	454,24	393,68
	P8	3,02	0,00	2,29	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	354,64	307,35
	P9	17,35	0,00	8,64	0,00	6,95	2,25	2,25	2,25	228,63	228,63
	P10	5,04	18,86	4,55	18,43	2,02	7,54	1,95	2,25	118,69	136,95
	P11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	226,80	196,56
	P12	2,02	3,34	0,96	3,34	1,95	2,25	1,95	2,25	181,65	209,60
	P13	3,80	3,00	3,17	2,18	1,95	2,25	1,95	2,25	277,90	320,66
Cobertura da Caixa d'Água	P7	8,49	25,35	0,00	8,00	5,10	12,01	1,95	2,25	36,92	42,60
	P8	28,52	8,00	8,49	0,00	13,71	4,80	1,95	2,25	36,92	42,60
	P12	8,49	22,55	0,85	8,00	4,76	16,73	1,95	2,25	36,92	42,60
	P13	32,38	22,55	8,49	8,00	16,03	10,33	1,95	2,25	36,92	42,60

Quadro 75 – Excentricidades de 1ª ordem para os pilares do Caso B

Pavimento	Pilar	$e_{1A,x}$	$e_{1A,y}$	$e_{1B,x}$	$e_{1B,y}$	$e_{1C,x}$	$e_{1C,y}$	$e_{1mín,x}$	$e_{1mín,y}$	$M_{1dmín,x}$	$M_{1dmín,y}$
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	kN.cm	kN.cm
1º Pavimento	P1	4,35	3,58	2,45	1,90	1,95	2,25	1,95	2,25	320,72	370,06
	P2	2,54	0,00	0,61	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	734,76	636,79
	P3	0,58	0,00	0,50	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	459,46	398,20
	P4	3,94	1,82	1,77	1,02	1,95	2,25	1,95	2,25	238,00	274,62
	P5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	827,18	716,89

	P6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	311,74	270,17
	P7	0,00	0,91	0,00	0,47	2,25	1,95	2,25	1,95	601,17	521,02
	P8	1,10	0,00	0,56	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	764,88	662,90
	P9	3,66	0,00	1,05	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	947,87	821,49
	P10	1,74	7,53	0,68	3,87	1,95	3,01	1,95	2,25	292,06	336,99
	P11	1,79	0,00	0,53	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	564,24	489,01
	P12	0,40	1,79	0,28	1,13	1,95	2,25	1,95	2,25	338,41	390,47
	P13	1,52	1,13	0,98	0,71	1,95	2,25	1,95	2,25	535,23	617,58
Cobertura	P1	12,54	10,31	7,21	8,31	5,01	4,12	1,95	2,25	111,22	128,33
	P2	6,85	0,00	6,74	0,00	2,74	1,95	2,25	1,95	277,34	240,36
	P3	2,02	0,00	1,72	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	169,57	146,96
	P4	9,41	5,16	5,82	4,45	3,77	2,25	1,95	2,25	93,43	107,81
	P5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	289,06	250,52
	P6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	124,78	108,14
	P7	0,00	2,90	0,00	2,47	2,25	1,95	2,25	1,95	225,89	195,77
	P8	2,43	0,00	2,29	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	347,72	301,36
	P9	7,31	0,00	7,21	0,00	2,92	1,95	2,25	1,95	263,39	228,27
	P10	4,97	18,69	4,33	18,13	1,99	7,48	1,95	2,25	117,67	135,78
	P11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	219,24	190,01
	P12	2,00	3,36	1,04	3,21	1,95	2,25	1,95	2,25	180,38	208,13
	P13	5,11	3,01	3,15	2,22	2,04	2,25	1,95	2,25	273,68	315,78
Cobertura da Caixa d'Água	P7	8,49	21,02	0,00	8,00	5,10	9,41	1,95	2,25	36,92	42,60
	P8	28,52	8,00	8,49	0,00	13,71	4,80	1,95	2,25	36,92	42,60
	P12	8,49	22,29	1,16	8,00	4,63	10,17	1,95	2,25	36,92	42,60
	P13	31,74	22,29	8,49	8,00	15,65	10,17	1,95	2,25	36,92	42,60

Quadro 76 – Excentricidades de 1ª ordem para os pilares do Caso C

Pavimento	Pilar	$e_{1A,x}$	$e_{1A,y}$	$e_{1B,x}$	$e_{1B,y}$	$e_{1C,x}$	$e_{1C,y}$	$e_{1mín,x}$	$e_{1mín,y}$	$M_{1d mín,x}$	$M_{1d mín,y}$
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	kN.cm	kN.cm
1º Pavimento	P1	4,98	3,57	2,43	1,89	2,02	2,25	1,95	2,25	323,70	373,50
	P2	2,93	0,00	0,09	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	657,53	569,86
	P3	0,83	0,00	0,08	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	414,51	359,25
	P4	4,09	1,93	1,96	1,13	1,95	2,25	1,95	2,25	214,77	247,82
	P5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	709,70	615,07
	P6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	470,04	407,37
	P7	0,00	1,15	0,00	0,55	2,25	1,95	2,25	1,95	486,49	421,62
	P8	1,88	0,00	0,59	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	730,64	633,22
	P9	2,33	0,00	0,16	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	828,08	717,67
	P10	1,72	7,91	0,72	4,06	1,95	3,16	1,95	2,25	278,17	320,96
	P11	1,81	0,00	0,53	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	560,46	485,73
	P12	0,55	1,78	0,27	1,12	1,95	2,25	1,95	2,25	340,61	393,01
	P13	2,61	1,13	0,97	0,71	1,95	2,25	1,95	2,25	536,61	619,16
Cobertura	P1	12,46	10,25	7,16	8,26	4,99	4,10	1,95	2,25	111,88	129,09
	P2	6,93	0,00	6,83	0,00	2,77	1,95	2,25	1,95	273,94	237,41
	P3	1,86	0,00	1,59	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	184,28	159,71
	P4	11,19	6,13	6,93	5,29	4,48	2,45	1,95	2,25	78,56	90,64
	P5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	332,87	288,48
	P6	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	376,83	326,58
	P7	0,00	2,10	0,00	1,79	2,25	1,95	2,25	1,95	312,42	270,76
	P8	4,16	0,00	3,68	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	329,65	285,70
	P9	7,30	0,00	7,20	0,00	2,92	1,95	2,25	1,95	263,84	228,66

	P10	4,44	24,04	3,65	20,46	1,95	9,62	1,95	2,25	107,49	124,02
	P11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,95	2,25	1,95	215,46	186,73
	P12	2,00	3,36	1,04	3,21	1,95	2,25	1,95	2,25	180,38	208,13
	P13	5,12	3,01	3,15	2,22	2,05	2,25	1,95	2,25	273,32	315,37
Cobertura da Caixa d'Água	P7	8,49	21,02	0,00	8,00	5,10	9,41	1,95	2,25	36,92	42,60
	P8	28,20	7,91	8,40	0,00	13,56	4,75	1,95	2,25	37,35	43,09
	P12	8,49	22,29	1,16	8,00	4,63	10,17	1,95	2,25	36,92	42,60
	P13	31,69	22,29	8,49	8,00	15,62	10,17	1,95	2,25	36,92	42,60

Legenda	
P	Pilar
$e_{1A,x}$	Excentricidade de 1ª ordem em x (topo ou base)
$e_{1A,y}$	Excentricidade de 1ª ordem em y (topo ou base)
$e_{1B,x}$	Excentricidade de 1ª ordem em x (topo ou base)
$e_{1B,y}$	Excentricidade de 1ª ordem em y (topo ou base)
$e_{1C,x}$	Excentricidade de 1ª ordem em x (seção intermediária)
$e_{1C,y}$	Excentricidade de 1ª ordem em y (Seção intermediária)
$e_{1mín,x}$	Excentricidade de 1ª ordem mínima em x
$e_{1mín,y}$	Excentricidade de 1ª ordem mínima em y
$M_{1dmin,x}$	Momento de 1ª ordem mínimo em x
$M_{1dmin,y}$	Momento de 1ª ordem mínimo em y

Quadro 77 – Análise dos efeitos de 2ª ordem para os pilares do Caso A

Pavimento	Pilar	λ_x	λ_y	$\alpha_{b,x}$	λ_{1x}	$\alpha_{b,y}$	λ_{1y}	Análise em x	ν	1/r cm-1	$M_{d,tot}$ kN.cm	$M_{2d,x}$ kN.cm	$e_{2c,x}$ cm	Análise em y	ν	1/r cm-1	$M_{d,tot}$ kN.cm	$M_{2d,y}$ kN.cm	$e_{2c,y}$ cm
1º Pavimento	P1	69,97	43,37	0,42	69,66	0,40	66,73	Analisar	0,26	3,33E-04	694,80	319,00	1,82	Dispensa	-	-	-	-	-
	P2	38,80	38,80	0,47	56,78	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,27	2,00E-04	794,00	110,89	0,37
	P3	43,37	43,37	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,17	2,00E-04	794,16	369,66	1,96	Analisar	0,17	2,00E-04	794,16	369,66	1,96
	P4	69,97	43,37	0,40	70,84	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,19	2,00E-04	536,18	249,58	1,96
	P5	43,37	43,37	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,32	2,00E-04	1506,05	701,03	1,96	Analisar	0,32	2,00E-04	1506,05	701,03	1,96
	P6	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,21	2,00E-04	595,51	277,20	1,96	Analisar	0,21	3,33E-04	708,82	432,95	3,06
	P7	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,47	2,00E-04	1324,89	616,71	1,96	Analisar	0,47	3,33E-04	1576,98	963,22	3,06
	P8	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,53	1,95E-04	1468,33	673,59	1,91	Analisar	0,53	3,24E-04	1740,83	1052,05	2,98
	P9	43,37	43,37	0,45	60,00	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,36	2,00E-04	1681,02	782,48	1,96
	P10	69,97	43,37	1,00	35,00	0,40	71,83	Analisar	0,23	3,33E-04	770,77	470,79	3,06	Dispensa	-	-	-	-	-
	P11	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,38	2,00E-04	1081,34	503,34	1,96	Analisar	0,38	3,33E-04	1287,09	786,16	3,06
	P12	69,97	43,37	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,26	3,33E-04	873,97	533,82	3,06	Analisar	0,26	2,00E-04	734,26	341,78	1,96
	P13	69,97	43,37	0,40	66,19	1,00	35,00	Analisar	0,42	3,33E-04	1069,15	526,87	1,89	Analisar	0,42	2,00E-04	1170,59	544,88	1,96
Cobertura	P1	69,97	43,37	0,40	90,00	0,41	74,36	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P2	43,37	69,97	0,40	72,87	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,09	3,33E-04	530,50	324,03	3,06
	P3	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,06	2,00E-04	272,50	126,84	1,96	Analisar	0,06	3,33E-04	324,35	198,11	3,06
	P4	69,97	43,37	0,40	84,18	0,40	68,44	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P5	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,10	2,00E-04	469,27	218,44	1,96	Analisar	0,10	3,33E-04	558,56	341,17	3,06
	P6	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,08	2,00E-04	239,52	111,49	1,96	Analisar	0,08	3,33E-04	285,09	174,14	3,06
	P7	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,30	2,00E-04	849,81	395,57	1,96	Analisar	0,30	3,33E-04	1011,51	617,83	3,06
	P8	43,37	69,97	0,40	66,27	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,24	3,33E-04	789,71	482,36	3,06
	P9	43,37	43,37	0,40	84,02	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,09	2,00E-04	427,72	199,10	1,96
	P10	69,97	43,37	0,40	73,01	0,40	86,08	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P11	43,37	3,46	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,15	2,00E-04	424,31	197,51	1,96	Dispensa	-	-	-	-	-
	P12	69,97	43,37	0,41	64,98	0,40	66,67	Analisar	0,14	3,33E-04	359,68	178,03	1,91	Dispensa	-	-	-	-	-

	P13	69,97	43,37	0,40	70,42	0,40	66,25	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
Cobertura da Caixa d'Água	P7	69,97	43,37	0,60	53,46	0,47	79,53	Analisar	0,03	3,33E-04	115,84	19,35	1,02	Dispensa	-	-	-	-	-
	P8	69,97	43,37	0,48	90,00	0,60	48,34	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P12	69,97	43,37	0,56	57,26	0,74	48,89	Analisar	0,03	3,33E-04	108,41	18,32	0,97	Dispensa	-	-	-	-	-
	P13	69,97	43,37	0,50	90,00	0,46	79,20	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-

Quadro 78 – Análise dos efeitos de 2ª ordem para os pilares do Caso B

Pavimento	Pilar	λ_x	λ_y	$\alpha_{b,x}$	λ_{1x}	$\alpha_{b,y}$	λ_{1y}	Análise em x	v	1/r cm ⁻¹	M _{d,tot,x} kN.cm	M _{2d,x} kN.cm	e _{2c,x} cm	Análise em y	v	1/r cm ⁻¹	M _{d,tot,y} kN.cm	M _{2d,y} kN.cm	e _{2c,y} cm
1º Pavimento	P1	69,97	43,37	0,40	71,56	0,40	66,97	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P2	38,80	64,66	0,50	52,16	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,49	3,33E-04	1174,18	537,39	1,65
	P3	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,30	2,00E-04	859,57	400,11	1,96	Analisar	0,30	3,33E-04	1023,12	624,93	3,06
	P4	69,97	43,37	0,42	67,28	1,00	35,00	Analisar	0,18	3,33E-04	473,57	235,56	1,93	Analisar	0,18	2,00E-04	354,59	79,97	0,66
	P5	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,55	1,91E-04	1513,86	686,69	1,87	Analisar	0,55	3,18E-04	1789,40	1072,52	2,92
	P6	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,21	2,00E-04	583,21	271,47	1,96	Analisar	0,21	3,33E-04	694,18	424,00	3,06
	P7	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,40	2,00E-04	1124,69	523,52	1,96	Analisar	0,40	3,33E-04	1338,69	817,67	3,06
	P8	43,37	69,97	0,40	63,88	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,51	3,31E-04	1297,60	634,70	1,87
	P9	43,37	69,97	0,49	55,29	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,63	2,95E-04	1540,46	718,97	1,71
	P10	69,97	43,37	1,00	35,00	0,40	71,91	Analisar	0,22	3,33E-04	750,40	458,35	3,06	Dispensa	-	-	-	-	-
	P11	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,37	2,00E-04	1055,60	491,36	1,96	Analisar	0,37	3,33E-04	1256,45	767,44	3,06
	P12	69,97	43,37	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,26	3,33E-04	869,51	531,10	3,06	Analisar	0,26	2,00E-04	730,51	340,04	1,96
	P13	69,97	43,37	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,41	3,33E-04	1375,22	839,99	3,06	Analisar	0,41	2,00E-04	1155,38	537,81	1,96
Cobertura	P1	69,97	43,37	0,40	88,62	0,40	75,39	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P2	43,37	69,97	0,40	71,06	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,18	3,33E-04	473,36	233,00	1,89
	P3	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,11	2,00E-04	317,24	147,67	1,96	Analisar	0,11	3,33E-04	377,60	230,64	3,06
	P4	69,97	43,37	0,40	82,11	0,40	68,94	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P5	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,19	2,00E-04	540,78	251,72	1,96	Analisar	0,19	3,33E-04	643,67	393,16	3,06

	P6	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,08	2,00E-04	233,44	108,66	1,96	Analisar	0,08	3,33E-04	277,86	169,71	3,06
	P7	43,37	69,97	1,00	35,00	0,40	68,54	Analisar	0,15	2,00E-04	422,61	196,72	1,96	Analisar	0,15	3,33E-04	503,018	307,244	3,06
	P8	43,37	69,97	0,40	65,53	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,23	3,33E-04	593,49	292,13	1,89
	P9	43,37	69,97	0,40	71,64	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,17	3,33E-04	449,55	221,28	1,89
	P10	69,97	43,37	0,40	72,86	0,40	85,87	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P11	43,37	3,46	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,15	2,00E-04	410,16	190,92	1,96	Dispensa	-	-	-	-	-
	P12	69,97	43,37	0,40	66,67	0,40	66,70	Analisar	0,14	3,33E-04	355,23	174,85	1,89	Dispensa	-	-	-	-	-
	P13	69,97	43,37	0,40	73,14	0,40	66,26	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
Cobertura da Caixa d'Água	P7	69,97	43,37	0,60	53,46	0,45	79,32	Analisar	0,03	3,33E-04	115,84	19,35	1,02	Dispensa	-	-	-	-	-
	P8	69,97	43,37	0,48	90,00	0,60	48,34	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P12	69,97	43,37	0,55	58,83	0,46	79,20	Analisar	0,03	3,33E-04	105,76	18,07	0,95	Dispensa	-	-	-	-	-
	P13	69,97	43,37	0,49	90,00	0,46	79,20	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-

Quadro 79 - Análise dos efeitos de 2ª ordem para os pilares do Caso C

Pavimento	Pilar	λ_x	λ_y	$\alpha_{b,x}$	λ_{1x}	$\alpha_{b,y}$	λ_{1y}		v	1/r cm ⁻¹	M _{d,tot,x} kN.cm	M _{2d,x} kN.cm	e _{2c,x} cm		v	1/r cm ⁻¹	M _{d,tot,y} kN.cm	M _{2d,y} kN.cm	e _{2c,y} cm
1º Pavimento	P1	69,97	43,37	0,41	71,97	0,40	66,97	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P2	38,80	64,66	0,59	45,06	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,44	3,33E-04	1098,44	528,58	1,81
	P3	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,28	2,00E-04	775,49	360,97	1,96	Analisar	0,28	3,33E-04	923,04	563,80	3,06
	P4	69,97	43,37	0,41	69,57	0,40	64,92	Analisar	0,16	3,33E-04	424,78	210,01	1,91	Dispensa	-	-	-	-	-
	P5	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,47	2,00E-04	1327,72	618,03	1,96	Analisar	0,47	3,33E-04	1580,35	965,28	3,06
	P6	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,31	2,00E-04	879,37	409,33	1,96	Analisar	0,31	3,33E-04	1046,69	639,32	3,06
	P7	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,32	2,00E-04	910,14	423,65	1,96	Analisar	0,32	3,33E-04	1083,31	661,69	3,06
	P8	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,48	2,00E-04	1366,90	636,26	1,96	Analisar	0,48	3,33E-04	1626,98	993,76	3,06
	P9	43,37	69,97	0,57	45,74	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,55	3,18E-04	1483,56	765,89	2,08
	P10	69,97	43,37	1,00	35,00	0,40	72,38	Analisar	0,21	3,33E-04	714,71	436,55	3,06	Dispensa	-	-	-	-	-

	P11	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,37	2,00E-04	1048,53	488,07	1,96	Analisar	0,37	3,33E-04	1248,03	762,30	3,06
	P12	69,97	43,37	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,26	3,33E-04	875,15	534,54	3,06	Analisar	0,26	2,00E-04	735,25	342,24	1,96
	P13	69,97	43,37	0,45	60,32	1,00	35,00	Analisar	0,41	3,33E-04	1083,88	547,27	1,99	Analisar	0,41	2,00E-04	818,12	198,95	0,72
Cobertura	P1	69,97	43,37	0,40	88,46	0,40	75,31	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P2	43,37	69,97	0,40	71,17	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,18	3,33E-04	467,55	230,14	1,89
	P3	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,12	2,00E-04	344,75	160,47	1,96	Analisar	0,12	3,33E-04	410,34	250,64	3,06
	P4	69,97	43,37	0,40	85,82	0,40	70,16	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P5	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,22	2,00E-04	622,74	289,87	1,96	Analisar	0,22	3,33E-04	741,23	452,74	3,06
	P6	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,25	2,00E-04	704,98	328,16	1,96	Analisar	0,25	3,33E-04	839,12	512,54	3,06
	P7	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,21	2,00E-04	584,48	272,06	1,96	Analisar	0,21	3,33E-04	695,69	424,93	3,06
	P8	43,37	69,97	0,40	67,70	1,00	35,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Analisar	0,22	3,33E-04	562,65	276,95	1,89
	P9	43,37	69,97	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,18	2,00E-04	572,16	229,76	1,96	Analisar	0,18	3,33E-04	587,53	358,86	3,06
	P10	69,97	43,37	0,40	71,76	0,40	90,00	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P11	43,37	3,46	1,00	35,00	1,00	35,00	Analisar	0,14	2,00E-04	403,09	187,63	1,96	Dispensa	-	-	-	-	-
	P12	69,97	43,37	0,40	66,67	0,40	66,70	Analisar	0,14	3,33E-04	355,23	174,85	1,89	Dispensa	-	-	-	-	-
	P13	69,97	43,37	0,40	73,16	0,40	66,26	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
Cobertura da Caixa d'Água	P7	69,97	43,37	0,60	53,46	0,45	79,32	Analisar	0,03	3,33E-04	115,84	19,35	1,02	Dispensa	-	-	-	-	-
	P8	69,97	43,37	0,48	90,00	0,60	48,26	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-
	P12	69,97	43,37	0,55	58,83	0,46	79,20	Analisar	0,03	3,33E-04	105,76	18,07	0,95	Dispensa	-	-	-	-	-
	P13	69,97	43,37	0,49	90,00	0,46	79,20	Dispensa	-	-	-	-	-	Dispensa	-	-	-	-	-

Legenda	
P	Pilar
λ	Índice de esbeltez
α_b	Coefficiente em função da vinculação e do carregamento
λ_1	Índice de esbeltez limite

v	Força normal adimensional
$1/r$	Curvatura na seção crítica
$M_{d,tot}$	Momento total de cálculo
M_{2d}	Momento de 2ª ordem
e_{2c}	Excentricidade de 2ª ordem

Quadro 80 – Dimensionamento das armaduras dos pilares para o Caso A

Pavimento	Pilar	$\phi_{l,adot}$	$\phi_{t,adot}$	M_{dx}	M_{dy}	d'/h_x	d'/h_y	v	μ_x	μ_y	ω	A_s	Disposição			$A_{s,ef}$	$s_{máx,t}$	N_t	$A_{s,ef,t}$
		mm	mm	kN.cm	kN.cm							cm ²				cm ²	cm		cm ²
1º Pavimento	P1	8,0	6,3	1214,00	631,00	0,21	0,13	0,26	0,12	0,04	0,00	1,50	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P2	8,0	6,3	868,00	458,91	0,13	0,13	0,27	0,03	0,02	0,00	2,50	ϕ	8,0	c/ 6	3,02	9,60	28	8,62
	P3	8,0	6,3	424,49	794,16	0,13	0,13	0,17	0,02	0,03	0,00	2,50	ϕ	8,0	c/ 6	3,02	9,60	28	8,62
	P4	8,0	6,3	510,00	536,18	0,21	0,13	0,19	0,05	0,03	0,00	1,50	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P5	12,5	6,3	805,01	1506,05	0,13	0,13	0,32	0,03	0,05	0,00	2,50	ϕ	12,5	c/ 4	4,91	15,00	43	13,47
	P6	8,0	6,3	318,31	708,82	0,13	0,21	0,21	0,02	0,07	0,00	1,50	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P7	10,0	6,3	708,18	1576,98	0,13	0,21	0,47	0,04	0,16	0,20	3,08	ϕ	10,0	c/ 4	3,14	12,00	35	10,77
	P8	10,0	6,3	794,75	1740,83	0,13	0,21	0,53	0,05	0,17	0,30	4,62	ϕ	10,0	c/ 6	4,71	12,00	35	10,77
	P9	10,0	6,3	1763,00	1681,02	0,13	0,13	0,36	0,06	0,06	0,00	2,50	ϕ	10,0	c/ 4	3,14	12,00	35	10,77
	P10	8,0	6,3	770,77	1148,00	0,21	0,13	0,23	0,08	0,07	0,00	1,50	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P11	8,0	6,3	578,00	1287,09	0,13	0,21	0,38	0,03	0,13	0,12	1,85	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P12	8,0	6,3	873,97	392,48	0,21	0,13	0,26	0,09	0,02	0,10	1,54	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P13	8,0	6,3	542,28	1170,59	0,21	0,13	0,42	0,05	0,07	0,00	1,50	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
Cobertura	P1	8,0	6,3	895,00	631,00	0,21	0,13	0,09	0,09	0,04	0,10	1,54	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62
	P2	8,0	6,3	878,00	530,50	0,13	0,21	0,09	0,03	0,03	0,00	2,50	ϕ	8,0	c/ 6	3,02	9,60	28	8,62
	P3	8,0	6,3	160,00	324,35	0,13	0,21	0,06	0,01	0,02	0,00	2,50	ϕ	8,0	c/ 6	3,02	9,60	28	8,62
	P4	8,0	6,3	510,00	233,00	0,21	0,13	0,07	0,05	0,01	0,00	1,50	ϕ	8,0	c/ 4	2,01	9,60	28	8,62

	P5	12,5	6,3	250,83	558,56	0,13	0,21	0,10	0,01	0,03	0,00	2,50	φ	12,5	c/	4	4,91	15,00	43	13,47
	P6	8,0	6,3	128,03	285,09	0,13	0,21	0,08	0,01	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62
	P7	10,0	6,3	454,24	1011,51	0,13	0,21	0,30	0,03	0,10	0,00	1,50	φ	10,0	c/	4	3,14	12,00	35	10,77
	P8	10,0	6,3	476,00	789,71	0,13	0,21	0,24	0,03	0,08	0,00	1,50	φ	10,0	c/	6	4,71	12,00	35	10,77
	P9	10,0	6,3	1763,00	427,72	0,13	0,13	0,09	0,06	0,02	0,10	2,57	φ	10,0	c/	4	3,14	12,00	35	10,77
	P10	8,0	6,3	307,00	1148,00	0,21	0,13	0,09	0,03	0,07	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62
	P11	8,0	6,3	424,31	196,56	0,13	0,21	0,15	0,03	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62
	P12	8,0	6,3	366,03	311,00	0,21	0,13	0,14	0,04	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62
	P13	8,0	6,3	542,00	427,00	0,21	0,13	0,21	0,05	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62
Cobertura da Caixa d'Água	P7	10,0	6,3	180,17	480,00	0,21	0,13	0,03	0,02	0,03	0,00	1,50	φ	10,0	c/	4	3,14	12,00	35	10,77
	P8	10,0	6,3	540,00	151,53	0,21	0,13	0,03	0,05	0,01	0,00	1,50	φ	10,0	c/	6	4,71	12,00	35	10,77
	P12	8,0	6,3	160,82	427,00	0,21	0,13	0,03	0,02	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62
	P13	8,0	6,3	613,00	427,00	0,21	0,13	0,03	0,06	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4	2,01	9,60	28	8,62

Quadro 81 – Dimensionamento das armaduras dos pilares para o Caso B

Pavimento	Pilar	$\phi_{l,adot}$	$\phi_{t,adot}$	M_{dx}	M_{dy}	d'/h_x	d'/h_y	v	μ_x	μ_y	ω	A_s	Disposição			$A_{s,ef}$	$S_{máx,t}$	N_t	$A_{s,ef,t}$	
		mm	mm	kN.cm	kN.cm							cm ²				cm ²	cm		cm ²	
1º Pavimento	P1	8,0	6,3	715,00	588,00	0,21	0,13	0,25	0,07	0,04	0,00	1,50	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	28	8,62
	P2	8,0	6,3	831,00	1174,18	0,13	0,21	0,49	0,05	0,12	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P3	8,0	6,3	459,46	1023,12	0,13	0,21	0,30	0,03	0,10	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P4	8,0	6,3	716,56	274,62	0,21	0,13	0,18	0,07	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P5	10,0	6,3	827,18	1789,40	0,13	0,21	0,55	0,05	0,18	0,40	6,16	φ	10,0	c/	8,0	6,28	12,00	35	10,77
	P6	8,0	6,3	311,74	694,18	0,13	0,21	0,21	0,02	0,07	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P7	8,0	6,3	601,17	1338,69	0,13	0,21	0,40	0,04	0,13	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P8	8,0	6,3	764,88	1297,60	0,13	0,21	0,51	0,05	0,13	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P9	10,0	6,3	1541,00	1540,46	0,13	0,21	0,63	0,09	0,15	0,30	4,62	φ	10,0	c/	6,0	4,71	12,00	35	10,77
	P10	8,0	6,3	750,40	1128,00	0,21	0,13	0,22	0,07	0,07	0,10	1,54	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	28	8,62
	P11	8,0	6,3	564,24	1256,45	0,13	0,21	0,37	0,03	0,13	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62

	P12	8,0	6,3	869,51	390,47	0,21	0,13	0,26	0,09	0,02	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P13	10,0	6,3	1375,22	617,58	0,21	0,13	0,41	0,14	0,04	0,20	3,08	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	35	10,77
Cobertura	P1	8,0	6,3	715,00	588,00	0,21	0,13	0,09	0,07	0,04	0,20	3,08	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	28	8,62
	P2	8,0	6,3	844,00	473,36	0,13	0,21	0,18	0,05	0,05	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P3	8,0	6,3	169,57	377,60	0,13	0,21	0,11	0,01	0,04	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P4	8,0	6,3	451,00	247,00	0,21	0,13	0,07	0,04	0,01	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P5	10,0	6,3	289,06	643,67	0,13	0,21	0,19	0,02	0,06	0,00	1,50	φ	10,0	c/	8,0	6,28	12,00	35	10,77
	P6	8,0	6,3	124,78	277,86	0,13	0,21	0,08	0,01	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P7	8,0	6,3	422,61	291,00	0,13	0,21	0,15	0,03	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P8	8,0	6,3	375,00	593,49	0,13	0,21	0,23	0,02	0,06	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P9	8,0	6,3	856,00	449,55	0,13	0,21	0,17	0,05	0,04	0,10	1,54	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	28	8,62
	P10	8,0	6,3	300,00	1128,00	0,21	0,13	0,09	0,03	0,07	0,20	3,08	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	28	8,62
	P11	8,0	6,3	410,16	190,01	0,13	0,21	0,15	0,02	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P12	8,0	6,3	359,85	311,00	0,21	0,13	0,14	0,04	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P13	10,0	6,3	717,00	422,00	0,21	0,13	0,21	0,07	0,03	0,00	1,50	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	35	10,77
Cobertura da Caixa d'Água	P7	8,0	6,3	180,17	398,00	0,21	0,13	0,03	0,02	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P8	8,0	6,3	540,00	151,53	0,21	0,13	0,03	0,05	0,01	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P12	8,0	6,3	178,89	422,00	0,21	0,13	0,03	0,02	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	28	8,62
	P13	10,0	6,3	601,00	422,00	0,21	0,13	0,03	0,06	0,03	0,00	1,50	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	35	10,77

Quadro 82 – Dimensionamento das armaduras dos pilares para o Caso C

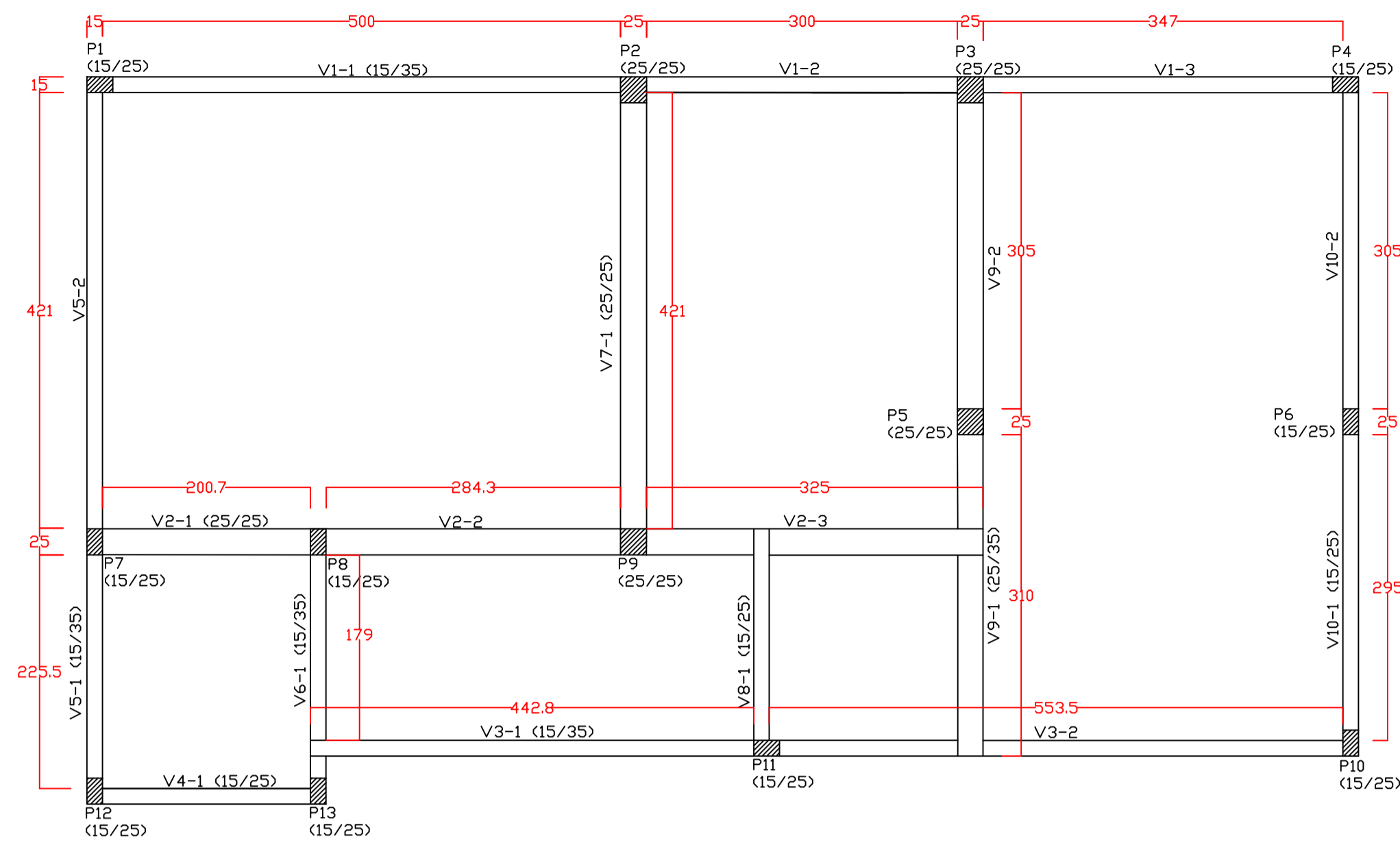
Pavimento	Pilar	$\phi_{l,adot}$	$\phi_{t,adot}$	M_{dx}	M_{dy}	d'/h_x	d'/h_y	v	μ_x	μ_y	ω	A_s	Disposição				$A_{s,ef}$	$S_{máx,t}$	N_t	$A_{s,ef,t}$
		mm	mm	kN.cm	kN.cm								cm ²	φ		c/				
1º Pavimento	P1	10,0	6,3	827,00	593,00	0,24	0,15	0,25	0,08	0,04	0,10	1,54	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	34,56	10,77
	P2	8,0	6,3	856,00	623,95	0,14	0,24	0,44	0,05	0,06	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P3	8,0	6,3	414,51	923,04	0,14	0,24	0,28	0,02	0,09	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P4	8,0	6,3	661,01	247,82	0,24	0,14	0,16	0,07	0,01	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P5	8,0	6,3	709,70	1580,35	0,14	0,24	0,47	0,04	0,16	0,20	3,08	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	27,65	8,62

	P6	8,0	6,3	470,04	1046,69	0,14	0,24	0,31	0,03	0,10	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P7	8,0	6,3	486,49	1083,31	0,14	0,24	0,32	0,03	0,11	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P8	8,0	6,3	730,64	1626,98	0,14	0,24	0,48	0,04	0,16	0,20	3,08	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	27,65	8,62
	P9	8,0	6,3	856,00	1483,56	0,14	0,24	0,55	0,05	0,15	0,20	3,08	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	27,65	8,62
	P10	10,0	6,3	714,71	1128,00	0,24	0,15	0,21	0,07	0,07	0,10	1,54	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	34,56	10,77
	P11	8,0	6,3	560,46	1248,03	0,14	0,24	0,37	0,03	0,12	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P12	8,0	6,3	875,15	393,01	0,24	0,14	0,26	0,09	0,02	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P13	8,0	6,3	1264,27	619,16	0,24	0,14	0,41	0,13	0,04	0,10	1,54	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
Cobertura	P1	10,0	6,3	715,00	588,00	0,24	0,15	0,09	0,07	0,04	0,10	1,54	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	34,56	10,77
	P2	8,0	6,3	844,00	467,55	0,14	0,24	0,18	0,05	0,05	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P3	8,0	6,3	184,28	410,34	0,14	0,24	0,12	0,01	0,04	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P4	8,0	6,3	451,00	247,00	0,24	0,14	0,06	0,04	0,01	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P5	8,0	6,3	332,87	741,23	0,14	0,24	0,22	0,02	0,07	0,00	1,50	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	27,65	8,62
	P6	8,0	6,3	376,83	839,12	0,14	0,24	0,25	0,02	0,08	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P7	8,0	6,3	312,42	715,93	0,14	0,24	0,21	0,02	0,07	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P8	8,0	6,3	610,00	562,65	0,14	0,24	0,22	0,04	0,06	0,00	1,50	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	27,65	8,62
	P9	8,0	6,3	856,00	587,53	0,14	0,24	0,18	0,05	0,06	0,00	1,50	φ	8,0	c/	6,0	3,02	9,60	27,65	8,62
	P10	10,0	6,3	245,00	1325,00	0,24	0,15	0,08	0,02	0,08	0,20	3,08	φ	10,0	c/	4,0	3,14	12,00	34,56	10,77
	P11	8,0	6,3	403,09	186,73	0,14	0,24	0,14	0,02	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P12	8,0	6,3	359,85	311,00	0,24	0,14	0,14	0,04	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P13	8,0	6,3	717,00	422,00	0,24	0,14	0,21	0,07	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
Cobertura da Caixa d'Água	P7	8,0	6,3	180,17	398,00	0,24	0,14	0,03	0,02	0,02	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P8	8,0	6,3	540,00	151,53	0,24	0,14	0,03	0,05	0,01	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P12	8,0	6,3	178,89	422,00	0,24	0,14	0,03	0,02	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62
	P13	8,0	6,3	600,00	422,00	0,24	0,14	0,03	0,06	0,03	0,00	1,50	φ	8,0	c/	4,0	2,01	9,60	27,65	8,62

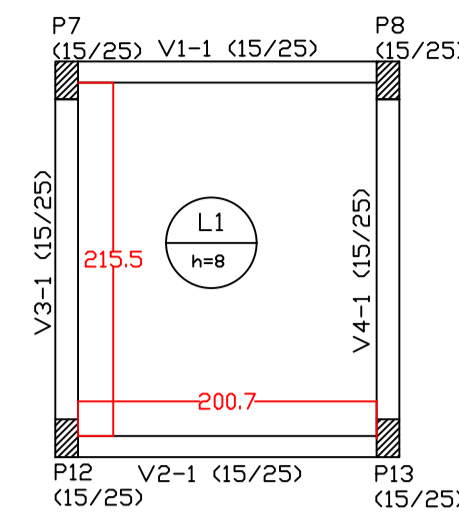
Legenda	
P	Pilar
$\phi_{l,adot}$	Bitola da armadura longitudinal
$\phi_{t,adot}$	Bitola da armadura transversal
M_d	Momento na seção mais crítica
d'	Altura útil
h_x	Altura com relação ao eixo x
h_y	Altura com relação ao eixo y
v	Esforço adimensionamento para utilização do ábaco
μ	Esforço adimensionamento para utilização do ábaco
ω	Taxa mecânica
A_s	Área de aço calculada
$A_{s,ef}$	Área de aço efetiva
$s_{máx,t}$	Espaçamento máximo entre estribos
N_t	Quantidade de estribos
$A_{s,ef,t}$	Área de aço efetiva dos estribos

APÊNDICE J - Projetos

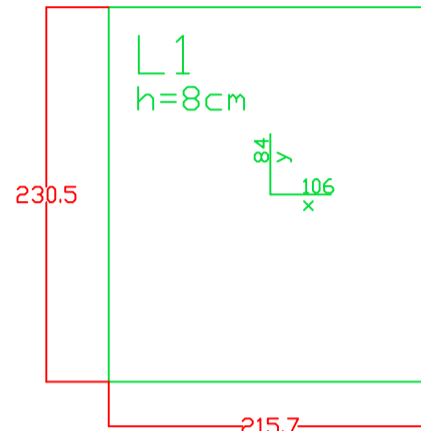
Caso A



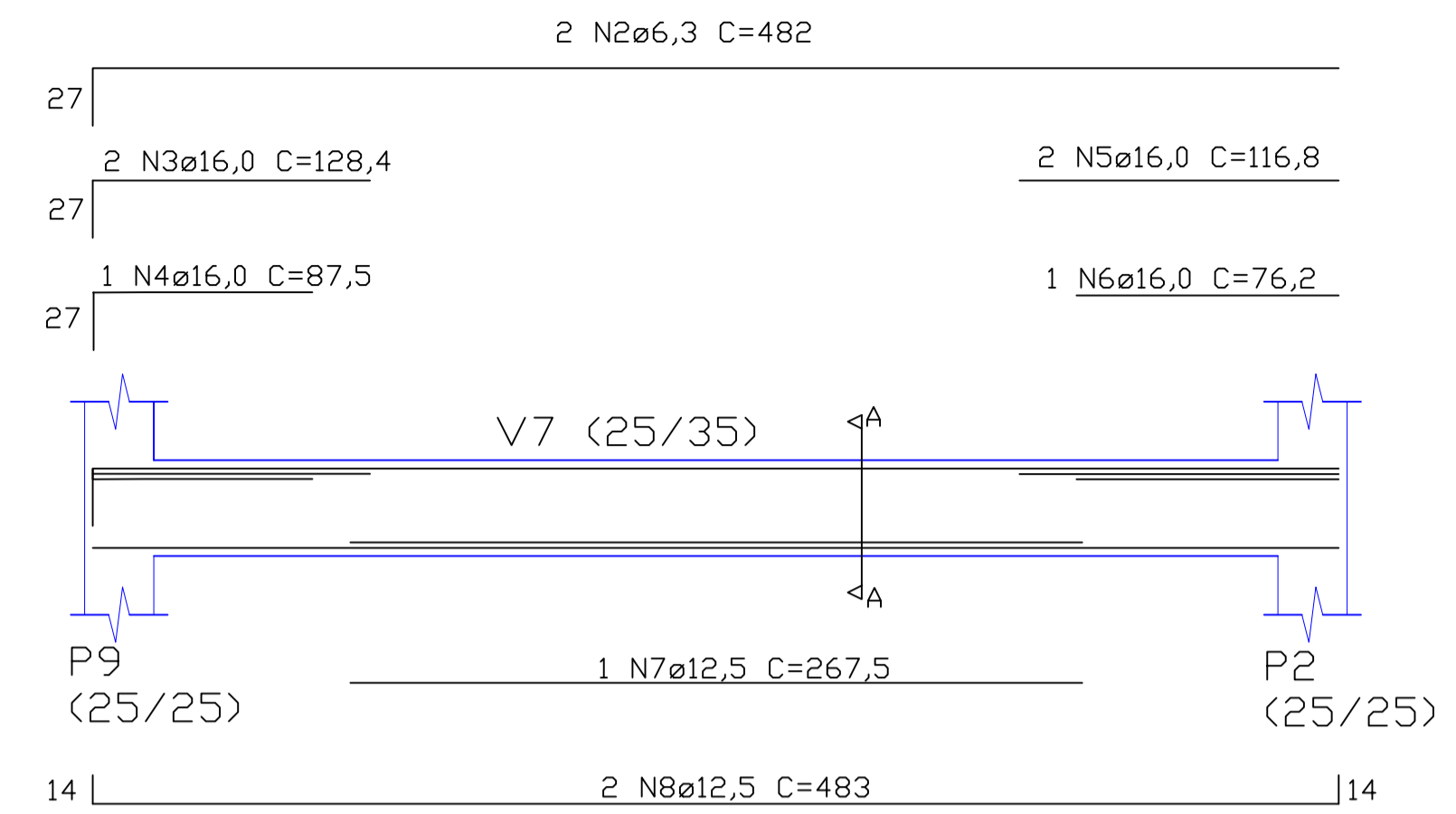
Forma do Pavimento Térreo
Esc: 1/50



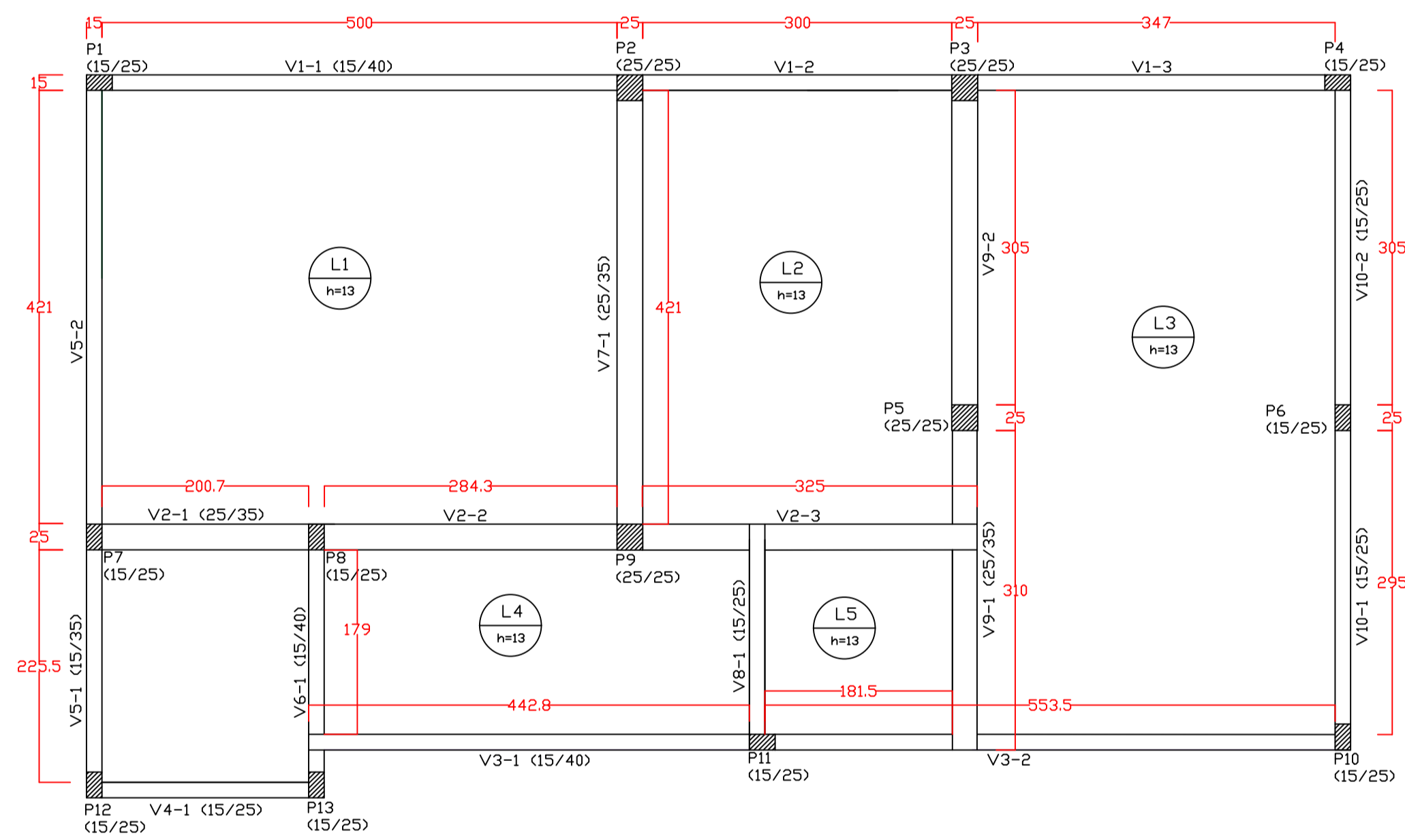
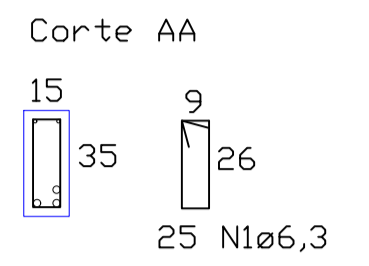
Forma da Cobertura da Caixa d'água
Esc: 1/50



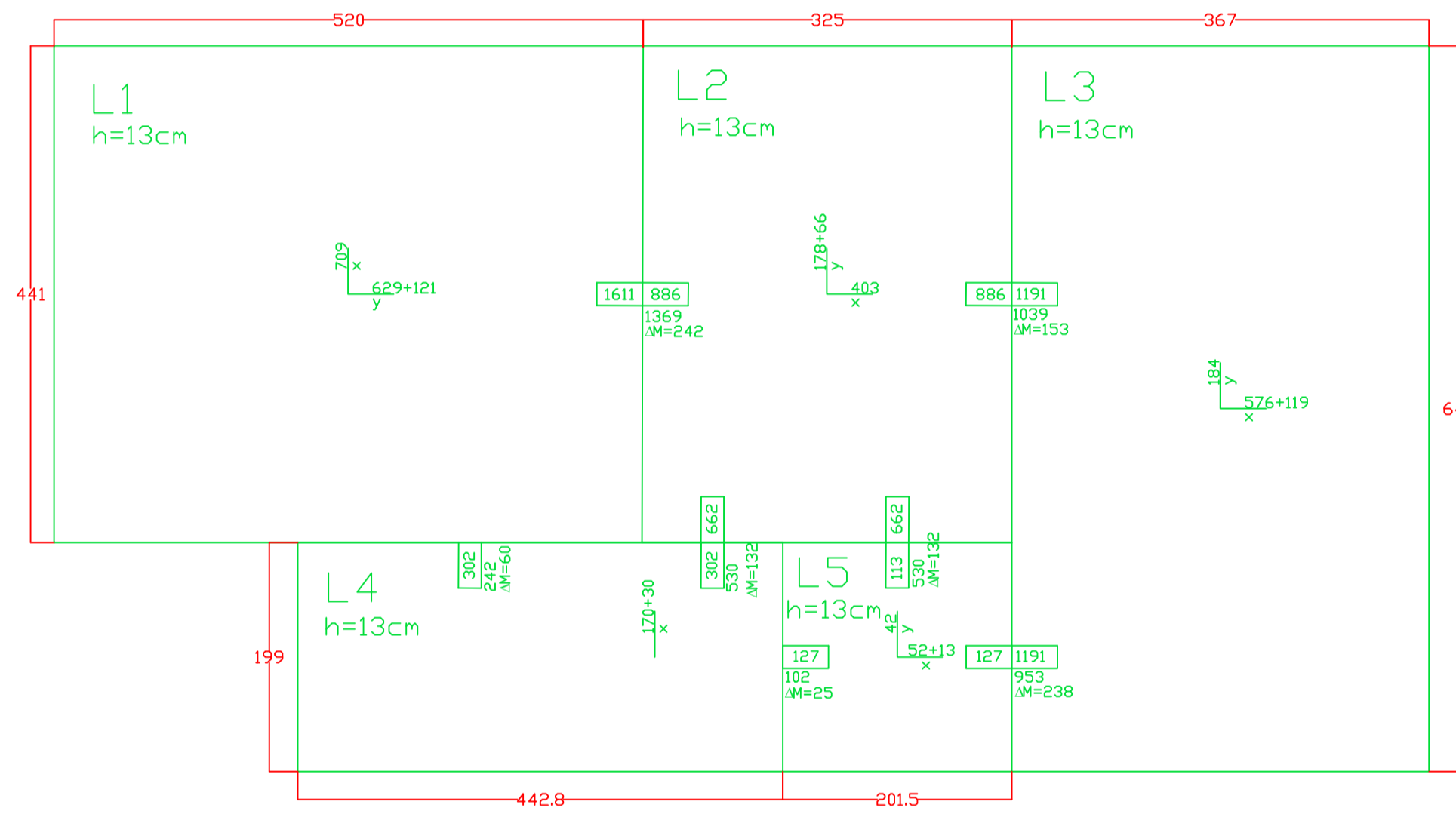
Momentos nas Lajes da
Cobertura da Caixa d'água
Esc: 1/50



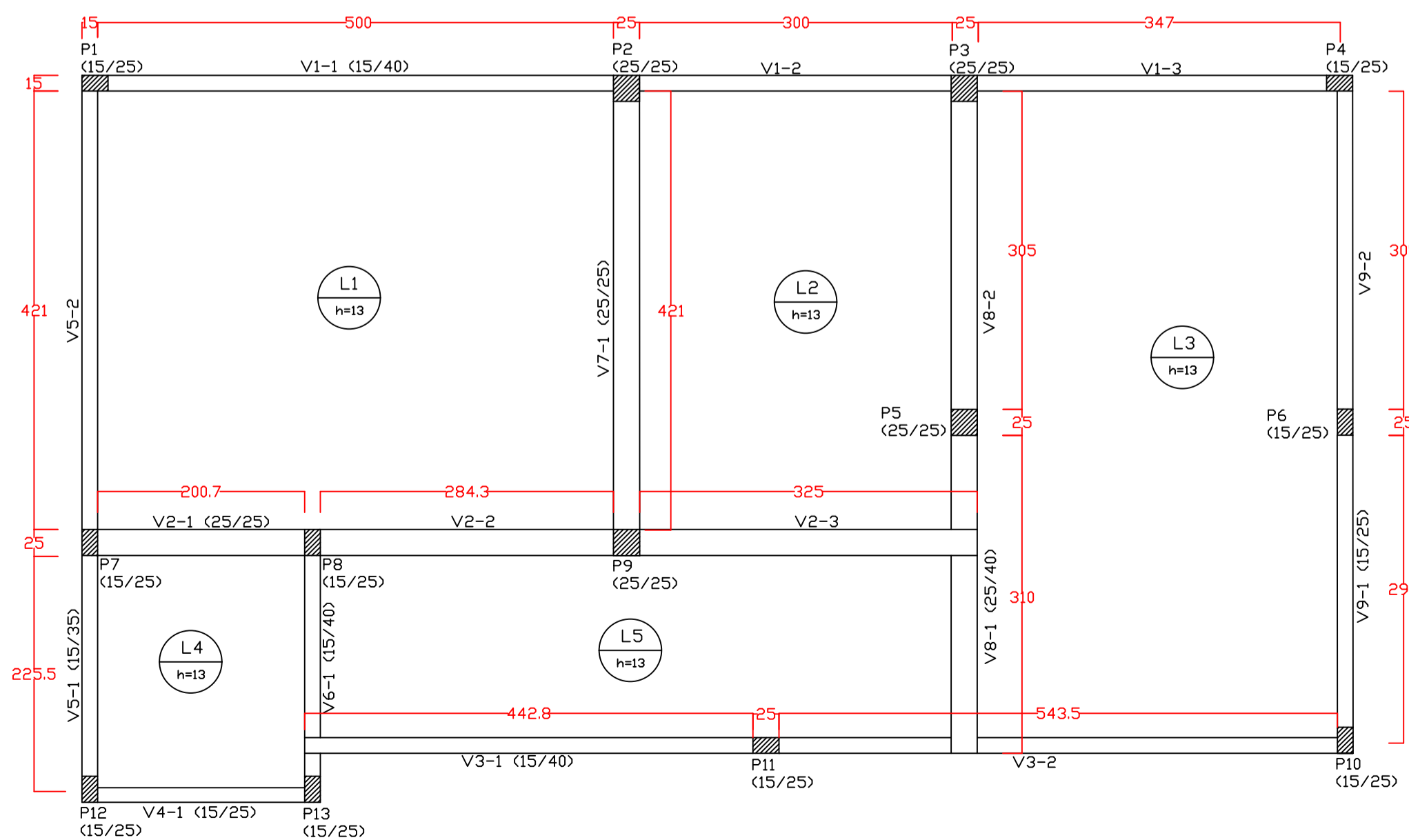
Detalhamento da Viga V7
Esc: 1/50



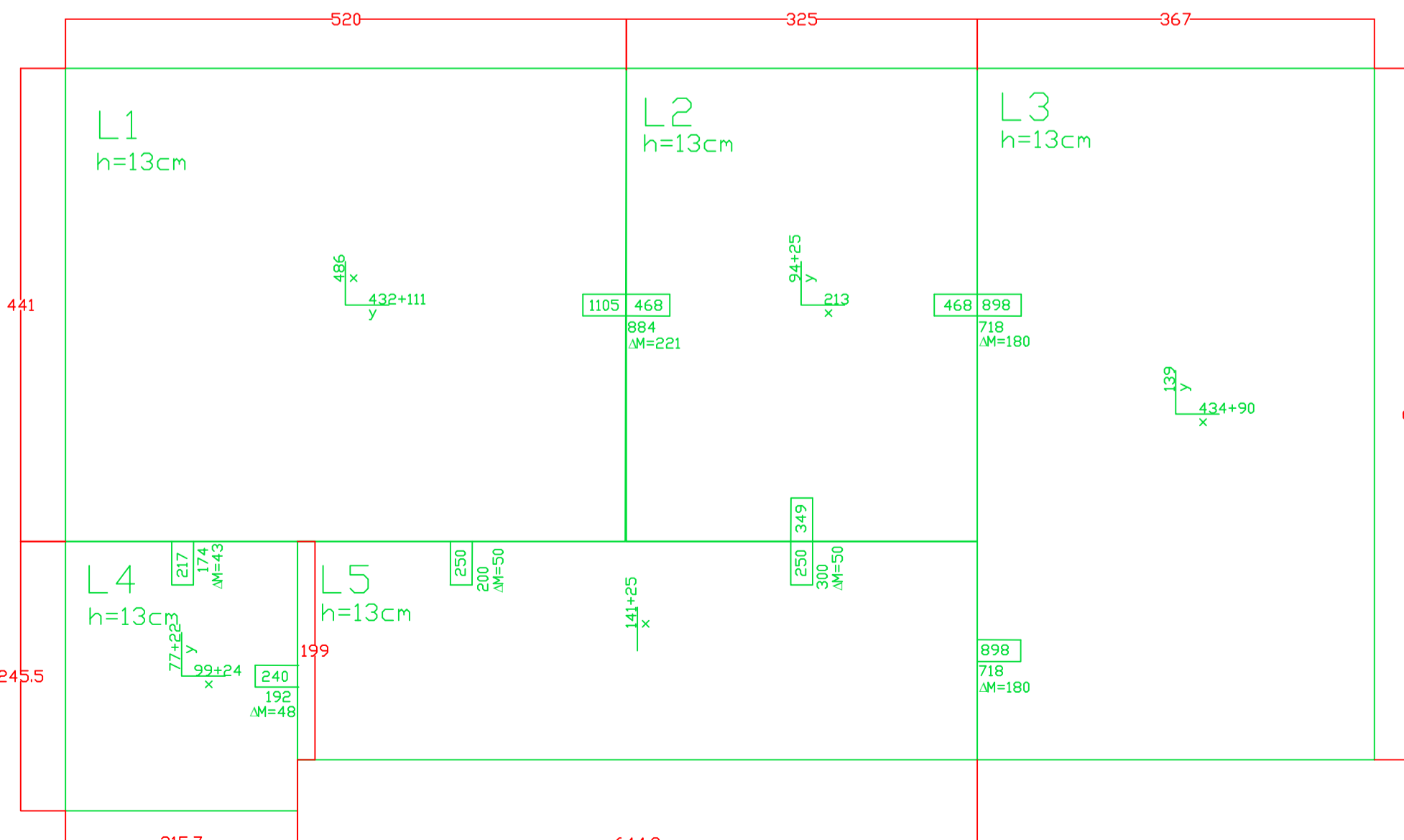
Forma do 1º Pavimento
Esc: 1/50



Momentos nas Lajes do
1º Pavimento
Esc: 1/50

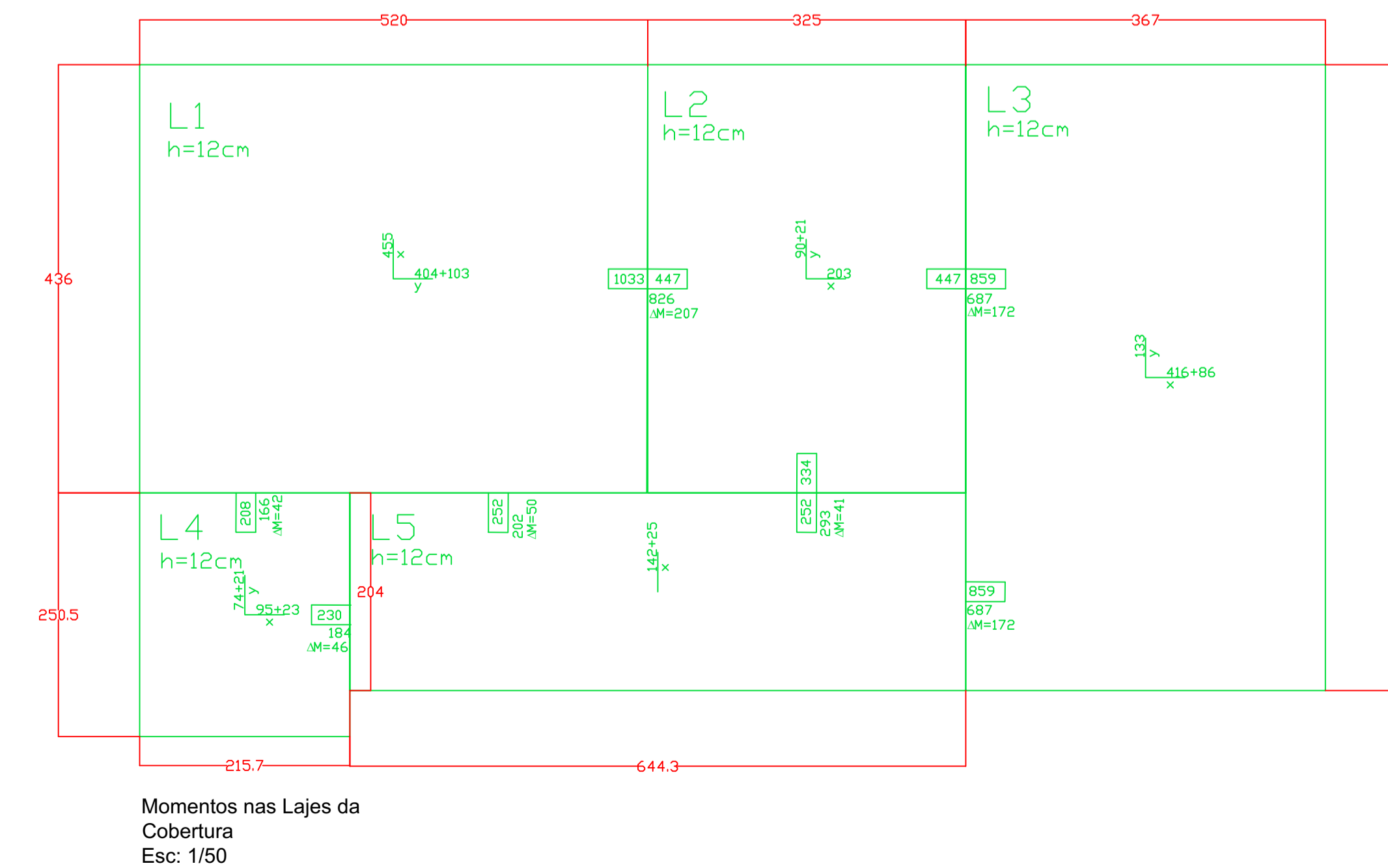
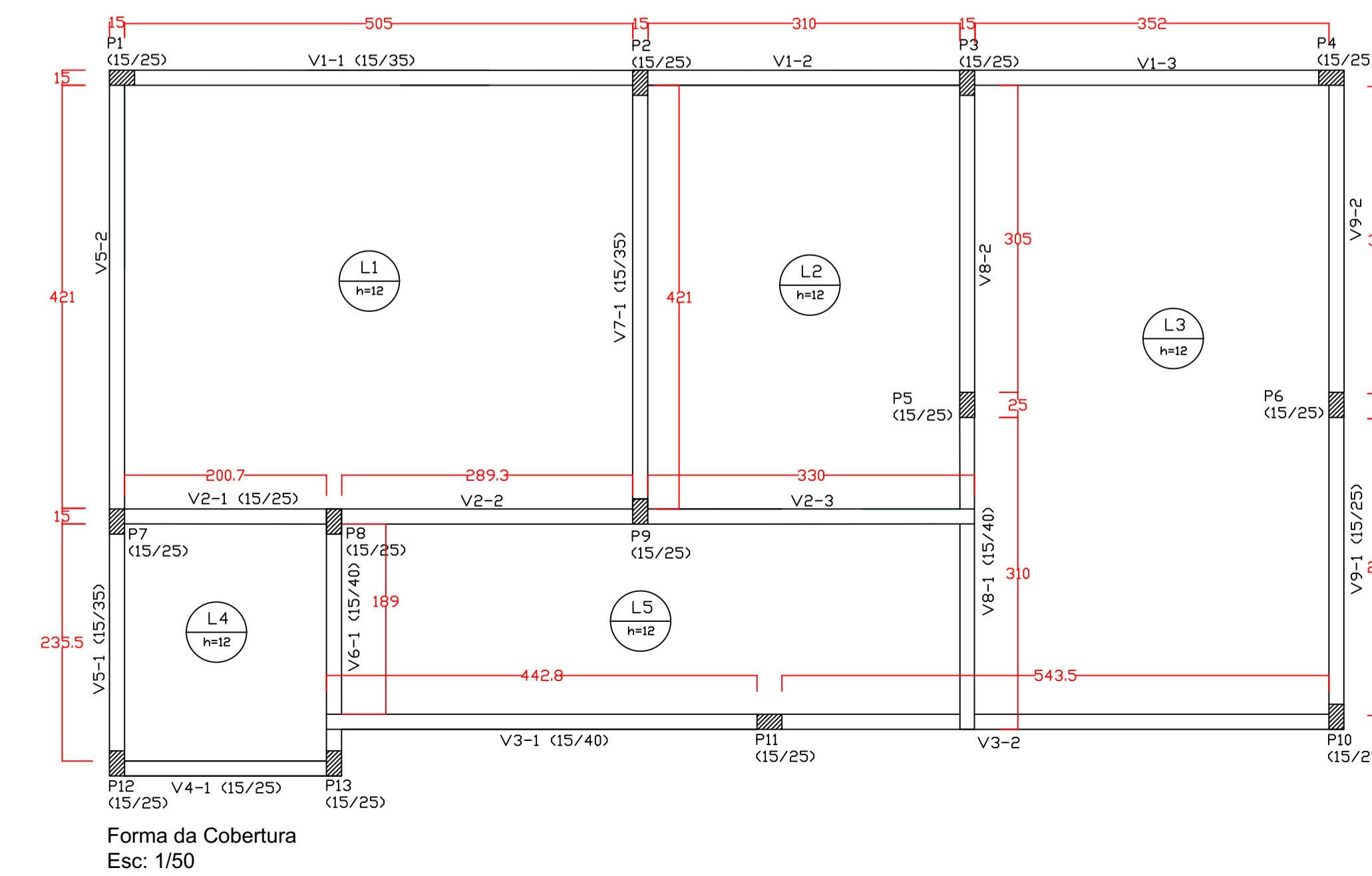
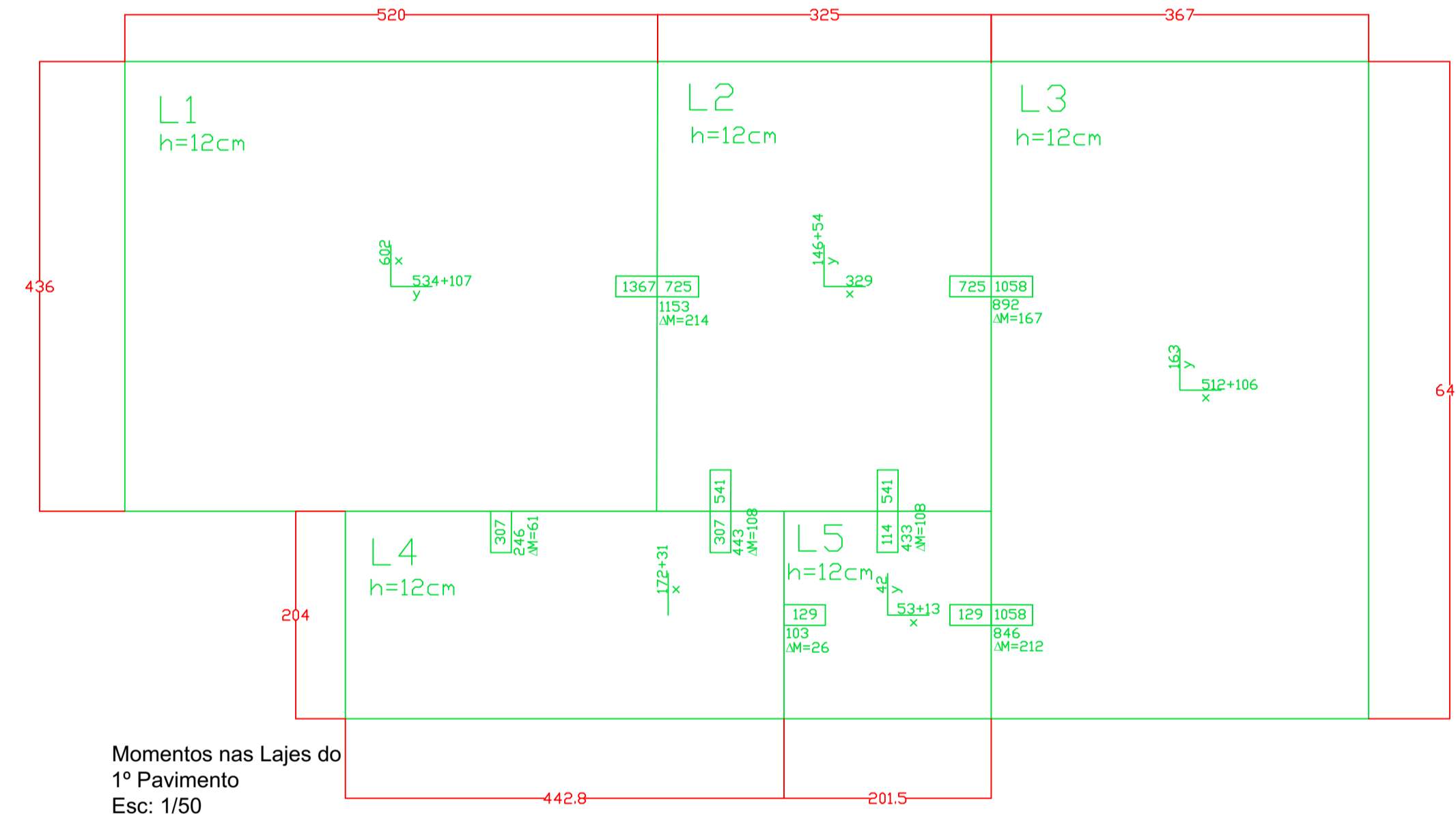
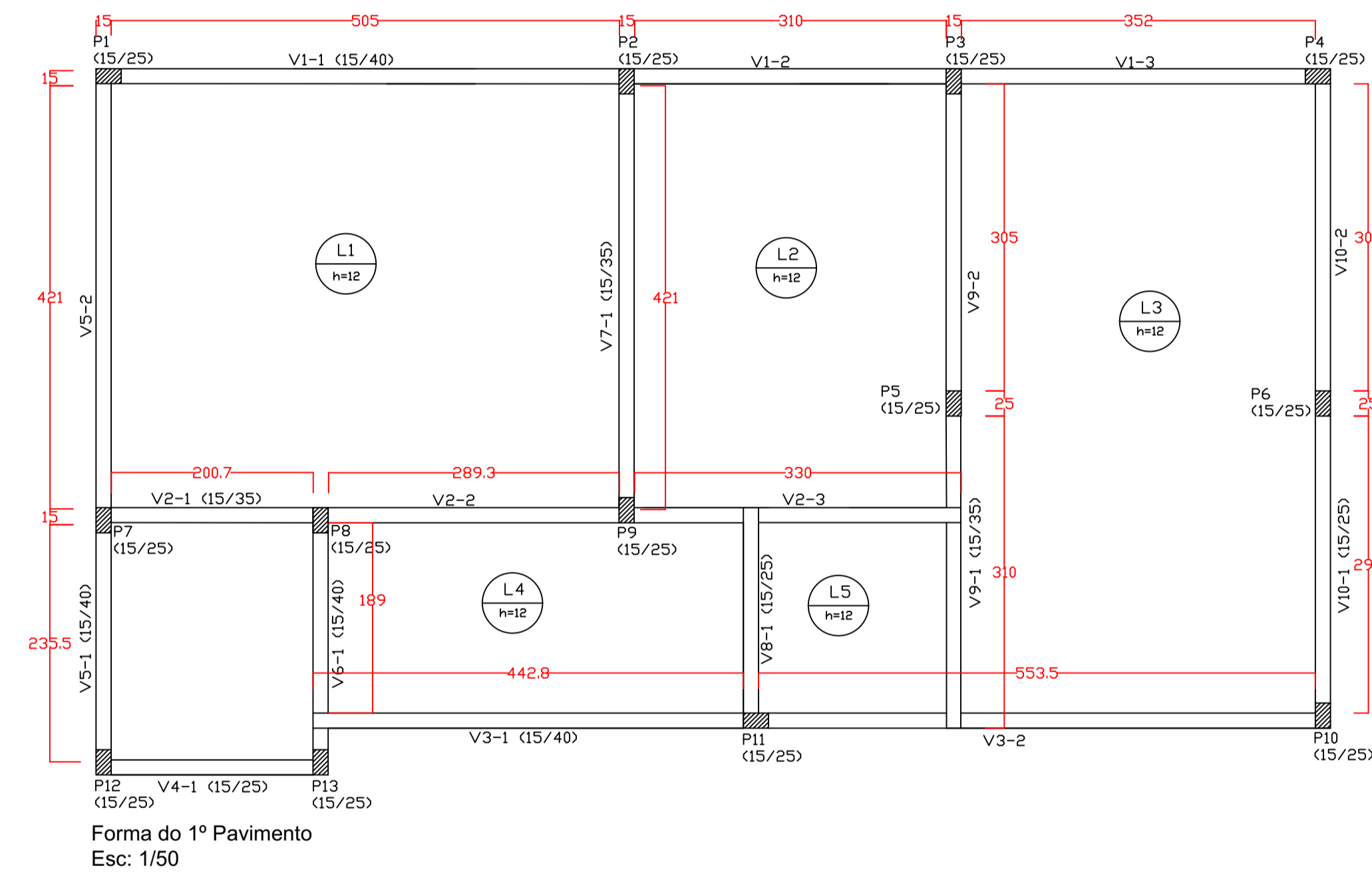
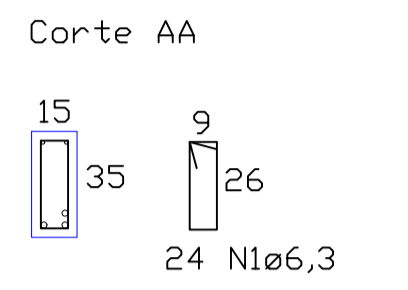
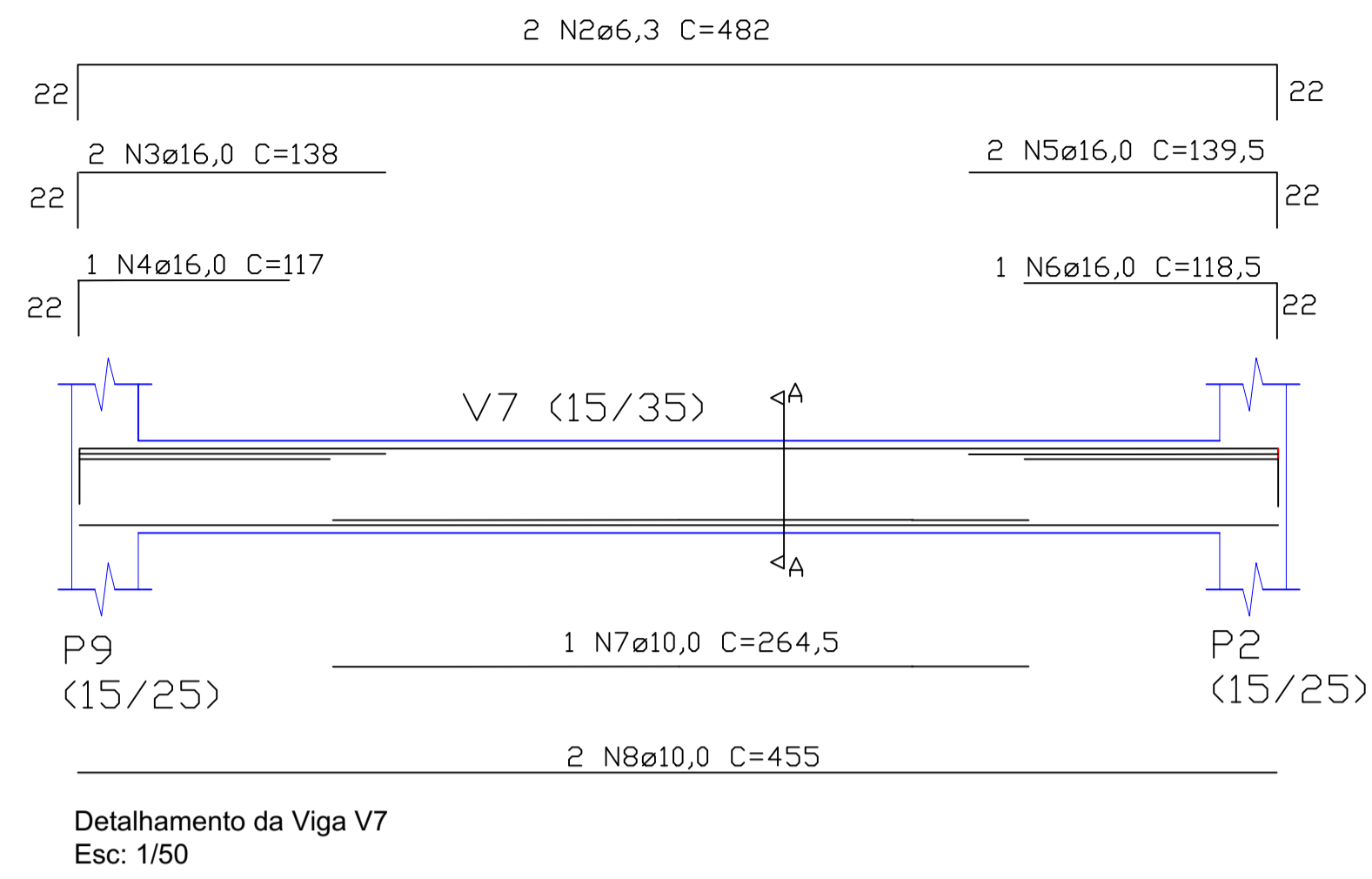
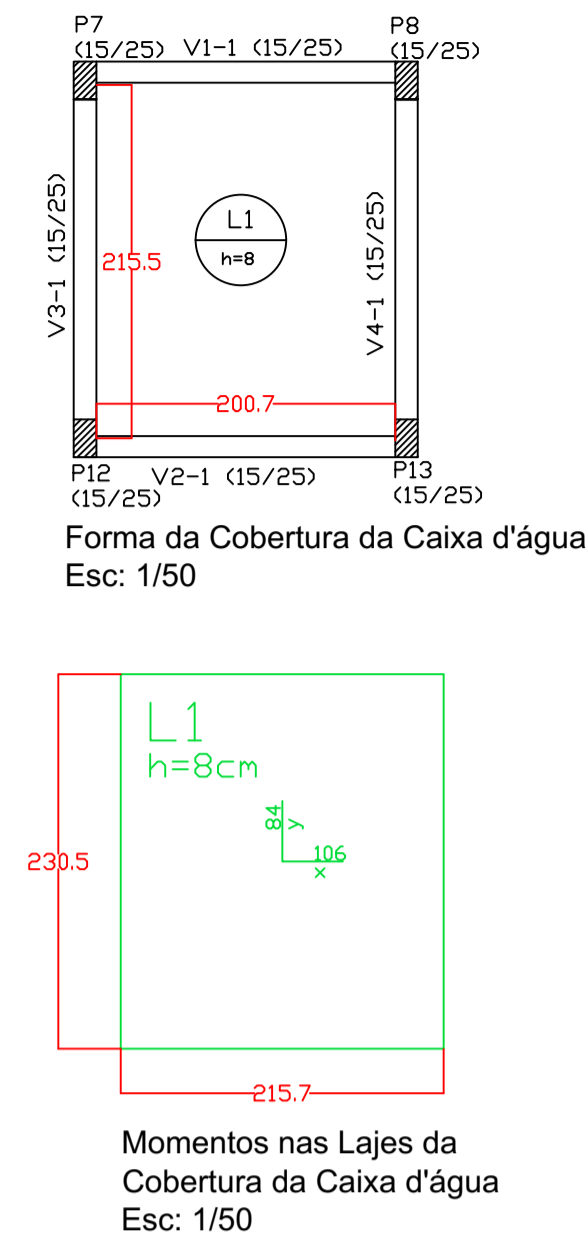
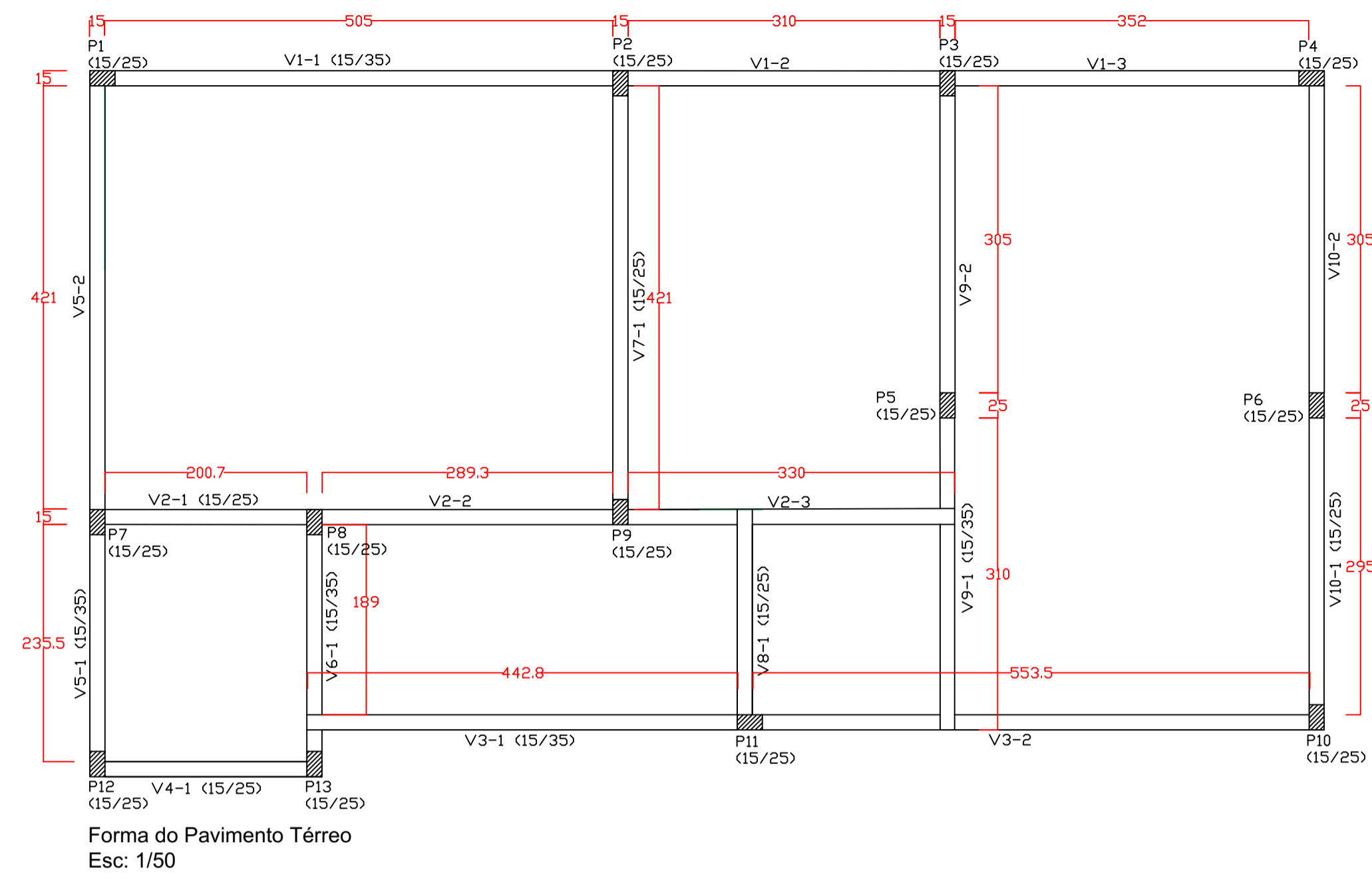


Forma da Cobertura
Esc: 1/50

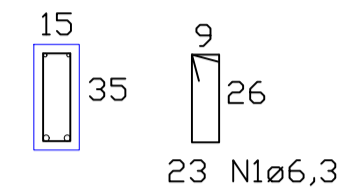
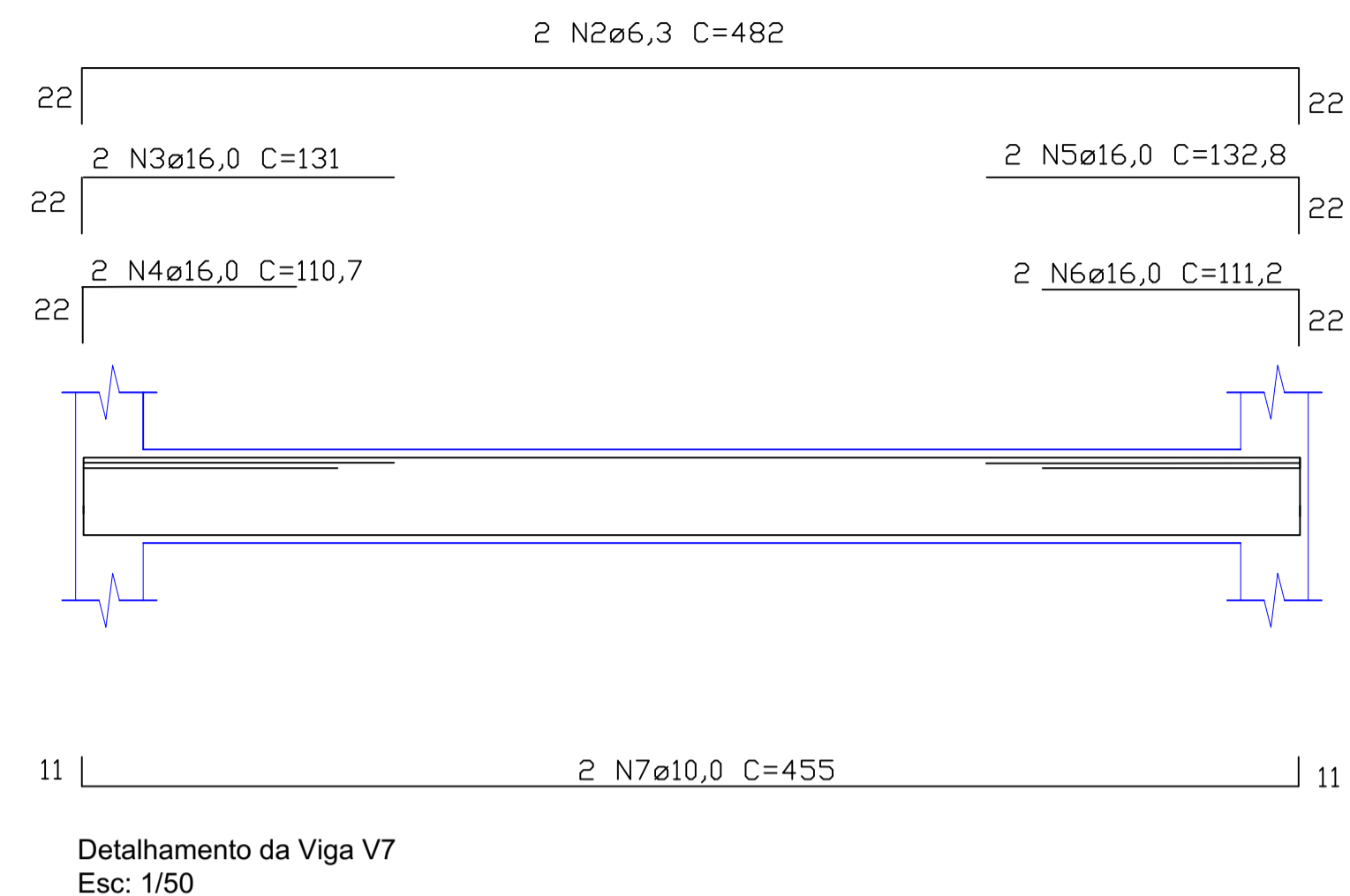
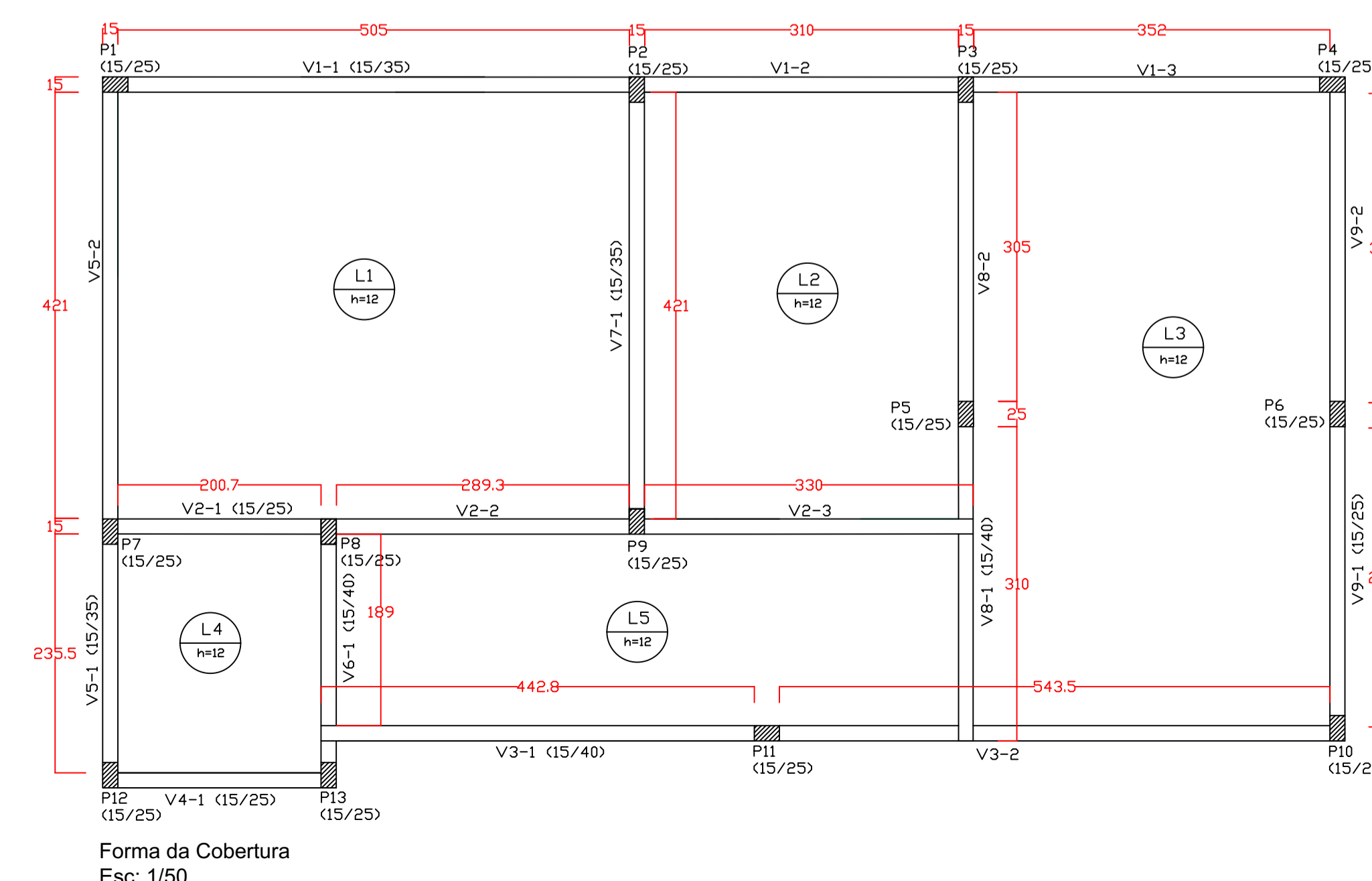
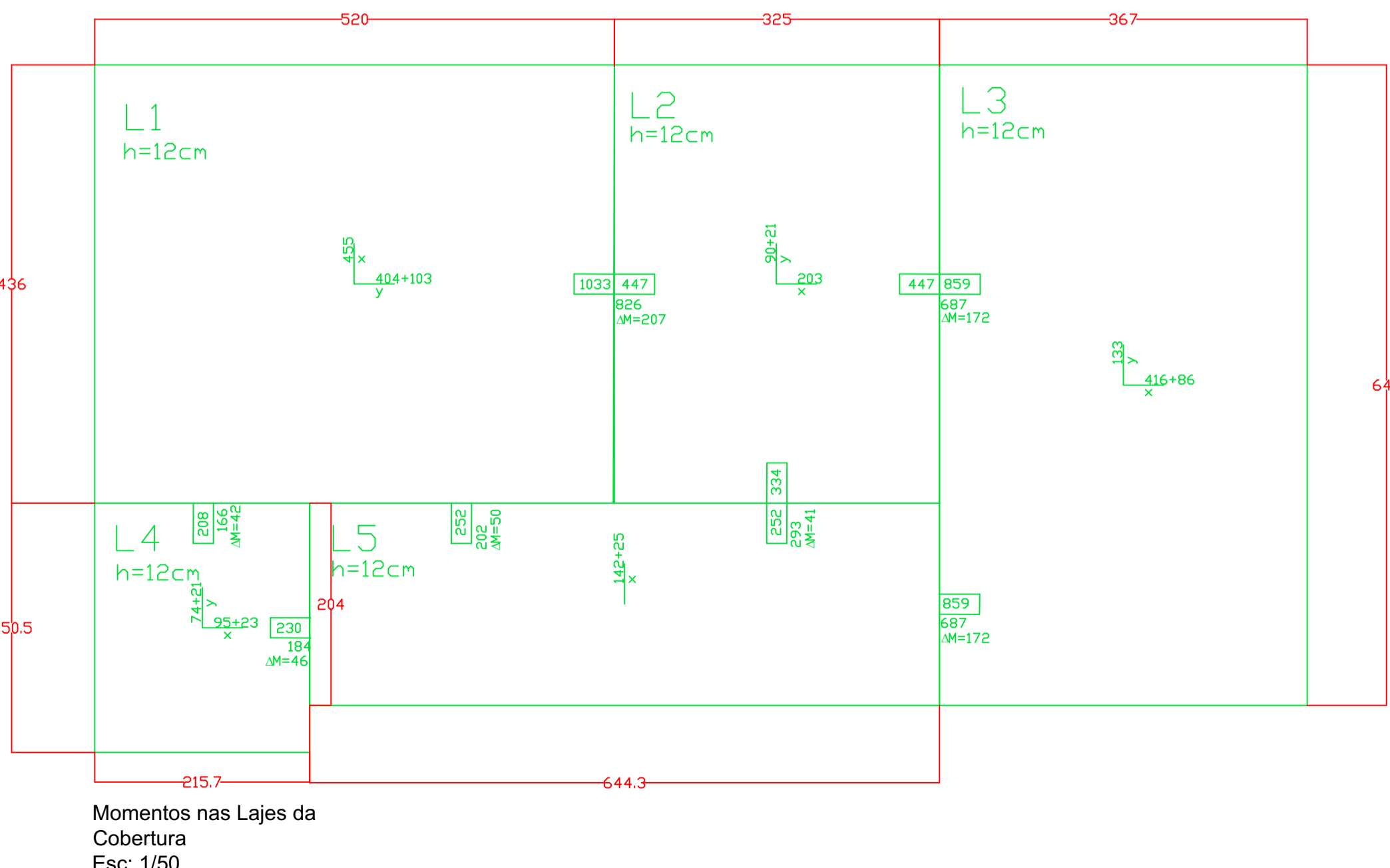
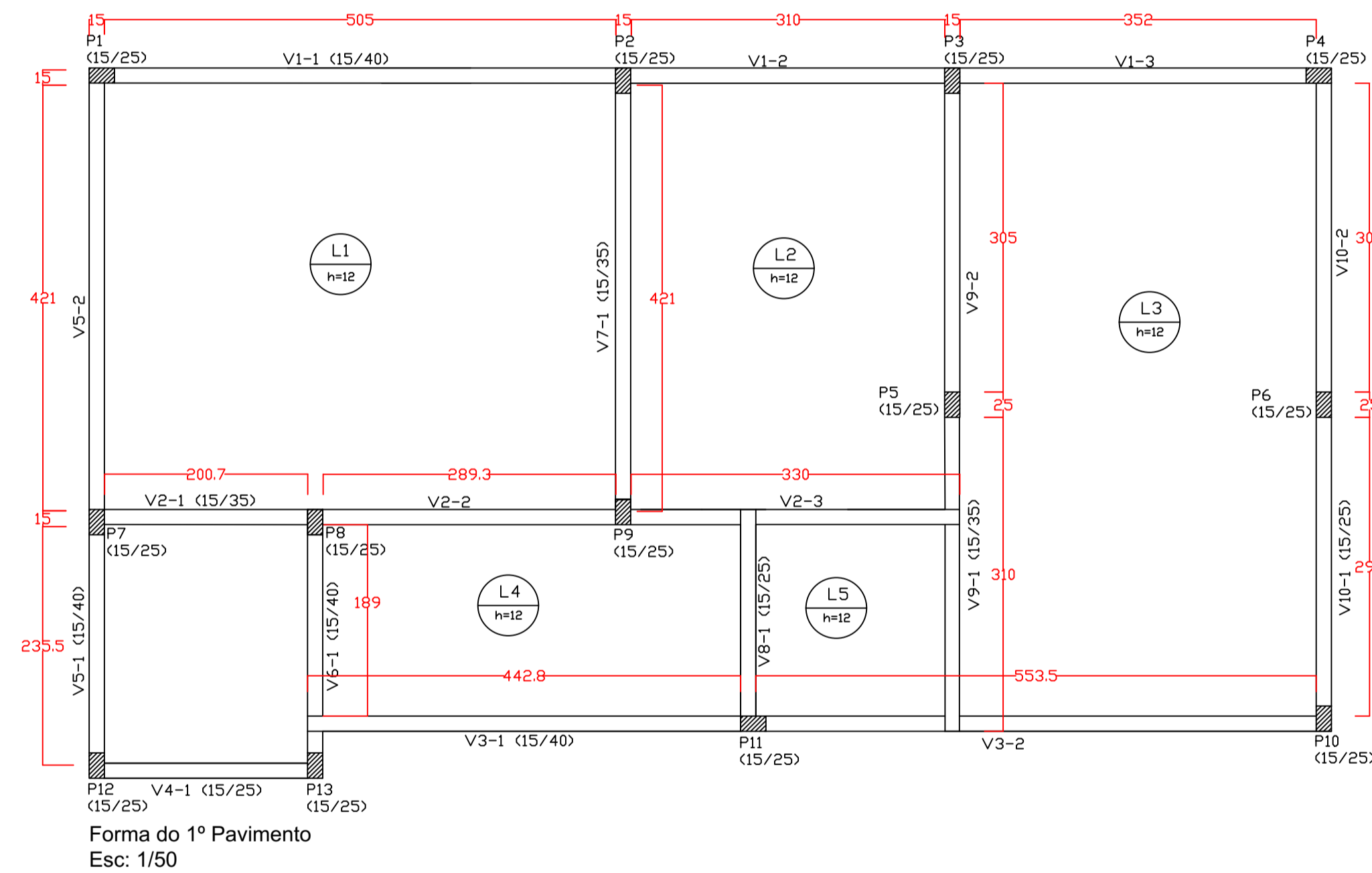
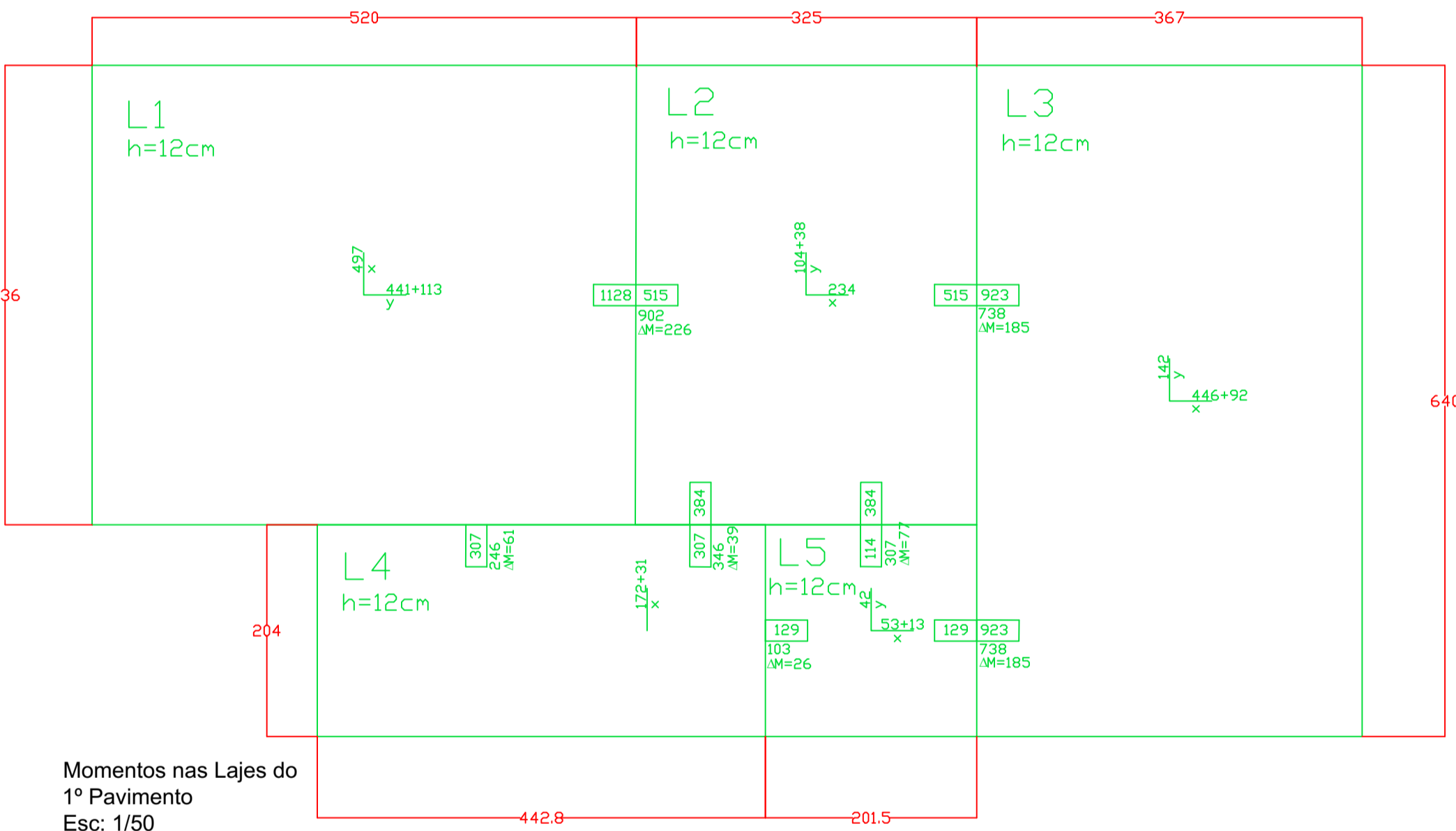
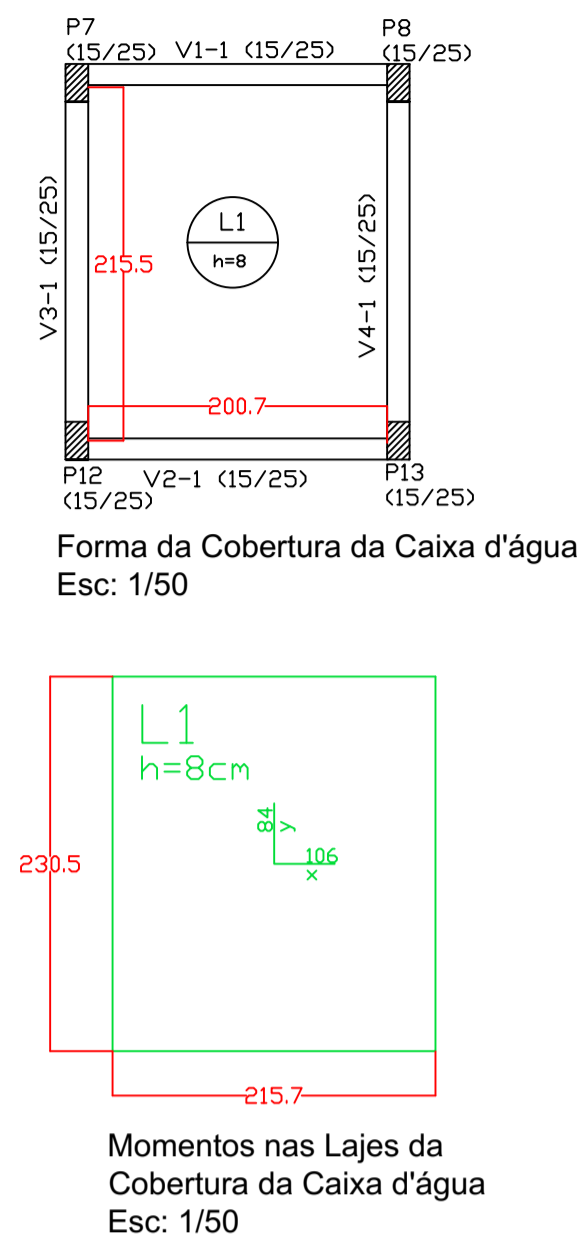
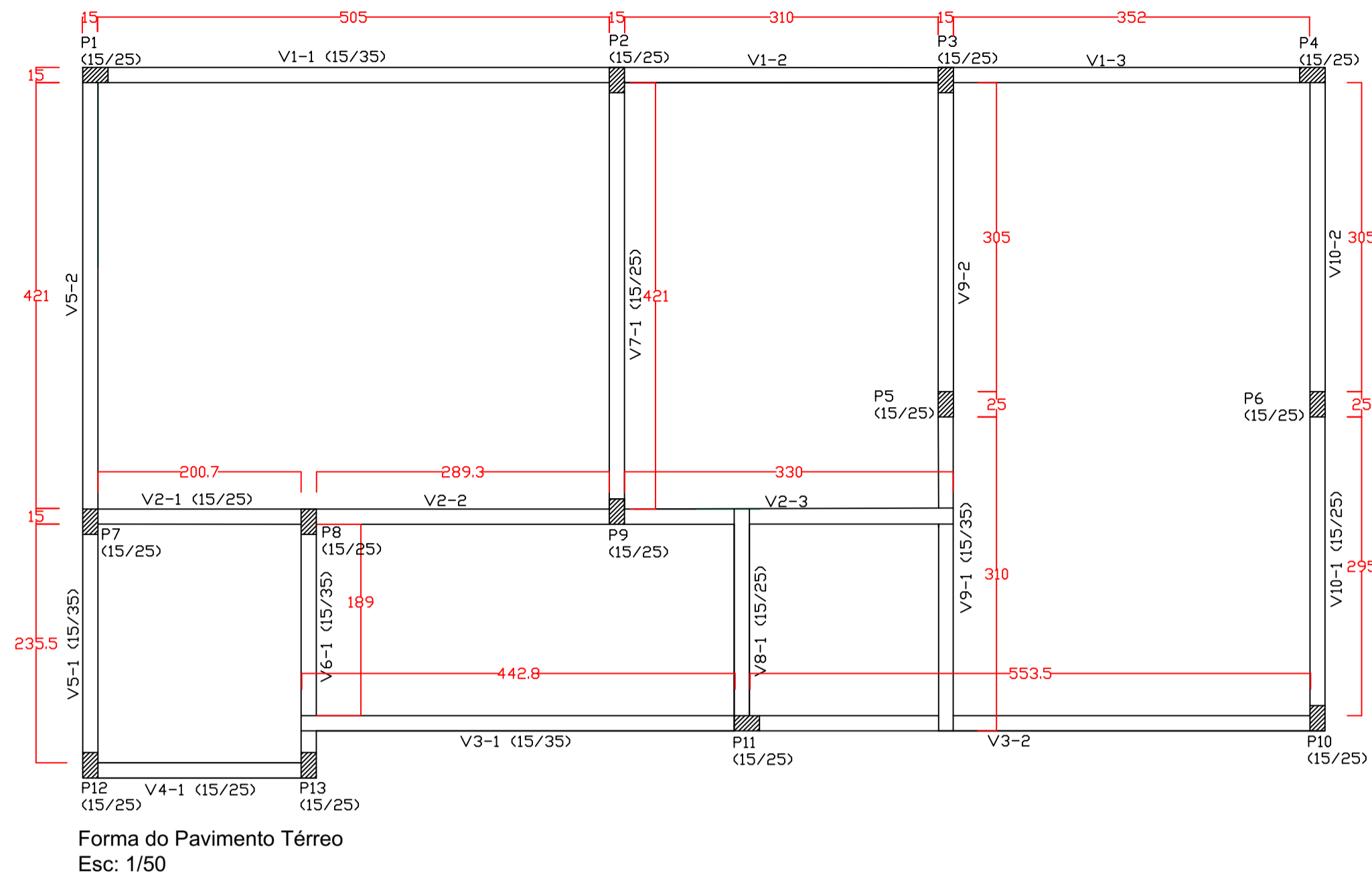


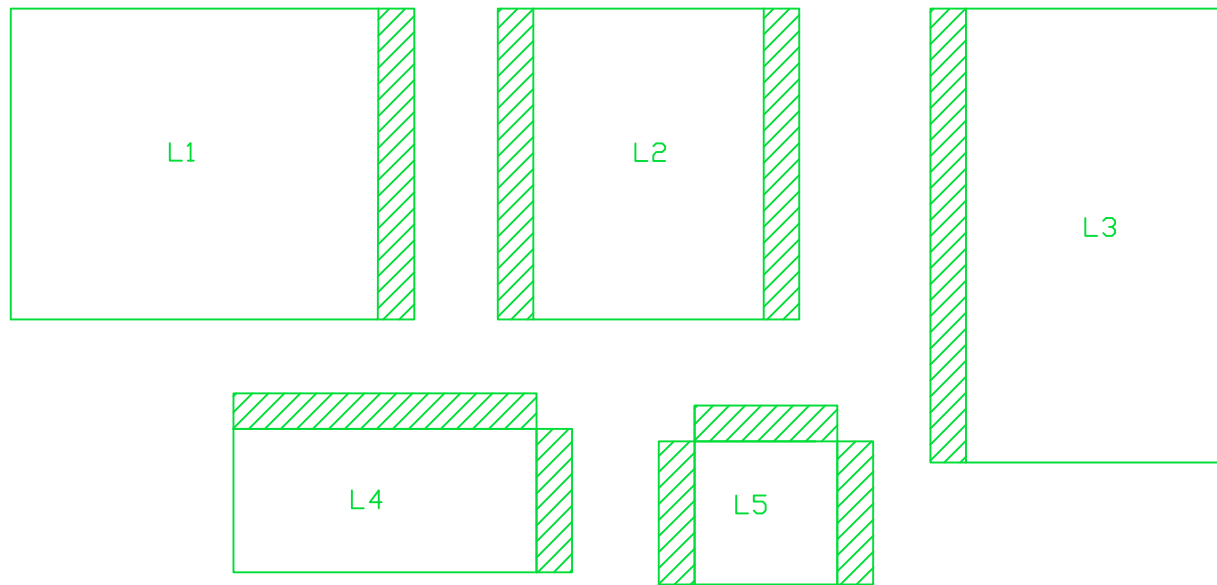
Momentos nas Lajes da
Cobertura
Esc: 1/50

Caso B

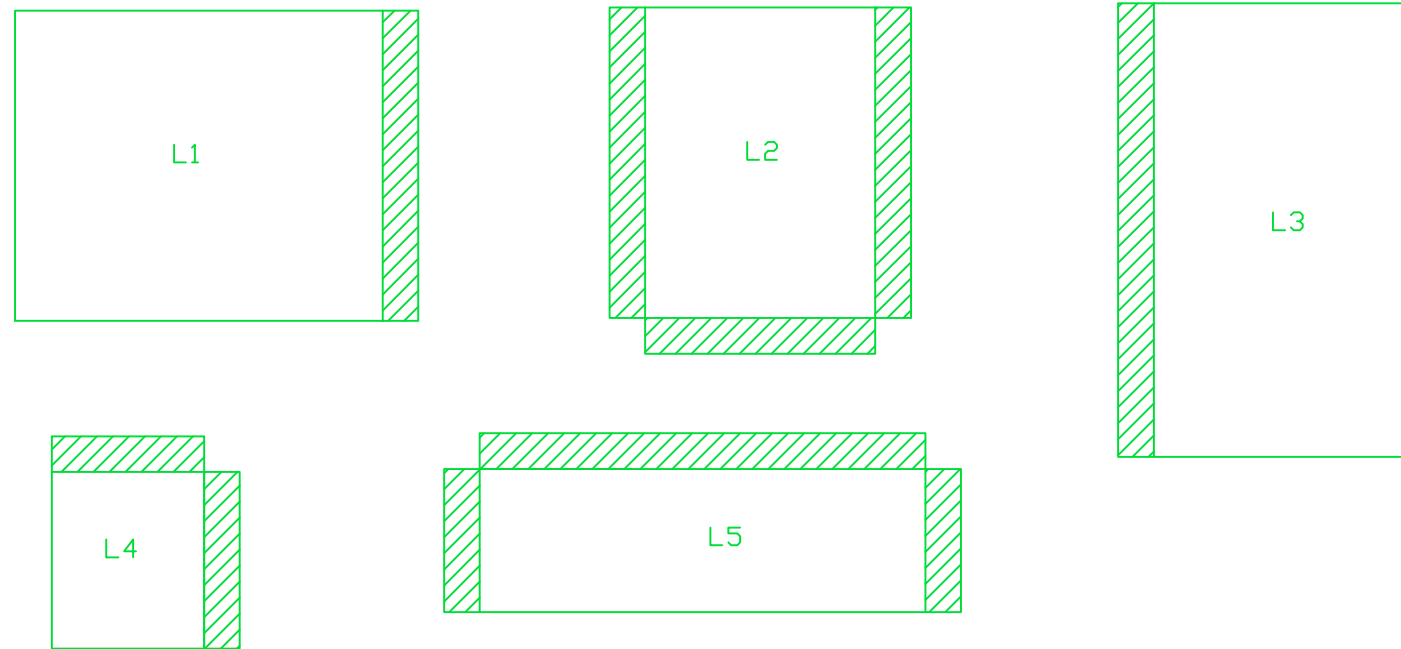


Caso C





Engastamento nas Lajes do 1º Pavimento
Esc: 1/75



Engastamento nas Lajes da Cobertura
Esc: 1/75